Nataliya D. Pankratova (Ed.)

System Analysis and Information Technologies

16-th International Conference SAIT 2014
Kyiv, Ukraine, May 26-30, 2014

Proceedings



IASA

Institute for Applied System Analysis
of National Technical University of Ukraine
"Kyiv Polytechnic Institute"

UDC [519.7/.8:(004+007)](100)(06)
ББК 22.18я43+72я43
С40

Volume editor:
Nataliya D. Pankratova, Dr.Sc., Prof.

Editorial board:
Petr I. Bidyuk, Dr.Sc., Prof.
Nataliya D. Pankratova, Dr.Sc., Prof.
Anatoliy I. Petrenko, Dr.Sc., Prof.
Yuriy P. Zaichenko, Dr.Sc., Prof.
Elena L. Oparina

Revising:
Dmytro G. Didenko, Ph.D.
Gennadii D. Kiselyov, Ph.D.
Mykola A. Murga, Ph.D.
Nadezhda I. Nedashkovskaya, Ph.D.
Elena L. Oparina
Ilya A. Savchenko, Ph.D.

Design and typesetting:
Mykhailo P. Makukha

System analysis and information technologies: 16-th International conference SAIT 2014, Kyiv, Ukraine, May 26–30, 2014. Proceedings. – ESC "IASA" NTUU "KPI", 2014. – 464 p.

С40 **Системный анализ и информационные технологии**: материалы 16-й Международной научно-технической конференции SAIT 2014, Киев, 26-30 мая 2014 г. / УНК "ИПСА" НТУУ "КПИ". – К.: УНК "ИПСА" НТУУ "КПИ", 2014. – 464 с. – Текст: укр., рус., англ.

С40 **Системний аналіз та інформаційні технології**: матеріали 16-ї Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2014, Київ, 26-30 мая 2014 р. / ННК "ІПСА" НТУУ "КПІ". – К.: ННК "ІПСА" НТУУ "КПІ", 2014. – 464 с. – Текст: укр., рос., англ.

This book of abstracts includes issues connected with the research and development of complex systems of various nature in conditions of uncertainty and multifactor risks, Grid and high performance computing in science and education, intelligent systems for decision-making, progressive information technologies for needs of science, industry, economy, and environment. The problems of sustainable development and global threats estimation, forecast and foresight in tasks of planning and strategic decision making are investigated.

В сборнике рассматриваются вопросы, связанные с разработкой и исследованием сложных систем разной природы в условиях неопределенности и многофакторных рисков, Grid и систем высокопроизводительных вычислений в науке и образовании, интеллектуальных систем поддержки принятия решений, прогрессивных информационных технологий для потребностей науки, промышленности, экономики, окружающей среды. Исследуются вопросы устойчивого развития и оценивания глобальных угроз, прогноза и предвидения в задачах планирования и принятия стратегических решений на уровне регионов, больших городов, предприятий.

У збірнику розглядаються питання, що пов'язані з розробкою та дослідженням складних систем різної природи в умовах невизначеності та багатофакторних ризиків, нових інформаційних технологій, Grid і систем високопродуктивних обчислень в науці і освіті, інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, прогресивних інформаційних технологій для потреб науки, промисловості, економіки та навколишнього середовища. Досліджуються питання сталого розвитку та оцінювання глобальних загроз, прогнозу та передбачення в задачах планування та прийняття стратегічних рішень на рівні регіонів, великих міст, підприємств.



© Institute for Applied System Analysis NTUU "KPI", 2014
ISBN 978-966-2748-50-5 (print)
ISBN 978-966-2748-51-2 (ebook)
http://sait.kpi.ua

Table of contents · Содержание · Зміст

Plenary talks · Пленарные доклады · Пленарні доповіді **16**

Бушуев С.Д., Ярошенко Р.Ф. Антикризисное управление государственными финансами в условиях неопределенности . . . 17

Горелова Г.В. Об анализе и синтезе структур сложных систем на основе когнитивных моделей . . . 19

Згуровський М.З. Безпека знань та інформації в конфліктуючому світі . . . 21

Погорілий С.Д., Верещинський О.А., Вітель Д.Ю. Технологія GPGPU. Підходи до формалізації проектування застосувань . . . 22

Химич А.Н. Интеллектуальные компьютерные технологии в вычислительном эксперименте 24

Широков В.А. Системні ефекти при лексикографічному описі мови . . . 25

Section 1. System analysis of complex systems of various nature
Секция 1. Системный анализ сложных систем разной природы
Секція 1. Системний аналіз складних систем різної природи **26**

Bakhrushin V.E., Bakhrushin A.V. Application of the methods of multi-criteria decision making for the selection of applicants to universities . . . 28

Chernenko P.O., Makarenko A.S. Exploration and usage of complex networks concepts for transport systems in Ukraine . . . 30

Donchenko V.S. Math, applied math, uncertainty, heuristics . . . 31

Dzyadyk Yu.V. System Analysis of National Mentality . . . 33

Gorban I.M., Khomenko O.V. Theoretical models of flow control in near-wall areas . . . 35

Hart L.L., Manoilo M.V. Comparative analysis of some ill-posed integral equations solving algorithms . . . 36

Maksymov O.I. Review of analysis tools and metrics for measuring enterprises' sustainability 38

Makukha M.P., Oparina E.L. Social web mining for solving foresight problems . . . 39

Matsuki Y., Bidyuk P.I., Kozyrev V.S. Empirical investigation of the theory of production function, with the data of alloy production in Ukraine . . . 40

Morozov R.Yu. Load balancing of the multiple resources in sctrutured P2P networks . . . 41

Putrenko V.V., Yefremov K.V., Pyshnograiev I.O. Intellectual geographic information system for sustainable development analysis . . . 42

Yevtushenko K.I. Relation between corporate social responsibility and financial performance in oil & gas sector . . . 43

Zadoianchuk N.V. On One Optimal Control Problem for Degenerate Parabolic Variational Inequality: Existence Result . . . 44

Zaskaleta S.Yu. On the use of General Equilibrium Theory for Business Cycle Study . . . 45

16-th International conference on System Analysis and Information Technologies SAIT 2014
Institute for Applied System Analysis, National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine, May 26–30, 2014
ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Балашов В.В. Гравитационный алгоритм в задаче 2D раскладки 47

Бардадым И.В., Левин Д.К., Полищук Е.Ю. Автоматизированный вероятностный метод построения области Парето в рамках системной задачи рационального выбора параметров сложных изделий 48

Бейко І.В. Проблеми побудови оптимального керування складними системами і методи розв'язуючих операторів у конструктивній теорії оптимального керування 50

Белошицкая О.К., Настенко Е.А. Исследование динамических особенностей нейронной сети головного мозга с обострениями на клеточно-автоматной модели 52

Березин Д.С. Создание унифицированной модели данных аналитической отчетности компаний розничной торговли 54

Бидюк П.И., Головатюк А.О. Оценивание рыночных финансовых рисков альтернативными методами 55

Бідюк П.І., Низовий Д.Ю. Дослідження нелінійних нестаціонарних процесів в економіці та фінансах статистичними методами 56

Білущак Ю.І., Гончарук В.Є., Чернуха О.Ю. Математичне моделювання процесів дифузії за каскадного розпаду мігруючих речовин 57

Болдак А.О., Пишнограєв І.О., Ільченко К.О. Огляд підходів для оцінювання та аналізу суспільства, заснованого на знаннях 59

Борисевич А.В. Принцип эквивалентности поведения для линеаризации обратной связью нелинейных систем с особенностями 60

Булах В.А., Перепелкина Л.В., Синельникова О.И. Модели и методы поддержки принятия инвестиционных решений для определения приоритетов развития первичной жилой недвижимости 62

Буценко Ю.П., Лабжинський В.А. Модель керування природно-технічною системою з неповною інформацією на основі керованого ланцюга Маркова 64

Васильев В.И., Виштальд Д.М. Комбинаторная логика свойств и классов в задачах структурно-параметрического анализа надёжности коммуникационных сетей . . . 65

Волкова В.Н., Микеладзе Б.Д. Подход к разработке методики управления проектированием многофункционального комплекса 67

Гера Б.В., Гончарук В.Є., Дмитрук В.А., Паберівський В.В. Програмний засіб для розрахунку концентрації та потоків речовини при конвективно-дифузійному переносі в періодичних структурах 69

Годлевский М.Д., Майшмаз Г.К. Основные этапы формирования организационной структуры управления распределенной разработкой программного обеспечения 71

Голиков С.П., Авдеев Б.А., Масюткин Д.Е. Применение пульсирующего магнитного поля для интенсификации процесса флокулообразования 72

Горбань И.И. Теория гиперслучайных явлений 74

Горбань Н.В. Динаміка розв'язків неавтономного рівняння реакції-дифузії з нелінійністю типу Каратеодорі 76

Городецкий В.Г., Осадчук Н.П. Реконструкция систем обыкновенных дифференциальных уравнений, принадлежащих к одному классу 77

Гуммель А.В. Особенности использования идентифицированной модели в процессах управления 78

Данчук В.Д., Бакуліч О.О., Сватко В.В. Синергетична інтерпретація фазового переходу між станами вільного та синхронізованого транспортного потоку 79

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Денисенко А.И. Диагностика и анализ проявлений дисперсной фазы при инжекционном синтезе композитных функциональных материалов 80

Денисенко О.І., Подковаліхіна О.О. Моделювання теплоізоляційних властивостей двокамерних склопакетів 82

Дорофеев Ю.И., Любчик Л.М. Робастное стабилизирующее управление насосными станциями в системе водоснабжения: техника инвариантных эллипсоидов 83

Єремєєв І.С., Остапчук А.І. Інтелектуалізація процедури оцінювання стану довкілля . 85

Заводник В.В. Задача оценивания рисков угроз экологической безопасности территориальных объектов 87

Заец Р.В. Метод структурных матриц как инструмент описания и анализа сложных систем 88

Зайцева Е.Є., Воропаєва В.Я., Долгіх І.П. Алгоритм побудови розкладу руху автотранспорту 90

Зражевська Н.Г. Використання VAR та CVAR при моделюванні ризику в часових рядах 92

Калиновский Я.А., Хицко Я.В., Туренко А.С. Исследование классов изоморфизма неканонических гиперкомплексных числовых систем размерности 2 93

Капустян В.О., Пишнограєв І.О. Розподілене оптимальне керування для параболо-гіперболічних рівнянь з нелокальною крайовою умовою і загальним квадратичним критерієм 94

Каркунов Я.О. Конфігураційні простори: теорія та застосування 96

Катренко А.В., Магац А.С. Аналіз математичних моделей планування в мультипроектному середовищі 97

Кириченко Л.О., Кобицкая Ю.А., Хабачёва А.Ю. Детектирование сейсмических сигналов с помощью мультифрактального анализа 99

Киселева Е.Ю. Комплексный поход к анализу рисков информационной безопасности . 100

Киселёва Е.М., Коряшкина Л.С., Михалёва А.А., Навоенко В.И. Об одном подходе к решению непрерывных задач многократного покрытия 102

Кірік О.Є., Александрова В.М. Моделі та методи оптимізації в системних дослідженнях енергетики 104

Коваль А.В., Бойко Ю.Д., Зайцева Е.А. Модель сценарно-целевого подхода при построении информационно-аналитической системы 105

Козуля Т.В., Білова М.О. Методичне забезпечення комплексної оцінки екологічності системних об'єктів методом компараторної ідентифікації 107

Козуля Т.В., Ємельянова Д.І. Методичне забезпечення комплексної оцінки екологічності виробництва і природно-техногенних комплексів 109

Комлев О.О., Будько О.С., Довніч О.С. Морфосистема Землі: елемент структури і один з механізмів функціонування планетарної надсистеми 111

Комов Д.И., Подладчиков В.Н. Использование методов прогнозирования для управления валютным портфелем методами оптимального портфельного инвестирования . . . 112

Кораб К.О., Онищук В.О. Системна задача раціонального вибору параметрів складних виробів 113

Коряшкина Л.С., Череватенко А.П. Необходимые и достаточные условия оптимальности для непрерывной динамической задачи оптимального разбиения множеств . . 114

Костенко Е.М. Оптимизация планов многофакторного эксперимента на основе теории серийных последовательностей . . . 115

Куценко А.С., Коваленко С.В. Математическое моделирование тепловых процессов зданий 116

Лопатин А.К., Черненко О.Б. Сравнение экономических индикаторов прогнозирования на основе статистических циклов . . . 117

Малафеева Л.Ю. Методологическое и математическое обеспечение решения задач предвидения на основе модифицированного метода Делфи в режиме on-line . . . 119

Маслянко П.П., Сергеєва А.В. Модель взаємодії біологічних популяцій «Дві жертви - хижак» з урахуванням впливу промислу людини . . . 121

Микитін Д.А. Застосування методів аналізу при моделюванні динамічних соціально-економічних процесів в Україні на засадах сталого розвитку . . . 123

Молчанов А.А., Сальников Н.Н., Сирик С.В. Выбор весовых функций в конечноэлементном методе Петрова-Галеркина для интегрирования линейных уравнений конвекции-диффузии . . . 124

Моравецька К.В. Критерій слабкої диференційовності мір вздовж векторних полів на банахових многовидах з рівномірною структурою . . . 126

Наконечний О.Г., Зінько П.М. Ідентифікація параметрів в динамічних системах . . . 127

Недашківська Н.І. Показники узгодженості експертних оцінок парних порівнянь та їх використання в задачах вибору альтернатив рішень . . . 128

Павлюк Ю.Р., Подладчіков В.М. Методи епіполярної геометрії для визначення просторової структури коронального викиду маси . . . 129

Палійчук А.П. Управління збутовою діяльністю виробничого підприємства з неповними даними про запаси . . . 130

Палійчук Л.С. Якісна поведінка класу керованих п'єзоелектричних полів з немонотонним потенціалом . . . 131

Панкратов В.А. Розробка формалізації показників вектору сталого розвитку . . . 132

Панкратова Н.Д., Головань М.В. Живучість функціонування складної технічної системи в умовах багатофакторних ризиків . . . 133

Панкратова Н.Д., Мухин А.Г. К выявлению возможных направлений развития металлургии в Украине . . . 134

Панкратова Н.Д., Харчун В.М. Алгоритм рационального взаимного согласования внутренних и внешних показателей систем различной природы на примере создания суборбитального космического корабля «SpaceShip» . . . 135

Панкратова Н.Д., Шелест А.В. Построение модели устойчивого развития экономической макросистемы с учётом факторов риска . . . 137

Пигнастый О.М. PDE-модели производственных систем . . . 138

Пинчук В.П., Кривцун Е.В. О построении оптимальных топологий больших регулярных коммуникационных систем . . . 140

Писарчук А.А. Применение ситуационных и самоорганизующихся моделей для структурно-параметрическийого синтеза системы реагирования на конфликтные ситуации . . 142

Подковаліхіна О.О., Денисенко О.І. Оптимізація параметрів об'єктно-орієнтованих моделей динамічних систем . . . 144

Подладчіков В.М., Литвин В.М., Шмиговська О.Л. Оптимальний розподіл грошових ресурсів конкуруючими партіями під час передвиборчої кампанії . . . 145

Попова Ю.А., Подладчиков В.Н. Анализ и прогнозирование циклических процессов на основе модели в пространстве состояний . . . 146

Романенко В.Д., Милявский Ю.Л. Стабилизация неустойчивых импульсных процессов когнитивных моделей . . . 147

Романенков Ю.А., Вартанян В.М. Постановка задачи синтеза оптимизационной модели планирования сервисных мероприятий на инженерных объектах . . . 148

Романчук К.Г., Стефанишин Д.В. Методологія ідентифікації сценаріїв системних аварій на гідровузлах . . . 149

Савастьянов В.В. Стратегия моделирования процесса сценарного анализа . . . 150

Савченко І.О. Отримання вхідних даних в модифікованому методі морфологічного аналізу на основі текстової аналітики . . . 152

Сіренко Л.В. Первинна обробка даних в задачах глобального моделювання процесів сталого розвитку . . . 153

Смолка О.А., Шубенкова І.А. Дослідження вигляду функцій приналежності при оцінці ефективності інвестиційних проектів . . . 154

Стефанишина-Гаврилюк Ю.Д., Стефанишин Д.В. Про один підхід до прогнозування стану складної системи за даними моніторингу . . . 155

Стецюк П.И., Жидков В.А., Фесюк А.В. Octave-функция OrtPro: назначение и особенности использования . . . 156

Тахістова Т.П., Темнікова О.Л. Автоматизована система прогнозування прибутку підприємства . . . 158

Темников В.А., Петейчук А.В. Система параметров речевых сигналов для выделения ключевых слов из непрерывной слитной речи операторов . . . 159

Тимофієва Н.К. Про симетрії комбінаторних множин та біологічних форм . . . 160

Трофимчук А.Н., Васянин В.А. Об одном подходе к декомпозиции задачи распределения и маршрутизации мелкопартионных потоков в многопродуктовой сети . . . 162

Турубарова А.В. Огляд методів підвищення ефективності при управлінні контекстною рекламною кампанією в мережі Інтернет . . . 163

Урупа А.В. Використання факторних моделей в аналізі економетричних даних . . . 165

Ус С.А., Станіна О.Д. Алгоритм розв'язку багатоетапної задачі розміщення виробництва 166

Федорець О.А., Хнигічева А.М. Забезпечення безпеки екологічних систем за допомогою логіко-ймовірнісного методу . . . 167

Харчун В.М. Сталий розвиток суспільства, прогнозування сталого розвитку українських регіонів . . . 168

Ходневич Я.В. Моделювання інтенсивності водного потоку при оцінці місцевих деформацій русла . . . 170

Чапля Є.Я., Чернуха О.Ю., Давидок А.Є. Комп'ютерне моделювання випадкових дифузійних потоків в шаруватому тілі за ненульової початкової концентрації домішки 171

Часовський Д.Б. Дослідження якості апроксимації Де Відлера в страховій моделі із страховими преміями . . . 173

Чернуха О.Ю., Власій О.О. Математичне моделювання процесів гетеродифузії двома шляхами у двофазному багатокомпонентному тілі з випадково розташованим прошарком . . . 174

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Шаронова Н.В., Козуля М.М. Інформаційне забезпечення комплексної екологічної оцінки якості довкілля . . . 176

Щелкалін В.М. Системний аналіз у прогнозуванні процесів споживання цільових продуктів в системах енергетики . . . 178

Щербовських С.В. Аналіз причин непрацездатності системи із роздільним навантажувальним резервуванням . . . 180

Юрченко І.В. Про поведінку розв'язку стохастичних рівнянь в частинних похідних з марковськими параметрами . . . 181

Section 2. Intelligent systems for decision-making
Секция 2. Интеллектуальные системы принятия решений
Секція 2. Інтелектуальні системи прийняття рішень **182**

Bayas M.M., Dubovoy V.M. Development of the structure of the multi-agent coordination in technological Processes . . . 184

Gavrylov S.V. Classifying motion capture sequences using recurrent neural networks . . . 185

Lipchak I.R., Vertiletskij V.G. Information decision support system for adaptive forcast of financial and economic processes . . . 186

Lyakhevich S.V. Hidden cards recognition module based on behavioral patterns . . . 187

Rovira R.H. Fuzzy Logic Pixel Based Algorithm for Biomedical Imaging Processing . . . 189

Yegorova O.V. Fuzzy economic order quantity model . . . 190

Алфимцев А.Н. Декларативно-процессная формализованная разработка технологий интеллектуальных окружающих сред . . . 192

Бабенко Я.В., Петрашенко А.В. Метод автоматизованого реферування тексту українською мовою з використанням генетичного алгоритму . . . 193

Бідюк П.І., Сіленко В.В. Автоматизований вибір прогнозуючих моделей у СППР . . . 194

Буров Є.В., Пасічник В.В. Побудова програмних систем з використанням онтологічних моделей задач . . . 196

Волошин Н.В. Автоматическое распознавание сложных структур . . . 198

Гнинюк О.В. Колаборативна фільтрація з розширенням контенту . . . 200

Дивнич М.Ю. Уточнена модель прогнозування рекламних рейтингів на основі нечіткого методу групового урахування аргументів (НМГУА) . . . 201

Дмитриенко В.Д., Заковоротный А.Ю. Нейронные сети для решения задач с несколькими решениями . . . 203

Ерофеева Е.А. Идея и этапы реализации метода имитационного моделирования процессов обработки вагонопотоков на станциях . . . 204

Заворотный Е.В. Применение временных рядов для оценки возможности прогнозирования случайных процессов . . . 206

Зайченко Е.Ю. Оперативное управление потоками в компьютерных сетях с технологией MPLS . . . 207

Зайченко Ю.П., Ови Нафас Агаи аг Гамиш Анализ кредитоспособности заёмщиков-юридических лиц в условиях неопределённости . . . 208

Зайченко Ю.П., Сидорук І.А. Задача оптимізації інвестиційного портфеля протягом заданого періоду . . . 210

Зайченко Ю.П., Четырбок П.В. Распознавание объектов в условиях помех с использованием критерия на основе векторной меры близости в пространстве ошибок 211

Иевлева С.Н. Методы анализа статистических свойств величины дисбаланса природного газа в газотранспортных системах 212

Каниовская И.Ю., Зубарева П.К. Модель выбора альтернативных решений на основе марковской цепи 214

Карасюк В.В., Гвозденко М.В. Разработка онтологии правовых знаний 216

Караюз І.В., Бідюк П.І. Проектування та реалізація технології підтримки прийняття рішень при прогнозуванні процесів різної природи у паливно-енергетичному комплексі України 218

Карпенко С.О., Бідюк П.І. Сучасні методи аналізу кредитоспроможності позичальників кредиту 219

Карчева О.Я., Хардіков О.Є. Моделювання і прогнозування динаміки активів банку . 220

Козловская В.А., Котова А.Б. Алгоритмизация мышления исследователя как необходимый этап создания полиалгоритмических экспертных систем 222

Колябина Д.А., Мазуркевич Н.Ф., Бугаева Л.Н., Безносик Ю.А. Оценка экологического риска на объекте обращения с радиоактивными отходами 223

Кондратенко Н.Р., Снігур О.О. Нечітке моделювання в задачах гідрогеології 224

Корнійчук Д.П., Олефір О.С. Прогнозування динаміки протікання економічних процесів на базі адитивних методів і непараметричного оцінювання 226

Кравець І.О., Крикунова К.Г., Ковальчук Є.О., Форманюк А.А. Системи підтримки прийняття рішень для фінансового менеджменту підприємств на базі нечітких нейронних мереж 227

Лаптюк А.М. Система підтримки прийняття рішень для розв'язання слабо структурованих задач на основі методів аналізу ієрархій 228

Максименко Г.В., Селин А.Н. О методе машинного обучения на основе систем классификаторов и нейронных сетей 230

Малышевская Е.Н. Предварительная обработка данных для задачи классификации типов эпителия по мультиспектральным изображениям 232

Мейтус В.Ю. Интеллектуализация систем управления производством 233

Мейтус В.Ю., Зубачева Е.В. Знания: онтологические представления и интеллектуальные алгоритмы формирования 235

Морозенко С.В. Дослідження фінансових ризиків популяційними методами 237

Мурга Н.А. Модель диверсификации капитала между финансовыми инструментами во времени 239

Мурга Н.А. Выбор оптимальной структуры интеллектуальных агентов при проектировании мультиагентной системы 241

Надеран С.В. Сравнительный анализ методов сегментации спутниковых изображений . 242

Надеран Э. Подход к выделению информативных признаков рукописных символов . . 243

Негурица Д.С. Методы адаптации интерфейса пользователя в web-ориентированных системах 244

Николаенко А.К., Зубенко И.Н. Формирование системы параметров для распознания музыкальных инструментов 245

Орлов І.А., Баглай Д.В., Дідковська М.В. Алгоритм розпізнавання сигналу світлофора для автоматичної фіксації порушень ПДР 247

Папуч Т.Ю. Дослідження фінансових ризиків методами інтелектуального аналізу даних 249

Печурин Н.К., Кондратова Л.П., Печурин С.Н. Модель безопасного межуровневого взаимодействия протокольных модулей данных в беспроводной компьютерной сети . . 251

Поворознюк А.И. Информационные технологии поддержки принятия решений при проведении лечебно-диагностических мероприятий 252

Поліщук В.Ю. Застосування перестрахування для оптимізації структури страхового портфелю 254

Порушкевич А.Ю. Розпізнавання об'єктів гіперспектрального аерокосмічного знімку з використанням марковської моделі зображення 255

Резниченко Р.В. Применение теории игр для принятия решений относительно распределения прибыли виртуального машиностроительного альянса в условиях неопределенности 257

Рябенко А.Е., Терещенко Э.В., Качан И.И. Теоретико-графовое моделирование формирования малых рабочих групп 258

Сергиенко А.М., Аракелян Г.А. Определение зольности угля с помощью моделируемого отжига 260

Сёмкин В.В., Чугай А.М. Решение задачи плотной упаковки неориентированных трехмерных объектов 262

Сіпко О.М., Снитюк В.Є. Формування цільової функції в задачі складання розкладу занять у ВНЗ на основі суб'єктивних переваг 263

Скачко И.О. Инструменты информационных технологий поддержки принятия решений при прогнозировании рынка ценных бумаг 265

Скрипник А.А. ИСППР в сфере тайм-менеджмента 266

Слободюк А.Ю. Нечеткий метод группового учета аргументов для прогнозирования деятельности предприятия 267

Соловйов В.М., Чабаненко Д.М. Динаміка параметрів моделі Леві для розподілу прибутковостей часових рядів світових фондових індексів 268

Токар Я.С. Использование методов кластеризации в CRM-системах 269

Трачук И.Ю. Когнитивное моделирование слабоструктурированной системы «Рекреационная зона» 270

Туровський В.Л., Олефір О.С. Швидкий пошук подібностей у базі музичних творів . . 272

Филатова А.Е. Метод структурной идентификации биомедицинских сигналов и изображений с локально сосредоточенными признаками 273

Хала Е.А. Особенности и сложности построения онтологии для прикладной правовой области 275

Шаповалова С.І., Мажара О.О. Формалізація представлення продукційної моделі . . . 277

Шовгун Н.В. Особливості оцінки кредитоспроможност позичальника за допомогою нечітких нейронних мереж 279

Щелкалін В.М. Модель авторегресії – спектрально інтегрованого ковзного середнього для прогнозування нестаціонарних часових рядів 280

Section 3. High Performance Computing and Microsystems Engineering
Секция 3. Высокопроизводительные вычисления и разработка микросистем
Секція 3. Високопродуктивні обчислення та розробка мікросистем **282**

Kucher V.O. Application of the discrete time simulator to develop Dataflow Management System for FLES (FLES DMS) . . . 284

Tsegelyk G.G., Krasniuk R.P. The problem optimum utilization of computers in a computer network and method of solving this issues . . . 285

Абрамова О.О., Гребенко П.А., Гіоргізова-Гай В.Ш. Сервіс дистанційного відео навчання на основі «хмарної» технології . . . 287

Биков С.С. Гетерогенна архітектура апаратних прискорювачів та їх програмування . . 288

Бондарь К.А. Электронные медицинские карты в мобильной медицине . . . 290

Булах Б.В. Програмне забезпечення для науки та інженерії як «екосистема» сервісів . . 291

Володін М.С. Робоче місце користувача хмарної системи дистаційного навчання для сучасних мобільних платформ . . . 292

Голубова И.А. Построение мобильного репозитория для разных облачных хранилищ данных . . . 293

Кирюша Б.А. Модель «луковой маршрутизации» для анализа устойчивости к атакам на раскрытие анонимности пользователей . . . 294

Киселев Г.Д., Киселева А.Г. Контекстно-зависимое управление для гетерогенных сетей микрогрид . . . 295

Костенко О.В., Капшук О.О. Проблеми інтероперабельності Національної системи електронного цифрового підпису в Україні та шляхи їх вирішення . . . 297

Луцкий Г.М., Мухин В.Е. Алгоритм адаптивной маршрутизации данных с учетом степени доверия к удаленным узлам . . . 299

Мухин В.Е. Структурная организация маршрутизатора для многоканальных компьютерных систем . . . 301

Неупокоев М.О., Булах Б.В. Workflow-системы для решения научных задач . . . 303

Носацкий В.А., Романов В.В. Разработка графического интерфейса измерителя профиля позвоночника человека . . . 304

Петренко А.А. Кластеризация изображений по их аннотациям . . . 305

Петренко А.І. Мобільна платформа взаємодії лікарів та хронічних хворих пацієнтів (платформа "Mobimed") . . . 308

Петренко О.О. Семантичний пошук зображень за їх змістом . . . 312

Савченко Я.М. Порівняльний аналіз алгоритмів маршрутизації у MANET . . . 314

Свистунов С.Я., Шевченко А.Ю. Использование Service Level Agreements необходимое условие для развития Украинской грид инфраструктуры . . . 315

Тройна А.В., Гречко А.Э. Мультиагентные системы и платформы для их разработки . 316

Хаткова И.В. Сравнительный анализ существующих платформ управления вычислительными ресурсами для построения частного облака . . . 317

Юрченко В.В., Литовченко А.А., Синюта С.Б. Портальная система для хранения и обработки медицинской информации . . . 319

Section 4. Progressive information technologies
Секция 4. Прогрессивные информационные технологии
Секція 4. Прогресивні інформаційні технології **320**

Litvinov V.A., Maistrenko S.Ya. About formation of the basic vocabulary in the system of automatic detection of user errors . . . 322

Sokolovskyy Ya.I., Kroshnyy I.M., Boretska I.B., Sykala O.P. Mathematical modeling of capillary-porous materials elastic-viscous-plastic deformation in the drying process . . 323

Solonko K.V. Overview of Approaches to Emotion Detection in Written Texts For Expressive Speech-to-Text Synthesis . . . 324

Stolbov D.V. Design of the logical model of a software tool for teaching students of Internet security . . . 326

Zorin Yu.M. A genetic algorithm with implicit objective function . . . 328

Алескеров Э.Р., Рагимов Р.М., Пашаев Н.М., Сулейманов Т.И. Объектно-ориентированный подход классификации городских территорий на основе космических снимок высокого пространственного разрешения . . . 330

Артюхов В.Г., Бритов О.А. Цифрові фільтри в Micro-Cap . . . 333

Арчвадзе Н.Н., Пховелишвили М.Г., Шецирули Л.Д. Определения функций с накапливающими параметрами в функциональных языках . . . 335

Басюк Т.М. Інформаційно-організаційне забезпечення процесу популяризації інтернет ресурсів . . . 337

Белоус Д.І. Забезпечення інформаційної безпеки в хмарних сховищах даних . . . 339

Бомба А.Я., Шпортько О.В., Шпортько Л.В. Застосування модифікованого алгоритму LZ77 в процесі прогресуючого ієрархічного стиснення зображень без втрат . . . 340

Бояринова Ю.Е., Городько Н.А. Гиперкомплесный подход к определению показателей качества телекоммуникационных услуг . . . 342

Бриль А.С. Построитель SQL запросов . . . 343

Бритов О.А., Макеєнок О.М. Реалізація фільтрів експоненціального середнього . . . 344

Васенко А.В., Чертов О.Р. Приховування неявних груп в соціальних мережах за допомогою додавання фіктивних лідерів та зв'язків . . . 346

Величко В.Ю., Сирота С.В., Приходнюк В.В. Інструментарій автоматизованого виділення відношень з текстів технічної тематики . . . 348

Вельбицкий И.В. Графическое программирование только одной схемой (дугой) без операторов типа goto, if, for, . . . без меток и скобок типа begin-end, {-}, или 5.6, 55.2, 15.4 преимуществ . . . 349

Вельбицкий И.В., Тимошин Ю.А., Гожаленко С.Д. Реализация концепции графического программирования Р-Схемами на языке Java . . . 351

Виноградов Ю.М., Косейкіна Г.С., Далецька Н.П. Прискорене обчислення квадратного кореня на полях Галуа . . . 353

Вініченко Д.М., Заболотня Т.М. Програмні засоби автоматизованого визначення кванитативних характеристик природномовних текстових даних . . . 354

Водопьянова А.С. Использование машинного обучения для определния рисковых платежей 355

Волков В.Е. Декомпозиция как метод решения задачи предоставления телекоммуникационных услуг . . . 356

Ганчукова Д.В., Подладчіков В.М. Використання критерію гладкості для вияву закономірностей динаміки медико-біологічних показань 357

Гаюха А.А., Николаенко А.К. Проблема формирования вейвлет-функций для задач распознавания нот в акустических сигналах 358

Говорущенко Т.О. Роль ретроспективного аналізу у забезпеченні якості програмних засобів 359

Годлевский М.Д., Голоскокова А.А. Подходы к усовершенствованию математической модели планирования улучшения качества процесса разработки программного обеспечения 361

Голуб С.В., Бурляй І.В. Застосування інформаційної технології кластеризації точок спостережень в системах багаторівневого моніторингу пожежної безпеки 362

Гонтарь Н.А. Проектирование систем на основе семантической сервис-ориентированной архитектуры 364

Гриценко В.И., Кифоренко С.И., Котова А.Б., Лавренюк Н.В. Информационно-технологическая поддержка принятия решений при диагностике сахарного диабета 366

Гришин И.Ю., Боднар А.А. Решение задачи нахождения оптимального маршрута службы поддержки средствами динамического программирования 367

Гура Е.С., Федоречко О.І. Метод виправлення блоків даних при їх передачі 369

Дзядик Ю.В. Аналіз виборів у невеликій групі 370

Диденко Д.Г., Климковская С.Д. Задача оптимального размещения контекстной рекламы 372

Диденко Д.Г., Крюков А.А. Планирование расширения ресурсов облака на основе результатов агентного моделирования социальной сети 374

Діденко Д.Г., Климковська К.Д. Розподілене обчислення важливості брендів у сучасних соціальних мережах 376

Дідковська М.В., Вахріна В.А. Розробка мобільного додатку AndroBrailleTouch для людей з вадами зору 377

Дідковська М.В., Гранаткіна Т.Д. Виявлення брудних даних у сховищах даних 378

Донченко В.С., Зінько Т.П. Застосування абстрактного варіанту перетворення Гока для розпізнавання символів 379

Дьоміна А.О., Орєхова Н.А. Подійно-орієнтоване програмування в гетерогенних інформаційних системах 380

Забара С.С., Дехтярук М.Т. Автоматизація управління оптимальним розподілом ресурсів перевантажувального комплексу 382

Забелин С.И. Модификация контроллера ПКС для защиты от DoS атак 384

Заговора О.В., Концевич В.Г. Методика управления изменениями бизнес-процессов проектов наукоемкого производства 385

Зубенко И.Н., Гаюха А.А. Идентификация музыкальных нот с помощью константного спектрального преобразования 386

Иевлев Е.С. О выборе закона распределения продолжительности передачи пакетированных данных в корпоративных компьютерных сетях 387

Івінський А.В. Методи оцінки якості автоматичного генерування інформації природньою мовою 388

Кармазъ К.Ю. Lucene - библиотека для создания высокоскоростной полнотекстовой системы поиска 389

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Кириленко Е.Г., Труш Г.А., Стрельчук Е.А. Оценка удобства использования пользовательского fisheye-интерфейса редактора программного кода 391

Киричек Г.Г. Исследование параметров качества обучения 393

Киричок П.О., Киричок Т.Ю., Пархоменко А.В. Програмні засоби контролю зношування банкнот 395

Козлов К.В. Методи автоматичної генерації онтологій 397

Красій А.В. Модель специфікації вимог до програмного забезпечення 398

Кулешова О.Н. Генерация входных наборов для системы на основе таблиц событий методом построения минимального пути 400

Куліков В.М., Дворщенко О.С., П'ятчаніна Т.В., Кравчук В.В., Загадарчук Т.В., Коваль А.О. Українськомовний mHealth-додаток призначений для управління медичними даними хворих на рак 402

Лавданский А.А., Фауре Э.В. Комбинационный метод формирования последовательности псевдослучайных чисел 403

Лисецкий Ю.М. Информационная безопасность: защита от DDoS-атак 405

Луценко О.П., Байбуз О.Г. Модель оцінки функції ймовірності розладнання процессу коливань курсів валют 407

Лысогор Р.В. Применение информационных технологий для построения бизнес процесса кредитования физических лиц 409

Марковський О.П., Соколовський С.В. Оптимізація систем прискореної ідентифікації абонентів з використанням незворотних булевих перетворень 411

Марченко В.А. Особенности практического применения методов rh-оптимизации 412

Маслянко П.П., Кудрицький С.С. Уніфікована модель та структурне представлення систем автоматизації туристичного бізнесу в Україні 413

Маслянко П.П., Лапшинова Д.В. Компонентна модель системи клімат-контролю . . . 414

Мегрелишвили Р.П. Матричная однонаправленная функция и возможности ее имплементации 416

Мегрелишвили Р.П., Шенгелия С.В. Фрактальные матрицы в криптографии 417

Мельник В.В. Метод локалізації структурних об'єктів на фотографії 419

Моргун М.Є. Класифікація зображень із застосуванням ієрархічних нейромереж 420

Ніколаєв С.С., Тимошенко Ю.О. Способи балансування споживання електроенергії у енергомережах 421

Огородник О.Є. Прогнозування попиту на залізничні квитки 423

Павлючик Е.А. Система позиционирования на визуальных маркерах 424

Петівотова А.І. Генерування тестових наборів за допомогою фаз-тестування 425

Пивовар В.В. СППР щодо якості коду на основі метрик 426

Пирожок В.А., Заболотня Т.М. Програмне забезпечення інтерактивного веб-сайту фітнес-клубу 428

Повісенко С.В. Ранжування багатокритеріальних альтернатив в системах підтримки прийняття рішень 429

Польская О.В., Кудерметов Р.К. Анализ подходов к выбору web-сервисов по QoS-характеристикам 430

Помернюк М.С., Безносик А.Ю. Сравнение производительности ограничения CHECK, реализованного штатными средствами СУБД и с помощью триггера 432

Потапова К.Р., Цвяк А.О., Корнєйчик Б.А. Алгоритм формування функцій управління ГПВЧ 434

Прогонов Д.А., Кущ С.Н. Определение типа преобразований, использованных для скрытия данных в цифровых изображениях 435

Римарев Д.Т., Амонс О.А. Синхронізація даних розподілених клієнтів 437

Романкевич В.О., Нешта В.В., Яшунін В.О. Щодо самотестування 2-відмовостійких багатопроцесорних систем 439

Романчук Р.І. Основні підходи та принципи організації HRM-систем 440

Севернюк Д.О. Архитектура CRM-системы 441

Сергієнко А.М., Глуханько К.А., Виноградов Ю.М. Синтез конвеєрних віртуальних модулів у хмарному середовищі 443

Ситников Т.В., Биленко А.А. Разбиение графов на подграфы для реконфигурируемых систем в условиях ограниченного объема оперативной памяти 445

Скачко Д.А. Разработка системы автоматизации принятия решения в управлении предприятия с оптимальным распределением ресурсов 446

Тавров Д.Ю., Сахаров С.Ю. Застосування нейронечітких технологій до задачі розпізнавання емоцій людини за зображенням її обличчя 448

Тавров Д.Ю., Юрченко Д.В. Підхід до синтезу мовлення на основі поєднання декількох нейромережевих технологій 449

Товстолиткіна О.О., Дідковська М.В. Побудова інтелектуальної навчальної системи граматики французької мови з урахуванням семантичних взаємозв'язків 451

Чернова Е.А. Классификация алгоритмов сегментации изображений 452

Чертов О.Р., Маніло В.В. Методи приховування даних у мікрофайлах зі збереженням корисності інформації 454

Шевченко Е.А., Ручкин К.А. Выделение ладони человека с помощью метода модифицированной заливки на цветном сложном изображении 456

Шоботенко Н.М. Модель оцінки ефективності впровадження методу автоматизації тестування 457

Яськo В.В., Самородов Е.Л., Макаренко А.С. Исследование динамики транспортных процессов в городе 458

Authors · Авторы · Автори **459**

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Plenary talks

System analysis of complex systems of various nature

Intelligent systems for decision-making

High Performance Computing and Microsystems Engineering

Progressive information technologies

Plenary talks



Бушуев С.Д., Ярошенко Р.Ф.
Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев, Украина

Антикризисное управление государственными финансами в условиях неопределенности

Рассматриваются модели и система антикризисного управления государственными финансами в условиях турбулентности внешних и внутренних рынков

Введение. Мировой экономический и финансовый кризис 2008–2009 г.г. стал отражением системных недостатков действующей модели глобального капитализма с его ориентацией на избыточное потребление и использование кредитных рычагов, просчетов политики экономического либерализма и влияния государства на развитие финансового сектора.Структурный кризис, в ходе которого отмечалось совпадение малого, большого цикла и стадиального цикла, создал мощный резонанс торможения экономической активности, разрушение старых структур и межотраслевого перетока капиталов. Таким образом, глобальный финансовый кризис был вызван не только "провалами" рынка, но и "провалами" государства. Особенно деструктивную роль сыграли неэффективные системы пруденциального регулирования и надзора за деятельностью финансовых учреждений [1,3].

Основные результаты. Уроки мирового финансово-экономического кризиса и кризисного развития событий в Украине в условиях высокой внешнедолговой нагрузки засвидетельствовали необходимость создания системы антикризисного управления, а также механизмов регулирования внешнего совокупного долга на основе системного подхода [2]. В таких условиях объективно возникает необходимость совершенствования системы управления государственными финансами и разработки качественно новой долговой стратегии, в центре которой находятся: 1) сильная система управления рисками;2) активное использование соответствующей структуры долга для противодействия влиянию шоковых ситуаций; 3) наличие резервных фондов и буферов ликвидности; 4) учет нестабильности и изменчивости базы инвесторов [4].

В условиях высокой открытости национальной экономики она является чрезвычайно уязвимой к воздействию внешних факторов. Распространение международных "эффектов заражения", которые формируют турбулентность в национальной финансовой системе и влияют на состояние экономики Украины, может происходить по следующим основным каналам [5,6]:

- общие шоки: падение мировых цен на металлопродукцию и повышение спредов по долговым обязательствам стран с формирующимися рынками, подрывают финансовое положение национальных производителей и ухудшают возможности обслуживания ими внешних долговых обязательств;
- торговые шоки: стагнация экономик крупных торговых партнеров Украины уменьшает спрос на товары национального экспорта, что, в свою очередь, приводит к оттоку капиталов, падение цен на внутренние активы и спекулятивных атак на валюту;
- финансовые шоки: финансовые кризисы в ведущих странах мира заставляют международных инвесторов реструктуризировать собственные портфели, исходя из требований ликвидности, мотивов риск-менеджмента и прочее. В условиях общего снижения цен на активы инвесторы склонны к "сбросу" наименее надежных активов, доходность которых является наиболее волатильный;
- информационные эффекты: валютный кризис в одной стране "посылает сигнал" спекулянтам о возможности девальвации валюты страны с похожими макроэкономическими характеристиками; в 2008 году после девальвации ряда валют восточноевропейских стран, финансово уязвимая экономика Украины стала объектом инфицирования и переоценки перспектив национальной валюты.

Модель антикризисного управления [1] построена с учетом потенциальных падений в критических точках (точках бифуркации) в развитии системы государственных финансов и позволяет сформировать программу, которая учитывает критические события и ориентирована на успех.Анализируя модель на ближайшие годы, видим потенциальные кризисы: кризис

перехода к профессиональному менеджменту в ходе административной реформы, кризис автономии на уровне местных бюджетов, кризис отношений "центр – области", и кризис управляемости. К сожалению события 2014 года приводят нас к констатации фактов, что все кризисные точки были пройдены без каких либо действий со стороны руководства Украины. Это привело к концентрации множества проблем в конце 2013 года и запуску триггера, вызвавшего смену власти.

Модель учитывает вызовы глобальной экономики и финансовой системы, внешние проблемы и внутренние проблемы бюджетной сферы. Поведение ядра системы государственных финансов учитывает все проблемы и вызовы в форме трендовых моделей, на основе учета интегрированного коэффициента влияния на бюджет и экономику Украины. Формы кривых влияния будутпредставлены в презентации. Цвет кривых определяет уровень разрушительного влияния на экономику. Интегрированный коэффициент влияния рассчитывается на основе гипотезы об условной независимости влияния трендов или их групп на бюджет Украины и отсутствие последействий во времени.

Общая схема включает систему мониторинга внешних и внутренних индикаторов кризисных состояний и систему быстрого реагирования на турбулентные тренды и проявления кризисных сценариев развития финансовой системы. Наряду с показателями состояния национальной финансовой системы и экономической конъюнктуры в Украине, важное место в системе антикризисной диагностики и проактивногореагирования на распространение кризиса занимает мониторинг показателей внешнего окружения и оценка их потенциального влияния на экономику Украины.

Области уязвимости финансовой системыУкраины, характеристики ихколичественных параметров, оценки вероятностей запускания кризисной реакции,триггеровтурбулентностей, классовтревоги и потенциальных убытков.Авторами определены триггеры для зон уязвимости "Проблемные кредиты", "Долларизация кредитов / депозитов", "Государственный долг", "Международные резервы", "Дефицит текущего счета", "Внешний долг", "Фондовый рынок", "Конъюнктура экспортных рынков" приведены ниже. Для зон уязвимости "Государственный долг" и "Внешний долг" (управление которыми частично находится в компетенции Министерства финансов Украины) определены условия срабатывания триггеров и меры противодействия.Для отображения индикаторов, которые относятся к сфере уязвимости финансовой системы Украины, используется "пузырьковая" диаграмма.Размер индикатора отражает его фактическое статистическое значение. Вероятность запуска цепной реакции кризиса – ранжируется от 0 – "отсутствие риска" до 1 – "высокая вероятность запуска цепной реакции". Для определения вероятности запуска цепной реакции устанавливаются предельные границы для каждого индикатора в отдельности.Цвет индикатора: зеленый, желтый, красный, коричневый, черный определяется установленными предельными границами каждого индикатора в отдельности.

Литература. **1.** Ярошенко Ф. А. Антикризисное управление финансами в условиях неопределенности: [монография] / Ф. А. Ярошенко, С. Д. Бушуев, Т. П. Богдан; Украинская ассоциация управления проектами. – Киев, 2012. – 168 с. **2.** InternationalMonetaryFund. ManagingCapitalInflows: WhatToolstoUse? PreparedbyJonathan D. Ostry, Atish R. Ghosh, KarlHabermeier, LucLaeven, MarcosChamon, Mahvash S. Qureshi, andAnnamariaKokenyne. – April 2011. **3.** International Monetary Fund. Fiscal Monitor, Balancing Fiscal Policy Risks. – April 2012. **4.** Korinek, A. (2011), "Systemic Risk-taking: Amplification Effects, Externalities, and Regulatory Responses", Working Paper Series 1345, European Central Bank. **5.** Ukraine: Second Review Under the Stand-By Arrangement and Request for Modification of Performance Criteria. Staff Report.09.2009 / International Monetary Fund. **6.** Wagner, W.B., (2010), "Diversification at Financial Institutions and Systemic Crises", Journal of Financial Intermediation, 19(3), pp 373–386, July.

Горелова Г.В.
Инженерно-технологическая академия Южного федерального университета, Таганрог, Россия

Об анализе и синтезе структур сложных систем на основе когнитивных моделей

Когнитивное моделирование активно развивается последние два десятилетия, объединяя возможности как образного, так и логического мышления. Возникло многообразие направлений когнитивных исследований, которое можно разбить на два больших класса по признаку «объект исследования». Это либо человек с его особенностями и возможностями (объектом исследования является «субъект»), либо сложная система, в которой действует человек, т.е. объектом исследования является «объект-субъект». К таким сложным системам относятся социально-экономические, политические, экологические, социотехнические и т.п. системы. В России когнитивные исследования сложных систем были начаты в начале 90-х годов прошлого столетия в ИПУ РАН в направлении «Когнитивный анализ и управление ситуациями» [1, 2]. В настоящее время подобные исследования ведутся в нескольких центрах, в том числе с конца 90-х годов в Инженерно-технологической академии Южного федерального университета (бывший Таганрогский радиотехнический институт, ТРТИ). Накопленный к настоящему времени исследовательский опыт [3–12] позволяет переходить от решения задач когнитивного анализа сложных систем к решению задач когнитивного синтеза [4, 5, 11, 12]. В докладе будут представлен ряд теоретических и практических результатов разработок в данном направлении.

Под когнитивным моделированием сложных систем, направленным на их анализ, понимаем решение совокупности системных задач: идентификации объекта и окружающей среды в виде когнитивной модели (текстовая информация, экспертные, статистические и др. методы идентификации); анализа путей и циклов когнитивной модели (методы теории графов); анализа наблюдаемости, управляемости, устойчивости, чувствительности, адаптируемости (методы теории управления); декомпозиции – композиции (методы общей теории систем); анализа различных аспектов сложности, анализа связности (методы теории графов, топологического анализа систем – анализ q-связности); сценарный анализ (методы моделирования сценариев, ситуационного анализа, импульсного моделирования); принятия решений в условиях различного рода неопределенности, сопутствующей существованию и изучению сложной системы (методы теории принятия решений для задач в условиях вероятностной неопределенности – это методы решения вероятностных задач принятия решений – задач оптимума номинала, в условиях конфликта, кооперации – это методы теории игр [4]).

Теоретическими основами когнитивного синтеза сложных структур в настоящее время служат исследования связности систем (теория графов и топологический анализ применительно к когнитивным моделям) в совокупности с исследованием зависимости динамических и др. свойств системы с ее структурными характеристиками [4, 5], а также исследования в области композиции когнитивных моделей и моделей системной динамики [11, 12].

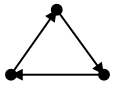
В первом случае идея синтезирования более сложных структур с желаемыми свойствами базируется на композиции “элементарных” (граф типа “цепь” и “звезда” с числом вершин $\leqslant 3$), “простых” когнитивных карт (“треугольник”, “конверт”, “песочные часы” и других композиций простых цепей и звезд), динамические и топологические свойства которых известны. Исследование топологических и динамических свойств простых структур описан в [3]. Структура “треугольник”, как акселератор или стабилизатор, входит практически во все более сложные когнитивные карты (заметим, что на их основе начинают строиться модели системной динамики).

В зависимости от направления дуг и их знаков, “простая” структура “треугольник” может иметь разные матрицы отношений, например:

$$A_{G1} = V_1V_2V_3 \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} - \text{не цикл;}$$

$$A_{G2} = V_1V_2V_3 \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} - \text{отрицательный цикл;}$$

$$A_{G3} = V_1V_2V_3 \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} - \text{положительный цикл.}$$



Положительные циклы, это акселераторы, "разгоняющие" процессы в системе. Отрицательные циклы – это стабилизирующие элементы системы.

Во втором случае синтез желаемых структур происходит в результате композиции разрабатываемых качественно-количественных когнитивных моделей сложных систем с уже существующими моделями системной динамики, системы уравнений которых можно также изобразить в виде определенных структур.

Полученные теоретические результаты апробированы в ряде практических исследований, например [3–12], и показали свою эффективность.

Литература. **1.** Максимов В.И. Когнитивные технологии – от незнания к пониманию / Сб. трудов 1-й Международной конференции "Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций", (CASC'2001) – М.: ИПУ РАН, 2001. – Т.1, С.4–18. **2.** Абрамова Н.А. Авдеева З.К. Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций: проблемы методологии, теории и практики // Проблемы управления. – 2008. – №3. – С.85–87. **3.** Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Радченко С.А. .Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем: когнитивный подход. – Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2006. – 332 с. **4.** Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Горелова И.С. Когнитивный анализ структур и сценариев развития социально-экономической системы // XII-я Международная конференция "Когнитивное моделирование в лингвистике". CML-2010: сб. трудов. – Сентябрь, 7–14, 2010 г. Дубровник, Хорватия, 11 стр. **5.** Горелова Г.В., Мельник Э.В., Коровин Я.С. Когнитивный анализ, синтез, прогнозирование развития больших систем в интеллектуальных РИУС // Научно-теоретический журнал НАН Украины "Искусственный интеллект". – Донецк: ИПШИ МЩН НАНУ "Наука і освіта", 2010. – №3. – С.61–72. **6.** Горелова Г.В., Розин М.Д., Рябцев В.Н., Сущий С.Я. Исследование проблем развития Юга России, математическое моделирование, некоторые результаты / Труды 19-й Междун. конф. "Проблемы управления безопасностью сложных систем". – М.: Изд-во ИПУ РАН, 2010. – С.405–409. **7.** Горелова Г.В. Развитие технологий когнитивного моделирования // Междун.научн. конф. ИИ-2011: сб. трудов. – Донецк, пос. Кацивели, Крым. – 2011. – С.92–96. **8.** Горелова Г.В. Возможности когнитивного моделирования сложных систем // Междун. научно-техн.конф. (SAIT 2011) "Системный анализ и информационные технологии: материалы": сб. трудов. – Киев: УНК "ИПСА" НТУУ "КПИ", 2011. – 548 с. – С.27–29. **9.** Горелова Г.В., В.Н. Рябцев. Когнитивное имитационное моделирование геополитических процессов в мировых регионах // XX Междунар. конф. "Проблемы управления безопасностью сложных систем": сб.трудов, под ред. Н.И.Архиповой, В.В.Кульбы. – М.: Изд-во РГГУ, 2012. – 471 с. – С, 39–43. **10.** Горелова Г.В. О когнитивном моделировании сложных систем, инструментарий исследования. // Журн. "Известия ТТИ ЮФУ", вып.6. 2012. С. / В тр. I Всерос. научн. конф. "Современные проблемы математического моделирования, супервычислений и информационных технологий" (СПМиИТ2012) – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2012. – С.236–240. **11.** Горелова Г.В., Масленникова А.В. Имитационное моделирование на основе когнитивной методологии и системной динамики, анализ системы "Юг России". / В тр. научн.-практ. конф. "Системный анализ в экономике-2012", секц.2. – М.: ЦЭМИ РАН, 2012. – 183 с., С.50–65. **12.** Горелова Г.В., Масленникова А.В. Проектирование стратегий развития социально-экономических систем на основе композиции когнитивного моделирования и системной динамики / Г.В.Горелова, // Междун. научно-техн. конф. "Системный анализ и информационные технологии: материалы" (SAIT 2013): сб. трудов. – Киев: УНК "ИПСА" НТУУ "КПИ", 2013. – С.20–21.

Згуровський М.З.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Безпека знань та інформації в конфліктуючому світі

Концепція формування суспільства, заснованого на знаннях (К-суспільства) з'явилася на рубежі століть, коли інформація стала набувати якісно нової форми – гармонізованих знань, які вироблялися з допомогою ІКТ. Важливого значення, окрім знань типу "як діяти", набули знання типу "як співіснувати", які стали гармонізовувати внутрішні й зовнішні суперечності суспільства. Суспільство такого типу набуло принципово нових вимірів, якими, окрім технологічного, стали соціальний, етнічний і політичний.

Для визначення якісної та кількісної характеристик стану К-суспільства та фундаментальних умов його розвитку доцільно скористатися індексом К-суспільства ($I_{\text{кс}}$), розробленим і застосованим ООН до своїх членів. Цей індекс визначається трьома головними вимірами: – індексом інтелектуальних активів суспільства (I_{ia}); – індексом перспективності розвитку суспільства ($I_{\text{пр}}$); – індексом якості розвитку суспільства ($I_{\text{яр}}$).

За індексом розвитку К-суспільства, п'ять країн мають найвищий рейтинг (Швеція, Данія, Норвегія, Швейцарія, Фінляндія). Вони є порівняно невеликими як за територією, наявними природними ресурсами, кількістю населення, так і за масштабами економіки. Тобто, такі показники індустріального суспільства, як володіння значними природними ресурсами і великими власними ринками, за умов суспільства, заснованого на знаннях, втрачають свою пріоритетність.

З метою оцінки "відстані" України від К-суспільства, її індикатори порівнюються з усередненими значеннями цих індикаторів для п'яти країн Європи (Європа-5). Бачимо, що Україна незначно поступається Європі-5 за індикаторами інтелектуальних активів суспільства (термін навчання у школі, відсоток молоді до 15 років, що здобуває освіту, кількість учнів на одного вчителя). В той же час Україна має більш ніж восьмикратне погіршення за рівнем екологічно захищеної території, чотириразове перевищення рівня дитячої смертності, триразове відставання за витратами держави на дослідження та інноваційний розвиток, чотириразове погіршення за рівнем корупції.

Застосовуючи метод непараметричної регресії для встановлення кореляції між індексом якості розвитку суспільства і ВВП на душу населення тієї чи іншої країни, отримуємо досить складну залежність, яка має три характерні ділянки. На першій ділянці ($I_{\text{яр}}$) лінійно зростає від 0.5 до 0.8 при збільшенні ВВП на душу населення від 500 до 14 тис. дол. На другій ділянці, при зростанні заможності від 14 тис. до 28 тис. дол. цей індекс стабілізується й утримується приблизно на рівні 0.750—0.880. І на останній ділянці $I_{\text{яр}}$ починає стрімко знижуватися при збільшенні ВВП на душу населення від 28 тис. до 55 тис. дол.

Важливою проблемою є захист К-суспільства від глобальних загроз, що виникли у 21-му столітті. В дослідженні розглядається 10 наступних загроз: загроза енергетичній безпеці, дисбаланс між біологічною ефективністю Землі та загальним споживанням, нерівність населення, глобальні хвороби, дитяча смертність, рівень корупції, обмежений доступ до питної води, викиди CO_2, державна нестабільність, природні катаклізми.

Інформація та нові критичні знання, що створюються К-суспільством, мають бути захищеними фізично, а люди, які створюють знання повинні засвоїти культуру захищеного суспільства. Так, у КПІ розробляються шість напрямків захисту інформації та знань в галузі інформаційної, ядерної, біотехнологічної, хімічної, енергетичної та екологічної безпеки.

Наводиться приклад технології, призначеної для очистки грунтових вод від забруднення ураном, на основі використання хімічно активних бар'єрів. Технологія була впроваджена в українському центрі видобутку та збагачення уранової руди у місті Жовті Води.

КПІ, як провідний технічний університет України має прискорити розробку стратегії захисту К-суспільства в країні. Так, у КПІ проводяться дослідження та здійснюється підготовка фахівців в галузі інформаційної, ядерної, біотехнологічної, хімічної, енергетичної та екологічної безпеки. Щорічно КПІ охоплює понад 13 тисяч студентів, понад 1000 викладачів і багато підприємств України цією стратегією.

Погорілий С.Д., Верещинський О.А., Вітель Д.Ю.
Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Київ, Україна

Технологія GPGPU. Підходи до формалізації проектування застосувань

Основною особливістю новітніх графічних відеоадаптерів, які використовують графічні процесори (Graphical Processing Unit, GPU), є наявність набору потокових мультипроцесорів (Streaming multiprocessor, SM), що використовувалися раніше лише в алгоритмах і задачах, пов'язаних з обробкою графічних зображень. Технологія обчислень загального призначення на графічних процесорах (GPGPU) ґрунтується на використанні великої кількості процесорів GPU, що працюють паралельно, для обробки даних за допомогою алгоритмів загального призначення (наукових чи інших, але не обов'язково пов'язаних з обробкою зображень).

На сьогодні найбільш поширені такі архітектури графічних відеоадаптерів фірми NVidia: Tesla, Fermi та Kepler. Слід зазначити, що фірма NVidia, крім того, має серію відеоадаптерів Tesla, орієнтованих на використання у високопродуктивних (кластерних) обчисленнях. Ці GPU позбавлені деяких специфічних для графіки функцій і широко застосовуються у науковій сфері. Найпотужніший на цей час відеоадаптер – Tesla K20 – також спроектований за Kepler-архітектурою [1].

Застосування відеоадаптерів Tesla суттєво ускладнює архітектуру сучасних комп'ютерних систем із масовим паралелізмом, які містять у вузлах відеоадаптери для проведення обчислень загального призначення за рахунок створення додаткового рівня паралелізму – рівня відеоадаптерів. Складність процесу створення застосувань для таких архітектур вимагає необхідності розробки формалізованих методів проектування алгоритмів, їх програмних імплементацій та дослідження тонкої інформаційної структури програм.

Алгоритмічний етап проектування паралельних застосувань є початковим та найменш технологічно забезпеченим. Тим не менш він впливає на весь подальший процес розробки та визначає її успіх в цілому. Інструментальні засоби цього етапу проектування мають забезпечувати:

- ефективні засоби опису алгоритмів для систем з масовим паралелізмом із врахуванням їх специфіки;
- можливість формальних еквівалентних перетворень алгоритмів з метою їх досліджень та аналізу;
- засоби опису темпоральних (залежних від часу) та асинхронних фрагментів алгоритмів;
- можливість генерації асоційованих із досліджуваними алгоритмами програм для різних парадигм паралельного програмування;
- зручні візуальні засоби проектування алгоритмів;
- можливість моделювання і оцінки часових характеристик роботи алгоритмів до їх використання на апаратно-програмних платформах.

Ефективним методом алгоритмічного проектування і дослідження паралельних алгоритмів є **використання алгебр алгоритмів**, які дозволяють сформувати формули (схеми) алгоритмів, що залежать від різних параметрів. Такі алгебри дозволяють виконувати еквівалентні трансформації схем паралельних алгоритмів. В роботі пропонується і обґрунтовується застосування таких алгебр алгоритмів як:

- модифікована система алгоритмічних алгебр (САА-М) Глушкова [2, 3];
- алгебра реального часу RTPA (Real Time Process Algebra) [4].

Особливості сигнатури операцій кожної із цих алгебр дозволяють зручно записувати схеми алгоритмів для комп'ютерних систем із масовим паралелізмом, які містять у вузлах відеоадаптери, систем реального часу та великих розподілених систем.

Підхід до моделювання роботи таких систем надає математичний апарат мереж Петрі [5]. До його переваг належать: можливість проводити темпоральне моделювання, знаходити тупикові ситуації (deadlocks, lifelocks), виразність представлення складної системи у вигляді набору взаємопов'язаних моделей (ієрархічні мережі). Актуальність наступних задач

полягає в:

- створенні моделей роботи сучасних відеоадаптерів, а саме основних принципів їх функціонування в процесі обчислення GPGPU алгоритмів. Такі моделі нададуть можливість враховувати обмеження цільової архітектури і формувати більш ефективні застосування на етапі проектування;
- створенні моделей основних шаблонів, що використовуються при розробці GPGPU-застосувань. До останніх належить широко застосовний шаблон MapReduce та шаблони доступу до пам'яті.

Математичний апарат мереж Петрі не накладає жодних припущень відносно предметної області, до якої він застосовується. Це надає свободу при створенні мереж, проте має і певний негативний фактор: як результат отримані моделі можуть бути неоптимальні по ряду критеріїв, складні і не завжди ефективні. Тому було визначено набір правил побудови мереж для конкретної предметної області, що пов'язані з представленням потоку виконання, даних в моделі, декомпозицією моделі на ієрархію мереж, представлення внутрішнього стану мережі, тощо.

Основні моделі роботи відеоадаптера:

- моделі синхронного та асинхронного копіювання даних з RAM до пам'яті відеоадаптера та в оберненому напрямку. Копіювання даних між відеоадаптерами;
- модель CUDA-потоків (streams);
- модель ієрархії потоків (синхронізація в межах блоку та через CPU (CUDA-потік), передача даних між потоками).

Для формалізованого підходу до розв'язку конкретних під задач доцільним є використання шаблонів програмування. De facto шаблон представляє собою зв'язану пару типу «задача-розв'язок». Обов'язковим атрибутом шаблона є наявність певного контексту, який може впливати на окремі особливості розв'язку задачі. Кожен шаблон має переваги й недоліки, які є слід враховувати в залежності від контексту. Шаблони є композитними структурами, оскільки – їх можна об'єднувати між собою, створюючи послідовності, ієрархії та цілі мови шаблонів.

Як було показано в роботах [1, 6] алгоритми формалізовані з використанням САА-М Глушкова можна представити з використанням шаблона «Команда». Таким чином можна здійснити перехід від формальних схем до більш конкретних реалізацій, зберігаючи рівень абстракції достатній для вільного вибору платформи виконання. Для абстрагування від моделі пам'яті, що використовується платформою запропоновано створити модель універсального вказівника, який буде приховувати деталі роботи з пам'яттю, застосовуючи для цього шаблон «Стратегія» та можливості мови C++.

Підхід на основі шаблонів дозволяє застосувати апарат формалізованого проектування в технології GPGPU, дозволяючи застосовувати об'єктно-орієнтовану парадигму.

Література. **1.** Погорілий С. Д. Новітні архітектури відеоадаптерів. Технологія GPGPU. Частина 1 / С. Д. Погорілий, Д. Ю. Вітель, О. А. Верещинський. // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2012. – С. 52–65. **2.** Погорілий С. Д. Дослідження паралельних схем алгоритму Данцига для обчислювальних систем зі спільною пам'яттю / С. Д. Погорілий, В. А. Мар'яновський, Ю. В. Бойко, О. А. Верещинський. // Математичні машини і системи. – 2009. – №4. – С. 27–37. **3.** Anisimov A. V. About the Issue of Algorithms formalized Design for Parallel Computer Architectures / A. V. Anisimov, S. D. Pogorilyy, D. Yu. Vitel. // Applied and Computational Mathematics. – 2013. – №2. – С. 140–151. **4.** Yingxu Wang. Software Engineering Foundations: A Software Science Perspective – New York: Auerbach Publications, Taylor & Francis Croup, 2008. – 1488 с. **5.** Diaz M. Petri Nets: Fundamental Models, Verification and Application / Michael Diaz. – London: ISTE Ltd, 2009. – 581 с. **6.** Погорілий С. Д. Створення методики проектування застосувань для програмно-апаратної платформи CUDA / С. Д. Погорілий, О. А. Верещинський. // Проблеми програмування. – 2013. – №3.

Химич А.Н.
Институт кибернетики им. В.М.Глушкова НАН Украины, Киев, Украина

Интеллектуальные компьютерные технологии в вычислительном эксперименте

Возросшие возможности вычислительной техники (высокая производительность и значительные объемы запоминающих устройств) дают возможность решать новые научно-технические задачи и организовывать численные эксперименты, существенно сокращающие средства и время разработки объектов современной техники.

Вместе с ростом возможностей компьютеров растут и проблемы их создания и эксплуатации. Увеличение числа процессоров в параллельных компьютерах, создание новых гибридных гетерогенных архитектур будет означать существенное увеличение коммуникационных потерь и снижение их эффективности. Уже сейчас имеются существенные различия за счет коммуникационных потерь между максимальной и эксплуатационной производительностями [1].

Создание алгоритмов и программ для высокопроизводительных компьютеров, насчитывающих несколько тысяч или даже несколько сотен тысяч процессоров (ядер), является сложной задачей и требует значительных интеллектуальных усилий и времени.

Кроме того, проблемы достоверности компьютерных решений с ростом сложности решаемых задач на таких компьютерах также усугубляются. Известно, что в ряде случаев при решении научных и инженерных задач на компьютерах пользователи получают машинные решения, не содержащие физического смысла. Это происходит по многим причинам, но прежде всего из-за погрешности в исходных данных, различия свойств математических и компьютерных моделей задач, различия арифметики и компьютерной арифметики и т.д.. Практически все инженерные и научные задачи имеют приближенные исходные данные. Характерной особенностью математических моделей с приближенными исходными данными является то, что их математические свойства априори неизвестны. Проблема достоверности компьютерных решений остается и далее одной из практически важных.

Другой, не менее важной проблемой практической реализации высокопроизводительных вычислений является создание компьютерных технологий уровня конечного пользователя, обеспечивающих общение с компьютером на языке предметной области и автоматическую настройку метода, программы и топологии компьютера на свойства компьютерной модели задачи, получение решения и оценки его достоверности.

Решение перечисленных проблем для основних классов задач вычислительной математики (систем линейных алгебраических уравнений, алгебраической проблемы собственных решений, систем обыкновенных дифференциальных уравнений, нелинейных уравнений) рассматривается в рамках концепции создания интеллектуальных систем компьютерной математики (ИСКМ). В основе таких систем лежит триада: высокопроизводительные вычисления, компьютерная математика, интеллектуальное программное обеспечение [2-4].

Реализация таких принципов организации вичислений позволит существенно перераспределить работы по постановке и решению задач между пользователем и компьютером по сравнению с традиционными технологиями, сократить сроки разработки приложений для решения научно-технических задач и повысить качество получаемых компьютерных решений.

Литература. **1.** www.top500.org. **2.** Сергиенко И.В., Молчанов И.Н., Химич А.Н. Интеллектуальные технологии высокопроизводительных вычислений// Кибернетика и системный анализ. – 2010. – № 5. **3.** Химич А.Н., Молчанов И.Н., Попов А.В., Чистякова Т.В., Яковлев М.Ф. Параллельные алгоритмы решения задач вычислительной математики. – Киев: Наук. думка, 2008. – 248 с. **4.** Химич А.Н., Молчанов И.Н., Мова В.И. и др. Численное программное обеспечение MIMD-компьютера Инпарком. – Киев: Наук. думка, 2007. – 221с.

Широков В.А.
Український мовно-інформаційний фонд НАН України, Київ, Україна

Системні ефекти при лексикографічному описі мови

Мова як система. Уточнення поняття «система» з урахуванням особливостей природної мови (основні системні відношення "суб'єкт-об'єкт" та "форма-зміст"). Визначення поняття система як тріади "Структура – Субстанція – Суб'єкт" та його застосування до мовних об'єктів.

Граматичний і лексикографічний описи мови як основні способи опису мовної системи. Паралелі з процедурним і декларативним та операціональним і рефлексивним способами опису. Додатковість граматичного і лексикогра-фічного описів.

Поняття лексикографічного ефекту в інформаційних системах та лексико-графічної системи (Л-системи). Лексикографічний ефект в інформаційних системах, як феноменологічний принцип, і теорема Левенгейма-Сколема, як його формальний корелят у теорії моделей. Лексикографічний ефект як системний інваріант лексикографічної системи. Рекурсивна редукція Л-систем. Структура та архітектура Л-систем. Л-системи як моделі даних, моделі знань та логіко-лінгвістичні числення. Інтегровані Л-системи. Лексикографічні середовища та лексикографічні агенти.

Словники як Л-системи. Цифрові словники, віртуальні лексикографічні лабораторії та лінгвістичні корпуси. Індексовані Л-системи. Маркування текстів та індекси Л-систем. Дослідницькі аспекти Л-систем. Віртуальна лексикографічна лабораторія "Словник української мови": структура та функції.

Системна семантика тлумачних словників. Лексикографічна замкненість і повнота як вимога до побудови великих лексиконів. Гіперланцюги та гіперцикли на словникових дефініціях. Зв'язок між гіперциклами Л-системи та теоремою Геделя про неповноту.

Лінгвістичні дослідження в парадигмі лексикографічних систем. Чи можна відкрити нові закони мови, досліджуючи структуру реальних словників?

Структура еквісемантичних рядів, породжувана великим тлумачним лексиконом. Будова дієслівних еквісемантичних рядів української мови. Формальне визначення їхньої структури. Обчислювальний експеримент над структурою Л-системи Словника української мови. Правило "1-2-3-4" як морфосемантичний закон української мови.

Теорія семантичних станів мовних одиниць і проблема концептуального опису лінгвістичних неоднозначностей. Суперпозиція семантичних станів. Приклади функціонування суперпозицій семантичних станів мовних одиниць в тексті та системі мови. Семантичні стани як ефект структури Л-систем. Семантичні стани у формалізмі нечітких множин. Теорія Морріса-Мельчука-Апресяна і синтез семантичного стану лексичної одиниці. Розклад повного семантичного стану лексичної одиниці на граматичну і власне семантичну компоненти. Взаємодія лексичної і граматичної семантики; її представлення в семантичному стані. Семантичні стани, породжувані великим тлумачним лексиконом, та експліковані ним семантичні ефекти.

Формули квазісемантики і визначення ядра лексичної системи. Формули квазісемантики як оператори словотвору. Деривaційні ефекти Віртуальної лексикографічної лабораторії "Словник української мови", індуковані формулами квазісемантики. Породжувальна граматика лексичної системи української мови. Зв'язок між афіксальним та квазісемантичним словотворенням.

Статистичні характеристики розподілу слів і колокацій в реальних текстах. Синтаксична подібність функціонування слів та колокацій і необхідність єдиного підходу в граматичному описі слів та колокацій. Граматичні стани і узагальнена граматика лексичних одиниць і колокацій. Інтеграція граматичного і лексикографічного опису мовної системи. Інтегровані лексикограматичні системи.

16-th International conference on System Analysis and Information Technologies SAIT 2014
Institute for Applied System Analysis, National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine, May 26–30, 2014
ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Plenary talks

System analysis of complex systems of various nature

Intelligent systems for decision-making

High Performance Computing and Microsystems Engineering

Progressive information technologies

1 System analysis of complex systems of various nature



Section 1

System analysis of complex systems of various nature

1. System analysis methods for complex systems of various nature in conditions of uncertainty and risks.
2. Mathematical methods, models and technologies for complex systems' research.
3. Technology foresight system methodology in problems of planning and strategic decisions' making.
4. Theory and methods of optimal decision-making.
5. Problem oriented methods of complex systems' analysis and designing in conditions of uncertainty and risks.
6. Nonlinear problems of system analysis.
7. System methodology of sustainable development.

Секция 1

Системный анализ сложных систем разной природы

1. Методы системного анализа сложных систем разной природы в условиях неопределенности и рисков.
2. Математические методы, модели и технологии исследования сложных систем.
3. Системная методология технологического предвидения в задачах планирования и принятия стратегических решений.
4. Теория и методы принятия оптимальных решений.
5. Проблемно-ориентированные методы анализа и проектирования сложных систем в условиях неопределенности и рисков.
6. Нелинейные задачи системного анализа.
7. Системная методология устойчивого развития.

Секція 1

Системний аналіз складних систем різної природи

1. Методи системного аналізу складних систем різної природи в умовах невизначеності та ризиків.
2. Математичні методи, моделі та технології дослідження складних систем.
3. Системна методологія технологічного передбачення в задачах планування та прийняття стратегічних рішень.
4. Теорія та методи прийняття оптимальних рішень.
5. Проблемно-орієнтовані методи аналізу та проектування складних систем за умов невизначеності та ризиків.
6. Нелінійні задачі системного аналізу.
7. Системна методологія сталого розвитку.

Bakhrushin V.E., Bakhrushin A.V.
Classic Private University, Zaporizhia, Ukraine

Application of the methods of multi-criteria decision making for the selection of applicants to universities

In the last years the selection of applicants to Ukrainian universities is based on competitive score which is calculated as the sum of points of the External independent evaluation (EIE) certificates, certificate of secondary education and some additional points. This method of forming a competitive score is simple and transparent. However, it has significant drawbacks. First of all, it practically excludes universities from the process of student selection and not take into account the specifics of education programs at this procedure.

Different universities give preference to different elements of education quality and use different indicators of training success. Models of a successful student may take into account: volume and depth of knowledge in some area, general erudition, flexibility of thinking, discipline, ability to work, etc. It is desirable to take these requirements into account when selecting students.

Summation is possible if the quantities being added are measured at least in an interval scale, and have the same physical dimensions. For indicators, that are used when evaluating applicants, these conditions, strictly speaking, are not fulfilled. EIE points can be regarded as measured in an interval scale only when they are understood as quantiles of the corresponding statistical distributions. But in this case it is difficult to give any sense to the sum of quantiles of different distributions.

Projects of a new law on higher education suggest the complication of competitive score formula with providing universities a possibility to determine the weighting factors for its components. However, this does not fully solve the problem of selection of applicants, which by set of characteristics best meet the specific requirements of the university and profession. In this case also there is discussed above problem of formal restrictions on the quantities which can be used in the summation operation. These restrictions for the components of competitive score, which is calculated as weighted sum of the certificates points, are not performed in full.

In [1] there were proposed some other approaches to the determination of competitive score which are based on the methods of multi-criteria decision making [2, 3]. These include a method based on the selection of the main indicator and converting the remaining indicators in limitations as well as methods of maximin and maximax assessments. We have developed software in the language R, that enables to automate the process of forming the ranking of applicants, and some properties of assessments obtained by different methods have been studied. For the model calculations we have considered the group of 500 applicants from which it was necessary to select 150 students. For each applicant there was calculated as random numbers four indicators corresponded to points of three EIE certificates and the average point of secondary education certificate. It was assumed that for the profile certificate point distribution corresponds to a normal distribution with a mean of 170 and standard deviation of 10, and for not profile – a normal distribution with parameters 162 and 12. Some results are presented in Fig. 1 - 4. Due to limitations of two-dimensional images for not profile indicators average values are shown.

Calculation of competitive score as a weighted sum of the components does not lead to principal changes in comparison with traditional way of selecting. Main difference consists in changing the slope of the line (plane) that delimits successful and unsuccessful applicants. But the influence of profile points on the final score in this case is enhanced.

Setting of the main indicator is useful when training program in high school is largely based on the knowledge of appropriate school discipline. Examples include such training areas as mathematics, biology, foreign philology etc. Threshold values of not profile points in this method should not be too large. Otherwise, they may be higher than the profile points of some successful applicants. Also it is possible that applicants with high profile points are not selected because of low points on one of the not profile indicators. Threshold values can be set not for each separate not profile

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

indicators, but for their average values. But in this case, as in the existing procedure, the problem arises of the correctness of summing the individual parameters that need to calculate the average scores. Threshold values for not profile points, as in the previous case, should not be too high.

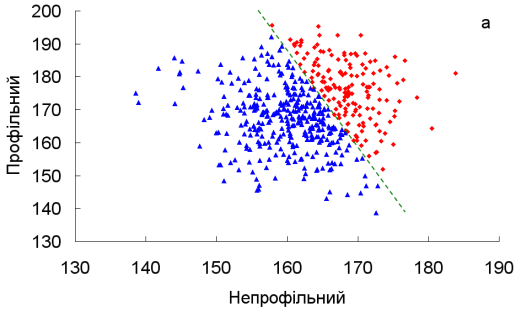


Figure 1. Results of the selection under the existing system

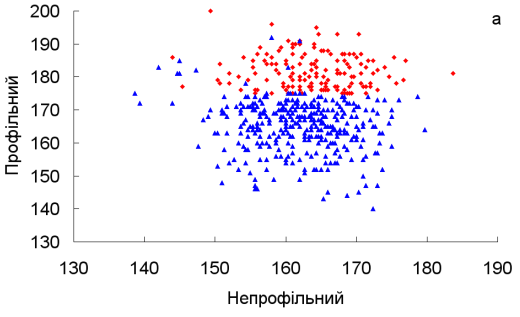


Figure 2. Results of the selection in the case of setting of the main indicator

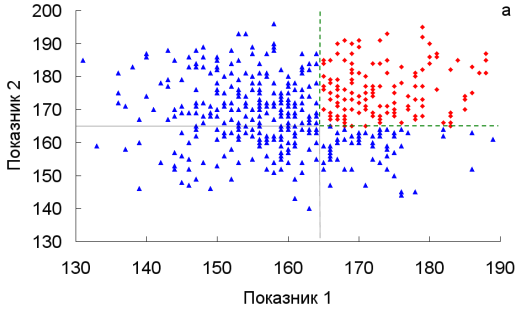


Figure 3. Results of the selection in the case of maximin assessment

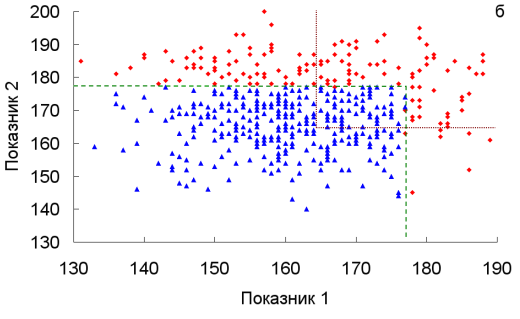


Figure 4. Results of the selection in the case of maximax assessment

When using maximin assessment of applicants their competitive score will the minimum of their certificate points, and when using maximax assessment it will be maximum of these values. Maximin assessment in some sense may be considered as the most cautious approach to the selection of applicants. It ensures that the points of all selected applicants on each accounted indicator will not be too low. However, their points on profile indicator may not be the best among all applicants. This approach to the selection of applicants is appropriate, if all the indicators are equally important for the success of training. Appointment of profile indicator in this case may be rather arbitrary. This approach can be used for educational programs related to the international economy, law, etc.

Maximax assessment does not account the possibility that high points may be due to statistical errors of assessment and deliberate distortions of its results. It may be appropriate, if the objective is not to lose potentially talented applicants in situation when the training program of University requires not as much the knowledge of specific school disciplines as formed interests and the achievements in this direction. This method could be used, for example, when selecting applicants wishing to study philosophy.

References. **1.** В.Бахрушин. (2013, Nov. 06). Застосування освітніх вимірювань при рейтингуванні абітурієнтів ВНЗ та вирішенні деяких інших завдань оцінюванян якості освіти.[Online]. http://education-ua.org/ua/articles/archive/131-zastosuvannya-osvitnikh-vimiryuvan-pri-rejtinguvanni-abiturientiv-vnz-ta-virishenni-deyakikh-inshikh-zavdan-otsinyuvannya-yakosti-osviti **2.** О.Ф. Волошин та С.О. Мащенко, Моделі та методи прийняття рішень. Київ: ВПЦ "Київський університет 2010. **3.** И.Г. Черноруцкий, Методы принятия решений. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2005.

Chernenko P.O., Makarenko A.S.
Institute for Applied System Analysis of NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine

Exploration and usage of complex networks concepts for transport systems in Ukraine

Introduction. Complex networks is a new, interdisciplinary field of knowledge, that is being developed rapidly. It's main concepts are built and first results are being received, though of intensive research on closely related random graphs models over the last 50 years.

The (natural or artificial) real networks that have remarkable and nontrivial topological properties are threaten as complex networks. The subject of research are these features, being identified and studied separately from networks' physical structure and behaviour. The most commonly used models to analyse complex networks are high dimensional graphs.

Complex networks analysis uses structure representation as a graph, discovering topological properties of this structure with quantitative characteristics. Networks can be characterized and analysed only using metrics as a informative collations of network topology. Exploring of networks' structure dynamics is also an essential part of studies.

Method and results. In paper [1] the Ukrainian Railway Network (URN) is being analysed for the first time as a mathematical graph and it's topological properties are investigated. Only in-country freight transportation are took into consideration. Large railway stations [6] with a freight turnover not less then 1 million tons per year are investigated. In case if city had more then one railway station they all were merged into one. Graph vertices are associated with corresponding cities. Edges are build between cities that have direct path between them not visiting other analysed city.

Some specific properties of the result network were investigated. Among them is that cumulative degree of vertices follow Poisson distribution $P(> k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}$ [2]. From data analysis we can make a conclusion that URN have a structure, typical for a network evolution model proposed by Erdos, Renyi [2]. That fact is expected if we take into consideration the history of it's building and formation. The vertices of high importance but with low number of connections comparing to their network centrality are identified.

It is shown, that vertices degree distribution $P(k)$ indicates the existence if hubs - cities with much higher number of links comparing to the average, and cliques - complete subgraphs in the initial structure. This explains the high value of clustering coefficient. The last one is defined as a number of links between adjacent vertices divided by the total number of links in network. URN has a high assortativity coefficient defined as follows $r = \frac{\sum_k e_{kk} - \sum_k a_k b_k}{1 - \sum_k a_k b_k}$, that can be explained the artificial technical nature of network and is typical for non-biological structures [3].

The result graph can be treated as a network with the 'small-world' effect [4]. Because it a sparse graph, most vertices are not adjacent, but a path length from one random city to another requires little number of steps. The typical distance L between two random vertices is proportional to the logarithm of total number of vertices in network N: $L \propto logN$ if we look at the graph in different scales [5].

Conclusion. As a result of this research the concrete recommendations on improving the network efficiency and cohesion are given, as well as random failures and direct planned attacks tolerance.

References. **1.** Черненко П., Дослідження та застосування концепцій складних мереж у моделюванні — К.: НТУУ 'КПІ', 2012. **2.** Erdős P., Rényi A., On random graphs, vol. 6, Publicationes Mathematicae, 1959. - P. 290–297. **3.** Newman M.E.J., Assortative mixing in networks, vol. 89, Physical Review Letters, 2002. - p. 20871. **4.** Latora V., Marchiori M., Efficient behavior of small-world networks, vol. 87, Physics Review Letters, 2001. **5.** Watts D.J., Small worlds : the dynamics of networks between order and randomness, Princeton University Press, 1999. **6.** ГІС ДНВП "Картографія", Україна. Карта залізниць, м-б 1:1 000 000, 2012 р.

The study was performed as a bachelor's diploma paper of Pavlo Chernenko.

Donchenko V.S.
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Math, applied math, uncertainty, heuristics

Mathematics through applied math is powerful mean for world exploration. Some principal relations are governing its use including to explore phenomena under uncertainty. Uncertainty by itself needs to be understood and determined. Just these issues are discussed in the article.

Introduction. Appearance of such a different theories as Moore – Penrose pseudo inverse, "minimax"-theory, Fuzziness theory, Hough transform was the response of mathematics and as to Hough Transform – engineering - to requests of applied research for means of modelling phenomenon under uncertainty in addition to probabilistic methods. What is the "uncertainty" by itself? Is it mathematics? If not, where ought one to look for the origin of the conception? How does the uncertainty sort with the Fuzziness? What is primary between these two? There are some more pertinent questions related to place of Math and Applied Math in definitions and applications of the uncertainty and Fuzziness as well as to the role of the Heuristics in Applied researches. Uncertainty surely is the first in discussing about priority within the mentioned pair. For example, Pospelov and his school [3] share this opinion. By the way, they consider the Fuzziness to be the mean for the uncertainty handling but not vice versa.

Discussion of the place and role of various mathematical tools for uncertainty handling cannot do without discussing wider range of issues, including the relationship between mathematics and applied mathematics, and the question of what is the uncertainty by itself. These issues are the object of consideration below.

As to the Mathematics by itself: it is the science, exploring math structures by the means of establishing of math truth. Math structures (see, For example [2]) are to be understood as a set plus "bonds", "relations" between its elements. Correspondent "bonds" or "relations" in Math specified by: 1) Math relations (for example "$\leqslant$" inR^1); 2) functions; 3) operations (for example "+", "$\cdot$" in R^1); 4) collections of the subsets (for example, collection of open subsets, or collection closed subsets or collection of neighbors in R^1); 5) combinations of the four previous. All the Math structures initially have been established for the sets of a numbers of different kinds: integers, real, complex. Then they have been extended on abstract sets.

As to means of establishing the Math truth. Math truth is the result of implementation the conception of deducibility. That means that the status of truth (proved statement) has the statement which is terminal in the specially constructed sequence of statements, which called its proof. The peculiarity in sequence constructing means, that a next one in it produced by previous by special admissible rules (deduction rules) from initial admissible statements (axioms and premises of a theorem). As a rule, corresponded admissible statements have the form of equations with the formulas in both its sides. So, each next statement in the sequence-proof of the terminal statement is produced by previous member of sequence (equation) by changing some part of formulas in left or right it side on another: from another side of equations-axioms or equations premises. The specification of the restrictions on admissible statements and the deduction rules are the object of math logic.

Applied Mathematics. The main aim of Applied Math (AppMa) is the description the real object under consideration by Math. This means that the object as "a structure" is represented by the means of Math structure. I.e. the main parts of the object under modelling and principal bonds, ties, relation between them are represented be the means of Math structurization. It is necessary condition for the math modelling to have apt interpretation for a correspondent Math objects and objects under observation. Such interpretations for example, for the function and its derivatives are correspondingly the path and speed for. Integration and differentiation are the means to represent the relation between speed and path. Likewise, a frequencies that or those groups of the result in a sequence of observations are interpreted as a probabilities and vice versa. Surely that or those interpretations can be applied under certain restrictions. So we can't investigate discrete systems by

the means of differential equations or apply probabilistic method out of fulfilling stability frequencies low. The main aim of the Math description, the Math modelling of the real object, is to take the advantages establishing true statements for the apt Math object(target statement), which represents real object: for its Math model, with the following interpretation of the correspondent statements. So, if the model of the real object is equation, the target math statement is the statement about its decision and following interpretation of the decision for the real object. So, the next tree-step procedure is the essence of the AppMa. 1. Math decrypting the object on the base of the available knowledge about the real object under consideration and with the help of an apt interpretation. 2. Establishing of math true for the apt (target) statements within the Math model. 3. Interpretation of the target math statement for the real object. The first and the last steps are impossible without interpretation. The availability of interpretation is principal for applied math. Thus, interpretation plus math rigorous truth is the essence of the applied math. So, for example, numerology is not Math and AppMa, because it does not appeal to target (Math true) statements.

Heuristics. There some more means for the investigation, which uses Math on that or this stage or investigation but do not satisfy three stage procedure of AppMa. It may be designated by "intellectual calculus" as some people do. But it is reasonable on my mind to use an apt old good word "heuristic". Indeed, by [Wikipedia: heuristics] "heuristic" or "heuristics" (from the Greek "$E\upsilon\rho\iota\sigma\kappa\omega$" for "find" or "discover") refers to experience-based techniques for problem solving, learning, and discovery. Heuristic methods are used to speed up the process of finding a good enough solution, where an exhaustive search is impractical. Examples of this method include using a "rule of thumb", an educated guess, an intuitive judgment, or common sense". We mention opportunely the authors of the "heuristic" from Polya (1945) through A.Newell&J.C. Shaw& H.A.Simon [Newell& Shaw& Simon (1962)] to D. Kahneman.

Uncertainty. Uncertainty is characteristic of the observations in which phenomenon appears to researcher. So, understanding what uncertainty is makes it necessary to look into the conception of "experiment".

It is reasonable to mark out in a condition c variational, controlled, part $x : x \in R^p$ as a rule, and part f, which is invariable by default in a sequence of experiment. Condition c under such approach is denoted be the pair: $c = (x, f), x \in X \subseteq R^p$.

It is proposed to determine the uncertainty of how an ambiguous relationship between conditions and results of the experiments for any c conditions from C or, equivalently, for any $x \in X \subseteq R^p$ for experiments $c = (x, f)$ with variation parts.

Fuzzy Theory and statistical interpretation of membership function. Fuzzy theory deserves attention within the frame work of proposed above structure math-applied-math – uncertainty taking into account the numerous myths about fuzzy sets. Universal statistical interpretation there exists. Namely, each membership function of a fuzzy subset is represented by a system of conditional probabilities of a certain events relatively complete collections of the sets $H_e, e \in E$. Saying "complete collection" we consider the collection $H_e, e \in E$ be the partition of the space of elementary events Ω for a basic probability space. Out of such or any another interpretation Fuzzy theory on applied research is nothing more, than heuristics. [1]

References. **1.** Donchenko V. Conditional distributions and Fuzzy sets. In Bulletin of Kiev University. Series: Physics and Mathematics, №3, 1998 (In Ukrainian). **2.** Donchenko V. Uncertainty and math structures in applied investigations. Human aspects of Artificial Intelligence. International Book Series Information science & Computing.– Number 12.– Supplement to International Journal "Information technologies and Knowledge". –Volume 3.–2009. – P. 9-18. (In Russian) **3.** Pospelov D. Iz istorii razvitiya nechetkih mnozhestv i myagkih vyichisleniy v Rossii.- Novosti iskusstvennogo intellekta. –2001, №2-3.

Dzyadyk Yu. V.
International Research and Training Center for Information Technologies and Systems, Kyiv, Ukraine

System Analysis of National Mentality

In this paper we describe some new methods and results of the mathematical inductive theory of national mentality. Videlicet, we: (1) define the notion of difference between mentalities (DBM), formulate a preimage of the measure of DBM; (2) define and examine national electoral matrices, construct their plane visualization, find some approach of the measure of DBM; (3) demonstrate that there exist some invariants of visualizations of various matrices, so called national mentality portrait; (4) observe that Ukrainian national mentality portrait has high degree of similarity with 2-dimensional distribution of Ukrainian, Russian and rest languages; (5) discover that distortion of mentality portrait is predeccesor of conflict or crise; (6) discover that index of divergence / convergence of national mentality portrait may regarded as major among National Unity indeces; (7) concisely mention about one of another (more complicated) methods, namely boundary modeling; using it, we find important facts of mentality dynamics: (8) as a rule, significant DBM has the centuries-old historical roots, and in common circumstances it is irremovable; (9) DBM may be latent over thousand years, and suddenly break out as national or religious movement, rebellion, holy war etc.

Philosophy is written in language of mathematics
Galileo Galilei, "Assayer"; via O. Spengler [1].

This report is accessible in Wikipedia Commons, see Dzyadyk-ICIM'2013-slides.pdf.

Preface. Let us begin from poetic and inspirational foreword.

The individual mentalities (the patterns of thought) is the basis characteristic of every nation. As history shows, very often the economics and wealth, the language, the state, the territory et alii are to a wonderful degree derivative. There are many examples, first occuring of them: Switzerland (1291), USA (1776), Italy (1870), Ukraine (1917/18), Poland (1918), India (1947), Israel (1948).

Note, that Switzerland, USA and India are successful (or prosperous) examples of multinational or multiethnical federal states.

History give many examples of incompatible mentalities. Toynbee mention [2, vol. 1, p. 178] "the law of three generations" by Ibn-Khaldūn (1332-1406) for disruption time of forcibly founded Great Empires. Brzezinski also give a diagram of World Empires life time [3, p. 27].

It seems ineffective to build the Ukrainian state until we structure (harmonize, order etc) whole Babylon of unconsonant Ukrainian mentalities.

Far long ago Confucius taught: the harmony of rulers and nationals is the basis of any state. So, the state be ineffective or impossible while its significant mentalities are unconsonant.

Mentality problem has extreme international significance. Indeed, every country must draw an own path of economic and social development which be consistent with national mentality.

This paper state some simple basic notions, methods and results, which it seems may be useful for the mathematical inductive theory of national mentality. These instruments are also applicable to more general theory of group mentality.

Theses. There are philosophical theories of mentality. Our task is to give a measure for inductive mathematical theory. Similar results are unknown yet.

Note. In this paper, if we say "let X be something" we always mean that X is represented by any description. Thus we always identify "something X" with corresponding set $D_X = \{$ numbers / words / articles / figures / data base(s) / model(s) / and so on $\}$, and consider X as D_X.

Definition. We say that two persons (or, in general, rational creatures) have different mentalities if they make essentially different decisions in the identical conditions.

Our first purpose is to find some approaches of the measure of difference between various mentalities. For this aim, we define and examine the electoral matrix. Indeed, voters under nearly the same conditions make different decisions. What is important for our aim, electoral decisions are very dependable, strictly documentary and easily measurable.

The second purpose is the visualization of inner differences of national (or, in general, group) mentality.

These two topics are quite simple, meanwhile fundamental.

At third, we discover that there exist some invariants of the visual configuration of national (group) mentality, so called mentality portrait.

Next purposes are far more complicated. We begin research dynamics of mentalities and possibilities of mentality cybernetics, i.e. optimal control to avoid conflicts induced by inner contradictions in the national (group) mentality.

In the fourth place, we find that the rough distortion ("grimace") of mentality portrait is predeccesor of political conflict, and that divergence / convergence of national mentality portrait may regarded as one of national unity indeces.

In the fifth place, we find that mentality may be shifted, but, as a rule, difference between mentalities is unremovable by neither conviction and persuasion, nor compulsion and violence. In common circumstances certain difference may be latent over thousand years, and suddenly break out as religious or national movement, rebellion, revolution, civil or holy war etc.

Some of results were formerly published and presented [4–7]

Theory. Let us remind that we identify "something X" with its description, $X = D_X$.

Notion of the mentality *in this paper*. Let S be some social entity (e.g. individual, group, organization, party, nation an so on), $E(S)$ is the environment of S, $A(S)$ is the conscious behaviour (i.e. decisions, conscious actions) of S. We say that S_1 and S_2 have different mentalities, if they demonstrate substantially different behaviour (actions) in the similar conditions (environments).

Let $T(S)$ be the lifetime of S. Mentality forms the unique path (way, track, trajectory) of S in $E(S) \times A(S)$:

$$P(S) = \{e_S(t), a_S(t)\} \subset E(S) \times A(S), \quad t \in T(S). \tag{1}$$

This path is the most exact manifestation of mentality, thus, $M(S)$ may be identified with $P(S)$.

Sometimes (but not always; e.g., if S is a "person of constant principles") we can consider mentality $M(S)$ simply as the function $F(S)$ from $E(S)$ to $A(S)$. Then $P(S)$ is the graphic of function $F(S)$.

Symbolically, measure of difference between mentalities:

$$\|M_1 - M_2\| = \sup_{e \in E} \frac{\|M_1(e) - M_2(e)\|}{\|e\|}, \tag{2}$$

It is well-known definition of the norm of linear operator. Constructing the general notion (or image) of distance between mentalities, we consider as preimage (prototype, pattern) for generalizations and/or approximations.

References. **1.** Oswald Spengler. Der Untergang des Abendlandes. Umrisse einer Morphologie der Weltgeschichte. Band I. Gestalt und Wirklichkeit. // Verlag Braumüller, Wien, 1918. // (*in Russian*): Vol. 1. M.−P[etrograd], 1923. (M., Mysl', 1993. − 669 p.) // P. 6. **2.** Arnold J. Toynbee. A Study in History. Abridgement of D. C. Somervell. // Oxford University Press, Oxford, vol. 1, 1946, vol. 2, 1957. // (*in Ukrainian*): Kyiv, Osnovy. Vols. 1−2, 1995. − 616 p. + 401 p. // P. 134. **3.** Zbigniew Brzezinski. Strategic Vision: America and the Crisis of Global Power. // *Basic Books*, 2012. − 224 p. // (*in Ukrainian*): Strategichne bachennia: Ameryka i kryza svitovoi vlady. // Litopys, Lviv, 2012. − 168 p. **4.** Yuriy Dzyadyk. Materials to Social Cybernetics (1973−1988). Fragments. (*in Russian*) / 2-nd revised and enlarged edition // (*Manuscript*), Kyiv, 1994. − 76 p. **5.** Yuriy Dzyadyk, Volodymyr Kovtunets. Sociological Analysis of Elections Results. Global Aspects (*in Ukrainian*) // Vybory ta Demokratiya, No. 3 (13), 2007. − P. 34−42. − http://eli.org.ua/upload/iblock/b70/magazine_file_14.pdf **6.** Yuriy Dzyadyk. The Image of Ukraine in the Electoral Space: Dynamics, Constants, Prognoses (*in Ukrainian*) // Seminar "«Image Computer»", November 17, 2009. − http://vs.irtc.org.ua/~dzyadyk/vyb/Dzyadyk-2009-11-17.pdf

7. Yuriy Dzyadyk. The Inductive Models of the Image of Ukraine in the Electoral Space // ISDMCI'2010, Kherson, vols. 1–2, 2010. // Vol. 2. P. 342–347. (*in Ukrainian*)

***Gorban I.M.*[1], *Khomenko O.V.*[2]**
[1]*Institute of Hydromechanics of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine;* [2]*Institute for Applied System Analysis of NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine*

Theoretical models of flow control in near-wall areas

Flow control in near-wall areas attracts wide interest in both the fluid mechanics and engineering because of many potential applications. Drag reduction of bodies, lift enhancement, mixing advancement etc. are some of many problems in which near-wall flow control is urgent. The proposed control strategy is based on special changes of the near-wall vorticity field by means of generation of stationary vortex zones. Artificial surface irregularities such as cross grooves, interceptors, ribs and so on may be applied to create the desired vortex. To minimize energy costs for realization of this control way, one has to take into account dynamic properties of the vortices created. The most effective control algorithms use information about critical points and other topology features of a flow pattern. In some cases, the goal of control lies in generating the necessary flow topology.

In this work, we consider cross grooves as the instrument for generation of local separation zones on the wall. A simplified model when the zone is replaced by a point vortex locating in the vorticity center is applied to derive dynamic properties of the flow. Motion of the vortex is governed by a set of non-linear differential equations with the vortex velocity in the right part. The critical points of such a flow are determined from the condition of vortex equilibrium and their types in the conservative system depend on the "sign" of Jacobean only. The analysis points out on three stationary points in this case and one point only that lies on the groove axis is stable. To determine the strength of the vortex corresponding to this point, the Kutta condition in the sharp groove edges is used. The vortex obtained is immovable in the global sense but it rotates periodically near the critical point along an infinite small trajectory. The rotation frequency is the important characteristic of the stationary vortex; just it is responsible for its reaction to external perturbations. Investigations demonstrate resonance behavior of the stationary vortex in the periodically perturbed flow when the amplitude of deviation of the vortex from the critical point grows rapidly when the external frequency approaches the vortex eigenfrequency.

To reduce sensitivity of the vortex to external perturbations, we propose the scheme of active flow control with ejection of fluid from the region. The dynamic system under consideration includes now the external flow, the stationary vortex and a sink locating on the groove boundary. If one coordinate of the vortex is fixed, the equations of vortex equilibrium and the Kutta condition in the groove edges will be the sufficient system for determining another vortex coordinate, vortex circulation and sink parameters (strength and angular coordinate). As a result, the curve of stationary vortices in xy-plane is obtained and corresponding sink parameters are evaluated. The dynamical analysis of the system shows that ejection changes the flow topology. If without ejection the critical point is the conditionally stable center that now it will be either stable or unstable focus that depends on point position on the stationary curve. The stable vortices are obtained to be located the left of the central axis of groove. The sinks corresponding to the stable flow patterns lie on the groove wall that is opposite to the flow. The stable zone width will rise when the groove depth decreases that important for a practice because of shallow grooves are primary applied for near-flow control in technical applications.

To demonstrate operating the proposed control strategy, the direct numerical simulation of the flow in the cross groove was carried out. The obtained vorticity patterns demonstrate stabilization of flow in the groove when fluid ejecting.

References. **1.** I. M. Gorban and O.V. Khomenko, Dynamics of Vortices in Near-wall Flows with Irregular Boundaries// Continuous and Distributed Systems: Theory and Applications. Solid Mechanics and Its Applications / M.Z. Zgurovsky, V.A. Sadovnichiy (Eds.). — 2014. — Vol. 211. — P.115-128.

The research was partially supported by grant of the President GP/f49/070.

Hart L.L., Manoilo M.V.
Oles Honchar Dnipropetrovsk National University, Dnipropetrovsk, Ukraine

Comparative analysis of some ill-posed integral equations solving algorithms

Problem formulation. Integral equations became widely used for a solving many problems of dynamical objects and systems modeling [1]-[3]. Restoration of outer effects problems, definition of weight functions, more general identification problems, interpretation of observing and experiment results, and many practically important problems of physics, astronomy, mechanic and so on give rise to equations of the first kind of the form:

$$Ay = f, \qquad y \in Y, \qquad f \in F, \tag{1}$$

where A is linear or nonlinear integral operator that has unbounded inverse operator A^{-1}, Y and F are some function spaces that y and f belong to respectively.

The property of equations of the first kind is ill-posedness with respect to the right part f. It means that the inequality $\|y - \widetilde{y}\|_{\mathrm{Y}} < \varepsilon$ doesn't stem the inequality $\|f - \widetilde{f}\|_{\mathrm{F}} < \delta$, where $\widetilde{y}$ and $\widetilde{f}$ are approximations of y and f, δ and ε are positive small numbers.

Stable methods of solving ill-posed problems are represented in many monographs and publications nevertheless it doesn't except a possibility of a development new more effective methods and also an improvement of already existing ones.

The goal of this work is a comparative analysis of calculating routines based on Tikhonov regularization and iterative Friedman regularization methods for approximate solving linear and nonlinear ill-posed integral equations with constant endpoints, to wit linear Fredholm integral equation of the first kind

$$Ay \equiv \int_a^b K(x,s)y(s)ds = f(x), \qquad a \leqslant x \leqslant b, \tag{2}$$

and nonlinear Urison-type integral equations of the first kind

$$Ay \equiv \int_a^b K(x,s,y(s))ds = f(x), \qquad a \leqslant x \leqslant b, \tag{3}$$

One assumes the kernel $K(x,s)$ of the integral equation (2) is real-valued continuous function in the domain $G = \{a \leqslant x \leqslant b, a \leqslant s \leqslant b\}$, $f(x) \in L_2[a,b]$, $y(s) \in L_2[a,b]$, and the function $K(x,s,y(s))$ in the equation (3) is continuous in G with derivatives $K'_{\mathrm{y}}(x,s,y(s))$, $K''_{\mathrm{y}^2}(x,s,y(s))$ in the set of variables $x, s \in [a,b]$, $f(x) \in L_2[a,b]$, $y(s) \in L_2[a,b]$.

Solving the problem. It's applied Tikhonov α-regularization method [3] for solving integral equations (2), (3), according to which each equation is reduced to regularized (Fredholm and Urison-type of the second kind respectively) integral equation

$$\alpha y_\alpha(t) + \int_a^b B(t,s)y_\alpha(s)ds = F(t), \qquad a \leqslant t \leqslant b, \tag{4}$$

$$\alpha y_\alpha(t) + \int_a^b B(s,t,y_\alpha(s),y_\alpha(t))ds = F(t,y_\alpha(t)), \qquad a \leqslant t \leqslant b, \tag{5}$$

in the way of minimizing the smoothing functional $\Phi_\alpha(y) = \|Ay - f\|^2_{\mathrm{L}_2} + \alpha\|y\|^2_{\mathrm{L}_2}$, where $\alpha > 0$ is regularization parameter, $y_\alpha(s)$ is a solution of the problem (6), $B(t,s)$, $F(t)$, $B(s,t,y(s),y(t))$, $F(t,y(t))$ are given by formulas (7), (8), (9), (10) correspondingly.

$$\inf_{y \in L_2[a,b]} \Phi_\alpha(y), \tag{6}$$

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

$$B(t,s) = \int_a^b K(x,t)K(x,s)dx, \tag{7}$$

$$F(t) = \int_a^b K(x,t)f(x)dx, \tag{8}$$

$$B(s,t,y(s),y(t)) = \int_a^b K(x,s,y(s))K'_y(x,t,y(t))dx, \tag{9}$$

$$F(t,y(t)) = \int_a^b K'_y(x,t,y(t))f(x)dx. \tag{10}$$

Then by using quadrature method with Simpson formula on uniform (for simplicity) $s-$, $t-$ and $x-$grids of nodes on $[a,b]$ the integral equations (4) and (5) are reduced accordingly to systems of linear and nonlinear equations with respect to approximate values of the function $y_\alpha(s)$ in the grid points. Solving of the mentioned systems is performed by using accordingly Gauss and Newton-Kantorovich methods. There were considered different ways of choosing regularization parameter including discrepancy, correction and quasi-optimal ways.

It can be shown [4, 5] quadrature method of reducing regularized equations (4) and (5) to according finite systems of equations fits to the general projection methods scheme for solving operator equations in Banach spaces and it can be considered its projection-iterative implementation. The idea of this implementation is that regularized integral equation is replaced by using quadrature method with sequences of approximating finite-dimensional problems on sets of reducing grids. Then one builds only a few approximations to the solution for each approximate problem. The last one is taken as the initial approximation by using a piecewise linear interpolation in the iterative process for the next approximate problem. The sequence of linear interpolants of built approximate solutions is taken as the sequence of approximations to the solution of the initial integral equation.

It's being performed the comparative analysis of computing schemes that use different ways of choosing regularization parameter, it's being shown their practical convergence by the example of a solving specific problems of the form (2) and (3). Also it's being performed the comparison of projection-iterative schemes with the regular Tikhonov method and also with the iterative Friedman regularization method.

Conclusions. The analysis of the results shows that projection-iterative approach to the solving of the considered classes of ill-posed integral equations gives rise to reducing of the computational costs for building the approximate solutions.

References. **1.** Глушков В.М. О новом классе динамических моделей и его приложении в биологии / В.М. Глушков, В.В. Иванов, В.М. Яненко // Кибернетика. – 1979. – № 4. – С. 133-141. **2.** Верлань А.Ф. Интегральные уравнения: методы, алгоритмы, программы / А.Ф. Верлань, В.С. Сизиков. - К.: Наукова думка, 1986. - 544 с. **3.** Самарский А.А. Численные методы решения обратных задач математической физики / А.А. Самарский, П.Н. Вабищевич. – М.: Изд-во ЛКИ, 2009. – 480 с. **4.** Балашова С.Д. Проекционно-итерационные методы решения уравнений в нормированных пространствах: Автореферат дис. на соиск. учен. степ. канд. физ.-мат. наук. - Д.: ДГУ, 1974. - 20 с. **5.** Hart L.L. Projection-iteration realization on the Newton-Kantorovich method for solving nonlinear integral equations / L.L. Hart, N.V. Polyakov // Journal of Automation and Information Sciences. – 2012. – Vol. 41. – Issue 1. – P. 40-49.

Maksymov O.I. — *reviewer Matsuki Y.*
Institute for Applied System Analysis of NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine

Review of analysis tools and metrics for measuring enterprises' sustainability

In this paper it is proposed a review of existing approaches to sustainability measuring for enterprises and appropriate mathematical methods for data analysis.

Global climate change, biodiversity shifts, exhaustion and pollution of nature resources, huge and rapid world population growth, energy shortages for satisfaction of growing needs, food and water supplies are the problems, which the world community is concerned about [1]. It has a huge influence on probability of humans' existence in the nearest future. 'Sustainable development' concept was developed as the one, which unites solving the mentioned problems inside the complex system with transparent measuring and understanding cause-measure connections. At the same time, the variety of questions under this concept's view leads to the very different visions among researchers. That is why scientific community and other stakeholders are concerned about existence of more or less general tools, which allow comparing sustainable initiatives among different institutions.

The tendency of shifting from using global measurements of sustainable development to the local ones shown. Those measurements include IPAT equation, its partial connection with Kobb-Douglas function, measuring world CO2 emissions and calculating ecological footprint of humanity together with using indices of countries' sustainability, then – regions [2], cities and enterprises [3]. Budgets of the last ones, in case of being corporation, sometimes exceeds budgets of apart countries. So, considering environmental and social systems impact, enterprises should be analyzed not less strictly than countries or their apart regions. That is why the further investigation focused on the systems of enterprises' sustainability metrics.

After identifying reporting systems to get relevant raw data, simple and widely used techniques compared for objective usage during exploratory data analysis: correlation analysis and multicriterion analysis, including factor and cluster analysis. Integrated reports, as we show, has financial data. For analyzing it in terms of sustainable development some econometric models will be reviewed. Among them – maximizing profit, utility functions theory, portfolio theory and, in general, regression models.

Specified models are effective in terms of analyzing absolute values (like pollutions volume, percentages of implemented corporate social programs etc.). However, this analysis does not influence directly the companies' actions, directed to harmonization of social, economic and environmental dimensions. Subjective factors cause need to analysis not only absolute values and time series, but also comparing allied enterprises inside economic sectors for competition effects. To reflect and model such strategies, game theory models [4] (matrix and tree form cases) are investigated for reasonability of usage in the context of sustainable development control on enterprises.

Summing up, this paper does not separate out concrete model for the full analysis of sustainable development system at the enterprises' level. Attention is concentrated on using combination of different data analysis techniques and models of choosing the best strategies for reflecting system approach, but not the single view on the aspect of complex system. For achievement of this goal, not only economic and mathematical models considered, but models of decision taking as well.

References. **1.** T. Theis and J. Tomkin, *Sustainability: A Comprehensive Foundation*. Chicago: University of Illinois, 2012. Available: http://cnx.org/content/col11325/1.40 **2.** М.З. Згуровський, "Аналіз сталого розвитку: глобальний і регіональний контексти", *Україна в індикаторах сталого розвитку (2011-2012)*, Міжнародна рада з науки (ICSU) [та ін.]; наук.кер. М.З. Згуровський. Київ, Україна: НТУУ "КПІ", 2012. **3.** *GRI Reporting Principles and Standard Disclosures*, G4 Sustainability Reporting Guidelines, 2013. Available: https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/GRIG4-Part1-Reporting-Principles-and-Standard-Disclosures.pdf **4.** N.A. Christakis and J.H. Fowler, *Connected: The Surprising Power of Our Social Networks and How They Shape Our Lives*. New York: Little, Brown and Company, 2009.

Makukha M.P., Oparina E.L.
Institute for Applied System Analysis of NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine

Social web mining for solving foresight problems

Technology foresight problems are weakly formalized and heavily depend on variety and quality of information sources. Data retrieved from social web mining, can bring new insights in both technology marketing and research planning. Social web mining combined with text mining [1] and opinion mining will provide the following quantitatively measured indicators:

- technology popularity and sentiments,
- virality and spreading rate of the technology,
- aspects of the technology, important to customer,
- technology dissemination channels and actors,
- technology use cases,
- existing and emerging customer needs.

The indicators mentioned above can be used for estimating some important characteristics and solve the following problems in technology foresight and technology marketing:

- estimating technology popularity and its importance to customer,
- searching new market segments,
- analyzing technology development potential,
- detecting technology life cycle stage,
- estimating of technology characteristics and forecasting its life cycle,
- analyzing necessity of technology modification and innovations,
- determining suitable moments for controlling technology life cycle and innovations.

Possible relations between measured indicators and technology foresignt problems are shown on the figure (Fig. 1) and discussed in the presentation. The proposed approach allows to develop new models in technology foresight and increase the quality of existing ones.

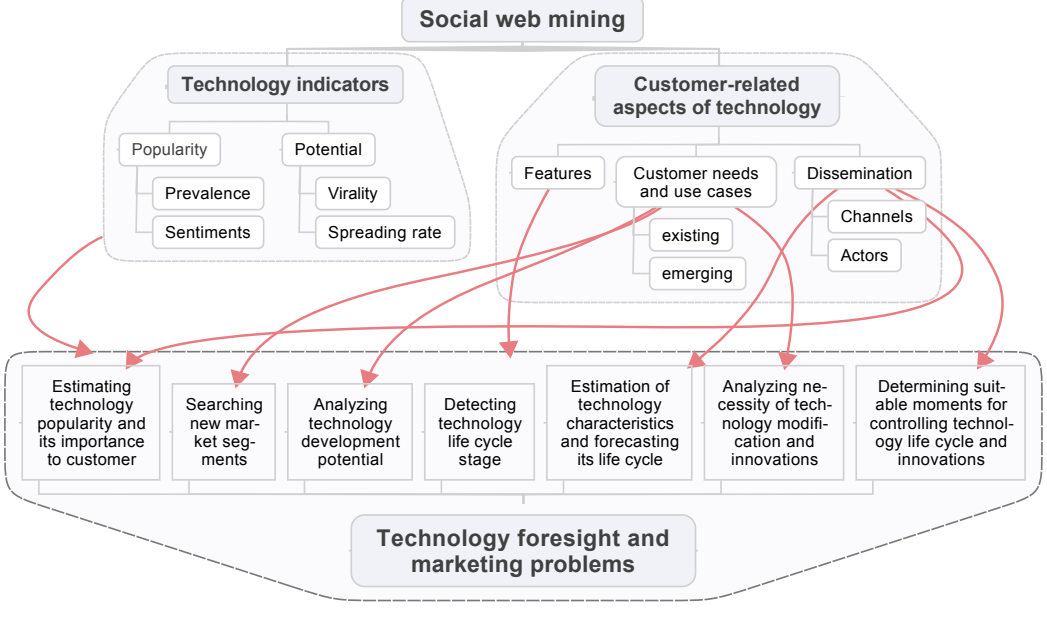


Figure 1. Quantitative indicators that can be constructed from social web mining and their relations to technology foresight problems.

References. **1.** Mykhailo P. Makukha, Elena L. Oparina (2013) Text analytics approach to technology foresight, 35. In System analysis and information technologies: Proceedings of 15-th International conference on science and technology SAIT 2013.

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Matsuki Y., Bidyuk P.I., Kozyrev V.S.
Institute for Applied System Analysis of NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine

Empirical investigation of the theory of production function, with the data of alloy production in Ukraine

The purpose of the research is to test the theory of production function in economics theory [1] with the actual data from the factory in Dnepropetrovsk Region of Ukraine, which produces the alloys from several input materials such as lime, bentonite and ore, together with gas and electricity.

Production function is a theory to indicate the levels of production of industrial materials with various input materials, X_i, where $i = 1, 2, \ldots, n$, such as raw materials, electricity and gas. The producers wish the higher level of production, $Q(X_1, X_2, X_3, \ldots, X_n)$, but the constraints are given by the total budget, C^0, together with the prices P_{X_i} for different kinds of input materials X_i respectively, where

$$C^0 = \sum_{i=1}^{n} P_{X_i} X_i.$$

The mathematical model of the production function needs to be found. In this research, a linear model is assumed, and then empirical analysis is made for testing the fitting of the model to the actual data:

$$Q = \sum_{i=1}^{n} a_i X_i, \quad \text{where} \quad \sum_{i=1}^{n} a_i = 1.$$

Here, a_i is a weighting factor to combine various input materials, X_i.

The result shows statistical significance of the model, therefore it is concluded that the selected linear function can be the production function. Upon the analysis, it is also concluded that the productivity of the manufacturing process can be predicted by fewer input materials if their prices are stable. As shown in the figure bellow two input variables, bentonite and lime, could predict quantity of final product, while the other input materials and utilities, ore, electricity and gas were not included in the calculation of final product.

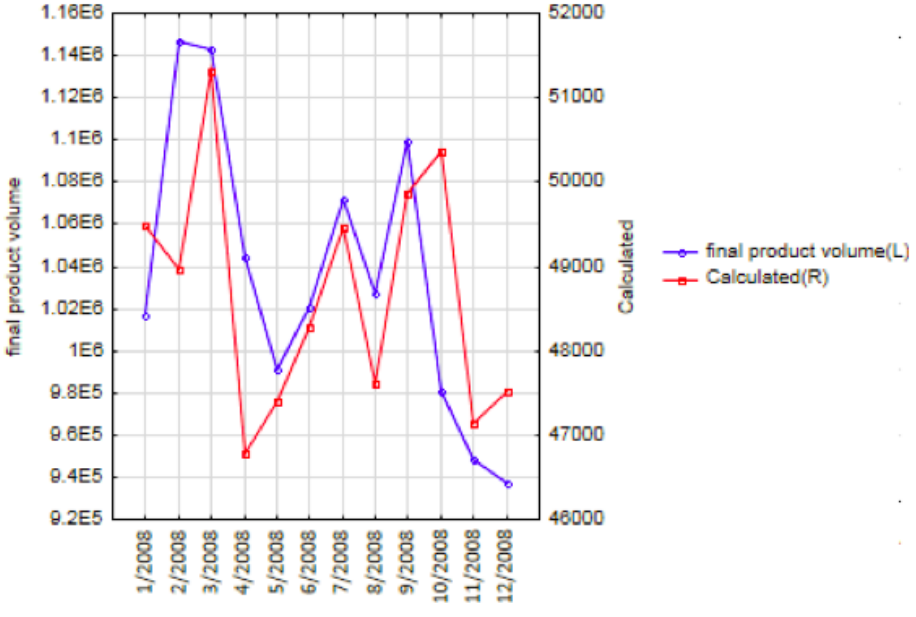


Figure 1. Quantity of final product calculated by bentonite and lime.

References. **1.** Browning E.K., Browning J.M., Microeconomic Theory and Application, Third Edition, Scott, Foresman and Company (Glenview, Illinois), 1989. — 637p.

Morozov R.Yu. — *reviewer Zhdanova E.G.*
National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

Load balancing of the multiple resources in sctrutured P2P networks

Content sharing, VoP2P (voice over P2P), media streaming brought wide interest to peer-to-peer networking and decentralization. One of the main points of interest is the development of the advanced load-balancing algorithms for multiple resources.

Introduction. According to popular categorizations we can consider following types of the peer-to-peer networks structured, unstructured and hybrid (hierarchical). Structured P2P networks are commonly implemented as distributed hash tables (DHT) with consistent hashing to provide basic load balancing. This approach assumes that peers have uniform capacities and hash function with pseudo-uniform distribution while real peer capacities are heterogeneous [1]. That is why significant load imbalance may take place in real networks.

Load aggregation and dissemination. Load balancing algorithms monitor load status of the nodes to perform informed operations. System status needs to be periodically updated, aggregated and spread among the nodes. Load information aggregation and dissemination has two main approaches tree-structure- and gossip-based. Tree-based approach is less resilient than gossip-based but more efficient and provides more accurate load information aggregates. To provide efficient load balancing aggregation and dissemination different tree data structures can be used, for example, k-ary tree or B-tree. Simple metric which counts total load of the node, its capacity and minimal load of the virtual server on the node is used to determine light, neutral and heavy nodes. This information from leaves will move to root where system load information aggregate will be assembled and after that propagated from root to all nodes.

Proximity-aware load balancing. Virtual server approach is a simple and effective method for load balancing which considers existence of virtual nodes similar to physical ones with own ID, capacity routing table and identifier space. Each physical node hosts some amount of virtual servers and virtual servers can be transferred from one physical node to another. Such mechanism was firstly introduced in Chord [2]. This process can be not so efficient as it seems because geographically such nodes can be very physically distant from one another. That is why information about proximity should be considered when the tree data structure for information aggregation is being built on top of the DHT. Physically close nodes have close identifier spaces. Balancing load in regions of physically and logically close nodes benefits in performance boost [3].

Multiple resources. Load status itself could be information about bandwidth, latency, storage capacity or some other resources of the node. Introduction of several resources makes load balancing process very complex due to vast amount of alternative peer states, churn and dynamic nature of the P2P networks. As for the case with one resource - information about current peer state should be shared with other peers to perform balancing. In order to avoid redundancy peers need to share thier compound load metric instead of sharing information about every resource separately. This load metric consists of information about avalaible/used peer resources at the moment. Balancing operation cannot be performed once for all the network due to the fact that situation in the network may change before the balancing completes. That is why peers should be grouped by amount of hops to one another, latency, IP prefixes and organized into some regions (clusters), for instance, grouped into B-Tree-like data structure with modified balancing rules.

References. **1.** S. Saroiu, P. K. Gummadi, and S. D. Gribble, "A measurement study of peer-to-peer file sharing systems" in Proceedings of Multimedia Computing and Networking(MMCN), (San Jose, CA), Jan. 2002. **2.** I. Stoica, R. Morris, D. Karger, M. Kaashoek, and H. Balakrishnan, "Chord: A scalable peer-to-peer lookup service for internet applications," in Proceedings of ACM SIGCOMM, (SanDiego, CA), pp. 149–160, Aug. 2001. **3.** Yingwu Zhu. "Load balancing in scructured P2P networks ": Part X: Fault tolerance in P2P. Handbook of Peer-to-Peer Networking, 1st edn. Springer Science+Business Media (2009)

***Putrenko V.V.*[1], *Yefremov K.V.*[1], *Pyshnograiev I.O.*[1,2]**
[1] *World Data Center for Geoinformatics and Sustainable Development, Kyiv, Ukraine;* [2] *National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine*

Intellectual geographic information system for sustainable development analysis

Atlas of sustainable development of the regions of Ukraine is one of the supporting tools of the management decision-making process based on analysis of regional differences in the development of the territory of Ukraine. The use of cartographic data allows to estimate the territorial distribution of the received parameters and to identify spatial trends in their distribution. Atlas is based on the concept of the atlas information system, which is implemented in the World Data Center for Geoinformatics and Sustainable Development. It involves the organization of geospatial databases and creation and publication of electronic interactive maps system on its basis with the help of the Internet.

During the implementation of atlas information system there the possibility of its creation on the basis of existing Open Source software products was analyzed, the experimental works on the creation of geographic databases , the use of the server software , development of the user interface and integration of these components were carried out. PostgreSQL DBMS was chosen as a database and software upgrade PostGIS was selected for the work with spatial data. During the experimental work on the use of the server software MapServer was chosen, as a server platform with the capabilities of the user interface improvements and integration with databases. Based on the PostgreSQL DBMS database was deployed, which contains the basic geospatial data sets and tables with attribute data. Since the indicators and indices in the context of the world and regions of Ukraine are the main types of information in the Sustainable development database, the multi polygonal layers of geospatial data with the boundaries of administrative units were used for the visualization and analysis of data. Connection with attributive data is provided on the basis of unique identifiers of ISO system.

Atlas interface elements consist of a map catalog directory that allows to choose the maps and move between them, the window with a map that contains navigation tools , the legend and the search string, designed to search for geographical objects. Open topographic project data OpenStreetMap with appropriate transliteration in the Ukrainian were used as a main geographic basis. In the course of classification of the data while constructing the cartograms Jenks' natural breaks method was used [1], where the groups' breaks are found in such a way so that to group similar values and maximize the differences between classes. Objects are divided into classes whose breaks are set where there relatively big jumps of values are found.

Such method of data classification allows to classify most accurately the data and to discover hidden trends in their distribution. It is more like to mathematical clustering tool according to the classification results. Each map also contains metadata that describe the data type, date of their collection and units of measurement.

Atlas information system consists of two blocks of maps: the world and regional sustainable development on the example of Ukraine. The world block is based on analysis of international organizations data and allows to assess the place of Ukraine among other countries , and to identify common regional trends. The regional bloc is based on data collected and processed by the World Data Center for Geoinformatics and Sustainable Development. The system of indicators used in the analysis of sustainable development and consisting of the quality and security of life components forms the basis of the regional block structure.

Thus, the atlas information system consists of 25 maps that show the distribution of indicators by the countries and 190 maps that show regional differences of the indicators by the regions of Ukraine. The full version of the Atlas can be found on the website of the World Data Centre at http://wdc.org.ua/∼atlaswdc/.

References. **1.** Using ArcMap: ArcGIS 9 - Esri Press, 2004. - 598 p.

Yevtushenko K.I. — *reviewer Matsuki Y.*
Institute for Applied System Analysis of NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine

Relation between corporate social responsibility and financial performance in oil & gas sector

There is a growing awareness that the Corporate Social Responsibility (CSR) issue has certain correlation with financial performance. The idea of CSR is not new as this argument emerged more than 30 years ago. Numerous scholars attempted to clarify the concept, its implementation, measurement and its relation with financial performance of firms. Those researchers examined CSR from various perspectives, used different methods, including wide range of data for a variety of industries. Their effort resulted in multi-dimensional analyses on CSR and its related matters [1]. CSR is oftentimes described as the corporate "triple bottom line"–the totality of the corporation's financial, social, and environmental performance in conducting its business [2].

The oil and gas sector has been among the leading industries in championing CSR. This is at least partly due to the highly visible negative effects of day-to-day operations such as oil spills and the resulting protests by civil society groups and indigenous people [3]. The oil and gas sector is the core segment of the economy - therefore, it's hard to underestimate the impact it has on the situation in the world, on the whole [4].

The purpose of the research is to identify the relationship between policies of oil and gas worldwide companies in the field of CSR and financial performance.

In order to identify the influence of CSR on financial performance regression analysis is conducted. Database for analysis consists of 108 observations of 11 variables, obtained from annual financial, non-financial and sustainability reports of 12 oil and gas companies.

As a dependent variable, which expresses the financial performance net profit is used. Independent variables are sulfur dioxide emissions, nitrogen oxide emissions, greenhouse gas (carbon dioxide and methane) emissions, volume of spilled oil barrels, freshwater usage, environmental investments, social investments, share prices, and percentage of women in management.

Before regression modeling factor analysis is used to identify latent variables that can explain that part of the variables that contain information about the emissions into the environment. As part of the factor analysis, we consider only four predictors: carbon dioxide,methane, nitrogen oxide, and sulfur dioxide emissions. As a result of factor analysis two factors were obtained to be used to construct a regression model. So that, we have reduced the amount of emission variables to two factors, as they probably represent a certain type of production.

Non-refined model of regression analysis is improved by analyzing leverage distribution since such observation can distort the model. To improve the quality of the model and to obtain more precise assessment we exclude observations with largest residuals from the analysis. The final regression model is consistent according to regression model validation.

Regression analysis reveals that the policy of oil and gas companies in the area of corporate social responsibility has a positive impact on net profit: the more companies are investing in the development of communities and engaged in environmental protection, the higher the net income; the reduction in pollutant emissions into the atmosphere also leads to an increase in the level of net profit.

References. **1.** N. F. Nuzula and M. Kato (2011). Quantitative Relations between Corporate Social Responsibility Activity and Share Price: Introducing "Nila" Unit. [Online]. Available: http://www.csringreece.gr/files/research/CSR-1342168211.pdf?user. **2.** Yu. E. Blagov et al., "The Report on Social Investments in Russia 2008: Integrating CSR principles into corporate strategy", The Russian Managers Association, Moscow, 2008. **3.** J. G. Frynas, "Corporate Social Responsibility in the Oil and Gas Sector", Journal of World Energy Law & Business 2(3), pp.178-195, Sept. 2009. **4.** G. Buldybayeva, "Issues of the Cultivation of Corporate Social Responsibility for Oil and Gas Enterprises in the Republic of Kazakhstan", Middle-East Journal of Scientific Research 16 (4), pp. 480-485, 2013.

Zadoianchuk N.V.
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

On One Optimal Control Problem for Degenerate Parabolic Variational Inequality: Existence Result

The main object of investigation is the following optimization problem for degenerate parabolic variational inequality:

$$I(u,y)=\frac{1}{2}\left\|y-\frac{y_{ad}}{\sqrt{\rho}}\right\|^2_{L^2(0,T;L^2(\Omega,\rho dx))}+\frac{1}{2}\|u\|^2_{L^2(0,T;L^2(\Gamma_N;\rho^{-1}d\xi))}\to\inf, \tag{1}$$

$$\int_0^T\int_\Omega \dot v\cdot(v-y)\rho dxdt+\int_0^T\int_\Omega(\nabla y,\nabla(v-y))_{\mathbb{R}^N}\rho dxdt\geqslant\int_0^T\int_\Omega f\cdot(v-y)dxdt+$$

$$+\int_0^T\int_{\Gamma_N} u\cdot(v-y)d\xi dt\forall v\in\mathcal{K},\ \dot v\in L^2(0,T;(W^{1,2}(\Omega;\Gamma_D,\rho dx))^*),v(0,x)=0, \tag{2}$$

$$u\in U_\partial,\ y\in\mathcal{K}, \tag{3}$$

$$y(0,x)=0,\ x\in\Omega. \tag{4}$$

Here Ω is a nonempty open subset of $\mathbb{R}^N$ with a regular boundary $\partial\Omega$, Γ_N and Γ_D are two subsets of positive measure such that $\partial\Omega=\Gamma_N\cup\Gamma_D$, $f\in L^2(0,T;L^2(\Omega;\rho^{-1}dx))$ and $y_{ad}\in L^2(0,T;L^2(\Omega))$ are given distributions, $L^2(\Omega,\rho dx)$ and $L^2(\Omega,\rho^{-1}dx)$ are weighted Hilbert spaces associated with a degenerate weight $\rho\in L^1(\Omega)$, $W^{1,2}(\Omega;\Gamma_D,\rho dx)$ is the closure of the set $C_0^\infty(\mathbb{R}^N;\Gamma_D)$ with respect to the norm $\|y\|^2_{W^{1,2}(\Omega;\Gamma_D,\rho\,dx)}:=\int_\Omega y^2\rho\,dx+\int_\Omega|\nabla y|^2_{\mathbb{R}^N}\rho\,dx$, $\mathcal{K}\subset L^2(0,T;W^{1,2}(\Omega;\Gamma_D,\rho dx))$ is a convex closed subset, the set U_∂ is defined by the following relation:

$$U_\partial=\{u\in L^2(0,T;L^2(\Gamma_N;\rho^{-1}d\xi)):\ \|u-u_0\|_{L^2(0,T;L^2(\Gamma_N;\rho^{-1}d\xi))}\leqslant R\},$$

$u_0\in L^2(0,T;L^2(\Gamma_N;\rho^{-1}d\xi))$, $\xi\in\Gamma_N$.

Definition 1. The function $\rho:\Omega\to\mathbb{R}$ we call the weighted function of the potential type, if $\rho>0$ a.e. on Ω, $\rho\in L^1(\Omega)$, $\rho^{-1}\in L^1(\Omega)$, $\overline{\nabla\ln\rho}\in L^2(\Omega;\mathbb{R}^N)$ and there exist $\hat C(\Omega)>0$, $\tilde C>0$ and a domain $\Omega_*\subset\Omega$ such that $\rho\in C^1(\overline{\Omega\setminus\Omega_*})$, where $\mathrm{dist}(\partial\Omega,\partial\Omega_*)>\delta$ for some $\delta>0$, and the following inequalities take place:1)$\rho(x)\geqslant\sigma$ on $\Omega\setminus\Omega_*$ for some $\sigma>0$; 2)$0<-\frac{1}{2}\frac{\partial\ln\rho}{\partial n}\leqslant\tilde C$ on Γ_N;

$$3)\ -\hat C(\Omega)\leqslant-\triangle\ln\rho(x)-\frac{1}{2}|\nabla\ln\rho|^2_{\mathbb{R}^N}<\frac{2\lambda_*}{|x|^2_{\mathbb{R}^N}}=\frac{(N-2)^2}{2|x|^2_{\mathbb{R}^N}}\quad\text{in }\ \Omega.$$

There are many existence results for evolution variational inequalities without degeneration (see, for example [[2, 3]]). And using the so called Hardy-Poincare inequality, it can be proved the existence and uniqueness of optimal solution for optimal control problem for degenerate parabolic variational inequality in weighted Sobolev space (see for comparison [1]).

Theorem 1. Let $\rho:\Omega\to\mathbb{R}_+$ be the weighted function of potential type. Let $y_{ad}\in L^2(Q)$ and $f\in L^2(0,T;L^2(\Omega,\rho^{-1}dx))$ be given distributions. Then the optimal control problem (1)–(4) has a solution (u^0,y^0) in the space $L^2(0,T;L^2(\Gamma_N,\rho^{-1}d\xi))\times L^2(0,T;(W^{1,2}(\Omega;\Gamma_D,\rho\,dx))$.

References. **1.** Balanenko I.G., Kogut P.I., *On One Optimal Control Problem for Degenerate Parabolic Equation*, *Bulletin of Dnipropetrovsk National University. Series: Mathematical Modelling*, No. 8, 4(2012), pp. 3–18. **2.** Lions J.-L., *Optimal Control of Systems Governed by Partial Differential Equations*, Berlin, Springer-Verlag (1971). **3.** Zgurovsky M.Z., Kasyanov P.O., Melnik V.S. *Differential-operator inclusions and variational inequalities in infinite-dimensional spaces*, Kyiv, "Naukova dumka" (2008) [in Russian]

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Zaskaleta S. Yu. — *reviewer Selin O.M.*
[1]Institute for Applied System Analysis of NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine; [2]Kyiv School of Economics, Kyiv, Ukraine

On the use of General Equilibrium Theory for Business Cycle Study

Business cycles, meaning recurring fluctuations in economic activity, have been a documented feature of economic life for over two hundred years already. Though, systematically they've been studied only recently, beginning in the early 1970s. Since the famous "Lucas critique" in 1976 [1], methods used changed drastically, as from study of aggregates, economists turned to studying business cycles using general competitive equilibrium theory. With progression of computing tools the use of general equilibrium theory became feasible and allowed for a more in-depth study of business cycles. Following Lucas, a milestone study by Kydland and Prescott [2] introduces the idea of Real Business Cycles approach, that prototyped the tools used for business cycle study nowadays. General equilibrium theory is now combined with computing tools necessary to calculate the solution itself.

Let us discuss the most common features of the approach. These are a neoclassical model of economic growth, that captures the 'stylized facts' of an economy, as described by Solow [3]:

1. Real output growth at a constant rate, more or less;
2. Stock of capital also grows at a nearly constant rate, greater than growth of labor;
3. Real output growth rate is nearly the same as growth of capital stock;
4. Profit on capital rate is nearly the same;
5. Per-capita output varies greatly among countries;
6. Countries with high share of profits in income have higher rate of investment to output.

These factors describe a 'balanced' growth economy. And there is a common model describing a neoclassic, balanced growth economy is the following deterministic dynamic general equilibrium model.

Setup. There is a large number of identical households in the economy with a time-additive separable utility function of a form:

$$U(c_0, c_1, ...) = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(c_t), \qquad 0 < \beta \leqslant 1 \tag{1}$$

Period utility function $u(t)$ is continuously differentiable in its arguments, increasing, strictly concave and satisfies Inada conditions (particularly, $\lim_{c\to 0} u'(c) = \infty$, meaning that consumption in each period is essential). β is the time discount factor. Population is constant, thus labor factor endowment is normalized to unity and initial endowment of capital is assumed K_0. Households supply capital and labor to the firms with a constant returns to scale production function of a form:

$$Y_t = F(K_t, H_t), \tag{2}$$

where F is increasing in both K and H, concave in K and H separately, continuously differentiable in each argument and finally, both inputs are essential.

Further it is assumed that capital depreciates at a constant rate $0 < \delta \leqslant 1$, thus a law of motion for resources implies the following constraint:

$$C_t + K_{t+1} - (1 - \delta)K_t \leqslant F(K_t, H_t), \ \forall t \tag{3}$$

Planner's Problem. In order to solve for a general equilibrium, we will discuss this economy as being governed by a benevolent social planner, who maximizes total welfare (1) given K_0 by making consumption versus savings decision each period. Firstly, increasing property of the utility function allows the resource constraint to hold with equality, and secondly, maximization requires that all

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

available resources are used, meaning $H_t = 1$, thus we can rewrite:

$$C_t + K_{t+1} = (1-\delta)K_t + F(K_t, 1) = f(K_t),\ \forall t \tag{4}$$

With this we then rewrite the Planner's problem as:

$$\begin{gathered} \underset{\{K_{t+1}\}_0^\infty}{max} \sum_{t=0}^{\infty} u(f(K_t) - K_{t+1}) \\ s.t.\ 0 < K_{t+1} < f(K_t), \\ given\ K_0 \end{gathered} \tag{5}$$

Solution. The suggested technique for solving this dynamic optimization problem (5) is reformulating it in a recursive form that can be solved using dynamic programming methods. If we let $V(K_0)$ to denote the maximum value of (5) function, then we can represent the problem mentioned above in a recursive form as:

$$V(K_0) = \underset{0<K_1<f(K_0)}{max} u(f(K_0) - K_1) + \beta V(K_1) \tag{6}$$

This is then solved using dynamic programming.

Extensions. The most general above-mentioned model is most frequently extended with firm-side counterpart, when firms maximize their profits by determining their labor and capital inputs and thus wage and rental rate pair internalizes via the market clearing condition (known as Arrow-Debreu competitive equilibrium).

Another alternative is using a recursive competitive equilibrium alike to one above, but with households controlling only their endowment parts and only then being aggregated into economy-whole. Thus, for the economy state variables will be (k, K) – capital stock for a representative household and for the entire economy. Such a model would determine capital (and respective investment) and consumption paths for individual households and then aggregate into whole. This will allow for modeling of non-identical households.

Usage and conclusions. The above-mentioned model describes how a model economy might grow over time and be consistent with 'stylized facts'. The equilibrium is indeed competitive as consumption and production paths are a market clearing outcome of individual households and firms responding to price levels. To generate corresponding data we will assign particular functional forms to utility and production and put an initial value to capital, K_0. Then we can compute the corresponding time paths knowing households solution. Such an economy will display a balanced growth path and can be further on extended to see cycle generation.

The core model is important for decomposing growth part from real data and see residual as cyclic shock. Extended model that is cycle-inclusive should have at least two characteristics: have a mechanism for business cycle frequency control and secondly, a labor supply control that will account for movements in labor, like population growth. The common baseline solution is a stochastic growth economy model with labor-leisure choice, well discussed in [4], for example. Where random productivity shocks account for business cyclicity and labor-leisure choice controls for variation in employment, correspondingly.

References. **1.** R. Lucas, "Econometric Policy Evaluation: A Critique", in *The Phillips Curve and Labor Markets*, K. Brunner and A. Meltzer, Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy 1. New York, American Elsevier, pp. 19–46. **2.** F. Kydland and E.C. Prescott, *Rules Rather Than Discretion: The Inconsistency of Optimal Plans*, Journal of Political Economy, no. 85, pp. 473-491. **3.** R. Solow, *Growth Theory: An Exposition*, New York, Oxford University Press. **4.** T. F. Cooley and E. C. Prescott, "Economic Growth and Business Cycles in *Frontiers of Business Cycle Research*, Princeton, NJ, Princeton University Press, 1994, pp. 1-15.

Балашов В.В. *— рецензент Заводник В.В.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Гравитационный алгоритм в задаче 2D раскладки

2D раскладка деталей неправильной формы является проблемой поиска эффективного размещения для элементов в содержащей области без перекрытия и направлена на максимальное использование материала. Такая задача представляет большой интерес в швейной, бумажной, судостроительной промышленности и небольшое улучшение планировки может привести к значительной экономии в материале. Было предложено много эффективных методов для случая, когда и детали и содержащая область прямоугольные. Существует также много случаев, когда куски или содержащая область имеют нерегулярные формы. Из-за сложности геометрии, которая возникает по причине неправильной формы, такие случаи не описываются так широко, как прямоугольные.

Проблема раскладки является NP полной, даже для прямоугольной формы; для неправильных форм, дополнительная геометрическая сложность увеличивает вычислительные затраты, так что трудно применять детерминированный алгоритм для элементов неправильной формы.

Для поиска подходящей позиции размещения на NFP, рекомендуется выбрать такую точку, чтобы текущая деталь и предыдущие вложенные детали образовали минимальную площадь. Однако метод минимальной площади направлено на поиск локального оптимального положения и не является глобальной оптимизацией; нахождение позиции минимальной площади является достаточно сложным и добавляет вычислительную нагрузку при выполнении алгоритма.

Чтобы получить быстрый и эффективный способ размещения элементов, используется гравитационный принцип, чтобы быстро найти положение размещение на NFP. При таком принципе размещения будет выбрана позиция, где центр масс будет ниже всего. Этот принцип направлен на то чтобы "прижать плотнее"деталь к другим расположенным деталям и границам области, как это возможно, и сделать относительно плоскую границу заполненной области. Этот метод улучшает границу для размещения оставшихся деталей и имеет большую скорость.

Чтобы найти вариант с более низким расположением центра масс, сначала рассчитывается центр масс на элементе, а затем NFP можно найти, использовав центр масс в качестве ключевой точки и используя различные углы поворота. Различные углы поворота приведут к различным NFP.

Чтобы найти угол поворота, ведущий к более низкому положению центра масс, был принят двухступенчатый метод поиска. Во-первых, нужно разделить весь спектр вращения на несколько углов поворота, и проверить каждый из углов, чтобы найти тот, которому соответствует более низкое положение центра масс. Затем повторить аналогичные деления и тестирование в пределах угла найденного на первом этапе и двух соседних углов так, чтобы найти лучшее значение угла поворота.

Используется метод деления многоугольника на полоски для расчета его центра масс. Проекции элементов контура детали образуют множество полос. Вычисляется центр масс и площадь каждой полосы, в итоге рассчитать центр масс всей детали.

При использовании метода порядок используемых деталей задается случайно в виде последовательности. Генерация новых последовательностей происходит до тех пор, пока улучшение результата не станет происходить слишком медленно либо не будет исчерпан лимит времени.

Был описан гравитационный принцип в задаче раскроя листового материала. Результат зависит от формы деталей и содержащей области, минимальных зазоров между деталями. С ростом числа итераций происходит улучшение результата.

Литература. 1. Liu Hu-yao. Algorithm for 2D irregular-shaped nesting problem based on the NFP algorithm and lowest-gravity-center principle / Liu Hu-yao, He Yuan-jun. // Journal of Department of Computer Science and Technology of Zhejiang University. - Shanghai, China, 2006.

Бардадым И.В., Левин Д.К., Полищук Е.Ю. *— рецензент Панкратова Н.Д.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Автоматизированный вероятностный метод построения области Парето в рамках системной задачи рационального выбора параметров сложных изделий

Приводится метод автоматизации нахождения Парето-оптимальности с дальнейшим согласованием областей определения и областей значений целевых функций, позволяющий построить наилучшие интервальные оценки на ограничения ключевых внутренних контролируемых и неконтролируемых параметров изделий. Математическое описание задачи приведено в [1]

Постановка задачи. Требуется на основе дискретных выборок параметров изделия, удовлетворяющих заданным ограничениям, обеспечить согласование множеств внутренних параметров x_1, контролируемых и неконтролируемых параметров внешнего воздействия x_2 и x_3 с множеством внешних показателей y, а также сформировать такое множество Парето для функции $y(x_1, x_2, x_3)$, для которого выполняется согласование множества определения и множества значений, другими словами, отображение $\langle X_1, X_2, X_3\rangle \to Y$ является сюръективным.

Вероятностный метод построения области Парето на основе гипотезы о принадлежности параметров изделия равномерному расспределению. Предложенный метод выполняется в два этапа. На первом этапе на основе исходных дискретных выборок вычисляется множество Парето внешних показателей. Для этого используется аналог алгоритма линейного поиска с последовательным попарным сравнением наборов альтернатив. Вычислительная сложность данного алгоритма оценивается, как $O(mn^2)$, где m - размерность вектора выходых параметров, n - объем выборки. По результатам этих вычислений строятся оценки ограничений для множеств входных и выходных параметров:

$$x_{ki}^{+} = \max_{j=\overline{1,n}}\{x_{kij}^{*}\},\ x_{ki}^{-} = \min_{j=\overline{1,n}}\{x_{kij}^{*}\} \tag{1}$$

$$y_{i}^{+} = \max_{j=\overline{1,n}}\{y_{ij}^{*}\},\ y_{i}^{-} = \min_{j=\overline{1,n}}\{y_{ij}^{*}\} \tag{2}$$

где y_{ij}^{*} - найденные Парето-оптимальные значения выходных параметров, x_{kij}^{*} - соответствующие им значения входных параметров, $k = \overline{1,3},\ i = \overline{1,m_k}$, m_k - размерность k-го вектора входных параметров, n - объем выборки. Полученные оценки модифицируются на втором этапе метода.

Рассмотрим статистическую гипотезу о том, что параметры изделия принадлежат области равномерного распределения, выборкой которого является Парето-оптимальные показатели. Для упрощения математической формализации проведем ряд преобразований:

- Входные параметры афинно преобразуем в декартово пространство так, чтобы минимумы и максимумы оптимальных производственных параметров были 0 и 1 соответственно;
- Выходные показатели также преобразуются в m-мерный вектор $\vec{Z}$, где $m-$ размерность пространства производственных показателей.

Если гипотеза верна, то распределение случайного вектора $\vec{Z}$ не зависит от параметров равномерного распределения, которые, в свою очередь, не известны. Критерием принятия гипотезы будет плотность распределения вектора $\vec{Z}$ в точке принятого им значения $\vec{Z_v}$ Предложенную плотность расспределения вероятности можно рассчитать по формуле:

$$f_{\vec{Z}}(\vec{Z_v}) = \prod_{i=1}^{m} \frac{C}{(\mu_i + 1)^n} \tag{3}$$

Где:

$$C = 2^{\frac{n-1}{n+1}};$$

n - объём выборки данных о изделии;

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

$$\mu_i = \max(-\overrightarrow{Z_v}_i;\ 0;\ \overrightarrow{Z_v}_i - 1);$$

μ_i - расстояние от точки $\overrightarrow{Z_v}_i$ до отрезка $[0;\ 1]$.

Гипотеза принимается, когда плотность распределения $\vec{Z}$ принимает значения выше некоторого критического K_α. K_α - выбирается таким образом, чтобы вероятность допущения ошибки первого рода - I_p, т.е. ложного отклонения гипотезы, равнялась α. Вероятность ошибки первого рода вычисляется согласно формуле:

$$\mathbb{P}(I_p) = \int\limits_{f_{\vec{Z}}(\vec{p}) < K_\alpha} f_{\vec{Z}}(\vec{p})\,\mathrm{d}\mu \tag{4}$$

На рис. 1 изображено построение вероятностной области Парето P_α на основе предложенного метода. Квадрат $P = [0;1] \times [0;1]$ - область Парето, найденная на первом этапе метода и включающая в себя непосредственно элементы исходной выборки. Множество S расширяет исходное на основе статистических предположений. При этом полученное множество $P_\alpha = P \cup S$ соответствует условию $f_{\vec{Z}}(P_\alpha) \geqslant K_\alpha$.

Для нахождения оценок выходных параметров изделия восстановим функциональную зависимость отображения $\langle X_1, X_2, X_3\rangle \to Y$ в виде иерархической системы аддитивных функций [2]. Тогда, используя полученные результате описанного метода оценки параметров изделий $\widehat{d_{ki}^-}$ и $\widehat{d_{ki}^+}$, $k = \overline{1,3}$, $i = \overline{1,m_k}$, а так же восстановленную функциональную зависимость, получаем оценки множества выходных параметров, как:

$$\widehat{b_i^-} = \Phi_{1i}(\widehat{d_1^-}) + \Phi_{2i}(\widehat{d_2^-}) + \Phi_{3i}(\widehat{d_3^-}),\ i = \overline{1,m_y} \tag{5}$$

$$\widehat{b_i^+} = \Phi_{1i}(\widehat{d_1^+}) + \Phi_{2i}(\widehat{d_2^+}) + \Phi_{3i}(\widehat{d_3^+}),\ k = \overline{1,m_y} \tag{6}$$

Полученные в результате оценивания множества входных и выходных параметров являются согласованными.

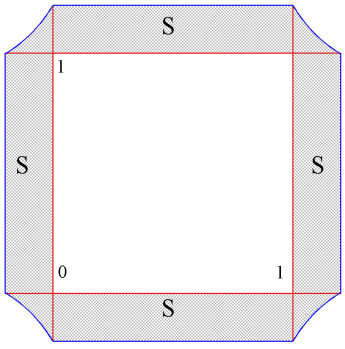


Рис. 1. Иллюстрация для случая $m = 2$

Заключение. Реализованный метод позволяет полностью автоматизировать процесс нахождения области Парето в задаче выбора рациональных параметров изделия и исключить необходимость непосредственного вмешательства лица, принимающего решение, в процесс вычислений, предоставляя ему анализ только эффективных альтернатив. Это позволяет исключить из процесса вычислительные неточности, связанные с ручным оцениванием и согласованием множеств параметров изделия, а также строить области Парето сложной структуры. Кроме того, данный метод позволяет эффективно работать с большим числом контролируемых параметров, т.к. сложность предложенного алгоритма возрастает линейно с ростом размерности задачи, что отличает его от распространенных численных методов нахождения множеств Парето (в частности, генетических алгоритмов), производительность которых быстро деградирует на задачах высоких размерностей.

Литература. **1.** Панкратова Н.Д. Системная оптимизация конструктивных элементов современной техники. //Кибернетика и системный анализ, 2001, 3. с.119-131. **2.** Згуровський М.З., Панкратова Н.Д. Основи системного аналізу. - К.: Видавнича група BHV, 2007. - с. 189-204: іл. - ISBN 978-966-552-153-2

Бейко І.В.
Національний технічний університет України "КПІ", ФТИ, Київ, Україна

Проблеми побудови оптимального керування складними системами і методи розв'язуючих операторів у конструктивній теорії оптимального керування

Основні труднощі у побудові оптимального керування складними системами пов'язані зазвичай як із великими розмірностями фазового простору керованої системи і/або простору керувань сформульованої оптимізаційної задачі так і з її можливою нелінійністю, багатоекстремальністю, багатокритеріальністю та неповнотою даних щодо внутрішніх та зовнішніх збурень [1, 2]. Інколи ці труднощі доповнюються ще й тим, що надмірні обмеження на фазові траєкторії та керування роблять допустиму множину розвязків порожньою.

Практичному подоланню цих труднощів у побудові оптимального керування часто не може допомогти навіть використання найпотужніших сучасних комп'ютерів. У цих випадках науковцям залишається лише спрощувати постановки оптимізаційної задачі на шляху до відшукання функцій керування, які задовольнили би практичні потреби керованого процесу. Потрібні постановки спрощеної задачі часто здійснюються за допомогою апроксимації шуканих керувань у адекватно вибраних спрощених класах параметричних функцій. Успішному відшуканню адекватного класу параметричної функції керування допомагає поглиблене теоретичне дослідження властивостей оптимального керування у конкретній задачі. Наприклад, якщо теоретичними дослідженнями конкретної задачі встановлено, що оптимальне керування є релейною функцією, то в такому випадку відшукання оптимального керування зводиться до розв'язання простої задачі відшукання оптимальних моментів переключень. Аналогічно, якщо теоретично доведено, що оптимальне керування для даної конкретної задачі є лінійною функцією чи належить до іншого певного класу параметричних функцій, то побудова оптимального керування зводиться до розв'язання відповідно спрощеної оптимізаційної задачі відшукання оптимальних значень параметрів керування у вибраному класі параметричних функцій.

Відшукання оптимальних значень параметрів часто здійснюється за допомогою градієнтних методів. Градієнтними методами знаходять локальні розв'язки. Проте й локальні розв'язки не завжди досяжні градієнтним методом. Наприклад, наближення градієнтної ітераційної послідовності до мінімуму яроподібної функції може призупинитися далеко від мінімізатора через близьку ортогональність градієнта яроподібної функції до напрямку найшвидшого спуску.

Більш ефективні методи побудови оптимального керування основані на використанні теореми принципу максимума, за якою оптимальне керування визначається через розв'язування Пі-системи (спареної із спряженою системою). Проте й ці методи не забезпечують відшукання оптимального керування для нелінійних систем. Теоретичними дослідженнями було виявлено, що на ділянках неопуклості множини допустимих фазових швидкостей може не існувати оптимального керування у класах вимірних функцій, але визначається оптимальний режим із функціями керування з безмежною кількістю переключень. Такі керування неможливо реалізувати фізично і через це в таких умовах замість побудови оптимальних керувань будуютьсяя оптимальні фазові траєкторії для рівнянь у контингенціях на опуклих оболонках фазових швидкостей [3]. Використання опуклих оболонок фазових швидкостей отримало повне теоретичне обґрунтування для лінійних керованих процесів $dx(t)/dt = A(t) + g(u(t), t)$ і на цій основі створено чисельні алгоритми ефективної побудови оптимальних керувань для найширших класів лінійних задач оптимального керування та лінійних диференціальних ігр.

Більші труднощі виникають при побудові оптимальних керувань у випадку невідомих математичних моделей причинно-наслідкової залежності між керуваннями та фазовими траєкторіями керованих систем, а також у випадках багатокритеріальної оптимізації управління. Труднощі практичного розв'язування таких задач пов'язані зазвичай із відсутністю знань

про взаємодію керованих підсистем ієрархічно керованої складної системи, що описуються граф-операторними моделями. Побудова сучасного математично-комп'ютерного інструментарію для моделювання та паралельної оптимізації таких систем основана на використанні отримуваних даних про результати натурних спостережень. У цьому напрямку розвиваються методи комплексної побудови одночасно і моделей взаємодіючих підсистем і керувань цими підсистемами.

Задача комплексної оптимізація граф-операторних моделей є задачею багатокритеріальної оптимізації за критеріями мінімізації часу обчислень та за критеріями мінімізації похибок обчислених результатів. Комплексна оптимізація здійснюється з використанням методів розв'язуючих та асимптотично розвязуючих операторів. Методами розв'язуючих операторів задача побудови оптимальних керувань зводиться до простіших задач оптимізації керувань, які не включають фазових траєкторій керованих системи.

Особливі труднощі з'являються у тих випадках, де функціональні причинно-наслідкові залежності задаються не аналітично, а задаються таблично із неповними даними, що може призводити до великих похибок у обчисленні фазових траєкторій та траєкторій спряжених підсистем, оскільки у випадку стійкої керованої системи її спряжена система є нестійкою і навпаки і внаслідок цього інтегрування по часу спареної Пі-системи є нестійким процесом в обидві сторони інтегрування.

При наявності фазових обмежень різко зростає розмірність оптимізаційної задачі через появу додаткових функцій Лагранжа у спряжених системах. Через це до побудови ефективних чисельних алгоритмів обчислення оптимального керування та одночасної оптимізації граф-операторної моделі керованої системи додатково залучаються швидкозбіжні методи асимптотично розв'язуючих операторів у поєднанні із швидкозбіжними методами внутрішньої точки у функціональних просторах [2, 3].

Побудовані алгоритми комплексної оптимізації моделей керувань реалізують обчислення оптимізованої корекції керування та оптимізованої агрегації моделей підсистем на основі надходження додаткових даних із підсистем спостереження.

Асимптотично-розв'язуючі оператори другого порядку узагальнюють на випадок недиференцьовних критеріїв оптимальності відому в теорії автоматичного керування функцію чутливості, а асимптотично розв'язуючі оператори вищих порядків використовуються в алгоритмах вищих порядків збіжності для розв'язування нелінійних алгебро-інтегро-диференціальних Пі-систем оптимального керування і обґрунтування прийняття раціональних управлінських рішень.

За допомогою використання методів розв'язуючих операторів разом із методами внутрішньої точки створені чисельні алгоритми побудови узагальнених розв'язків задач оптимального керування складними системами із порожніми множинами допустимих розв'язків.

Література. **1.** Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения. – Киев: Изд-во Наук.думка – 2011. – 728 с. **2.** Бейко І.В., Зінько П.М., Наконечний О.Г. Задачі, методи і алгоритми оптимізації. – К.: "Вид.-полігр. Центр". – 2012. – 799с. **3.** Бейко І.В., Розвиток методів розв'язуючих та асимптотично-розв'язуючих операторів для побудови оптимальних та асимптотично-оптимальних математичних моделей // Вісник Київського університету. Серія: Кібернетика. – 2002. – Вип.3. – С.10–15.

Белошицкая О.К. [1], ***Настенко Е.А.*** [1,2]
[1] *Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина;* [2] *Национальный институт сердечно-сосудистой хирургии им. Н.М.Амосова НАМН Украины, Киев, Украина*

Исследование динамических особенностей нейронной сети головного мозга с обострениями на клеточно-автоматной модели

Клеточные автоматы являются очень эффективным средством моделирования физических и биологических процессов в теоретических исследованиях биологических проблем. Они охватывают основные глобальные особенности систем простых компонентов системы, которые взаимодействуют локально. Клеточный автомат (КА) – это дискретная динамическая система, которая представляет собой совокупность клеток (ячеек), которые одинаковым образом взаимодействуют между собой.

КА-подход позволяет изучить динамические особенности нейронной сети головного мозга и исследовать взаимодействия моделируемой среды и насыщение кислородом артериальных сосудов головного мозга.

Человеческий мозг можно смоделировать в виде нелинейной системы с пороговой активацией (регуляцией). Каждая клетка (ячейка) активируется или деактивируется, когда потенциал клетки, например, или значение потока достигают значений порога активации. При моделировании можно наблюдать пространственные и временные закономерности влияния, которые зависят от наличия шума.

Эпилепсия – это пароксизмальное и временное расстройство мозговой функции, которое возникает внезапно, прекращается автоматически и способно повторяться. Заболевание является клиническим проявлением автоматического возбуждения нейронов. Причинами эпилепсии могут служить мозговая травма во время родов, энцефалиты, черепные травмы, атеросклероз, опухоли мозга и другие. Но есть такие формы эпилепсии, в которых причину возникновения нельзя определить. Так как эпилепсия, как и любой другой физиологический процесс, может быть описана с помощью дифференциальных уравнений, то ее можно смоделировать с помощью КА. Пространство и время при моделировании – дискретные. Некоторые исследователи представили доказательства, что ЭЭГ является нелинейным сигналом с детерминированными и, возможно, хаотическими свойствами.

Хорошим методом визуализации динамического поведения деятельности головного мозга с обострениями служит фазовый портрет системы или аттрактор. Аттрактор создается обработкой каждой зависимой переменной системы от времени в фазовом пространстве в виде вектора. Каждый вектор представляет мгновенное состояние системы. Эти последовательно нанесены векторы в фазовом пространстве представляют эволюцию состояния системы с течением тактированного времени. Геометрические свойства аттракторов предоставляют информацию о глобальном состоянии системы.

Сигнал электроэнцефалограммы (ЭЭГ) во время незначительного эпилептического приступа можно охарактеризовать низкой размерностью хаоса, т.к. аттрактор имеет низкую фрактальную размерность и положительный показатель Ляпунова.

Приступы генерируются в детерминированных нелинейных хаотических системах, возникновение эпилептических припадков можно представить в виде прерывистых фазовых переходов системы.

Начало приступа представляет собой пространственно-временной переход от сложных к более упорядоченным состояниям.

КА-моделирования нормальной и эпилептической мозговой активности можно сравнивать с реальными данными ЭЭГ, которые соответствуют нормальной и патологической активности мозга. Для моделирования от нормального состояния мозга к эпилептическому приступу использовался двумерный КА, реализованный в программе – симуляторе КА Cellular Automata v.5.0, матрица которого представлена в виде квадрата со стороной 48 клеток, замкнутая в тор. Каждая возбудимая клетка – это отдельный нейрон, помещенный в диссипативную

среду. Совокупность всех клеток-нейронов для каждого состояния составляет сетку. Состояние клеток-нейронов изменяется в зависимости от состояния диссипативных клеток, непосредственно соседствующих с ним.

С помощью КА динамику ЭЭГ удалось сымитировать в виде серии численных значений с течением тактированного времени просмотра текущего состояния КА.

Целью вычислительных экспериментов было подобрать такие параметры модели, чтобы получить так называемый динамический режим с обострением.

В этом случае после участка низкоамплитудных, достаточно сложных колебаний сигнала наступает режим высокоамплитудных, более простых по составу колебаний, которые затем после определенного количества итераций вновь сменяются участком колебаний низкой амплитуды.

Режим с обострением, каковым является эпилептический приступ, удалось смоделировать путем введения в КА-модель следующих условий: матрица клеток должна содержать неоднородности в виде областей, в которых возбудимые клетки-нейроны располагались неравномерно (модель очаговой эпилепсии). Число таких «поврежденных» участков составляло от 1 до 5.

Потеря заряда диссипативных клеток была либо постоянной в течение каждого вычислительного эксперимента, либо могла изменяться в некотором заданном диапазоне (модель повреждения микроциркуляторной сети, кровоснабжающей нейронную сеть).

Кроме того, пороги возбуждения-успокоения могли быть равными по величине, либо отстоять друг от друга. Их величина также могла по-разному соотноситься с величиной потенциала возбужденной клетки–нейрона.

Вычислительные эксперименты показали, что режим с обострением возникает при:

- наличии неоднородностей расположения клеток-нейронов;
- как при постоянной, так и при переменной диссипации пассивных клеток (диссипативной среды);
- величина порогов (одного или обоих) должна быть существенно ниже потенциала возбужденной клетки-нейрона;
- разница порогов должна быть небольшой (не более 10-15 процентов от потенциала возбужденной клетки-нейрона).

Полученные результаты позволили спланировать следующую серию вычислительных экспериментов, направленных на моделирование так называемых эссенциальных, «не очаговых» форм эпилепсии, при которых очаг поражения головного мозга отсутствует. Особенностями КА модели в этом случае могут быть: переменный потенциал клеток-нейронов и/или пороги их возбуждения.

Помимо теоретических выводов, полученные результаты использованы в научно - исследовательской работе студентов для изучения и сопоставительного анализа различных количественных оценок сложности поведения нелинейных систем.

Литература. **1.** V. Tsoutsouras, G. Ch. Sirakoulis, G. P. Pavlos, A. C. Iliopoulos. Simulation of healthy and epileptiform brain activity using cellular automata. - International Journal of Bifurcation and Chaos, Vol. 22, No. 9 (2012) 1250229 (23pages). **2.** Freeman WJ. Simulation of chaotic EEG patterns with a dynamic model of the olfactory system. Biol Cybern 1987; 56: 139-150. **3.** Freeman WJ. Strange attractors that govern mammalian brain dynamics shown by trajectories of electroencephalography (EEG) potentials. IEEE Trans Cas 1988; 35: 781-784. **4.** Leonidas D. Iasemidis and J. Chris Sackellares. Chaos Theory and Epilepsy. – The Neuroscientist 2:118-126, 1996.. **5.** Babloyantz A, Destexhe A. Low dimensional chaos in an instance of epilepsy. Proc Natl Acad Sci USA 1986; 83: 3513-3517.

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Березин Д.С. *— рецензент Гусарова Н.Ф.*
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Россия

Создание унифицированной модели данных аналитической отчетности компаний розничной торговли

В работе рассмотрена задача автоматизации прикладного бизнес-процесса предоставления аналитической отчетности о продажах и товародвижении от компаний розничной торговли своим контрагентам. Модель структуры отчетности регламентирована договоренностью между сторонами, но ее представление меняется в зависимости от целей анализа. Подготовка отчетов для контрагентов по необходимому представлению требует времени. Более того, контрагентам требуется самостоятельно консолидировать данные, полученные от нескольких сетей.

Цель работы. Целью работы стало построение унифицированной модели данных аналитической отчетности компаний розничной торговли для создания информационной системы автоматизации процесса предоставления отчетности сетей розничной торговли контрагентам.

Для достижения поставленной цели были изучены информационные модели аналитических систем нескольких торговых сетей, а также проведено исследование мнения ключевых пользователей разрабатываемой системы на предмет необходимых сущностей хранения и их взаимосвязей.

В основу создаваемой модели легли следующие основные сущности:

1. Измерения:
   a) Товар;
   b) Торговая точка;
   c) Поставщик;
   d) Дата;
2. Группы показателей:
   a) Продажи;
   b) Закупки;
   c) Остатки.

Помимо сущностей, были выделены основные требования к проектируемой информационной системе:

1. Высокая скорость формирования отчетов;
2. Предоставление возможности настройки представления отчетов;
3. Полная настройка доступа пользователя к каждому разрезу, основанная на механизме ролей;
4. Интеграция в систему и консолидация данных, полученных от нескольких розничный сетей.

На основе результатов, полученных на предыдущих шагах, спроектированы логическая и физическая модели данных, позволяющие реализовать информационную систему, удовлетворяющую полученным требованиям. Были рассмотрены различные варианты организации хранения фактических данных в системе и выделен наиболее подходящий из них.

Основной результат работы. Основным результатом работы стала сформированная унифицированная модель архитектуры данных аналитической отчетности компаний розничной торговли. Предлагаемая модель позволяет организовать информационную систему, которая будет иметь возможность подстраиваться под конкретного клиента и обеспечивать весь необходимый функционал.

Бидюк П.И., Головатюк А.О.
Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина

Оценивание рыночных финансовых рисков альтернативными методами

Для оценки финансовых рисков банков очень часто применяется VaR-методология как эффективный комплексный подход прогнозирования рыночного риска. С экономической точки зрения показатель VaR характеризует величину, которую не превысят ожидаемые в течение определенного периода потери с заданной вероятностью.

Рассмотрим расчет VaR с уровнем доверия α составной случайной величины потерь L^+ имеющие форму: $L^+ = \sum_{i=1}^{d} L_i$,

где $L_1, \ldots, L_d$ отвечают случайным величинам потерь в соответствии с типом риска на протяжении фиксированного временного интервала T. VaR агрегированной переменной L^+, рассчитанный для доверительного уровня $\alpha \in (0;1)$, является α – квантилем для распределения, которое можно определить следующим образом:

$$VaR_\alpha(L^+) = F^{-1}{}_{L^+}(\alpha) = inf\{x \in \mathbb{R} : F_{L^+}(x) > \alpha\}, \quad (1)$$

где $F_{L^+}(x) = P(L^+ \leqslant x)$ функция распределения L^+.

Как статистическая величина при α близкому к 1, $VaR_\alpha(L^+)$ являет собой экстремально допустимую меру потерь, т.е. вероятность $P(L^+ > VaR_\alpha(L^+)) \leqslant 1 - \alpha$ будет небольшой.

Для того чтобы вычислить $VaR_\alpha(L^+)$, необходимо построить модель для случайного вектора $(L_1, \ldots, L_d)^{'}$. Это потребует наличие большого d - мерного массива исторических данных о произошедших потерях, которого часто нет в наличии. Как правило, известны или статистически оцениваются только функции распределения F_i для L_i, в то время как структура зависимости между L_i является либо полностью, либо частично неизвестной. Подобная ситуация также часто происходит в анализе данных кредитного риска. В стандартной практике общий объём капитала C, который будет определен, состоит из суммы VARов в доверительным уровнем $\alpha = 0,999$ для случайных величин потерь L_i, а именно:

$VaR_\alpha{}^+(L^+) = \sum_{i=1}^{d} VaR_\alpha(L_i) = \sum_{i=1}^{d} F^{-1}{}_i(\alpha)$.

В действительности, на производстве расчет C выполняется так:

$$C = \delta VaR_\alpha{}^+(L^+), 0 < \delta < 1; \quad (2)$$

где значение δ часто в диапазоне (0,7 ; 0,9) и отражает так называемые эффекты диверсификации. Капитал, рассчитанный на основании (2), предполагает субаддитивный режим для VaR , т.е. $VaR_\alpha(L^+) = VaR_\alpha(\sum_{i=1}^{d} L_i) \leqslant \sum_{i=1}^{d} VaR_\alpha(L_i) = VaR_\alpha{}^+(L^+)$.

В случае $\delta = 1$ (отсутствует диверсификация) в (2) может быть математически оправдано предположение об идеальной положительной зависимости (что подразумевает максимальную корреляцию) среди маргинальных рисков. Практики критикуют это предположение из-за его нереалистичности; заметим, что случайные потери неидеально коррелируют с учетом их гетерогенной природы.

Для улучшения качества оценок и повышения надежности результатов :

- введем алгоритм, позволяющий вычислить уточненные оценки для VaR для многомерного неоднородного портфеля размерностью d (несколько сотен);
- мы показываем, что дополнительная положительная зависимость, добавленная поверх маргинальных распределений, практически не улучшает границы VaR;
- также показываем, что дополнительная информация на подвекторах большей размерности, возможно, приводит к более узким границам VaR;
- демонстрируем, что такие структуры, как копулы приводят к наихудшим сценариям.

Литература. **1.** P. Embrechts "Model uncertainty and VaR aggregation"P. Embrechts, G. Puccetti, L. R¨uschendorf, RiskLab, Department of Mathematics, Zurich, Switzerland, 2012. **2.** A.Resti and A.Sironi, *Risk Management and Shareholders' Value in Banking*, Ed. New York: Wiley, 2007, p.782.

Бідюк П.І., Низовий Д.Ю.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Дослідження нелінійних нестаціонарних процесів в економіці та фінансах статистичними методами

В сучасній економетриці існує ряд важливих завдань, що потребують якісних математичних рішень. Наприклад, дуже актуальним для інвесторів є обчислення та прогнозування коефіцієнта β, що за означенням є відношенням дохідності активу до дохідності портфелю (найчастіше в якості активів виступають акції різних компаній, а в якості портфеля — базовий фондовий індекс). Також затребуваним є дослідження попарної кореляції між різними активами та індикаторами. Також завжди актуальним залишається прогнозування ціни активу і побудова індикаторів технічного аналізу, які надають додаткову інформацію. [1]

Дослідження фінансових процесів в економіці, а саме на фондовому ринку, значно ускладняється нестаціонарністю і нелінійністю процесів ціноутворення, впливом на цей процес значної кількості випадкових збурень, що не завжди можуть бути адекватно врахованими при побудові математичних моделей за статистичними даними. Клас нестаціонарних процесів є досить широким і включає в себе процеси з детермінованими і стохастичними трендами, процеси зі змінною дисперсією, процеси, які характеризуються змінними у часі математичними сподіванням та змінною дисперсією одночасно, процеси зі змінною коваріацією (дисперсійно-коварійна нестаціонарність) [4, 5]. До класу нелінійних відносять процеси зі стохастичними чи нелінійними трендами а також деякі процеси зі змінною дисперсією — гетероскедастичні процеси. Для дослідження процесів на фондовому ринку прийнято застосовувати моделі з наявністю трендів та моделі гетероскедастичності, що передбачають зміну дисперсії процесів в часі. Це природно пояснюється наявністю на ринку періодів росту чи падіння та відповідно періодів наростання чи спадання об'єму та волатильності. [4]

Існує велика кількість моделей часових рядів з наявністю трендів. В [2] та [3], зокрема описуються тренди, побудовані на поліноміальних та тригонометричних функціях. Моделі із періодичними трендами застосовуються для дослідження процесів, що схильні до сезонних змін. Хоча, звичайно, в якості тренду можна обрати залежності інших типів, наприклад експоненційну чи гіперболічну. Вибір залежності для побудови пояснюється природою досліджуваного процесу. Математичний опис гетероскедастичних процесів складається з моделей для опису основної змінної і моделей для опису волатильності. Найефективнішими моделями опису волитильності нестаціонарних процесів фондового ринку на сьогодні вважаються моделі ARCH та GARCH. Модель авторегресії умовної гетероскедастичності ARCH основана на ідеї про залежність дисперсії від історичних значень процесу. Узагальнена ARCH (GARCH) крім того передбачає вплив на дисперсію в поточний момент часу попередніх значень самої дисперсії [4, 5]. На сьогодні авторами виконано успішно великий об'єм обчислювальних експериментів з побудови і практичного застосування моделей нелінійних нестаціонарних процесів, створено спеціалізовану СППР для виконання таких досліджень. Функції системи постійно розширюються і модифікуються.

Література. **1.** Hocking R. R. Methods and application of linear models. — New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2003. — 741p. **2.** Graybill F., Ieyr H. Regression Analysis: Concepts and Applications. — Belmont, California: Duxbury Press., 1994. — 650p. **3.** Rawling J., Pantula G., Dickey D. Applied Regression Analysis: a research tool. — New York: Springer-Vergal New York, Inc., 1998. —- 678p **4.** Tsay R. Analysis of Financial Time series: Financial Econometrics. — New York: John Wiley & Sons, Inc., 2001. — 448 p. **5.** Бідюк П.І., Романенко В.Д., Тимощук О.Л. Аналіз часових рядів. – Київ: НТУУ «КПІ», Політехніка, 2013. — 607 с.

***Білущак Ю.І.*[1], *Гончарук В.Є.*[1,2], *Чернуха О.Ю.*[1]**

[1] *Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С.Підстригача НАН України, Львів, Україна;* [2] *Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна*

Математичне моделювання процесів дифузії за каскадного розпаду мігруючих речовин

За континуально-термодинамічним підходом побудована математична модель дифузійних процесів з урахуванням каскадного розпаду типу хімічних реакцій домішкової речовини в багатокомпонентному середовищі (рис. 1а). Основні положення моделі викладені у варіанті аксіоматизації, запропонованому в праці [1]. Розглянуто багатокомпонентні системи, в яких кожній компоненті поставлено у відповідність континуум, з допомогою якого описано кінематичні та деформаційні властивості компонент. Для конкретної схеми розпаду (каскадного розпаду) домішкової речовини формульовано балансові співвідношення, які відображають закони збереження маси, імпульсу та енергії. З використанням концепції локальної термодинамічної рівноваги побудовано рівняння стану та рівняння балансу ентропії, на основі якого записано кінетичні рівняння. На основі вибору в якості розв'язуючих функцій концентрації домішкових компонент, вектори переміщення точок континуумів фаз, густини та температури фаз, сформульовано ключову систему рівнянь, яка в подальшому лінеаризується.

У шарі товщини ξ_0 розглянуто дифузію розпадних домішок, які в наслідок радіоактивного розпаду, хімічних реакцій тощо розпадаються і утворюють частинки інших домішкових речовин, які також можуть розпадатися. Схема каскадного розпаду частинок наведена на рис.1а, де частинки речовини $\mathbf{K}^{(N)}$ є нерозпадними (нешкідливими) речовинами.

Для одновимірного за просторовою координатою випадку рівняння дифузії у безрозмірних змінних τ, ξ [1] мають вигляд

для кроку розпаду $i = 0$

$$\frac{\partial c^{(0)}}{\partial \tau} = d^{(0)} \frac{\partial^2 c^{(0)}}{\partial \xi^2} - a^{(0)} c^{(0)}, \tag{1а}$$

для кроку розпаду $i = \overline{1, N-1}$

$$\frac{\partial c^{(i)}}{\partial \tau} = d^{(i)} \frac{\partial^2 c^{(i)}}{\partial \xi^2} + a_\lambda^{(i-1)} c^{(i-1)} - a^{(i)} c^{(i)}, \tag{1б}$$

для $i = N$

$$\frac{\partial c^{(N)}}{\partial \tau} = d^{(N)} \frac{\partial^2 c^{(N)}}{\partial \xi^2} + \sum_{i=0}^{N-1} a_\lambda^{(iN)} c^{(i)} \tag{1в}$$

за нульових початкових

$$c^{(i)}(\xi, \tau)\big|_{\tau=0} = 0, \quad i = \overline{0; N} \tag{2}$$

і граничних умов

$$c^{(0)}(\xi, \tau)\big|_{\xi=0} = c_0 \equiv const, \quad c^{(0)}(\xi, \tau)\big|_{\xi=\xi_0} = 0; \tag{3а}$$

$$c^{(i)}(\xi, \tau)\big|_{\xi=0} = 0, \quad c^{(i)}(\xi, \tau)\big|_{\xi=\xi_0} = 0, \quad i = \overline{1; N}. \tag{3б}$$

Тут $c^{(i)}(\xi, \tau)$ – концентрація, а $d^{(i)}$ – коефіцієнт дифузії частинок на i-му кроці розпаду,$i = \overline{0; N}$, $a_\lambda^{(i)}(i = \overline{0; N})$, $a_\lambda^{(iN)}(i = \overline{0; N-1})$ – коефіцієнти, які визначають частки речовин, що утворюються при розпаді на кроці $i-1$, $a^{(i)}$ – коефіцієнти інтенсивності розпаду частинок на i-му кроці, $i = \overline{0; N-1}$.

Розв'язок крайової задачі (1а), (2), (3а) для $i = 0$ знайдений у вигляді

$$\frac{1}{c_0} c^{(0)}(\xi, \tau) = 1 - \frac{\xi}{\xi_0} + \frac{a^{(0)}}{d^{(0)}} \left[1 - \frac{\xi}{\xi_0} - \frac{\operatorname{sh} \eta(\xi_0 - \xi)}{\operatorname{sh} \eta \xi_0} \right] - \frac{2}{\xi_0} \sum_{k=1}^{\infty} y_k \frac{\sin y_k \xi}{y_k^2 + \eta^2} e^{-(d^{(0)} y_k^2 + a^{(0)})\tau}, \tag{4}$$

де $\eta = \sqrt{a^{(0)}/d^{(0)}}, y_k = k\pi/\xi_0$.

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

У загальному випадку для $i = 1, \ldots, N-1$ розв'язок крайової задачі (1б), (2), (3б) подамо через функцію Гріна

$$c^{(i)}(\xi, \tau) = a^{(i)} \int_0^{\tau} \int_0^{\xi_0} G^{(i)}(\xi, \xi'; \tau, \tau') c^{(i-1)}(\xi', \tau') d\xi' d\tau', \tag{5}$$

де $G^{(i)}(\xi, \xi'; \tau, \tau')$ – функція Гріна задачі (1б), (2), (3б) для $i = 2, \ldots, N-1$, тобто є розв'язком відповідної задачі дифузії з точкового джерела на i-му кроці розпаду за нульових крайових умов, а саме

$$\frac{\partial G^{(i)}}{\partial \tau} - d^{(i)} \frac{\partial^2 G^{(i)}}{\partial \xi^2} + a^{(i)} G^{(i)} = \delta(\tau - \tau')(\xi - \xi'); \tag{6}$$

$$G^{(i)}(\xi, \xi'; \tau, \tau')\big|_{\tau=0} = G^{(i)}(\xi, \xi'; \tau, \tau')\big|_{\xi=0} = G^{(i)}(\xi, \xi'; \tau, \tau')\big|_{\xi=\xi_0} = 0, \quad i = \overline{2, N-1}. \tag{7}$$

Для випадку $i = N$ (нерозпадні або нешкідливі домішки) процес масоперенесення описується крайовою задачею (1в), (2), (3б). Її розв'язок також подамо через відповідну функцію Гріна аналогічно до (5)

$$c^{(N)}(\xi, \tau) = \int_0^{\tau} \int_0^{\xi_0} G^{(N)}(\xi, \xi'; \tau, \tau') \sum_{i=0}^{N-1} a_{\lambda}^{(iN)} c^{(i)}(\xi', \tau') d\xi' \tau', \tag{8}$$

де $G^{(N)}(\xi, \xi'; \tau, \tau')$ – функція Гріна задачі (1в), (2), (3б) і задовольняє відповідну крайову з точковим джерелом

$$\frac{\partial G^{(N)}}{\partial \tau} - d^{(N)} \frac{\partial^2 G^{(N)}}{\partial \xi^2} = \delta(\tau - \tau')(\xi - \xi'); \tag{9}$$

$$G^{(N)}(\xi, \xi'; \tau, \tau')\big|_{\tau=0} = G^{(N)}(\xi, \xi'; \tau, \tau')\big|_{\xi=0} = G^{(N)}(\xi, \xi'; \tau, \tau')\big|_{\xi=\xi_0} = 0. \tag{10}$$

На основі формул (4), (5), (8), а також розв'язків крайових задач (6), (7) і (9), (10) розроблений пакет програм для компютерного моделювання процесів дифузії за каскадного розпаду мігруючих частинок. Схема модуля пакету для розрахунку концентрацій розпадних мігруючих частинок наведено на рис. 1б.

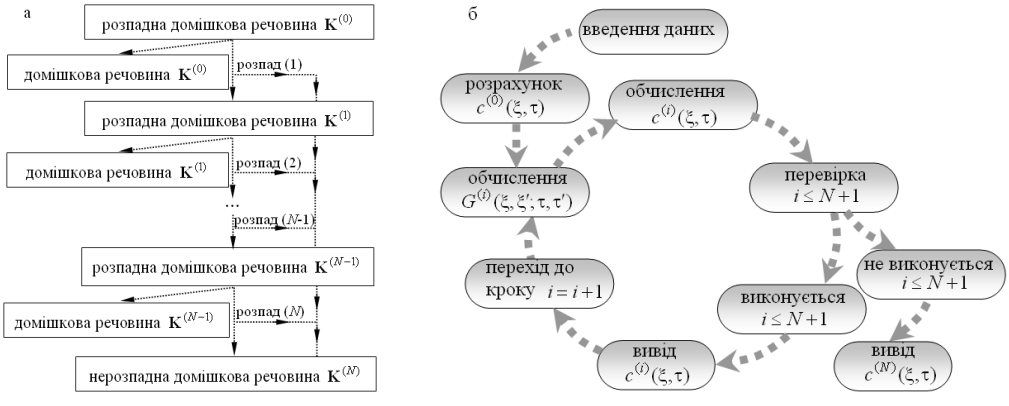


Рис. 1. Схеми каскадного розпаду домішкових речовин (а) та модуля пакету розрахунку концентрацій розпадних частинок (б)

Література. **1.** Чапля Є., Чернуха О. Математичне моделювання дифузійних процесів у випадкових і регулярних структурах. – Київ: Наук. думка, 2009. – 302 с.

***Болдак А.О.*[1]; *Пшінограєв І.О.*[1,2] *Ільченко К.О.*[1,2]**
[1] *Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна;* [2] *Світовий центр даних з геоінформатики та сталого розвитку, Київ, Україна*

Огляд підходів для оцінювання та аналізу суспільства, заснованого на знаннях

Концепція суспільства, заснованого на знаннях, сформована в 1960-1970 роках минулого століття, як узагальнення тенденції все більш активного використання знань в різноманітних галузях суспільного життя на основі впровадження новітніх технологій, в першу чергу ІКТ, в подальшому була розвинута до поняття, сформульованого в 2005 р. у звіті ЮНЕСКО "До суспільств знань" [1], що визначає знання як одну з головних рушійних сил сучасного суспільного розвитку.

В рамках цієї роботи за методикою ООН ([2]) було розраховано значення індексу k-суспільства з 2008 року. На рис. 1 представлені результати обрахунків для України.



Рис. 1. Значення розрахованого індексу k-суспільства для України за методикою ООН

Основні наукові підходи, що використовуються провідними міжнародними організаціями для оцінювання та аналізу розвитку k-суспільства, передбачають побудову системи критеріїв, індикаторів та індексів [1]- [3], та мають 2 суттєвих недоліки.

По-перше, ці підходи обмежуються побудовою моделей окремих рівнів k-суспільства або направлені на дослідження окремих явищ і процесів. Навіть одночасне використання низки таких специфічних (та зазвичай неузгоджених) моделей не дозволяє виявити системні властивості, що визначають розвиток суспільства, заснованого на знаннях.

А по-друге, ці підходи передбачають аналіз k-суспільства, виходячи лише з наявної інформації, що відображає стан соціально-економічної системи через індикатори. Таке безпідставне спрощення моделі об'єкту дослідження може привести до недостатнього рівня її повноти внаслідок того, що: а) певні істотні фактори виключаються з моделі через інформаційну незабезпеченість, і можливі помилкові висновки про непередбачуваність та, відповідно, некерованість процесів розвитку складних соціально-економічних систем; або навпаки б) випадкові але інформаційно-забезпечені фактори відносяться до значущих, що загрублює чутливість моделі.

В подальшому робота буде спрямована на подалання цих недоліків при оцінюванні та аналізі розвитку k-суспільства.

Література. **1.** UNESCO World report: Towards Knowledge Societies. Paris: UNESCO 2005 **2.** Understanding Knowledge Societies in Twenty Questions and Answers with the Index of Knowledge Societies. New York: UNPAN. Retrieved November 30, 2005 **3.** Taking European Knowledge Society Seriously. Report of the Expert Group on Science and Governance to the Science, Economy and Society Directorate, Directorate-General for Research, European Commission 2007

Дослідження виконано в рамках фундаментальної теми №2708ф "Методологія кількісного оцінювання та аналізу розвитку суспільства, заснованого на знаннях".

Борисевич А.В.
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Санкт-Петербург, Россия

Принцип эквивалентности поведения для линеаризации обратной связью нелинейных систем с особенностями

Постановка задачи. Возьмем следующую реализацию нелинейной системы в пространстве состояний:

$$\dot{x} = f(x) + \sum_{i=1}^{m} g_i(x)u_i,\ y = h(x), \tag{1}$$

где $x \in \mathbb{R}^n$, $y \in \mathbb{R}^m$, $u \in \mathbb{R}^m$, функции $f : \mathbb{R}^n \to \mathbb{R}^n$, $g_i : \mathbb{R}^n \to \mathbb{R}^n$, $h : \mathbb{R}^n \to \mathbb{R}^m$ являются гладкими векторными полями $f, g, h \in C^\infty$.

Пусть линейная система, которая должна быть получена после преобразования, задана в виде

$$\dot{\xi} = a\xi + bv,\ \psi = c\xi, \tag{2}$$

где $\xi \in \mathbb{R}^n$, $\psi \in \mathbb{R}^m$, $v \in \mathbb{R}^m$, матрицы a, b, c – соответствующей размерности.

Применим принцип эквивалентности поведения [2] к задаче линеаризации обратной связью. Пусть динамическая система $\Sigma_{NL} : u \mapsto y$ задана уравнением (1), а динамическая система $\Sigma_L : v \mapsto \psi$ в виде (2). Обратная связь $u = u(x, v)\mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^m \to \mathbb{R}^m$: преобразует систему Σ_{NL} в Σ_L на некоторой управляющей траектории $v(t)$ если поведение (реакция выходов) обеих систем совпадают: $\Sigma_{NL} \circ u(x, v(t)) = \Sigma_L \circ v(t)$

Для ряда практически важных объектов управления преобразование $u(x, v)$ не может быть определено для всего фазового пространства, поскольку существует многообразие $X_0 \subset \mathbb{R}^n$, на котором отображение u сингулярно.

Линеаризация на основе эквивалентности поведения. Рассмотрим алгоритмический процесс, применение которого позволяет добиться эквивалентности выходных реакций систем Σ_L и Σ_{NL}. Пусть заданы дискретные моменты времени $T = \{t_0, t_1, ...t_n\}$, траектория входа $v(t_i)$ и реакция выхода $\psi(t_i)$. Эквивалентность в моменты времени T может быть получена в результате решения последовательности задач обнуления (приведения в ноль) состояния выхода $e(t) = y(t) - \psi(t_i)$.

Предположим, что в момент времени t_i значения выходов одинаковы $y(t_i) = \psi(t_i)$. Тогда, если $\Delta t_i = t_{i+1} - t_i$ достаточно мало, то решение задачи установки выхода y в состояние $\psi(t_{i+1})$ может быть выполнено на основе линеаризации системы (1) в точке $(x(t_i), u(t_i))$.

Продифференцируем каждый выход (1) таким образом, чтобы выражение y_j в явном виде зависело хотя бы от одного входа u_i. В результате получаем:

$$y_j^{(r_j)} = \mathcal{L}_f^{r_j} h_j + \sum_{i=1}^{m} \mathcal{L}_{g_i} \mathcal{L}_f^{r_j - 1} h_j \cdot u_i = B(x) + A(x) \cdot u, \tag{3}$$

где $\mathcal{L}_f \lambda$ – производная Ли функции λ по полю f.

Отсюда $B(x(t_i))$, $A(x(t_i))$ – матрицы коэффициентов линеаризации системы в момент времени t_i.

В частности, если линейная система (2) такова, что

$$\psi_i^{(r_j)} = v_j, \tag{4}$$

где r_j – относительная степень выхода y_j в исходной нелинейной системе (1), то следующее управление

$$u = A(x)^{-1}[v(t_{i+1}) - B(x)], \tag{5}$$

устанавливает выход y в состояние $\psi(t_{i+1})$. Утверждение может быть элементарно доказано с помощью дифференцирования выхода ошибки $e(t) = y(t) - \psi(t_i)$. Преобразование (5) фактически является линеаризацией обратной связью.

Применение к системам с особенностями. Пусть в некоторый момент t_i матрица A вырождена $\det A(x(t_i)) = 0$. В таком случае, преобразование (5) становится сингулярным и система (1) не является линеаризуемой.

Задача состоит в переводе выхода y системы (1) из состояния $y(t_i) = \psi(t_i)$ в заданное $\psi(t_{i+1})$. В рамках предложенного подхода, может быть применены методы продолжения решения по параметру [2]. Для этого запишем линейную комбинацию выходов (1) и (2) на интервале времени $[t_i, t_{i+1}]$

$$H = (1 - \lambda) \cdot (\psi - \psi(t_i)) + \lambda \cdot (y - \psi(t_{i+1})), \tag{6}$$

где $\psi(t_i) = y(t_i)$, и λ – изменяемый параметр.

Дифференцируя каждый компонент H_i в (6), получаем после преобразований в векторной форме

$$H^{(r)} = \mathcal{A}_1(x, \xi, \lambda)u + \mathcal{A}_2(x, \xi)\lambda^{(r_{\max})} + \mathcal{B}(x, z, \Lambda), \tag{7}$$

где $\Lambda = (\lambda, \dot{\lambda}, \ddot{\lambda}, ..., \lambda^{r_{\max}})$, $r_{\max} = \max\{r_i\}$, $H^{(r)} = (H_1^{(r_1)}, H_2^{(r_2)}, ...H_m^{(r_m)})^T$, а выражения для $\mathcal{A}$ и $\mathcal{B}$ совпадают с (20) из [2].

Предположим, что $\operatorname{rank}\mathcal{A}(x, \xi, \Lambda) = m$ всюду вдоль траектории $v(t)$ – это стандартное предположение при использовании методов продолжения решения по параметру. Тогда на основе теоремы 1 из [2] можно показать, что существует траектория $(u(t), \lambda(t))$, задаваемая уравнением

$$\begin{pmatrix} u \\ \lambda^{(r_{max})} \end{pmatrix} = \alpha \cdot \tau(\mathcal{A}) + \mathcal{A}^{+}(v - \mathcal{B}), \tag{8}$$

где $\mathcal{A} \cdot \tau = 0$, $\|\tau\|_2 = 1$, $\det \begin{pmatrix} \mathcal{A} \\ \tau^T \end{pmatrix} > 0$, $\alpha = \text{const} \in \mathbb{R}_+$, которая начинается в момент времени t_i с $\Lambda = 0$, пересекает значение $\lambda = 1$ и трансформирует (7) в $H^{(r)} = v$.

Заметим, что в момент времени t_i где $\lambda = 0$, верно $H = \psi - \psi(t_i) = 0$. Если траектория $(u(t), \lambda(t))$ достигает значение $\lambda = 1$, то $H = y - \psi(t_{i+1}) = 0$ и задача установки значения $y = \psi(t_{i+1})$ оказывается решенной.

В результате получается следующий алгоритм линеаризации по обратной связи систем вида (1) с особенностями:

Для каждого дискретного момента времени t_i, в котором достигается эквивалентности систем (4) и (3):

0. моделировать систему (4) на входном воздействии $v(t)$ в интервале времени $t \in [t_i, t_{i+1}]$,
1. если $\det A(x(t_i)) \neq 0$, то применять преобразование (5),
2. иначе положить $\Lambda = 0$, и интегрировать (8) до тех пор, пока $\lambda < 1$.

Более детальный анализ уравнений (7) и (8) показывает, что (5) – это частный случай (8) при $\lambda = 1$ и $\dot{\lambda}, \ddot{\lambda}, ..., \lambda^{r_{\max}} = 0$. Таким образом, оба преобразования можно скомбинировать в одно, отличающееся только динамикой параметров Λ.

Литература. **1.** Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы / И. В. Мирошник – СПб: Питер, 2006. – 272 с. **2.** Borisevich A. Numerical homotopy continuation for control and online identification of nonlinear systems: the survey of selected results // arXiv preprint arXiv:1301.6230. – 2013.

Булах В.А., Перепелкина Л.В., Синельникова О.И.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

Модели и методы поддержки принятия инвестиционных решений для определения приоритетов развития первичной жилой недвижимости

This paper addresses the problem of determining the priority of primary residential real estate development for the entire city. In fact, the problem is reduced to the determination of alternative vectors of real estate for all the territories of priority development.

В работе рассматривается проблема определения приоритета развития первичной жилой недвижимости для любой точки города. По сути задача сводится к определению для всех территорий города векторов приоритетности развития альтернатив недвижимости. Предложена модификация подхода на основе восстановления функции зависимости приоритета недвижимости от независимых факторов с помощью МГУА.

Однако создание объекта недвижимости не ограничивается этапом возведения. Существует этап предпроектной подготовки, включающий в себя согласование различной документации, проведения экспертиз, а так же привлечение инвесторов, готовых профинансировать объект.

Как и любое другое, инвестирование в недвижимость имеет свою специфику, и требует привлечения консультантов и специалистов для поддержки принятия решений. Поэтому инвесторы активно привлекают к процессу девелопмента (управление развитием недвижимости) экспертов, которые могут дать оценку или прогноз возможной экономической выгоды, предложить наилучшее экономическое использование объекта.

Одной из главных задач девелопмента (управление развитием недвижимости) является определение инвестиционной привлекательности территорий города, определение приоритетов развития недвижимости.

Основная задача наших исследований: определение для всех территорий города векторы приоритетности развития альтернатив, с учетом градостроительных особенностей города, транспортной инфраструктуры, уровня развития инженерных сетей, социальных характеристик территорий и окружающей среды, а также рыночной конкурентной среды.

Теоретической и методологической основой исследования послужили фундаментальные труды ученых, посвященных актуальным вопросам в области как инвестирования, так и области оценки и экономики недвижимости, решению задач информатизации слабо формализованных данных, а так же разработке систем поддержки принятия решений посвящены работы: М.В.Новожилова [3], Н.Г.Долгова [3], П.М., А.И. Драпиковский [2], И.Б. Иванова [2], Н.С. Игнатенко [2], Дж. Бендата [1], А. Пирсола [1].

Рассмотрим возможные подходы к решению поставленной задачи принятия инвестиционных решений для определения приоритетов развития первичной жилой недвижимости:

- первый подход, основанный на построении функции оценки приоритетности, исходя из экспертных суждений и аддитивной свертки влияния факторов;

- второй подход, позволяющий по заданному набору точек приоритетов для некоторых объектов недвижимости построить всю поверхность приоритетов недвижимости в городе, на основе методов аппроксимации;

- третий подход, позволяющий по заданному набору точек восстановить функцию зависимости приоритета недвижимости от независимых факторов, таких как индивидуальные характеристики объектов, а так же факторов географического местоположения объекта в городе.

Недостатком 1-го подхода является зависимость от мнения эксперта по влиянию определенных факторов на процесс ценообразования, а также отсутствие возможности этот подход гибко экстраполировать в целом на город. 2й метод не позволяет учесть особенности территории в промежутках между имеющимися данными, то есть цена между известными данными будет вычисляться как средне взвешенное значение, а при этом не будет учитываться, например, изменение транспортной или социальной инфраструктуры на той или иной территории.

В виду этого особый интерес представляет 3й подход предполагающий построение модели, учитывающей многофакторную зависимость от факторов географического расположения объекта и от индивидуальных характеристик объекта представляется наиболее целесообразным в виду широты учета ценобразующих факторов.

Для построения функции зависимости цены за метр квадратный от независимых факторов было рассмотрено множество видов и классов моделей, используемых при многофакторном моделировании, в результате чего было отобрана комбинированная модель вида, описанного ниже.

Модель, полученная по МГУА с частичными описаниями (1) может быть очень сложной и громоздкой и тем самым может включать в себя слишком сложные варианты зависимостей, которые не проявляются в исследуемых данных, поэтому мы использовали другой подход получения сложной многофакторной модели, но в тоже время убрали взаимные зависимости временных рядов высоких порядков.

$$f(x_i, x_j) = a_0 + a_1 x_i + a_2 x_j + a_3 x_i x_j + a_4 x_i^2 + a_5 x_j^2 \tag{1}$$

где:x_i, x_j – независимые факторы или частичные описания предыдущего слоя.

Определить структуру зависимости $x_i, i = \overline{1,n}$ от y на основе дисперсионного анализа, получаем вектор функций вида (2)

$$F_i^m(x_i) = a_0 + \sum_{i=1}^{m}(a_j x_i^j), i = \overline{1,n}, m = \overline{1,M} \tag{2}$$

$$m_i = \mathrm{ArgMin}_{m=\overline{1,M}} \left[\frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N} \left(F_i^m(x_i^j) - y^j \right)^2 \right], i = \overline{1,n} \tag{3}$$

Далее собирается результирующая модель путем суммирования однофакторных:

$$y = F(\overline{x}) = \sum_{i=1}^{n} F_i^{m_i}(x_i) = a_0 + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m_i} a_{i,j} x_i^j, \overline{x} = \{x_i\}, i = \overline{1,n} \tag{4}$$

Данную модель необходимо дополнить зависимостями между факторами, ее можно получить МГУА с частичными описаниями вида (5), обозначим результирующую модель $F_{GDMH}(\overline{x})$

$$f(x_i, x_j) = a_0 + a_1 x_i + a_2 x_j + a_3 x_i x_j \tag{5}$$

Результирующая обобщенная модель будет иметь следующий вид:

$$y = a_1 F(\overline{x}) + a_2 F_{GDMH}(\overline{x}) \tag{6}$$

К недостаткам всех трех методов можно отнести отсутствие учета макроэкономической составляющей (фактора, или набора факторов, которые отражали бы макроэкономическую ситуацию в стране, как уровень инфляции, ВВП, экспорта, импорта и т.д.). Также недостатком можно считать отсутствие адаптивности к изменяемым условиям у первых двух методах, где необходимо делать пересчет результирующий модели. Неоспоримым достоинством третьего метода является модель ценообразования объектов недвижимости с учетом характеристик объекта и географической структуризации города.

Литература. **1.** Дж. Прикладной анализ случайных данных/Дж. Бендат, А.Пирсол –М.: Мир, 1989–540с. **2.** Драпиковский А.И. Оценка недвижимости / А.И. Драпиковский, И.Б. Иванова, Н.С. Игнатенко.–К.: Ега-Басма, 2007.–480 с. **3.** Новожилова М.В. Критерии определения привлекательности районов города для реализации девелоперских проектов / М.В.Новожилова, Н.Г.Долгова - Харків: Наук. вісн. Будівництва, ХДТУБА, ХОТВ АБУ, Вип. 38. 2006.- 219-225с.

Буценко Ю.П., Лабжинський В.А.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Модель керування природно-технічною системою з неповною інформацією на основі керованого ланцюга Маркова

Розглядається природно-технічна система, що складається з технологічних об'єктів, навколишнього середовища та системи екологічного моніторингу. В роботі [1] побудована марківська модель функціонування такої системи, яка дозволяє розв'язувати основні оптимізаційні задачі. В той же час специфіка такої системи (різноманітність технологічних об'єктів як за власне технологічними характеристиками, так і за формами власності, можливість їх діяльності у різних режимах аж до раптового припинення) вимагає розглядати як найбільш адекватну в цьому випадку модель керованого скінченного ланцюга Маркова з неповною інформацією (КСЛМ-НІ), розглянуту в роботі [2]. На практиці це означає, що кожній вибраній стратегії стратегії керування відповідає деяка множина ланцюгів Маркова з прибутком та ресурсом. Первинною задачею при цьому виявляється встановлення "рейтингу" можливих (виходячи з наявного законодавства, адміністративних та інформаційних можливостей) стратегій. При цьому таке частинне впорядкування може грунтуватися на різних оцінках їхньої ефективності. Також можливим є порівняння ефекту використання конкретної стратегії, що є актуальною з тих чи інших міркувань, з "найгіршою" та "найкращою" з можливих стратегій. Останню задачу розв'язують шляхом використання чисельних методів побудови ϵ-оптимальної та ϵ-мінімальної стратегій. Принциповим виявляється, в цьому випадку факт однорідності ланцюгів Маркова, побудованих в обох цих випадках. Це дозволяє:

- ефективно контролювати відповідність розрахованої матриці перехідних імовірностей P реальним перехідним характеристикам системи (внаслідок збільшення об'єму чи обсягу статистичної вибірки);
- згідно з результатами [3] дозволяє класифікувати стани системи, характеризуючи кожен з них як з точки зору ймовірнісних характеристик (зворотність, стаціонарна ймовірність), так і еколого-економічних параметрів;
- використання ітераційних методів знаходження стаціонарних розподілів КСЛМ визначає можливість розрахунку середніх часів перебування системи у кожному зі станів вказаного типу із наперед заданою точністю, що дає додаткову можливість контролю адекватності моделі.

Результати роботи [2] ґрунтуються на припущеннях про те, що множина можливих стратегій керування є скінченною або може бути визначена системою лінійних нерівностей, що визначають обсяги доступних для використання ресурсів. Специфіка досліджуваних у цій роботі природно-технічних систем полягає в наявності скінченної множини "рівневих" стратегій (пов'язаних з обсягом капіталовкладень, існуючим рівнем забруднення довкілля, прогнозованим економічним ефектом тощо), причому кожен такий "рівень" накладає специфічні як за числовими параметрами, так і за формальною структурою обмеження. Тому задача оптимізації насправді розгалужується на таку кількість задач, скільки існує вищезгаданих рівнів, із наступним порівнянням отриманих результатів. Вказане порівняння є окремою проблемою, оскільки специфіка об'єкту дослідження не завжди дозволяє обмежитись лише числовими значеннями економічного ефекту.

Література. **1.** Буценко Ю. П. Прогнозування ситуацій і оптимізація прийняття рішень по поліпшенню екологічної обстановки в районах з хімічним забрудненням на основі скінченних ланцюгів Маркова / Ю. П. Буценко, В. А. Лабжинський // Електроніка та зв'язок. - 2013. - № 6. - С. 74-81. **2.** Карманов А. В. Исследование управляемых конечных марковских цепей с неполной информацией (минимаксный подход) / А. В. Карманов. - М.: Физматлит, 2002. - 176 с. **3.** Майн Х. Марковские процессы принятия решений / Х. Майн, С. Осаки; пер. с англ. - М.: Наука, 1977. - 175 с.

Васильев В.И., Виштальд Д.М.
Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина

Комбинаторная логика свойств и классов в задачах структурно-параметрического анализа надёжности коммуникационных сетей

Структурно-параметрический анализ надёжностных свойств коммуникационной сети на всех этапах её жизненного цикла - проектирования, создания, эксплуатации и развития, предполагает установление зависимости её вероятностно-временных характеристик от соответствующих характеристик её элементов, структурной организации сети и критерия работоспособности сети.

Пусть $G(Y;X)$ - связный граф без петель, представляющий структурную организацию сети, где: $Y=[y_1,\ldots,y_m]$ - множество вершин (узлов сети); $X=[x_1,\ldots,x_n]$ - множество рёбер (дуг).

С целью упрощения узлы сети считаются абсолютно надежными.

Состояние ребер (дуг) задается индикаторами $x_k(t)\in\{0,1\}$.

Каждому k-му ребру x_k поставим в соответствие альтернирующий случайный процесс восстановления $(\Theta_k,\xi_k), k=\overline{1,n}$, $M\Theta_k<\infty$, $M\xi_k<\infty$, где Θ_k - случайное время работоспособности k-го элемента, а ξ_k - случайное время восстановления k-го элемента. Граф может быть неориентированным, частично или полностью ориентированным. В качестве простейшей модели коммуникационной сети, представляющей эволюцию ее структуры во времени, рассматривается стохастический граф.

Интерес представляют вероятностно-временные характеристики сети относительно заданного свойства (отношения) Q на множестве элементов графа.

Разумно заданные свойства образуют некоторую алгебраическую структуру. Если некоторое свойство Q имеет структурную интерпретацию, то его можно представить соответствующей структурной функцией. Основанием такого представления служат законы Буля. Первый из законов отвечает на вопрос, когда свойства образуют булеву алгебру?

I закон Буля: Пусть свойства обозначены буквами, слова "и","или", "не" символами "$\wedge$", "$\vee$" "$'$", а высказывание "из x следует y" - как $[x]\subset[y]$. Тогда свойства образуют булеву алгебру.

II закон Буля: Соответствие $x\to[x]$ между свойством и классом объектов, обладающих данным свойством, является изоморфизмом между булевой алгеброй свойств и булевой алгеброй классов: $x\wedge y=[x]\wedge[y]$; $x\vee y=[x]\vee[y]$; $x'=[x]'$.

В силу этих законов многие задачи комбинаторной логики свойств и классов могут быть решены алгебраическим путем. Так как булевы алгебры (булевы решетки) суть частично упорядоченные множества, то этим обстоятельством можно воспользоваться при представлении свойства соответствующей структурной функцией. Множество всех подграфов графа с отношением включения имеет структуру дистрибутивной решетки и так как в этой решетке каждый элемент имеет дополнение, то это по определению булева решетка. Чтобы воспользоваться порядковыми соображениями для нахождения минимальной по литералам структурной функции, соответствующей свойству Q, требуется, в зависимости от того что проще, либо находить полное семейство минимальных подграфов, обладающих свойством Q (это будет семейство минимальных трансверсалей свойства Q) или находить полное семейство максимальных подграфов, не обладающих свойством Q. В дальнейшем отрицание свойства Q обозначим как Q'. Кольцевая сумма графа сети с каждым максимальным подграфом - носителем свойства Q', дает полное семейство минимальных трансверсалей, двойственных по отношению к семейству минимальных трансверсалей свойства Q.

Подграф графа по отношению к свойству Q называется минимальным, если он обладает свойством Q и не содержит собственного подграфа, обладающего этим свойством.

Подграф графа по отношению к свойству Q' называется максимальным, если он обладает свойством Q' и не является собственным подграфом никакого другого подграфа, обладающего

этим свойством.

Аналогичным образом задаются понятия минимального и максимального подмножества некоторого множества относительно заданного на этом множестве свойства. Интуитивно ясно, что эти два двойственных семейства минимальных трансверсалей соответствуют двум двойственным по отношению друг к другу структурным функциям (решеточным полиномам), а их минимальные трансверсали суть простые импликанты соответствующих структурных функций. Сказанное может быть резюмировано простым, но важным, утверждением.

Теорема. В любой дистрибутивной решётке каждая структурная функция представима в виде: $\vee_{\{f_i\}\in I}(\wedge_{k_i\in\{f_i\}}x_{k_i}) = \varphi(x_1,\ldots,x_n) = \wedge_{\{\psi_j\}\in J}(\vee_{r_j\in\{\psi_j\}}x_{r_j})$,где $I = \{\{f_1\},\ldots,\{f_k\}\}$ - семейство минимальных трансверсалей, ассоциированных с заданным свойством Q; $\{f_i\}$ - множество индексов элементов (переменных), образующих минимальный подграф, обладающий свойством Q, или просто минимальный носитель свойства; $J = \{\{\psi_1\},\ldots,\{\psi_r\}\}$ - семейство двойственных минимальных трансверсалей, ассоциированных с заданным свойством Q; $\{\psi_j\}$ - множество индексов элементов (переменных), представляющих двойственную минимальную j-ю трансверсаль, ассоциированную со свойством Q; операции $\wedge, \vee$ трактуются соответственно как min, max.

Замечание 1. Утверждение теоремы о представлении структурной функции верно для любых неотрицательных переменных, как дискретных так и непрерывных, что позволяет определять "время жизни" сети относительно заданного свойства Q, если заданы "времена жизни" элементов.

Замечание 2. Так как бинарные решеточные операции $\wedge$, $\vee$ изотонны, то и представляемая с их помощью структурная функция изотонна. В работе [1] системы, свойства которых представимы изотонной структурной функцией, называются монотонными системами. В отличие от работы [1], мы не отождествляем структурную функцию с понятием монотонной системы, так как для одного и того же графа сети можно рассматривать разные структурные функции.

Замечание 3. В качестве критерия работоспособности сети можно рассматривать любой элемент булевой алгебры свойств или соответствующей ей булевой алгебры формул. Чтобы найти компактное представление соответствующего свойства структурной функцией минимальной по литералам, требуется находить хотя бы одно из двойственных семейств минимальных трансверсалей в зависимости от того, что менее трудоемко. Так как эти задачи, как и почти все задачи на графах, относятся к классу так называемых "трудновычислимых задач", то с помощью теоремы можно получать оценки структурно-параметрических характеристик больших сетей, имея неполные наборы двойственных семейств минимальных трансверсалей "снизу" и "сверху". Из теоремы почти непосредственно с учетом структурной коррелированности переменных следуют все известные в литературе оценки-неравенства для коэффициента готовности систем с независимо функционирующими элементами.

Заключение. Для автоматизации решения задач структурно-параметрического анализа надежности коммуникационных сетей (монотонных систем) требуется программное обеспечение для нахождения семейств минимальных носителей свойства. В качестве таковых могут выступать, в зависимости от свойства (отношения) заданного на структуре графа, произвольные графовые конфигурации, например, деревья, остовы, циклы, разрезающие множества графа, а не только $(s-t)$-пути и $(s-t)$-сечения. Разработанный в теории надежности релейно-контактных схем метод оценки вероятности правильного срабатывания схем на "замыкание", "размыкание" при отказах типа "обрыв" и "короткое замыкание" и получивший название метод минимальных путей и минимальных сечений применительно к коммуникационным сетям таким образом обобщается.

Литература. **1.** Р. Барлоу, Ф. Прошан «Статистическая теория надежности и испытания на безотказность» М., «Наука», 1984 г. – 327 с.

Волкова В.Н., Микеладзе Б.Д.
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Санкт-Петербург, Россия

Подход к разработке методики управления проектированием многофункционального комплекса

Структура многофункционального строительного комплекса уникальна и зависит от большого числа факторов влияющих на взаимные связи между участниками проекта [1]. Сложности возникают даже на уровне одной организации, занимающейся реализацией монопроекта. При рассмотрении более глобальных структур добавляются сложности взаимной работы между участниками процесса и факторы влияния, такие как: география, логистика, климатические условия, временной фактор, населённость территорий, наличие квалифицированных кадров и т.д.

Создание информационного пространства, которое сможет наладить двусторонние связи между заинтересованными участниками проекта, позволит включать и исключать дополнительные критерии поиска оптимального решения задач, а значит систематизировать и упорядочить процесс принятия управленческих решений, приведет к значительному уменьшению сроков, необходимых для реализации проекта, уменьшит издержки, следовательно, позволит возводить объекты строительства за существенно меньшие вложения.

Сложность проблемы создания системы управления проектированием многофункциональных комплексов (СУ ПМК) обусловлена необходимостью поиска компромисса между целостностью представления сложного объекта и детализацией описания его компонентов в процессе разработки и реализации проекта. Эту проблему можно решить с помощью семейства моделей, объединяемых многоуровневой методикой, базирующейся на стратифицированном представлении процесса проектирования.

Страты можно выделять в соответствии с различными принципами и признаками структуризации:

$$<\text{М}=\text{УА},\text{Эт},\text{ВО}>,$$

где УА – уровни абстрагирования, например, концепция, предложенная в [2] и определяю-щая последовательное преобразование представлений о системе в процессе проектирования, позволяют выделить следующие уровни абстрагирования – от замысла (концепции) до материального воплощения: *теоретико-методологический* или *концептуальный; научно-исследовательский; проектный; инженерно-конструкторский; технологический; материальное воплощение, реализация* проекта;

Эт – этапы проектирован, т.е. структуризации СУ проектом МК, которые могут быть выделены с применением методик, базирующиеся на различных концепциях системы [3, 4]; например, может быть применена методика, базирующаяся на концепции деятельности, в соответствии с которой можно выделить следующие тапы: анализ факторов, влияющих на создание МК; обоснование требований к МК; разработка конфигурации проекта МК; планирование и управление проектированием; реализация проекта;

ВО – виды обеспечения проектирования и реализации МК (финансовое, материально-техническое, информационное, кадровое и т.п.). Путь от замысла системы до ее реализации, который проходит в процессе проектирования любая система, может быть весьма длительным. При этом разные составляющие СУ ПМК, порядок разработки которых может быть представлен последовательно и параллельно выполняемыми этапами и подэтапами, могут проходить этот путь неодновременно.

После выделения страт на каждой из них определяется последовательность этапов и выбираются методы, модели, методики их реализации. При определении этапов, т.е. структуризации СУ ПМК, могут использоваться методики, базирующиеся на различных концепциях системы [3, 4].

Для реализации этапов модели применяются методы и модели системного анализа: методики структуризации целей, методы организации сложных экспертиз, для реализации которых

разработаны соответствующие автоматизированные диалоговые процедуры [3, 4].

Предлагаемая структура системы управления проектированием многофункционального комплекса позволяет сохранять целостное представление об МК и процессе его проектирования. Трехмерное представление позволяет обеспечить полноту определения этапов управления проектированием и реализацией МК. В то же время для практической реализации такое представление трудновоспринимаемо, и его желательно представить в виде последовательности укрупненных этапов, которые затем можно распределить между исполнителями проекта и детализировать с учетом приведенного трехмерного представления на подэтапы.

Например, на начальном этапе выбора конфигурации проекта МК за основу можно взять ось "Этапы управления проектированием" и предложить структуру, приведенную на рис.1, а затем при определении подэтапов учесть структуризацию по осям "Уровни абстрагирования" и "Виды обеспечения".

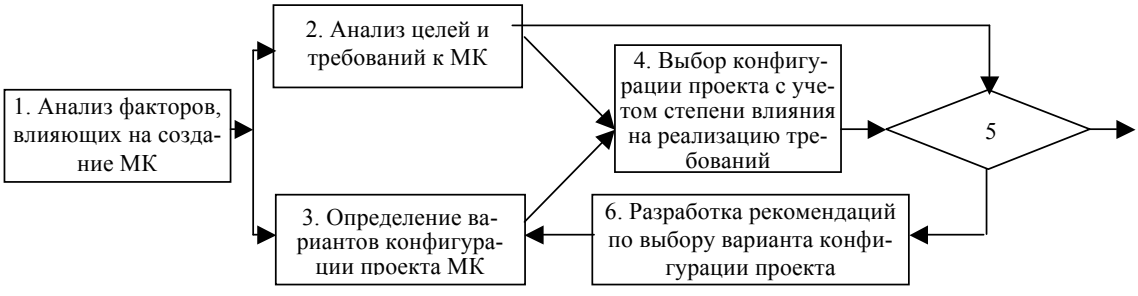


Рис. 1

После выбора конфигурации проекта разрабатываются варианты организации процесса проектирования, при проведении анализа которых применяются идеи методик PERT. GERT и др. методик управления ходом проектирования.

Проектирование и реализация проекта МК достаточно длительный процесс, при реализации которого может возникнуть потребность в корректировке проекта, затруднения в реализации некоторых принятых проектных решений. Поэтому в управлении проектированием и реализацией МК существенное значение имеет создание информационного пространства, обеспечивающего процесс проектирования. С учетом предлагаемой трехмерной структуры системы управления проектированием при создании информационного пространства, полезно использовать идеи архитектуры предприятия, которая представляется многомерными структурами, состоящими из соответствующих компонентов. При создании трехмерного информационного пространства, обеспечивающего процесс проектирования, полезно использовать идеи архитектуры предприятия, которая представляется многомерными структурами, состоящими из соответствующих компонентов [5].

Литература. **1.** Нанасов П.С. Управление проектно-строительным процессом / П.С.Нанасов. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2005 г. – 157с. **2.** Черняк Ю.И. Системный анализ в управлении экономикой / Ю.И. Черняк. – М.: Экономика, – 1975. – 191 с. **3.** Системный анализ и принятие решений: словарь-справочник: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. бакалавров и магистров "Системный анализ и управление" / под общ. ред. В.Н. Волковой и В.Н. Козлова. Москва: Высшая школа, 2004. – 616 с. **4.** Теория систем и системный анализ в управлении организациями. учебное пособие /Волкова В.Н., Емельянов А.А. – Москва, Финансы и статистика, 2013. – 847 с. **5.** Сешнс Р. Сравнение четырех ведущих методологий построения архитектуры / Роджер Сешнс // http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/ee914379.aspx Май 2007.

Гера Б.В.[1,2] ***Гончарук В.Є.***[1,3] ***Дмитрук В.А.***[1,3] ***Паберівський В.В.***[3]
[1] *Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С.Підстригача НАН України, Львів, Україна;* [2] *Львівська філія Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. акад. В.Лазаряна, Львів, Україна;*
[3] *Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна*

Програмний засіб для розрахунку концентрації та потоків речовини при конвективно-дифузійному переносі в періодичних структурах

На фізико-хімічні властивості багатофазного тіла та на процеси, що протікають у ньому, істотно впливає наявність включень, які мають відмінні від основної матриці характеристики пористості, фільтрації, дифузії та сорбції. При цьому в залежності від розміщення та розмірів включень існують різні підходи для побудови відповідних математичних моделей.

У роботі [1] запропонований метод побудови точних розв'язків контактно-крайових задач дифузії для двофазних регулярних структур із врахуванням періодичного характеру конвективних явищ за неідеальних умов контакту на шукану функцію на основі застосування відповідних інтегральних перетворень за просторовими змінними в різних областях з використанням контактних умов. За допомогою цього методу отримано аналітичні вирази для концентрацій домішкової речовини в регулярних структурах, що дало можливість одержати формули для масових потоків частинок в таких структурах та дослідити практично важливі часткові випадки як для стаціонарних, так і для нестаціонарних випадків. На цій основі розроблено пакет програм, який застосовується для аналізу розподілів концентрацій та відповідних потоків домішки у структурних елементах тіла.

Програмний засіб «Пакет програм для дослідження процесів конвективної дифузії у двофазних тілах періодичної структури(пакет «Regul»)» призначений для проведення кількісних та якісних досліджень таких процесів, а саме - аналізу розподілів концентрацій та відповідних потоків домішкової речовини у структурних елементах тіла в залежності як від геометричних характеристик його структури та елементів так і їхніх фізико-хімічних властивостей. На прикладі модельних задач досліджено ефективність застосування запропонованого пакету. Скриншот головного вікна пакету наведено на рис. 1.

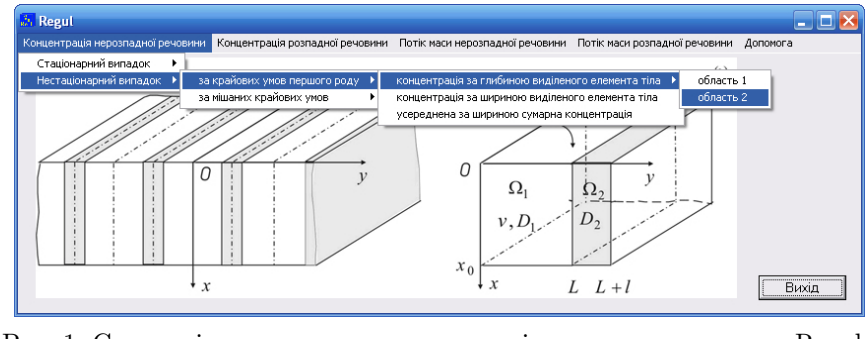


Рис. 1. Складові пункти меню головного вікна пакету програм «Regul»

Пакет «Regul» забезпечує розрахунок:

- потоків домішки через поверхню контакту включень за різних типів крайових умов (умов I роду, мішаних крайових умов, тощо):
  - стаціонарний випадок,
  - нестаціонарний випадок;
- розподілів концентрацій домішкової речовини у структурних елементах тіла за різних типів крайових умов (умов I роду, мішаних крайових умов, тощо) в регулярних структурах:
  - стаціонарний випадок,
  - нестаціонарний випадок;
- потоків маси через заданий переріз тіла (як горизонтальний, так і вертикальний) за

різних типів крайових умов (умов I роду, мішаних крайових умов, тощо) в регулярних структурах:
  – стаціонарний випадок,
  – нестаціонарний випадок;
- сумарної концентрації дифундуючої речовини, усередненої за шириною тіла;
- задача Фішера;
- усередненого за шириною тіла сумарного потоку домішкових частинок через заданий переріз.

Пакет надається одним файлом «Regul installation.exe» і встановлюється на персональний комп'ютер його запуском. Розмір цього файлу складає 1,9 МБ. Запуск програми «Regul» на виконання здійснюється активізацією файлу «Regul.exe». Після виводу заставки-повідомлення про виконання пакету «Regul» відкриється головне вікно програми (рис. 1). Функціональні можливості пакету «Regul» реалізовані із застосуванням меню та клавіш доступу.

При виборі у пункті «Концентрація нерозпадної речовини» підпунктів «нестаціонарний випадок» -> «за крайових умов першого роду»-> «за глибиною виділеного елемента тіла» -> «область2» відкриється вікно «Концентрація домішки в області II (нестаціонарний випадок, крайові умови першого роду)» (рис. 2). Це вікно складається з полів, які необхідно заповнити користувачеві. При цьому обчислення розпочнуться лише після заповнення усіх полів опцій «Вхідні дані», «Вибір параметра для порівняння», «Кількість графіків для порівняння».

Результи роботи пакету також можна отримати в табличному вигляді (рис. 3).

Верифікація розробленого пакету програм проведена на комп'ютерному моделюванні приповерхневого забруднення піщаних ґрунтів радіонуклідом стронцій -90. Отримані результати підтвердили експериментальні дані, наведені в літературі [2].

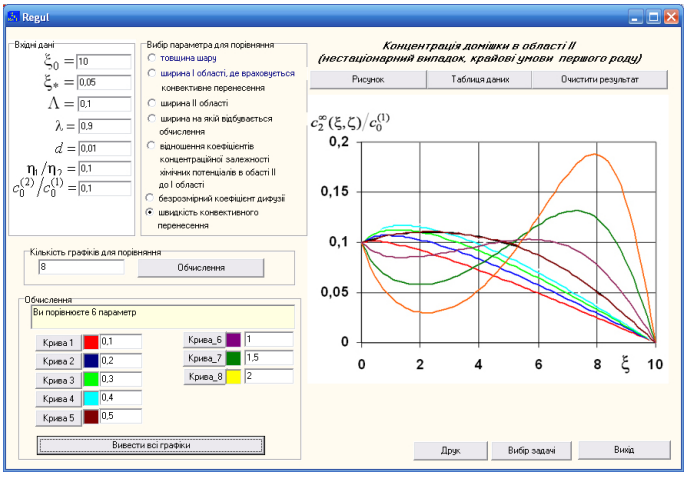


Рис. 2. Приклад роботи пакету для обчислення концентрації домішки в області II (нестаціонарний випадок, крайові умови першого роду)

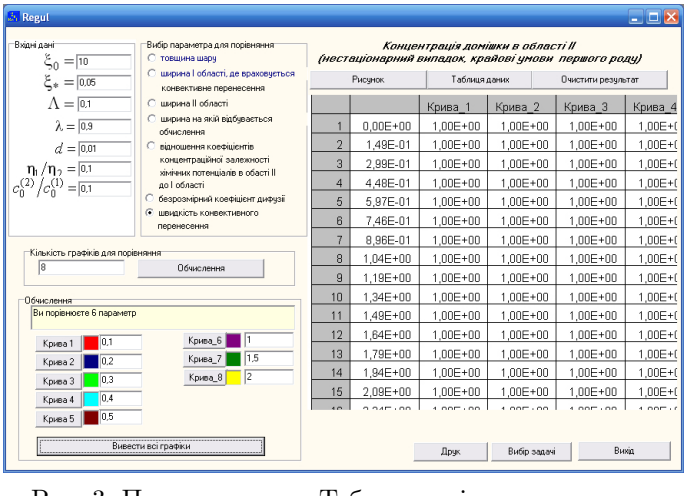


Рис. 3. Приклад поля «Таблиця» після проведення обчислень за вісьмома значеннями коефіцієнта швидкості конвективного перенесення

Література. **1.** Chaplya Y., Chernukha O., Dmytruk V. Advective-diffusive mass transfer in binary regular structures in the steady-state regime // Applied Math. Modelling. – 2013. – V. 37. – P. 6191-6211. **2.** Прохоров В.М. Миграция радиоактивных загрязнений в почвах. – М: Энергоатомиздат, 1981. – 106 с.

Годлевский М.Д., Майшмаз Г.К.
Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", Харьков, Украина

Основные этапы формирования организационной структуры управления распределенной разработкой программного обеспечения

Распределенная разработка программного обеспечения (ПО) может осуществляться как в рамках подразделения одной компании, когда участники команды разработчиков взаимодействуют удаленно друг с другом, работая над одним проектом, так и между различными подразделениями одной компании, выполняя различные модули проекта или различные этапы разработки модулей либо продукта в целом [1]. Одной из важных задач при распределенной разработке ПО является формирование организационной структуры управления, которая включает различные фирмы и их подразделения, участвующие в процессе разработки (ПР) ПО. В работе рассматривается класс больших программных систем (ПС), разработка которых осуществляется на основе унифицированного ПР ПО [2], для которых особенно актуальной является распределенная разработка ПО на основе аутсорсинга. Перейдем к краткому изложению основных этапов формирования организационной структуры управления распределенной разработкой ПО.

Этап 1. На основе реализации Заказчиком ПС фазы "Анализ и планирование требований" унифицированного ПР ПО, а также в ходе отдельных итераций фазы "Проектирование" формируются различные варианты декомпозиции работ (WBS), представляющей разбиение проекта на отдельные рабочие задания. WBS имеет следующую иерархическую структуру [3]: подсистемы, компоненты, отдельные процессы разработки ПО. Количество уровней иерархии зависит от масштаба проекта.

Этап 2. На основе формирования множества вариантов WBS в ходе реализации фазы "Проектирование" и на основе экспертных оценок времени, финансовых затрат, ожидаемых результатов, а также рисков решается задача определения рационального варианта WBS.

Этап 3. Проводится анализ отдельных бизнес-процессов WBS или групп бизнес-процессов и решается задача стратегического обоснования процесса аутсорсинга, принимается решение об использовании конкретных вариантов ведения бизнеса, начиная от инсорсинга и заканчивая полным аутсорсингом.

Этап 4. Выбор исполнителей отдельных бизнес-процессов или множеств бизнес-процессов на основе трех групп критериев: качество предложений, качество технологий, качество отношений [1].

Этап 5. На основе реализации этапов 3 и 4 формируются различные варианты организационной структуры управления в виде иерархии исполнителей. На верхнем уровне находится Заказчик ПО, осуществляющий координацию подрядчиков - второго уровня организационной структуры управления, которые так же могут иметь субподрядчиков и т.д. На основании одного из методов теории принятия решений (например, метод анализа иерархий) решается задача выбора рациональной организационной структуры.

Этап 6. На основе анализа реализации отдельных итераций следующих фаз унифицированного процесса разработки ПО предлагается коррекция как WBS так и организационной структуры управления распределенной разработкой ПО.

Литература. **1.** Майшмаз Г.К. Выбор подрядчика при распределенной разработке программного обеспечения на основе заданных характеристик качества процесса разработки / Г.К. Майшмаз // Открытые информационные интегрированные технологии. - 2010. - №46. - С. 239-250. **2.** Якобсон А. Унифицированный процесс разработки программного обечпечения / А. Якобсон, Г. Буч, Дж. Рамбо. - СПб.: Питер, 2002. - 496 с. **3.** Уокер Ройс. Управление проектами по созданию программного обеспечения. Унифицированный подход / Уокер Ройс. -М.: Лори, 2002. - 424 с.

Голиков С.П., Авдеев Б.А., Масюткин Д.Е.
Керченский государственный морской технологический университет, Керчь

Применение пульсирующего магнитного поля для интенсификации процесса флокулообразования

Для современной экономики любого государства характерно широкое использование различных машин и механизмов, работающих с техническими жидкостями или газами. При непрерывной эксплуатации технической жидкости происходит процесс загрязнения и старения, поэтому возникает необходимость в очистки. Механические примеси часто являются магнитными. [1]. Очистка вязких сред от механических примесей является одной из наиболее важных задач энерго- и ресурсосбережение. Несмотря на то, что устройства для извлечения магнитных частиц существуют многие десятилетия, по сей день модели и методики расчёта и проектирования этих устройств основываясь на базовых законах естествознания, что сдерживает их дальнейшее совершенствование [2]. Существует различные магнитные способы очистки вязких сред [4]: отстаивание под действием сил гравитации; сепарация под действием внешнего воздействия; ситовый эффект, задерживающие примеси больше, чем размер «поры» и инерционный, основанный на действии центробежный сил. Для того чтобы оценить, как влияет переменное магнитное поле на процесс коагуляции, проанализируем силы, действующие на частицу в потоке вязкой среды. Схематически процесс коагуляции в однородном магнитном поле изображен на рис. 1 [5]. Составив систему дифференциальных уравнений и решив их

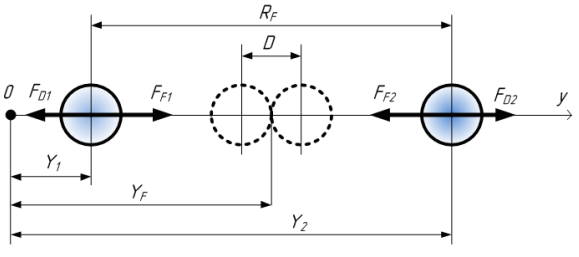


Рис. 1. Иллюстрация процесса коагуляции 2х частиц в однородном магнитном поле

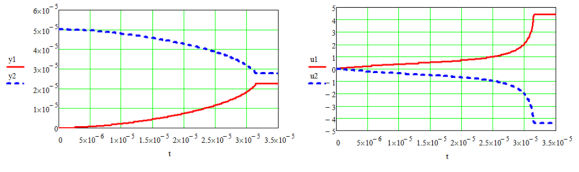


Рис. 2. Численное решение системы уравнений (8): d1=d2=5мкм, среда – вода, материал – железный порошок

численным методом, представим полученные результаты в графической форме (рис. 2).

Рассмотрим коагуляцию частиц при H неравно const. 1. Поле изменяется по закону H=H0•sin(wt). Переменное магнитное поле значительно хуже способствует коагуляции частиц, нежели постоянное из-за постоянной смены полярности. Первый этап коагуляции – это разворот частиц в магнитном поле с последующим притяжением друг к другу. В случае, если частицы развернулись и начали сближения, полярность поля изменилась, то частицы снова вынуждены поворачиваться. При всем этом возможна ситуация, что одна частица повернётся раньше второй и они начнут отталкиваться друг от друга. Данный способ не получил расспространения и не применяется. 2. Поле изменяется по закону H=H0+H1•sin(wt). Для того чтобы избежать повторных разворотов частиц вдоль силовых линий, будем рассматривать пульсирующее магнитное поле, приведенное на рис. 4. В случае, если частота питания переменной составляющей будет значительно меньше, чем время коагуляции, то время коагуляции будет наоборот увеличиваться, как можно видеть из рис. 3 при различных

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

значениях частиты первой гармоники. Как мы можем видеть из графиков с увеличением

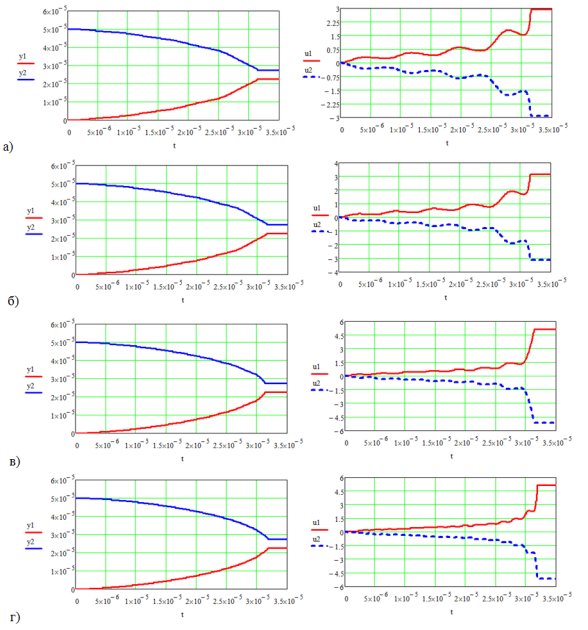


Рис. 3. Процесс коагуляции при различных частицах синусоидальной составляющей пульсирующего тока

частоты время коагуляции становиться таким же, как и без пульсирующего поля. Однако не до конца остаётся изученным влияние высокочастотного поля на процесс коагуляции (возможное изменение магнитной проницаемости, нагрев частиц и др.), поэтому исследование в данной области необходимо продолжать. Выводы. Исследовался процесс коагуляции в магнитных полях, изменяющихся со временем. Для простоты реализации переменная составляющая изменялась по синусоидальном закону. Доказано, что пульсирующее поле промышленной частотой может интенсифицировать коагуляцию.

Литература. **1.** Пенкин Н.С. Основы трибологии и триботехники : Учеб. пособие. [Текст] / Н.С. Пенкин, А.Н. Пенкин, В.М. Сербин. - М: Машиностроение, 2008. - 206 с. **2.** Масюткин, Е. П. Очистка технических жидкостей от магнитных примесей в инфраструктуре водного транспорта [Текст] / Е. П. Масюткин, В. И. Просвирнин, Б. А. Авдеев // Рыбное хозяйство Украины. – Керчь: КГМТУ, 2012. – № 3 (80). – С. 40-49. **3.** Александров, Е. Е. Повышение ресурса технических систем путем использования электрических и магнитных полей [Текст]: Монография / Е. Е. .Александров, И. А. Кравец, Е. Н. Лысиков, Е. П. Масюткин, В. И. Просвирнин [и др.]. - Харьков : НТУ «ХПИ», 2006. - 544 с. - С. 517. **4.** Просвірнін В.І., Дослідження процесу коагуляції феромагнітних часток в неоднорідному магнітному полі / В.І. Просвірнін, Е.П. Масюткін, Н.Е. Разорьонова // Праці ТДАТА. – Мелітополь : ТДАТА, 2006. –Вип. 38. – С. 33-37. **5.** Tarleton E. S. Solid-Liquid Separation : Equipment Selection and Process / E. S. Tarleton, R. J. Wakeman. – Oxford : Butterworth-Heinemann, 2007. – P. 465.

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Горбань И.И.
Институт проблем математических машин и систем НАН Украины, Киев, Украина

Теория гиперслучайных явлений

Феномен статистической устойчивости. Особое место среди физических закономерностей занимает статистическая устойчивость массовых явлений — удивительный физический феномен, фиксируемый во многих экспериментальных исследованиях и служащий физической основой теории вероятностей.

Теория вероятностей. В настоящее время теория вероятностей чаще всего трактуется математиками как чисто математическая теория, построенная на системе абстрактных математических аксиом А.Н. Колмогорова. Однако физические истоки этой теории не перестают играть основополагающую роль во всех физических, технических, социологических и других дисциплинах, где она нашла широкое применение. Поэтому теорию вероятностей со всеми ее прикладными направлениями правильнее рассматривать как физико-математическую теорию, основанную не только на математических аксиомах, но и физических гипотезах, обеспечивающих ее корректное использование на практике.

Гипотеза идеальной статистической устойчивости. В теории вероятностей массовые физические явления представляются случайными (стохастическими) математическими моделями, имеющими вероятностную меру. Использование стохастических моделей базируется на физической гипотезе идеальной статистической устойчивости частоты событий, предполагающей сходимость к постоянной величине, интерпретируемой как вероятность. Отсюда следует гипотеза абсолютной статистической устойчивости (состоятельности) оценок параметров и характеристик физических явлений – реальных событий, величин, процессов и полей.

Многие годы эта гипотеза считалась непоколебимой, хотя некоторые ученые (даже основоположник современной аксиоматической теории вероятностей А.Н. Колмогоров и такие известные ученые как А.А. Марков, А.В. Скороход, Э.Борель, В.Н. Тутубалин и др.) отмечали, что в реальном мире она справедлива лишь с определенными оговорками.

Нарушения статистической устойчивости. Экспериментальные исследования различных физических величин и процессов на больших интервалах наблюдения показали [1–3], что гипотеза идеальной статистической устойчивости не подтверждается.

В реальной жизни всегда имеют место более или менее значимые нарушения статистической устойчивости, вызываемые тем, что окружающий мир — открытая система, характеристики и параметры которой постоянно меняются. Изменения происходят на всех уровнях, в том числе статистическом. При возрастании объема данных статистические оценки параметров реальных физических процессов, сформированные на относительно небольших временных, пространственных или пространственно-временных интервалах наблюдения, проявляют тенденцию к стабилизации значений, что создает иллюзию идеальной статистической устойчивости. Но, при больших объемах данных увеличение количества данных не приводит к уменьшению уровеня флуктуации реальных оценок. Это указывает на то, что феномен статистической устойчивости носит ограниченный характер. Отсюда следует, что вероятность — математическая абстракция, не имеющая физической интерпретации.

Исследования нарушений статистической устойчивости явлений и разработка эффективных средств адекватного описания мира с учетом таких нарушений привели к построению новой физико-математической теории — теории гиперслучайных явлений [1–3].

Теория гиперслучайных явлений. В теории вероятностей базовыми математическими объектами (моделями) являются случайные событие, величина и функция; в теории гиперслучайных явлений в таком качестве выступают гиперслучайные событие, величина и функция, представляющие собой множества несвязанных между собой случайных событий, величин и функций.

Математическая составляющая теории гиперслучайных явлений базируется на классических аксиомах теории вероятностей А.Н. Колмогорова, физическая — на гиперслучайных гипотезах:

гипотезе ограниченной статистической устойчивости реальных событий, величин, процессов и полей и на гипотезе адекватного описания этих физических явлений гиперслучайными моделями.

Предположение, что гиперслучайные гипотезы справедливы для широкого круга массовых физических явлений, приводит к новой концепции устройства мира на гиперслучайных принципах. Основополагающая роль в ней отводится не абсолютной, как в концепции устройства мира на случайных принципах, а ограниченной статистической устойчивости.

С точки зрения математики теория гиперслучайных явлений — ветвь теории вероятностей; с точки зрения физики — новая теория, основанная на новых представлениях об окружающем мире.

Объект и предмет исследования теории гиперслучайных явлений. Объектом исследования новой теории является реальные физические явления – события, величины, процессы и поля, а предметом исследования – нарушения статистической устойчивости характеристик и параметров реальных физических явлений.

История формирования теории гиперслучайных явлений. Исследования, приведшие к построению теории гиперслучайных явлений, начались в середине 70-х годов прошлого столетия. Автор настоящего доклада, проводя в 70-х – 80-х годах экспериментальные исследования статистических свойств гидроакустических сигналов в Тихом и Северном Ледовитом океанах, пытался разобраться в причинах ограниченной точности измерения параметров сигналов.

Теория вероятностей не ограничивает потенциальную точность измерений. Согласно этой теории потенциальная точность зависит от характеристик помех и объема выборки. При неограниченном увеличении объема выборки теоретически точность измерений должна возрастать до бесконечности. Однако, как известно, добиться на практике неограниченной точности не удается.

На этом этапе исследований полностью разобраться в причинах противоречия не удалось, однако было собрано много экспериментальных данных, касающихся нарушений статистической устойчивости гидроакустических сигналов, и на их основе началось зарождение будущей теории.

Основные результаты первого этапа исследований нашло отражение в трех монографиях, в частности [4, 5] и около двадцати НИР и ОКР, проводимых в Киевском НИИ гидроприборов (НПО «Славутич»).

Второй этап исследований охватывает 90-е годы прошлого столетия и связан с проводимыми в ИПММС НАН Украины НИР и ОКР , в рамках которых были проведены исследования статистических особенностей разнообразных физических сигналов, в частности речевых, гидроакустических и радиолокационных, и разработаны новые методы обработки сигналов.

Третий, основной, этап исследований начался на рубеже столетий и выполнялся в ИПММС НАН Украины. Именно на этом этапе появилось понятие гиперслучайного явления, были выяснены причины ограничения точности реальных измерений и теория гиперслучайных явлений приобрела современный вид.

Литература. **1.** Горбань И.И. Теория гиперслучайных явлений. К.: ИПММС НАН Украины, 2007. 181 с. **2.** Горбань И.И. Теория гиперслучайных явлений: физические и математические основы. К.: Наукова думка, 2011. 318 с. **3.** Горбань И.И. Феномен статистической устойчивости. К.: Наукова думка, 2014. 460 с. **4.** Горбань И.И. Обработка гидроакустических сигналов в сложных динамических условиях. К.: Наукова думка, 2008. 272 с. **5.** Gorban I.I. Mobile Sonar Systems: Optimization of Space-Time Signal Processing. Kiev: Naukova dumka, 2008. 240 p.

Горбань Н.В.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Динаміка розв'язків неавтономного рівняння реакції-дифузії з нелінійністю типу Каратеодорі

Вивчається задача довгострокового прогнозування поведінки всіх глобально визначених слабких розв'язків неавтономного рівняння реакції-дифузії з нелінійністю типу Каратеодорі вигляду:

$$\begin{cases} y_t = a\Delta y - f(x,t,y) \quad t>0, \quad x\in\Omega \\ y|_{\partial\Omega} = 0, \end{cases} \tag{1}$$

$t\to\infty$; $\Omega\subset\mathbb{R}^N$ – обмежена область з достатньо гладкою границею $\partial\Omega$; $y = y(x,t) = (y_1(x,t),\dots,y_M(x,t))$ – невідома вектор-функція; $f = f(x,t,y) = (f_1(x,t,y),\dots,f_M(x,t,y))$ – задана вектор-функція; a – дійсна $(M\times M)$-матриця; $N, M = 1,2,\dots$.

Умови на параметри досліджуваної задачі не гарантують єдиності розв'язку відповідної задачі Коші, зокрема в ході роботи не припускається жодних умов щодо неперервності, монотонності функції взаємодії за фазовою змінною та умови трансляційної компактності за часовою змінною. За виконання лише стандартних знакових умов та умов росту встановлено ряд топологічних властивостей слабких розв'язків поставленої задачі. Використовуючи теорію глобальних атракторів багатозначних нескінченновимірних динамічних систем для багатозначних напівпотоків, породжених слабкими розв'язками досліджуваної задачі, доведено існування рівномірного траєкторного атрактора та досліджено його властивості.

Динаміка розв'язків задач типу реакції-дифузії активно вивчається протягом останніх десятиліть. Результати відносно існування і властивостей розв'язків рівняння реакції-дифузії у випадку гладкого за фазовою змінною нелінійного доданку, як і результати відносно існування за цих же умов глобального атрактора є класичними і містяться в [1,2] для неавтономних рівнянь з майже періодичною залежністю від часової змінної - в [3], для включень в обмеженій області - в [4,5] для рівнянь в необмеженій області - в [6]. Автономні включення в необмеженій області були розглянуті в [7]. Задачі типу реакції-дифузії характеризуються широкою сферою практичних застосувань. Зокрема, одержані в ході дослідження результати можуть бути застосовані до системи Фітц-Хью-Нагумо (теорія передачі сигналів), Гінзбурга-Ландау (теорія магнетизму), Лотки-Вольтерра (біологічна модель), Бєлоусова-Жаботинського (хімічна модель) тощо.

Тези підготовлено за результатами спільних досліджень з докотором фізико-математичних наук П.О. Касьяновим та доктором фізико-математичних наук О.В.Капустяном [8]

Література. **1.** Babin A.V., Vishik M.I. Attractors of Evolution Equations. - Moscow: Nauka, 1989. **2.** R. Temam, Infinite-dimensional dynamical systems in mechanics and physics, in: Appl. Math. Sci., vol. 68, Springer-Verlag, New York, 1988. **3.** Chepyzhov V.V., Vishik M.I. Evolution equations and their trajectory attractors. // J. Math. Pur. Appl. - 1997. - doi:10.1016/S0021-7824(97)89978-3. **4.** Zgurovsky M.Z., Kasyanov P.O., Kapustyan O.V., Valero J., Zadoianchuk N.V. Evolution Inclusions and Variation Inequalities for Earth Data Processing III. New York: Springer, 2012. — doi: 10.1007/978-3-642-28512-7. **5.** Kasyanov P.O., Toscano L., Zadoianchuk N.V. Regularity of Weak Solutions and Their Attractors for a Parabolic Feedback Control Problem // Set-Valued and Variational Analysis. - 2013. - DOI: 10.1007/s11228-013-0233-8. **6.** Morillas F., Valero J. Attractors for reaction-diffusion equation in with continuous nonlinearity // Asymptotic Analysis. - 2005. - 44. - P. 111-130. **7.** Gorban N.V., Stanzhitsky A.N. On the dynamics of solutions for autonomous reaction-diffusion equation in with multivalued nonlinearity // Ukr. Math. Bull. - 2009. - Vol. 6, Iss. 2. - P. 235-251. **8.** Gorban N.V., Kapustyan O.V., Kasyanov P.O. Uniform trajectory attractor for non-autonomous reaction–diffusion equations with Caratheodory's nonlinearity // Nonlinear Analysis — 2014. — Vol. 98. — P. 13-26.

Дослідження підтримане грантами Президента України GP/f44/076 та GP/f49/070.

Городецкий В.Г., Осадчук Н.П.
Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина

Реконструкция систем обыкновенных дифференциальных уравнений, принадлежащих к одному классу

В настоящее время актуальна задача определения структуры и параметров системы обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) по одной наблюдаемой переменной. Часто при решении этой задачи недостающие переменные заменяются производными наблюдаемой переменной [1]. Такая альтернативная система ОДУ называется стандартной системой (СС), а неизвестная система ОДУ называется оригинальной системой (ОС) [2]. Существуют эффективные численные алгоритмы (например [3]), которые позволяют определить коэффициенты СС по одной наблюдаемой переменной. В то же время, определение коэффициентов ОС на основе коэффициентов СС связано с трудностями, поскольку существует бесконечное множество различных наборов коэффициентов ОС, соответствующие которым наблюдаемые переменные ОС будут совпадать [4].

Чтобы однозначно реконструировать неизвестную ОС по данным об одной наблюдаемой переменной необходимо определить структуру (множество ненулевых коэффициентов в правых частях уравнений) ОС, после чего вывести соотношения между самими коэффициентами ОС и определить численные значения коэффициентов ОС. По мнению авторов, решение данных задач наиболее эффективно при одновременном использовании значений коэффициентов СС, полученных численным методом, и аналитических соотношений, связывающих коэффициенты ОС и СС.

Предлагаемый метод состоит в следующем. Вначале с помощью численного метода по наблюдаемой переменной определяются коэффициенты СС. Далее, используя соотношения между коэффициентами ОС и СС, а также факты равенства или неравенства нулю коэффициентов СС, можно определить, какие коэффициенты ОС точно равны и какие точно не равны нулю. В результате такого анализа можно создать упрощенную ОС, которая содержит только уже известные ненулевые коэффициенты. После этого на основании соотношений, связывающих ОС и СС, получаем СС, соответствующую упрощенной ОС. Очевидно, что такая СС будет иметь меньше ненулевых коэффициентов, чем СС, полученная численным методом при обработке временного ряда. Далее к упрощенной ОС последовательно добавляются коэффициенты ОС до тех пор, пока структуры СС, полученных аналитически и численно, не будут совпадать.

В результате будет получена одна или несколько возможных структур ОС. Далее выводятся соотношения, связывающие коэффициенты ОС между собой, и, если возможно, на основе численных значений коэффициентов СС определяются значения коэффициентов ОС.

Предложенный метод может быть использован для реконструкции ОС по одной наблюдаемой переменной, когда отсутствует дополнительная информация или нет возможности воздействовать на исследуемую систему. Для применения метода необходимо чтобы были известны соотношения, связывающие коэффициенты ОС и СС.

Литература. **1.** F. Takens, Detecting strange attractors in turbulence, in: D.A. Rand, L.S. Young (Eds.), Dynamical System and Turbulence, volume 898 of Lecture Notes in Mathematics, Springer, New York, 1981, pp. 366–381. **2.** G. Gouesbet, Reconstruction of standard and inverse vector fields equivalent to the Rössler system, Phys. Rev. A 44 (1991) 6264–6280. **3.** G. Gouesbet, Reconstruction of the vector fields of continuous dynamical systems from numerical scalar time series, Phys. Rev. A 43 (1991) 5321—5331. **4.** C. Lainscsek, Nonuniqueness of global modeling and time scaling, Phys. Rev. E 84 (2011).

Гуммель А.В.
Институт космических исследований НАН и ГКА Украины, Киев, Украина

Особенности использования идентифицированной модели в процессах управления

В данной работе рассматривается синтез управления объекта с априори неизвестной структурой и параметрами в условиях ограниченной неопределенности. В большинстве существующих методов управления предполагается, что математическая модель управляемого объекта и значения её параметров известны. Если же она неизвестна, то прибегают к методам идентификации. Эти методы позволяют восстановить модель исследуемого объекта по данным входа и выхода, которые получены из экспериментов, проведенных на этом объекте. В случае, когда информация, полученная из экспериментов на объекте, содержит стохастическую неопределенность типа белого шума, все усилия направляются на то, чтобы получить структуру модели и несмещённую оценку её параметров, соответствующих детерминированному случаю. При этом, точность идентификации позволяет применять существующие методы робастного синтеза, которые позволяют найти приемлемое управление, обеспечивающее желаемые показатели замкнутой системы. Если о погрешностях известно лишь что они ограничены по величине или по мощности, то восстановление полной модели с несмещенными параметрами оказывается во многих случаях принципиально невозможным. Для многомерных систем это особенно актуально по ряду объективных причин, связанных главным образом с плохой обусловленностью информационных матриц, которые приходится обращать практически во всех известных методах идентификации. В результате восстановить удается только аппроксимирующие модели, размерность которых будет меньше, чем у исходной системы.

В предшествующих исследованиях удалось развить методы идентификации, ориентированные на случаи с такой нестохастической неопределенностью, которые позволяют строить аппроксимирующие модели, согласованные по точности с погрешностями в исходных данных. Для линейных стационарных систем эти методы состоят из двух основных этапов. На первом определяется структура модели, т.е. её размерность, которая устанавливается по значениям сингулярных чисел при SVD (сингулярном разложении) информационных матриц, составляемых из исходных входных и выходных данных. На втором этапе решается задача параметрической идентификации при известной структуре модели. Более подробное описание этих методов дано в работах [1–3].

Цель данного исследования состоит в том, что бы установить в какой мере аппроксимирующие модели получаемые при идентификации пригодны для решения прикладных задач при использовании различных способов синтеза управления. В рамках исследования будет рассмотрен лишь случай дискретной динамической системы с одним входом и одним выходом. Синтез управления будет осуществляться с помошью способов позиционирования полюсов, матрицных неравенств и использования эталонной модели (model reference adaptive control).

В ходе исследования был выполнен ряд аналитических исследований и вычислительных экспериментов, которые позволяют проанализировать изменение динамических характеристик неизвестной исходной системы с использованием различных способов синтеза управления.

Литература. **1.** Губарев В.Ф. Метод итеративной идентификации многомерных систем по неточным данным. Часть 1. Теоретические основы. // Проблемы управления и информатики.-2006.-№5-2 с.16-31 **2.** В.Ф. Губарев, П.А. Тигунов Метод итеративной идентификации многомерных систем по неточным данным. Часть 2. Алгоритмы // Проблемы управления и информатики. – 2007. – №2. – С. 5-16. **3.** В.Ф. Губарев, А.В. Гуммель, А.А. Кришталь, В.Ю. Олесь О структурно-параметрической идентификации в условиях ограниченной неопределенности и аппроксимирующих моделях многомерных систем // Проблемы управления и информатики. – 2011. – №3. – С. 42-56. **4.** Van Overshee P. and De Moor. Subspace Identification of Linear Systems: Theory, Implementation, Applications. Kluewer Academic Publishers, 1996. – 157p.

Данчук В.Д., Бакуліч О.О., Сватко В.В.
Національний транспортний університет, Київ, Україна

Синергетична інтерпретація фазового переходу між станами вільного та синхронізованого транспортного потоку

В сучасних умовах питанням удосконалення умов дорожнього руху приділяється багато уваги. Різке збільшення кількості транспортних засобів, інтенсифікація дорожнього руху зумовлюють критично високий рівень аварійності. А це в свою чергу, суттєво впливає на завантаженість вулично-дорожньої мережі, сприяє виникненню заторів та зменшенню швидкості руху. У зв'язку з цим, важливого значення набувають підходи, що описують переходи між станами транспортного потоку (вільним рухом, узгодженим рухом та затором).

Останнім часом питанню моделювання транспортних потоків у транспортній мережі міста приділяють значну увагу. Для опису їх колективних характеристик застосовується багато підходів. У [1,2] показано, що перехід між різними станами транспортного потоку має властивість звичайного фазового переходу рідина-пар, де вільний та ускладнений рух автомобілів відповідає паровій та рідкій фазам відповідно. Перехід між цим станами відбувається, коли щільність автомобілів досягає критичного значення. Транспортний потік зі збільшеною щільністю та нестійкою однорідною частиною супроводжується виникненням затору у вулично-дорожній мережі. Таким чином, при даному фазовому переході невпорядкований стан відповідає вільному руху транспортних засобів з інтервалом h, а впорядкований – затору на дорозі (формування якого здійснюється внаслідок процесів самоорганізації). При цьому в стані затору вільний рух автомобілів з малою щільністю співіснує з затором (велика щільність автомобілів).

З іншого боку, у [3–5] виділяють три фази транспортного потоку: вільний потік, синхронізований потік, широкий кластер автомобілів, що рухається. Згідно роботи [4] у щільному потоці виділяються дві фази, синхронізований потік і широкий кластер автомобілів, що рухається.

У зв'язку з цим, метою роботи є аналітичний опис переходу типу транспортного затору в результаті самоорганізації системи. Для цього використовується синергетична теорія фазового переходу, який проявляється в результаті узгодженої поведінки трьох ступенів свободи: параметра порядку, спряженого поля та управляючого параметра [2].

У роботі вперше в рамках адіабатичного наближення моделі Лоренца, отримана синергетична інтерпретація фазової діаграми Кернера переходу від вільного до щільного транспортного потоку, що базується на аналізі експериментальних даних. Теоретично підтверджена наявність, згідно праць Кернера, трьох фаз у транспортному потоці: вільного, синхронізованого та широкого кластеру, що рухається. Отримані аналітичні залежності швидкості руху транспортного потоку від характерного часу τ та щільності завантаження дорожньо-транспортної мережі ρ, які вказують на наявність чітких границь переходу між фазами транспортного потоку.

Результати статті можуть бути використані при дослідженні транспортної мережі міст, у яких спостерігаються транспортні затори.

Використання аналітичного опису переходу між станами транспортного потоку дозволить здійснити у майбутньому подальший розвиток теоретичних уявлень про динаміку транспортних потоків, вдосконалення методів моделювання процесів, що відбуваються в них.

Література. **1.** Тамм И.Е. Основы теории электричества. – М.: Наука, 1966. – 616с. **2.** Хоменко А.В., Ющенко О.В. Синергетическая теория перехода между режимами транспортного потока // Вісник СДУ. – 2000. – №1(17). – С.20-26. **3.** Кленов С.Л. Теория Кернера трех фаз в транспортном потоке – новый теоретический базис для интеллектуальных транспортних технологий // Труды МФТИ, 2010, том 2, No4,с.75-89. **4.** Kerner B.S. Introduction to Modern Traffic Flow Theory and Control. — Berlin: Springer, 2009. **5.** Данчук В.Д. Визначення ефективного автомобіля як характеристики транспортного потоку за допомогою методу аналізу ієрархій / В.Д. Данчук, О.О. Бакуліч, В.В. Сватко // Вісник НТУ. – К.: НТУ – 2012. – Вип. 26. – Ч.2. – С.123-127.

Денисенко А.И.
Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск, Украина

Диагностика и анализ проявлений дисперсной фазы при инжекционном синтезе композитных функциональных материалов

С инжекцией сверхзвуковой струей дисперсной фазы электрохимически активного вещества в приповерхностный слой электродной металлической фольги связан один из путей решения проблемы формирования без связующего композитных функциональных слоев электродов для литиевых источников тока [1, 2].

Синтез композитного слоя тонкого ленточного электрода химического источника питания с применением инжекционного метода включает транспортировку порции электрохимически активного (преимущественно оксидного) порошка к сверхзвуковому соплу и ударное торможение разогнанных в сопле микрочастиц на электродной поверхности. Разогнанные микрочастицы при столкновении с электродной поверхностью могут внедряться в нее, формируя приповерхностную композитную структуру. Благодаря тому, что инжекционное внедрение в электродную поверхность порошка электрохимически активного материала из высокоскоростной двухфазной струи является процессом термодинамически неравновесным, становится возможным формирование металлокомпозитного функционального слоя с уникальным комплексом электрохимических и механических свойств в условиях интенсивных механической активации и диссипации энергии.

Перспектива применения инжекционной технологии при изготовлении катодов вторичных литиевых источников тока выдвигает новые научно-технические задачи, связанные с научными основами теории обработки материалов высококонцентрированными источниками энергии (высокоскоростными двухфазными струями), исследованиями структурных и фазовых превращений во взаимодействующих компонентах. Информация про такие параметры двухфазных высокоэнергетичных потоков, как скорость, размеры дисперсных включений, распределения их по сечению струи, являясь важной для описания, моделирования и оптимизации применения этих систем, определяет интерес к разработке и усовершенствованию невозмущающих безконтактных методов исследования параметров дисперсной фазы.

В рамках направления лазерной теневой диагностики дисперсной фазы высокоэнергетичного потока, связанной с требованием однозначности функциональной связи распределений по параметрам совокупности оптических сигналов и распределений по параметрам совокупности микрочастиц дисперсной фазы, которые формируют эту сукупность сигналов, синтезован алгоритм определения трехмерной функции распределения дисперсной фазы полидисперсного, политемпературного, полискоростного двухфазного потока по размерам, скоростям и температурам для оптического измерительного обьема с произвольной конфигурацией стабильного во времени неравномерного распределения интенсивности зондующего луча [3, 4].

Група методик определения функций распределения микрочастиц по скоростям, размерам или температурам, а также парным комбинациям этих параметров, может быть получена из синтезированного алгоритма с применением соответствующих упрощений. Эта возможность перспективна для организации творческой деятельности студентов в рамках проблемно-ориентированной информационной технологии дисперсной диагностики порошков и включений [5].

Совместно с растровой электронной микроскопией методы дисперсной диагностики применялись при исследованиях инжекционного синтеза композитных функциональных материалов как к исходным порошкам, так и к оксидным включениям на поверхностях синтезированных композитных слоев тонких ленточных электродов и отдельных композитных микрочастиц [6, 7]. Определены информативные возможности дисперсной диагностики применительно к электронным микрофотографиям поперечных сечений композитного слоя тонкого ленточного электрода химического источника тока.

В результате экспериментальных и модельных исследований факторов, влияющих на за-

крепление напыляемого порошкового материала при инжекционном синтезе функциональных композитных материалов, установлено: дисперсное экранирование при холодном газодинамическом напылении является объективно существующим проявлением выносимых из области напыления микрочастиц и их осколков; приповерхностный слой экранирующих микрочастиц динамично воспроизводится вследствие отскоков от поверхности и межчастичных столкновений; этот слой способен частично или полностью перекрыть инжектируемому порошку доступ к обрабатываемой поверхности; экспериментально наблюдаемое равномерное поверхностное распределение мельчайшей моды оксидных включений по обрабатываемой поверхности свидетельствует об измельчении инжектуемых оксидных микрочастиц в межчастичных соударениях над нею.

Явление дисперсного экранирования, обнаруженное при инжекционном синтезе электродных покрытий из функциональных металлокомпозитных материалов методом холодного газодинамического напыления, вносит коренные изменения в уровень познания относительно процесса закрепления напыляемого порошкового материала вследствие выявленной приоритетности влияния соударений между микрочастицами над обрабатываемой поверхностью на производительность напыления относительно ударных взаимодействий с участием напыляемых микрочастиц непосредственно на поверхности [8].

Сочетание результатов модельных исследований дисперсного экранирования с экспериментально наблюдаемой дробимостью сталкивающихся микрочастиц формирует основу для перспективы использования динамического экранирующего слоя из микрочастиц в качестве инструмента управления дисперсностью оксидных включений в электродном металокомпозите при инжекционном методе его синтеза.

Литература. **1.** Денисенко О.І. Дослідження інжекційного синтезу композитних функціональних шарів тонких стрічкових электродів / О.І. Денисенко // Матеріали науково-практичної конференції «Наукові підсумки 2012 р.», Т. 3 Фундаментальні дослідження. Математичне моделювання – прикладні аспекти. Харків-2012 / Технологічний аудит та резерви виробництва. – Випуск 6/3(8). – Харків, 2012. – С. 5-6. **2.** Денисенко О.І. Синтез композитних функціональних матеріалів для літієвих джерел живлення із застосуванням інжекційної технології / О.І. Денисенко // Вопр. химии и хим. технологии. – 2011. – № 4. – С. 154-156. **3.** Денисенко А.И. К взаимосвязи многомерных функций распределений частиц двухфазного потока и теневых сигналов от них по параметрам / А.И. Денисенко // «Системные технологии». Региональный межвузовский сборник научных трудов. – Выпуск 2(49). – Днепропетровск, 2007. – С. 149–160. **4.** Денисенко А.И. Лазерная диагностика порошков и её применение в прикладных исследованиях высокоэнергетических потоков / А.И. Денисенко // "Системний аналіз. Інформатика. Управління. (САІУ-2012)" Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції. – Запоріжжя, КПУ, 2012. – С. 88-89. **5.** Лантух О.С. Дисперсійна діагностика порошків і її застосування при інжекційному синтезі металокомпозитних функціональних матеріалів / студ. О.С. Лантух, студ. Р.П. Оруджов, керівн. О.І. Денисенко // Наукові доповіді призерів II туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з фізики: Зб. наук. праць. – Суми: Вид-во СумДПУ ім. А.С. Макаренка, 2012. – С. 46-52. **6.** Денисенко О.І. Порівняльний аналіз трансформацій дисперсності оксидних включень при інжекційному синтезі різних композитних електродних структур / О.І. Денисенко // Металознавство та термічна обробка металів: Науков. та інформ. журнал / ПДАБА. – Дніпропетровськ. – 2010. – № 3(50). – С. 5-11. **7.** Денисенко О.І. Застосування дисперсної діагностики при інжекційному синтезі композитних функціональних матеріалів / О.І. Денисенко // Восточно-Європейский журнал передових технологій. – Випуск 4/5 (46). – Харків, 2010. – С. 37-41. **8.** Денисенко А.И. Дисперсное экранирование при инжекционном синтезе функциональных металлокомпозитных материалов / А.И. Денисенко, А.В. Тышковская // Сб. научн. тр.: Высокоэнергетические системы, процессы и их модели. – Днепропетровск: АкцентПП, 2013. – С. 20-31.

Денисенко О.І., Подковаліхіна О.О.
Запорізький національний технічний університет, Запоріжжя, Україна

Моделювання теплоізоляційних властивостей двокамерних склопакетів

Проблеми енергозбереження останнім часом набувають особливого значення у зв'язку з подорожчанням енергоресурсів. Важливим елементом теплозбереження побутових та промислових приміщень є надійні та якісні вікна. Такі вимоги можуть забезпечити вікна, які містять склопакети.

Розглядається сполучена задача конвективного теплообміну в багатошарових склопакетах. Склопакет являє собою конструкцію з двох або більше скляних листів з герметчними порожнинами між ними. Порожнини заповнені повітрям або інертним газом.

Задача конвективного теплообміну між вертикальними площинами з різною температурою розглядалася багатьма авторами. Як наголошується в [1] , для чисел $Ra > 6000$ і співвідношенням $A = H/L > 15$ (H - висота площин, L - відстань між ними) рух газу в порожнині набуває нестійкий характер з утворенням дрібноклітинних структур.

В якості математичної моделі використовувалася двовимірна система диференціальних рівнянь конвекції для порожнин з газом і рівняння теплопровідності для скла. Торці пакетів зазвичай заповнюються пористим матеріалом з низькою теплопровідністю, у цьому зв'язку виправдані граничні умови теплоізоляції. Для площин, які контактують із зовнішнім середовищем, ставилися граничні умови третього роду. Задача вирішувалася в сполученій постановці методом кінцевих елементів за допомогою програмного комплексу COMSOL. Проведено серії розрахунків як для однокамерних конструкцій так і для двокамерних. Для забезпечення кращої звукоізоляції двокамерні пакети зазвичай виготовляються з різною шириною порожнин, що дозволяє знизити ефект резонансу на певних частотах. Проведено розрахунки у всьому діапазоні можливих співвідношень зазорів суміжних порожнин і можливих різниць температур зовні і всередині приміщення. У результаті розрахунків визначено теплоізоляційні властивості склопакетів в залежності від використовуваних конструктивних і геометричних параметрів, вмісту порожнин, зовнішніх умов. Отримано візуалізацію складних структур конвективних течій в зазорах між площинами. Деякі результати розрахунків наведено на рис.1,2 для верхнього фрагменту пакету ($A_1 = 125$, $A_2 = 62.5$, $T_1 = 253K, T_2 = 293K$)

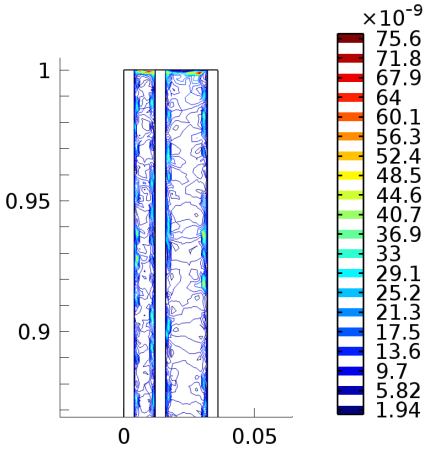


Рис. 1. Розподіл швидкостей (м/с)

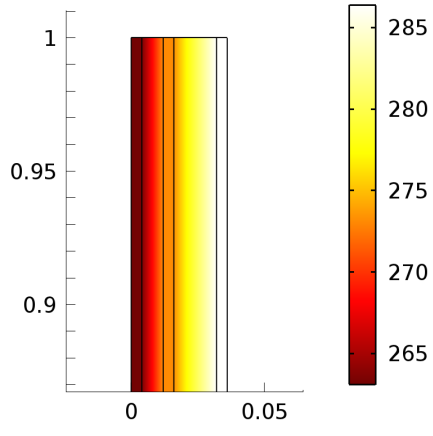


Рис. 2. Розподіл температури (К)

Результати розрахунків дозволяють виробникам на стадії проектування пакетів прогнозувати їх характеристики в різних метеорологічних умовах і вибирати оптимальні конструктивні параметри для забезпечення кращої теплоізоляції, недопущення конденсації вологи, обмерзання та ін.

Література. 1. B. Lartigue et al . Multicellular natural convection in a high aspect ratio cavity : experimental and numerical results , Int. J. Heat Mass Transfer 43 (2000) 3157-3170

Дорофеев Ю.И., Любчик Л.М.
Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", Харьков, Украина

Робастное стабилизирующее управление насосными станциями в системе водоснабжения: техника инвариантных эллипсоидов

Рассматривается задача построения робастной стабилизирующей стратегии управления режимами работы насосных станций в системе водоснабжения в условиях неопределенных, но ограниченных объемов потребления и утечек воды, а также неопределенности интервалов времени, требуемых для перекачивания воды. В качестве примера рассмотрен фрагмент системы подачи и распределения воды города Харьков.

Современные системы водоснабжения (СВ), представляющие собой комплекс сооружений для подъема, очистки и подачи потребителям воды, состоят из большого количества взаимосвязанных труб, резервуаров, насосных станций, вентилей и других гидравлических элементов, посредством которых вода доставляется к объектам потребления из подземных источников либо наземных водоемов.

В настоящее время в большинстве случаев управление СВ осуществляется с помощью эвристических правил и «исторически сложившихся» стратегий [1], которые не гарантируют оптимальной политики управления в современных крупномасштабных взаимосвязанных сетях. В связи с этим актуальной является задача разработки оптимальных стратегий управления СВ, в основе которых лежат математические модели работы сети и методы современной теории автоматического управления.

В работе [2] представлены различные подходы к построению математических моделей систем подачи и распределения воды. В данной работе в качестве переменных состояний модели рассматриваются объемы воды в резервуарах, измеряемые в м^3, и величины давления (напора) воды, измеряемые в м. В качестве управляющих воздействий рассматриваются объемы воды, перекачиваемые через управляемые гидравлические элементы в текущем периоде, измеряемые в м^3. Внешними возмущениями являются объемы потребляемой воды и объемы утечек, также измеряемые в м^3.

При построении математической модели для каждого резервуара сети записывается уравнение баланса массы в виде разностного уравнения, учитывающего все входящие и исходящие потоки. Связь между объемами перекачиваемой воды и давлением в потоке воды определяется уравнением Бернулли, которое является нелинейным и выражает закон сохранения механической энергии в жидкости.

Для моделирования запаздываний, связанных с транспортировкой воды от источников до резервуаров, а затем до потребителей, используется модель дискретной задержки.

В результате математическая модель системы водоснабжения представлена в виде нелинейной дискретной модели с запаздываниями в пространстве состояний. Нелинейные слагаемые представляются в виде нелинейной кусочно-непрерывной функции трех аргументов: дискретного времени, вектора управлений и вектора возмущений. Предполагается, что она является ограниченной и удовлетворяет квадратичному неравенству [3].

В процессе функционирования системы должны выполняться структурные ограничения, определяемые максимальными объемами резервуаров сети и допустимыми значениями напора воды, а также максимальной мощностью насосов. При описании объемов потребляемой воды и утечек используется концепция "неизвестных, но ограниченных" возмущений [4].

Для преобразования модели к стандартному виду без запаздываний используется техника расширения пространства состояний. В процессе функционирования СВ величины интервалов времени, требуемых для перекачивания воды, могут отличаться от своих номинальных значений. В результате матрица динамики модели становится нестационарной, и для описания параметрической неопределенности используется модель в виде *Linear Parameter-Varying System* [5], которая широко используются в современной теории робастного управления.

Оптимальное управление режимами работы насосных станций в СВ сводится к задаче построения стратегии управления потоками воды от источников к потребителям с целью полного

и своевременного удовлетворения спроса на воду при условии оптимизации критериев качества, обеспечивающих безопасность и устойчивость работы системы. Таким образом, синтезируемый регулятор должен обеспечивать удовлетворение следующего множества критериев.

1. Первый критерий определяет размеры штрафов за отклонение текущих объемов запаса воды в резервуарах от страховых, поскольку для безопасного функционирования системы водоснабжения, а также поддержания высокого качества воды ее объемы в резервуарах и величины напора должны быть максимально приближенными к значениям вектора, определяющего размер страховых запасов.
2. Второй критерий учитывает стоимость производства и транспортировки воды, которая обусловлена затратами на химическую обработку воды и электроэнергию, необходимую для перекачивания воды с помощью насосов.
3. Третий критерий вводится для обеспечения эффекта сглаживания скачков управляющих воздействий, поскольку регулирование мощности насосов должно осуществляться плавно, чтобы избежать нежелательных переходных процессов в герметичных трубах.
4. Четвертый критерий должен обеспечивать эффект сглаживания скачков напора воды, которые зависят, в частности, от разности между объемами потребляемой и перекачиваемой в данный сектор воды.

Для построения робастно устойчивой системы управления предлагается использовать метод инвариантных эллипсоидов [6], а также прямой метод Ляпунова. В результате синтез оптимального регулятора сводится к поиску наименьшего инвариантного эллипсоида замкнутой динамической системы. При этом закон управления строится в виде линейной нестационарной обратной связи по сигналу рассогласования между наличным и страховым уровнями запаса. Значения элементов вектора, определяющего уровень страховых запасов, вычисляются на основании средних значений объемов потребления с учетом теоремы об аппроксимации произвольных выпуклых множеств, не обладающих свойством симметрии относительно начала координат, и продуктивной модели Леонтьева. Использование математического аппарата линейных матричных неравенств [7] позволило свести задачу синтеза управляющих воздействий к задачам полуопределенного программирования и одномерной выпуклой оптимизации.

В качестве примера рассмотрен фрагмент системы подачи и распределения воды города Харьков, который включает наземный источник, три насосных станции и два подкачивающих насоса, пять резервуаров и четыре сектора потребления. Численное решение задачи получено с помощью свободно распространяемого пакета программ CVX для системы MATLAB [8].

Результаты численного моделирования свидетельствуют об эффективности предложенного подхода к решению задачи построения робастной стабилизирующей стратегии управления насосными станциями в системе водоснабжения в условиях неопределенности объемов потребления и утечек воды, а также интервалов времени, требуемых для перекачивания воды, при наличии структурных ограничений на состояния и управляющие воздействия.

Литература. **1.** Петросов В. А. Управление региональными системами водоснабжения. Харьков: Основа, 1999. 320 с. **2.** Brdys M. A., Ulanicki B. Operational control of water systems: structures, algorithms, and applications. Lebanon, Indiana, U.S.A.: Prentice Hall, 1994. **3.** Stipanovic D. M., Siljak D. D. Robust stability and stabilization of discrete-time non-linear systems: The LMI approach // International Journal of Control. 2001. Vol. 74. P. 873-979. **4.** Bertsekas D. P., Rhodes I. Recursive state estimation for a set-membership description of uncertainty // IEEE Trans. Automat. Control. 1971. Vol. 16. P. 117–128. **5.** Blanchini F., Miani S. Set theoretic methods in control. Boston: Birkhauser, 2008. **6.** Хлебников М. В., Поляк Б. Т., Кунцевич В. М. Оптимизация линейных систем при ограниченных внешних возмущениях (техника инвариантных эллипсоидов) // Автоматика и телемеханика. 2011. № 11. С. 9-59. **7.** Boyd S., Ghaoui El., Feron E., Balakrishnan V. Linear matrix inequalities in system and control theory. Philadelphia: SIAM, 1994. **8.** Grant M., Boyd S. CVX: MATLAB software for disciplined convex programming, version 1.21. URL: http://cvxr.com/cvx.

Єремєєв І.С., Остапчук А.І.
Київський університет управління та підприємництва, Київ, Україна

Інтелектуалізація процедури оцінювання стану довкілля

Довкілля являє собою складну динамічну систему, на яку впливає значна кількість чинників, частину з яких навіть неможливо визначити фізично або математично.

Оцінку забруднення, звичайно, можна здійснити шляхом моделювання розповсюдження забруднень від джерела з урахуванням напрямку та швидкості вітру і інших метеоумов, але цю процедуру необхідно здійснювати доволі часто, що пов'язано із значною втратою ресурсів. В подібних умовах оцінювання стану довкілля (наприклад, з точки зору номенклатури та щільності забруднень) зустрічається з проблемами недостатності (неповноти) інформації, її нечіткості, недостовірності й неоперативності.

Виявлення складових забруднень довкілля базується, у значній мірі, на методах хімічного та спектрального аналізу, які, не зважаючи на їхню точність та чутливість, не забезпечують інформацію про потенційні сінергетичні/антагоністичні впливи різних токсикантів на живі організми. Крім того, хімічний або спектральний аналіз констатує факт наявності забруднення на момент вимірювання у даній точці (місці відбирання проби), але не надає інформації про те, скільки часу це забруднення впливало на певний ареал у цілому.

На відміну від цього аналіз стану, поведінки та інших **показників** живих організмів, які перебувають стало на тому, чи іншому ареалі і впродовж усього часу існування того, чи іншого токсиканту, дозволяє об'єктивно констатувати вплив на них забруднювачів, оскільки живі організми певним чином реагують на забруднення оточуючого середовища, причому деякі з них є дуже чутливими до конкретних забруднень і спроможні служити свого роду біоіндикаторами цих токсинів. Такими показниками можуть бути **біорізноманітність** (відносна сума та щільність конкретних видів організмів на одиниці площі на даному ареалі), ненормальна **дефоліація**, **структурна нестабільність** (асиметрія листя, асиметрія гілок тощо), забарвлення листя, проблеми з **вегетацією** тощо.

Рослини-біоіндикатори вимушені довгий час існувати в умовах дії забруднень й накопичувати їхній вплив, забезпечуючи інтегральний ефект від дії забруднення, що підвищує достовірність інформації про забруднення. Нажаль, біоіндикація має і певні хиби: кожний конкретний організм будь-якого виду має свої індивідуальні особливості, які створюють певний діапазон, всередині якого знаходяться ті, чи інші реакції виду як такого на стреси, що викликаються забруднювачами. Крім того, іноді реакція того, чи іншого виду на певний стрес може бути подібна до реакції на інший стрес, або представляти суму реакцій на різні стреси, а також сінергетичну реакцію або й реакцію на антагоністичні впливи. Усе зазначене вище висуває проблему забезпечення достовірності даних біомоніторингу.

Зазначена проблема може вирішуватися різними шляхами, серед яких найбільш прийнятними є наступні:

1) Використання в якості біоіндикаторів такого виду організмів, який є достатньо чутливим до конкретних токсикантів і має однозначну реакцію на стреси у вигляді заздалегідь відомих меж, в яких знаходяться показники стресу;

2) Використання в якості біоіндикаторів множини різних видів організмів, які більш-менш однаково (якісно та кількісно) реагують на стреси, причому бажано, щоб їхні показники (за номенклатурою) відрізнялися один від одного;

3) Використання в якості біоіндикаторів декількох видів організмів, з яких одні однозначно реагують на конкретні стреси, а інші – характеризують сінергетичний ефект від стресу, обумовленого впливом суми забруднювачів.

Оскільки реакція на стрес не може бути представлена у вигляді конкретних чисел (тому що існує певний діапазон, в межах якого можуть знаходитися показники), замість цього необхідно використовувати так звані лінгвістичні змінні. Наприклад:

1)«відсутня реакція», або «ВР»;

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

2)«мала реакція», або «МР»;
3)«помітна реакція», або «ПР»;
4)«сильна реакція», або «СР»;
5)«дуже сильна реакція», або «ДСР».

Такий підхід вимагає використати для оцінювання ситуації замість точних функцій так звані функції належності ФН (які зазначають належність тієї, чи іншої величини до певного діапазону всередині можливих меж існування) та евристики, що є відповідними аналогами алгоритмів для оперування з нечіткими множинами, а також правдоподібні міркування, що полегшить вирішення проблеми.

Згідно з цим підходом, забезпечення достовірності даних про забруднення (З) на підставі даних біоіндикаторів БІ може бути сформульоване наступними евристиками (за умов, що розглядаються лише ті біоіндикатори БІj ⊂ БІn, де j ⩽ n, показники яких Пj відрізняються від нуля):

$$\text{ЯКЩО } \{(\text{П1} \geqslant \text{МР}) \text{ АБО } (\text{П2} \geqslant \text{МР}) \text{ АБО } ... \text{ АБО } (\text{Пj} \geqslant \text{МР})\},$$
$$\text{ТО } \{\text{З} \Rightarrow \min(\text{П1}, \text{П2},...\text{Пj})\}$$

у разі використання методу максимальної правдоподібності;

$$\text{ЯКЩО } \{(\text{П1} \geqslant \text{МР}) \text{ АБО } (\text{П2} \geqslant \text{МР}) \text{ АБО } ... \text{ АБО } (\text{Пj} \geqslant \text{МР})\},$$
$$\text{ТО } \{\text{З} \Rightarrow \max(\text{П1}, \text{П2},...\text{Пj})\}$$

у разі використання "оптимістичного"методу оцінювання;

$$\text{ЯКЩО } \{(\text{П1} \geqslant \text{МР}) \text{ АБО } (\text{П2} \geqslant \text{МР}) \text{ АБО } ... \text{ АБО } (\text{Пj} \geqslant \text{МР})\}$$
$$\text{ТА } \{ (\frac{1}{q}\sum_{i=1}^{q} \textit{Пj} \leqslant \text{Пс})\} \text{ , ТО } \{\text{З} \Rightarrow \max(\text{П1}, \text{П2},...\text{Пq})\}$$

у разі використання «оптимістичного» методу оцінювання, причому Пj відповідає q показникам одного й того ж виду організмів, які характеризують різні забруднення, а Пс – показник іншого організму, який акумулює сінергетичний ефект впливу різних забруднень;

$$\text{ЯКЩО } \{(\text{П1} \geqslant \text{МР}) \text{ АБО } (\text{П2} \geqslant \text{МР}) \text{ АБО } ... \text{ АБО } (\text{Пj} \geqslant \text{МР})\}$$
$$\text{ТА } \{(\frac{1}{q}\sum_{i=1}^{q} \textit{Пj} \leqslant \text{Пс})\} \text{ , ТО } \{\text{З} \Rightarrow \min(\text{П1}, \text{П2},...\text{Пq})\}$$

у разі використання методу максимальної правдоподібності, причому Пj відповідає q показникам одного й того ж виду організмів, які характеризують різні забруднення, а Пс- показник іншого органзіму, який акумулює сінергетичний ефект впливу різних забруднень.

Тут визначення середнього показника $\frac{1}{q}\sum_{i=1}^{q} \textit{Пj}$ здійснюється наступним чином: показники Пj отримують числові значення (наприклад, МР=0,25, ПР=0,5, СР=0,75, ДСР=1,0), з якими і оперують під час обчислення середнього показника.

Після оцінювання стану довкілля за допомогою біоіндикаторів варто з метою валідації оцінки провести вибірковий вимірювальний моніторинг, що дозволить порівняти якісні оцінки методу, що пропонується, з кількісними оцінками фізичних вимірювань та скоригувати діапазони (межі), в яких знаходяться показники біоіндикаторів, і встановити довірчі інтервали, в межах яких перебувають ті, чи інші показники, з метою коригування раніше обраних діапазонів належності.

Біоіндикатори, як зазначалося вище, мають ту позитивну рису, що вони інтегрують вплив забруднень за весь час експозиції на відміну від вимірювальних приладів. Негативною рисою є те, що вони піддаються впливу різних забруднень одночасно і їхня реакція не є «чистою», а, скоріше сумою реакцій на різні забруднювачі, що не завжди дозволяє виявити вплив конкретного забруднювача.

Використання підходу, що пропонується, забезпечить підвищення достовірності оцінок стану довкілля, особливо з точки зору фактичного впливу забруднень на екосистему.

Заводник В.В.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Задача оценивания рисков угроз экологической безопасности территориальных объектов

Актуальность проблемы оценивания рисков экологической безопасности территории, от промышленной площадки (микро масштаб) до страны (макро масштаб), связанна с поиском оптимальных форм управления экономическими и социальными процессами, а именно их прогнозированием (технологическим предвидением) стратегическим планированием и стратегическим менеджментом на базе мониторинга, моделирования и оценивания динамики изменения состояния исследуемой экосистемы (сложный динамический объект).

Экологическая безопасность, являющаяся составной частью национальной безопасности, определяется величинами разнородных и разноприродных рисков как от катастроф: природных (экзогенных) и техногенных (эндогенных) так и от разрушительных процессов которые происходят медленно но со временнее приводят к серьезным последствиям (экологические проблемы, экономические кризисы, социальные конфликты). Неучитывание указанных факторов в управляющих воздействиях на природную среду приводит к ухудшению ее качественных характеристик, вплоть до непригодности обитания в ней, развалу экономики, уничтожению материальных ценностей, ухудшению состояния здоровья населения, морально-нравственной деградации общества и этим самым нарушает или разрушить национальную безопасность.

Под экологической безопасностью территорий (в докладе регионы Украины) нужно понимать состояние защищенности основных параметров окружающей среды (нахождение их количественных значений в заданном диапазоне) от различных угроз, носящих как плановый (известный) так и рисковый (вероятностный) характер.

Текущее состояние окружающей среды описывается 44-мя параметрами, нормативно определенными Министерством экологии и природных ресурсов Украины [1]. Риск, в свою очередь, определен двумя параметрами: степенью риска – вероятностью появления опасных воздействий, выводящих значения каких то параметров экосистемы за пороговые значения заданного (безопасного режима функционирования) диапазона [2]; уровнем риска – величиной ущерба от нежелательных последствий опасных воздействий на экосистему.

Задача оценивания рисков угроз экологической безопасности территориальных объектов формулируется следующим образом: – определить множество угроз и множества рисков каждой угрозы; – определить степень риска - вероятность попадание значения, каких то параметров в критическую область, характеризирующеюся появление экологических нарушений вплоть до катастрофы; – построить интегральный индикатор риска угроз экологической безопасности территориальных объектов (регионы Украины). Данная задача является частью проекта разработки стратегии построения системы оперативного мониторинга и управления процессами с учетом рисков угроз, протекающими в окружающей среде с целью обеспечения ее безопасного состояния, то есть комфортного проживания общества в целом и здоровья отдельного человека в частности.

В докладе предлагается методика построения: – множества угроз экологической безопасности регионов Украины, как территориальных объектов, характеризующихся степенью рисков возникновения; – интегрального индикатора риска.

Рассмотрен пример построения интегрального индикатора риска для регионов Украины по данным [1] и динамика его изменения за ряд лет. Представлены результаты расчетов, анализ данных, сделаны выводы. Доклад широко иллюстрирован: таблицами, графиками, рисунками, выполненными на основании полученных расчетов.

Литература. **1.** Министерство экологии и природных ресурсов Украины [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.mehr.gov.ua **2.** Качинський А.Б. Індикатори національної безпеки: визначення та застосування їх граничних значень. Нац. ін-т стратег. дослідж. – К.: НІСД, 2013. – 101 с.

Заец Р.В.
Центр исследований научно-технического потенциала и истории науки им. Г.М.Доброва НАН Украины, Киев, Украина

Метод структурных матриц как инструмент описания и анализа сложных систем

Характеризуется метод структурных матриц и обсуждаются возможности его применения для описания и анализа функциональных систем разной природы и сложности

Метод структурных матриц (МСМ) [1] представляет оригинальную методологию целостного описания и многоаспектного анализа функциональных систем, разработанную проф. Л.Г. Шатихиным. Изначально разработанный для анализа и синтеза технических систем МСМ позднее стал апробироваться для моделирования технологических и производственных систем. Общность и универсальность идей, заложенных в МСМ, позволяет его применять при изучении всех систем, в которых очевидны (или могут быть установлены) взаимодействия между подсистемами, блоками, компонентами, элементами, обеспечивающими функционирование системы. К числу таких систем относятся как природные (геофизические, биологические, экологические), так и социально обусловленные (организационные, управленческие, информационные, социально-экономические, региональные, городские и прочие) системы, в которых можно проследить причинно-следственные связи протекающих процессов, взаимодействия между элементами, выявить или назначить их количественные характеристики.

МСМ — прагматически ориентированная методология, основанная на целостном представлении системного объекта исследования, который обязательно рассматривается во взаимодействии с его средой. МСМ явился результатом объединения в единую логику моделирования нескольких системно-аналитических подходов и методов. Это вербально-описательный, структурный, функциональный, процессный и информационный подходы, а также визуальные и граф-описания и математическое моделирование структур и поведения систем. Применяемые порознь эти подходы и средства позволяют характеризовать и изучать отдельные стороны строения и функционирования системы, но не дают о ней целостного и полного представления, позволяющего раскрыть преимущества и недостатки системы, возможностей её совершенствования и более эффективного использования.

МСМ позволяет описывать каскадные системы с большим числом параллельно протекающих процессов и используемых ресурсов, широким репертуаром входов и выходов. МСМ предполагает поэтапное рекурсивное структурно-функциональное описание открытой системы и её среды, которое определяется целями изучения системы и её совершенствования. Способом презентации результатов моделирования системы является разработанный логико-семантический паттерн, упорядочивающий представления о системе. Это стандартная структурная матрица (рисунок), построенная по правилам согласованного описания атрибутов и характеристик системы (которые ввиду краткости данного сообщения не комментируются).

Для фиксации характеризующей систему вербальной и символьной (в виде условных знаков) информации предназначены девять полей (квадрантов) матрицы. Срединное поле в виде квадратной матрицы (ядро системы) содержит символьное описание собственно системы. Она представлена совокупностью её функциональных частей (диагональные элементы) и прямые (ниже диагонали) и обратные (выше диагонали) связи между ними (угловые стрелки, проставленные в ячейках), содержание которых наименовано в столбцах квадранта II. Общие сведения о составе системы (перечень подсистем и выполняемых ими функций) располагаются в VIII квадранте. Внешняя среда системы представлена в правой части матрицы двояко: 1) как совокупность природных и социальных факторов (квадрант III), их воздействий на подсистемы (отмечены стрелками в квадранте IV); 2) как совокупность природных и социальных систем (квадрант V), воспринимающих продукцию и другие воздействия системы (квадрант VI).

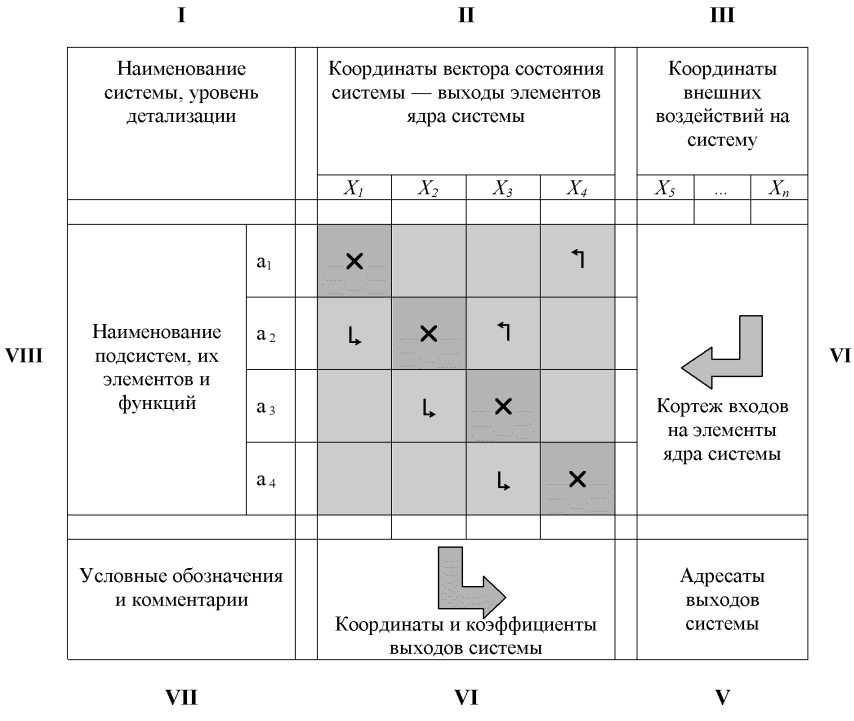


Рисунок. Стандартная структурная матрица для описания системы и её среды.
Источник: разработка автора на основании материалов монографии [1].

Результатом каждого этапа моделирования (предшествующего разработке математических моделей) является заполненная по определённым правилам структурная матрица, которая отражает специфику системы на данном уровне её представления. Заполнение матрицы выполняется в ходе определения всех предусмотренных показанным паттерном (рисунок) вербальных и количественных характеристик, как самой системы, так и взаимодействий «система — среда». При этом используются наличные знания о системе, статистические и расчётные данные, (в случае необходимость) результаты специальных обследований, а также экспертные оценки.

Важным преимуществом МСМ является наглядность и обозримость результатов моделирования, представленных набором взаимосвязанных структурных матриц, что позволяет контролировать весь процесс моделирования и вносить в него необходимые коррективы. МСМ позволяет строго ставить задачи анализа и синтеза сложных систем на разных уровнях обобщения/детализации их описания.

Обращение к МСМ для моделирования системных явлений и объектов нередко обнаруживает неполноту представлений и несистемность знаний о многих из них, что затрудняет заполнение полей матрицы и приостанавливает работу. Выявление конкретных областей незнания подсказывает направления предметных исследований, которые необходимы для пополнения знаний о системе.

Следование принципам и правилам МСМ дисциплинирует мышление исследователей и проектантов, занятых анализом и синтезом сложных систем, позволят выстраивать семантически богатые и наглядные модели существующих и будущих систем.

Литература. 1. Шатихин Л.Г. Структурные матрицы и их применение для исследования систем. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1991. — 256 с.

Зайцева Е.Є., Воропаєва В.Я., Долгіх І.П.
Донецький національний технічний університет, Донецьк, Україна

Алгоритм побудови розкладу руху автотранспорту

Вступ. Дотримання розкладу руху самоскидів у випадку наявності односмугових ділянок доріг у кар'єрному комплексі є основою ефективної роботи транспортної системи в цілому. Порушення графіку перевезень може стати причиною аварійної ситуації, а отже, потребує оперативного корегування. Як було показано у [1], формування розкладу руху транспортних засобів (ТЗ) та контроль за його виконанням є основними задачами підсистеми диспетчеризації транспорту. Запропоновані алгоритми дискретно-подійного управління транспортом [2,3] та компенсації збурень [4] хоча і дозволяють забезпечити коректність процесу перевезень, проте через специфіку використаного математичного апарату мереж Петрі та Max-Plus алгебри, знайдені рішення не є застосовуваними без попереднього аналізу та обробки. У цій роботі проілюстровано саме методику побудови розкладу руху автотранспорту.

Постановка задачі досліджень. Розглядається дискретно-подійна система [5], яка задана в канонічній формі наступною системою рівнянь в базисі Max-plus алгебри $(\overline{\mathbb{R}}, \oplus, \cdot)$:

$$\mathbf{x}(k+1) = \mathbf{A} \cdot \mathbf{x}(k) \oplus \mathbf{B} \cdot \mathbf{u}(k+1), \tag{1}$$

де $\mathbf{x}(k) \in \overline{\mathbb{R}}^n$, елемент $x_i(k)$ – це момент часу, в який i-а подія відбудеться в k-му циклі розвитку процесу, $i = \overline{1,n}$, $\mathbf{x}(0) = \varepsilon$; $\mathbf{u}(k) \in \overline{\mathbb{R}}^m$ – момент часу, в який k-й вектор керування безпосередньо діє на систему; $\mathbf{A}, \mathbf{B}$ – матриці відповідних розмірностей, елементи яких належать до $\overline{\mathbb{R}}$.

Розрахована за (1) послідовність векторів $\mathbf{x}(k)$, $k = 1, 2, \ldots$, містить послідовність часових моментів маркувань позицій графу синхронізації у k-му циклі, що відповідає проходженню ТЗ ділянки маршруту (станції або дороги) у k-й раз. Оскільки зазвичай маршрутом рухаються декілька транспортних засобів, виникає задача вибору тих елементів послідовності векторів $\mathbf{x}(k)$, що належать множині моментів часу прибуттів та відправлень на станції певного маршруту певним ТЗ. Крім того, модель у вигляді графу синхронізації передбачає умовний розподіл транспортних засобів маршрутом на початку роботи системи, що не відповідає дійсності, через наявність станції, де водії отримують завдання на зміну. Разом з тим, отриманий розв'язок залишається вірним, хоча і потребує додаткового корегування. Отже, формування підмножини елементів «виправленої» послідовності часу маркувань позицій графу синхронізації, що відповідає певним маршруту та ТЗ, є основою для складання розкладу руху даного ТЗ за даним маршрутом.

Алгоритм побудови розкладу руху. Нехай $X = \{\mathbf{x}(k)\}$, $k = 1, 2, \ldots$, – послідовність векторів $\mathbf{x}(k)$, отримана як розв'язок задачі дискретно-подійного управління за формулою (1). Через K позначимо кількість циклів роботи ТЗ за зміну, M – кількість маршрутів, T_i – кількість ТЗ, що рухаються одним маршрутом, $i = \overline{1,M}$. Для кожного маршруту i виділено початкову станцію, де водії отримують змінні завдання, – s_1^i. Маршрути задаються впорядкованою послідовністю $(s_1^i, s_2^i, \ldots, s_{n_i}^i,)$ номерів станцій, на основі якої визначається множина вершин графу синхронізації S_i, які відповідають моментам часу прибуття та відправлення ТЗ на станції.

Алгоритм формування розкладу руху ТЗ складається з шести етапів.

1. На етапі моделювання маршрутів руху визначаються множини маркованих позицій графу синхронізації st_i $(i = \overline{1,M})$.
2. Проводиться розрахунок послідовності X за алгоритмом дискретно-подійного управління [2]. Обирається позиція графу синхронізації mst, з маркування якої починатиметься робота транспортної системи в цілому.
3. Проводиться корегування елементів послідовності X: $X = X - X_{mst,1}$.
4. Формується множина XT_t з елементів послідовності X, що описують роботу кожного самоскиду t на маршруті за наступним правилом. На початку номер циклу k послідовності $\mathbf{x}(k)$ для кожного ТЗ дорівнює 1. Якщо під час руху фішка-самоскид проходить через

позицію, яка належить до st_i, то для цієї позиції ще зберігається поточний цикл k, а вже для наступної позиції елемент для XT_t обирається з $\mathbf{x}(k+1)$.

5. Обирається підмножина XS_t з $T_i \cdot K$ множини XT_t, починаючи з моменту часу проходження фішкою-самоскидом позиції mst.
6. Отримана множина XS_t представляє собою розклад руху t-го ТЗ.

Результати моделювання. Розглянемо кар'єрний комплекс схема доріг якого представлена у вигляді плаского графа (рис. 1). Кар'єр містить три станції навантаження – вибої B1, B2 та B3 та одну станцію розвантаження C. Перетини доріг утворюють майданчики M1, M2, M3, M4. Цифрами i ($i = \overline{1,9}$) позначені односмугові ділянки доріг. Нехай число транспортних засобів буде типовим для кар'єрів такого виду, як це було зазначено у [6], і складає 15 одиниць. Приймемо для простоти, що кожним маршрутом рухається однакова кількість ТЗ, тобто по 5 одиниць на кожен з трьох маршрутів склад-вибій.

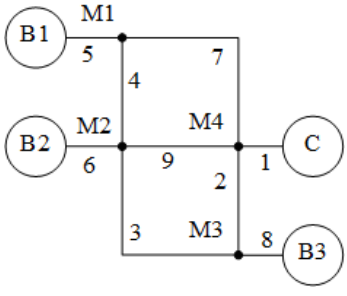


Рис. 1. Приклад кар'єрного комплексу

Для кар'єру з рис. 1 отриманий за наведеним алгоритмом розклад руху одного ТЗ за маршрутом C-M4-M1-B1-M1-M2-M4 для 5 циклів роботи представлено у виді діаграми Ганта (рис. 2). За початкову станцію s_1^1 прийнятий M1.

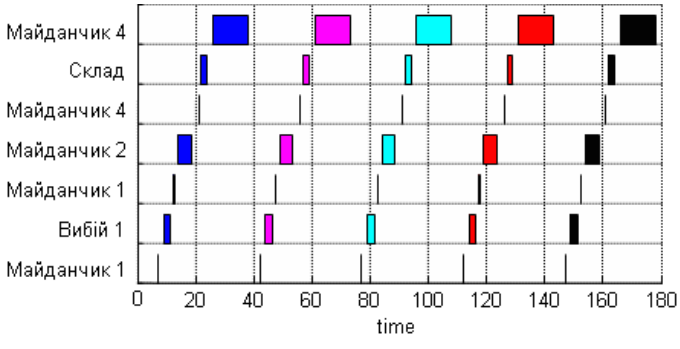


Рис. 2. Діаграма Ганта руху самоскиду

Висновки. Реалізація алгоритму формування розкладу руху на односмугових ділянках доріг дозволяє наочно представити процес вантажоперевезень, та допомагає ефективно використовувати транспортні засоби та екскаватори.

Література. **1.** Зайцева Е.Є. Підсистема оперативного управління кар'єрним автотранспортом /Зайцева Е.Є. // Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту – Донецьк: ДонІЗТ, 2013 – № 34 – С. 19-25. **2.** Зайцева Е.Є. Алгоритм управління транспортною системою як дискретно-безперервним об'єктом /Зайцева Е.Є., Бессараб В.І., Червинський В.В. // Наукові праці ДонНТУ. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація. – Вип. 21 (183) – Донецьк: ДонНТУ, 2011 – С. 19-25. **3.** Зайцева Е.Є. Оптимальне управління в дискретно-безперервній транспортній системі /Зайцева Е.Є., Воропаєва В.Я., Червинський В.В. // Збірник наукових праць ДонІЗТ – Донецьк: ДонІЗТ, 2012 – № 30 – С. 13-18. **4.** Бессараб В.І. Компенсація збурень в транспортній системі /Бессараб В.І., Червинський В.В., Зайцева Е.Є. // Матеріали XVIII міжнародної конференції з автоматичного управління «Автоматика-2011» – Том 1. – Львів: ЛПІ, 2011. – С. 183-184. **5.** Cassandras C.G. Introduction to Discrete Event Systems / C.G. Cassandras, S. Lafortune. – NY: Springer, 2008. – 769p. – ISBN 978-0-387-33332-8. **6.** Bastos G.S. Methods for Truck Dispatching in Open-Pit Mining: PhD thesis / G.S. Bastos – Aeronautics Institute of Technology – Sao Jose dos Campos, SP - Brazil, 2010. – 140p.

Зражевська Н.Г.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Використання VAR та CVAR при моделюванні ризику в часових рядах

Часові ряди є одним з універсальних формальних об'єктів, що використовуються при моделюванні динамічних явищ в багатьох областях науки та інженерії. Глобалізація та стрімкий розвиток світових інформаційних ресурсів суттєво змінили перебіг різноманітних глобальних та локальних процесів, що поскладнює використання стандартних моделей опису [1,5,6]. Простими прикладами цього є глобальна фінансова нестабільність останнього десятиліття, що призвела до суттєвої волатильності фінансових інструментів, стохастичні моделі дохідності демонструють асиметрію, heavy tails та нестаціонарність [2], що унеможливлює використання відносно простих регресійних та ARMA моделей для передбачення їхньої поведінки, а отже оцінки та мінімізації ризиків [1]. Робота присвячена побудові FIGARCH стохастичних моделей [1] для оцінки та прогнозування основних NASDAQ індексів SPX та NDX в часовому періоді, що характеризується високою волатильністю та несиметрією розподілу дохідності. Побудовані моделі, використані для оцінки та покрокового прогнозування ризиків. За міри ризику прийнято широко вживані при аналізі фінансових інструментів VAR та CVAR [3, 4]. Принциповою особливістю моделі є використання динамічних VAR та CVAR, що дозволило врахувати нестаціонарність поведінки часових рядів та суттєво покращити результати моделювання. Основою побудови моделі є динамічний підхід передбачення волатильності. Цей підхід складається з двох основних етапів. Перший етап полягає у оцінюванні параметрів моделі FIGARCH із використанням властивості автокореляційної функції часового ряду дисперсій показниково спадати із часом. Оптимальна складність моделі визначалась за ітераційною процедурою з використанням критерію Акаїке. Другий етап полягав в аналізі залишків моделі із апріорно заданим їх розподілом. Враховуючи квантильну природу вибраних мір ризику, залишки аналізувалися в рамках граничної теорії EVT [1] із теоретичним розподілом Вейбула. Для оцінювання параметрів Вейбула використовувалася теорія POT, яка базується на аналізі екстремальних значеннях досліджуваних даних і дозволяє максимально повно описати граничну поведінку процесу. Оцінені та прогнозні значення для VAR та CVAR розраховувались на основі оцінок та прогнозів моделі FIGARCH та емпіричними оцінками відповідних мір ризику, побудованих по залишкам. Проведений аналіз показав коректність такого підходу для нестаціонарних процесів. Дана модель була використана для моделювання ризику втрат на реальних даних. Результати свідчать, що оцінка ризику при описаному підході є більш консервативною та стійкою, в порівнянні з стандартними моделями, а отже, дозволяє суттєво мінімізувати ризики фінансових втрат та вчасно приймати дії для стабілізації ринків.

Дослідження дозволили сформулювати алгоритм, що був реалізований у вигляді програмного пакету в середовищі Matlab. Результати моделювання подано у вигляді таблиць та діаграм. Результати дослідження та програмний пакет можуть бути використані для моделювання та оцінки ризику як в фінансовій сфері так і в інших галузях де використовуються часові ряди з високою волатильністю.

Література. **1.** Guegan Dominique, Zhao Xin. "Alternative Modeling for Long Term Risk" in Documents de Travail du Centre d'Economie de la Sorbonne. 2012.25. **2.** Zhu Donming, Galbraith John W. "Modelling and forecasting expected shortfall with the generalized asymmetric Student-t and asymmetric exponential power distributions" in Computational and Financial Econometrics, 2010 conference. **3.** Rogachev Andrey. "Dynamic Value-at-Risk". November 2002. St.Gallen, 20 pp. **4.** Sang HoonKang, Seon-Min Yoon. "Value-atRisk Analisis of the Long Memory Volatility Process: The Case of Individual Stock Return". 2007. **5.** Панкратова Н.Д. Моделирования альтернатив сценариев процесса технологического предвидения / Панкратова Н.Д., Савастьянов В.В. // Системні дослідження та інформаційні технології.-2009.-№1. **6.** Rama Cont. "Volatility Clustering in Financial Markets: Empirical Facts and Agent–Based Models" in Centre de Math´ematiques appliqu´ees, Ecole Polytechnique F-91128 Palaiseau, France. 2005.

***Калиновский Я.А.*[1], *Хицко Я.В.*[2], *Туренко А.С.*[1]**
[1] *Институт проблем регистрации информации НАН Украины, Киев, Украина;* [2] *Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина*

Исследование классов изоморфизма неканонических гиперкомплексных числовых систем размерности 2

Исследованы классы изоморфизма неканонических гиперкомплексных числовых систем размерности 2 общего вида со структурными константами, которые соответствуют заданным ограничениям. Такие системы могут быть изоморфны системе комплексных, двойных или дуальных чисел. Исследованы изоморфные переходы между неканоническими системами диагонального и общего видов.

Гиперкомплексная форма представления данных используется во многих задачах для повышения эффективности алгоритмов. Для некоторых задач целесообразно использовать неканонические гиперкомплексные числовые системы (ГЧС). Поскольку самой полной характеристикой ГЧС является набор правил умножения базисных элементов [1], справедливо следующее определение. Неканонические ГЧС характеризуются наличием хотя бы одного произведения базисных элементов, которое является суммой двух или большего количества слагаемых и/или с коэффициентом за пределами множества $\{-1, 0, 1\}$.

В самом общем виде, таблица умножения неканонической коммутативной ГЧС размерности 2 выглядит следующим образом [2]:

Таблица 1. Неканоническая ГЧС общего вида размерности 2 $\Gamma_1(E, 2)$

$a_{11}E_1 + b_{11}E_2$	$a_{12}E_1 + b_{12}E_2$
$a_{12}E_1 + b_{12}E_2$	$a_{22}E_1 + b_{22}E_2$

где $a_{11}, a_{12}, a_{22}, b_{11}, b_{12}, b_{22} \in \mathbb{R}$. При выполнении одного из условий:
1) $a_{11} \in R$, $b_{11} = a_{12} = 0$, $b_{12} = a_{11}$, $a_{22}, b_{22} \in \mathbb{R}$;
2) $b_{11} = a_{12} = 0$, $a_{11} = b_{12} = b_{22}$, $a_{22} \in \mathbb{R} \setminus \{0\}$, $b_{22} \in \mathbb{R}$;
такая система изоморфна одной из систем комплексных, двойных или дуальных чисел.
Неканоническая гиперкомплексная числовая система размерности 2 диагонального вида:

Таблица 2. Неканоническая ГЧС размерности 2 диагонального вида $\Gamma_2(f, 2)$

$\alpha_{11}f_1 + \beta_{11}f_2$	0
0	$\alpha_{22}f_1 + \beta_{22}f_2$

при $\alpha_{22} = \beta_{11} = 0$, изоморфна системе прямой суммы вещественных чисел $\mathbb{R} \oplus \mathbb{R}$.

Результатом исследований является построение оператора перехода из системы $\Gamma_1(E, 2)$ в систему $\mathbb{R} \oplus \mathbb{R}$:

$$R_1 = \frac{1}{\beta_{22}} f_2, R_2 = \frac{1}{\alpha_{11}} f_1.$$

Таким образом, возможно построить переход из системы $\Gamma_1(E, 2)$ в $\Gamma_2(f, 2)$:

$$\begin{cases} E_1 = \dfrac{1}{\alpha_{22}} f_1 \\ E_2 = -\dfrac{b_{22}}{2k\beta_{22}} f_2 + \dfrac{1}{ka_{22}} f_1, \end{cases}$$

где $k^2 = a_{22}b_{22} + \frac{b_{22}^2}{4}$.

Литература. **1.** И. Л. Кантор и А. С. Солодовников: Гиперкомплексные числа, М.: Наука, 1973. – 144с.

2. Yakiv O. Kalinovsky, Dmitry V. Lande, Yuliya E. Boyarinova, Iana V. Khitsko. Some isomorphic classes for noncanonical hypercomplex number systems of dimension 2. http://arxiv.org/pdf/1403.2273.

Капустян В.О., Пишограєв І.О.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Розподілене оптимальне керування для параболо-гіперболічних рівнянь з нелокальною крайовою умовою і загальним квадратичним критерієм

Нехай функція $y(x,t)$ описує процес, що описується крайовою задачею

$$Ly(x,t) = \hat{u}(x,t) \tag{1}$$

з початковою

$$y(x,-\alpha) = \varphi(x) \tag{2}$$

та граничною умовами.

$$y(0,t) = 0, y'(0,t) = y'(1,t), -\alpha \leqslant t \leqslant T, \tag{3}$$

де $D = \{(x,t) : 0 < x < 1, -\alpha < t \leqslant T, \alpha, T > 0\}$, $D_- = \{(x,t) : 0 < x < 1, -\alpha < t \leqslant 0\}, D_+ = \{(x,t) : 0 < x < 1, 0 < t \leqslant T\}$, функції $\hat{u}, \varphi$ відомі,

$$Ly = \begin{cases} y_t - y_{xx}, & \text{t} > 0, \\ y_{tt} - y_{xx}, & \text{t} < 0. \end{cases}$$

Необхідно знайти керування $\hat{u}^*(x,t) \in \mathcal{K}$, що мінімізує функціонал

$$I(\hat{u}) = 0.5(\hat{\alpha}||y(.,T) - \psi(.)||^2_D + \hat{\beta}_1 \int\limits_{-\alpha}^{0} ||y(.,t)||^2_D dt + \hat{\beta}_2 \int\limits_{0}^{T} ||y(.,t)||^2_D dt +$$

$$+ \hat{\gamma}_1 \int\limits_{-\alpha}^{0} ||v(.,t)||^2_D dt + \hat{\gamma}_2(||u(.,0)||^2_D + \int\limits_{0}^{T} ||u_t(.,t)||^2_D dt)) = 0.5 \sum_{i=0}^{\infty} (\hat{\alpha}(y_i(T) - \psi_i)^2 + \hat{\beta}_1 \int\limits_{-\alpha}^{0} y_i^2(t)dt +$$

$$+ \hat{\beta}_2 \int\limits_{0}^{T} y_i^2(t)dt + \hat{\gamma}_1 \int\limits_{-\alpha}^{0} v_i^2(t)dt + \hat{\gamma}_2(u_i^2(0) + \int\limits_{0}^{T} \dot{u}_i^2(t)dt)), \tag{4}$$

де $\psi(x)$ фіксована функція, $\hat{\alpha},\ \hat{\beta}_i, \hat{\gamma}_i \geqslant 0, i = \overline{1,2}; \hat{\alpha} + \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 > 0, \hat{\gamma}_1 + \hat{\gamma}_2 > 0$; $\mathcal{K}$ деякий клас функцій.

Задача (1) - (3), (4) формально еквівалентна послідовності кінечно-вимірних задач ([1]):

1. знайти керування $v_0^*(t) \in C[-\alpha, 0),\ u_0^*(0) \in R^1, \xi_0^*(t) \in L_2[0,T]$, що мінімізує функціонал

$$I_0 = 0.5(\hat{\alpha}(y_0(T) - \psi_0)^2 + \hat{\beta}_1 \int\limits_{-\alpha}^{0} y_0^2(t)dt + \hat{\beta}_2 \int\limits_{0}^{T} y_0^2(t)dt + \hat{\gamma}_1 \int\limits_{-\alpha}^{0} v_0^2(t)dt + \hat{\gamma}_2(u_0^2(0) + \int\limits_{0}^{T} \xi_0^2(t)dt)),$$

на розв'язках крайової задачі

$$\frac{d^2 y_0(t)}{dt^2} = v_0(t), t \in (-\alpha, 0), y_0(-\alpha) = \varphi_0;$$

$$\frac{dy_0(t)}{dt} = u_0(0) + \int\limits_{0}^{t} \xi_0(\tau)d\tau, t \in (0,T];$$

$$y_0(0-) = y_0(0+), \dot{y}_0(0-) = \dot{y}_0(0+) = u_0(0);$$

2. знайти керування $v_i^*(t) \in C[-\alpha, 0),\ u_i^*(0) \in R^1, \xi_i^*(t) \in L_2[0,T],\ i = \overline{2k-1, 2k}$, що мінімізує функціонал

$$I_k = 0.5 \sum_{i=2k-1}^{2k} (\hat{\alpha}\ ((y_i(T) - \psi_i)^2 + \hat{\beta}_1 \int\limits_{-\alpha}^{0} y_i^2(t)dt + \hat{\beta}_2 \int\limits_{0}^{T} y_i^2(t)dt + \hat{\gamma}_1 \int\limits_{-\alpha}^{0} v_i^2(t)dt + \hat{\gamma}_2(u_i^2(0) + \int\limits_{0}^{T} \xi_i^2(t)dt)),$$

на розв'язках крайової задачі

$$\frac{dy_{2k-1}(t)}{dt} = -\lambda_k^2 y_{2k-1}(t) \ + u_{2k-1}(0) + \int\limits_0^t \xi_{2k-1}(\tau)d\tau, t \ > 0,$$

$$\frac{d^2y_{2k-1}(t)}{dt^2} = -\lambda_k^2 \ y_{2k-1}(t) + v_{2k-1}(t), t < 0,$$

$$y_{2k-1}(-\alpha) = \varphi_{2k-1},$$

$$\frac{dy_{2k}(t)}{dt} = -\lambda_k^2 y_{2k}(t) - 2\lambda_k y_{2k-1}(t) + u_{2k}(0) + \int\limits_0^t \xi_{2k}(\tau)d\tau, t > 0,$$

$$\frac{d^2y_{2k}(t)}{dt^2} = -\lambda_k^2 \ y_{2k}(t) - 2\lambda_k y_{2k-1}(t) + v_{2k}(t), t < 0,$$

$$y_{2k}(-\alpha) = \varphi_{2k};$$

$$y_i(0-) = y_i(0+), i = \overline{2k-1, 2k},$$

$$\dot{y}_{2k-1}(0-) = \dot{y}_{2k-1}(0+) = - \ \lambda_k^2 y_{2k-1}(0+) + u_{2k-1}(0),$$

$$\dot{y}_{2k}(0-) = \dot{y}_{2k}(0+) = - \ \lambda_k^2 y_{2k}(0+) - 2\lambda_k y_{2k-1}(0+) + u_{2k}(0).$$

В роботі побудовано умови оптимальності у вигляді систем інтегральних рівнянь, з яких можна знайти розподілене оптимальне керування, доведена розв'язність цих систем. Аналітичний розв'язок цих рівнянь в загальному випадку дуже складний, тому розглянуто деякі найпростіші випадки для отримання кінцевих формул керувань та критерію якості.

Наприклад для нульової компоненти керування, нехай $v_0(t) = 0$, $t \leqslant 0$; $\xi_0(t) = 0$, $t > 0$. Тоді з розв'язку задачі знаходимо

$$u_0(0) \ = \ \hat{\alpha} \ (\alpha \ + \ T) \ \frac{-\varphi_0 \ + \ \psi_0}{\hat{\gamma}_2 \ + \ \hat{\alpha} \ (\alpha \ + \ T)^2},$$

$$y_0(T) \ = \ \varphi_0 \ + \ \hat{\alpha} \ (\alpha \ + \ T)^2 \ \frac{-\varphi_0 \ + \ \psi_0}{\hat{\gamma}_2 \ + \ \hat{\alpha} \ (\alpha \ + \ T)^2},$$

а оптимальне значення критерію якості приймає вид

$$I_0 \ = \ 0.5 \ (\hat{\alpha} \ (y_0(T) \ - \ \psi_0)^2 \ + \ \hat{\gamma}_2 \ u_0^2(0)) \ = \ 0.5 \ \frac{\hat{\gamma}_2 \ \hat{\alpha} \ (\varphi_0 \ - \ \psi_0)^2}{\hat{\gamma}_2 \ + \ \hat{\alpha} \ (\alpha \ + \ T)^2}.$$

Подальший розвиток роботи буде напрямлено на знаходження оцінок керувань та значення критерія якості, побудову наближенного та квазіоптимального керування.

Література. **1.** Капустян В.О., Пишнограєв І.О. Умови існування і єдиності розв'язку параболо-гіперболічного рівняння з нелокальними крайовими умовами // Наукові вісті НТУУ «КПІ». - 2012. - № 4. - с. 72-86.

Каркунов Я.О. *— рецензент Богданський Ю.В.*
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Конфігураційні простори: теорія та застосування

Велика кількість фундаментальних явищ в природі моделюється нелінійними диференціальними рівняннями. Всі вони описують деяку систему в цілому, не беручи до уваги її внутрішню структуру. Ці рівняння оперують такими макроскопічними характеристиками, як тиск, в'язкість, швидкість рідини та є детерміністичними. З іншої сторони, системи, що складаються з великої кількості мікроскопічних частинок описуються нескінченними ланцюжками лінійних диференціальних рівнянь: наприклад, ієрархією Боголюбова.
У цьому випадку, рух частинок та їх взаємодії описуються явним чином та мають стохастичний характер: розв'язки таких систем рівнянь дають змогу зрозуміти те, яким чином еволюціонують з часом функції розподілу величин на фазовому просторі.
Ціль даної статті - продемонструвати один із інструментів для розв'язання задачі переходу від мікроскопічного статистичного опису системи до її макроскопічної моделі.

Міра Пуассона. Розподіл Пуассона відіграє величезну роль для моделювання складних систем. Він виникає у зв'язку з Пуассонівськими стохастичними процесами при описі різних явищ дискретного характеру (тобто тих, які можуть відбутися $k \in \mathbb{N}_0 := \{0, 1, 2, \ldots\}$ разів протягом певного періоду часу або в даній області), коли ймовірність того, що воно відбудеться є постійною в часі та просторі. Прикладами кількісних величин, які можуть бути змодельовані за допомогою розподілу Пуассона є:

- Стрибки в ціні акції в заданому інтервалі часу.
- Мутації в даній ділянці ДНК після певної кількості радіації.
- Телефонні дзвінки, що надходять на колл-центр протягом хвилини.
- Частка клітин, які будуть заражені в даній області ураження.

Для моделювання міри Пуассона розглядається міра інтенсивності на деякому модельному просторі X, який може бути будь-яким локально-компактним простором або Рімановим многовидом. У статті розглянуто випадок $X = \mathbb{R}^n$, $n \geqslant 2$.

Конфігураційні простори. Тісний зв'язок з мірою Пуассона мають наступні простори:

$$\Gamma(\mathbb{R}^n) = \{\gamma \subset \mathbb{R}^n : \ \forall \text{компактів } K \subset \mathbb{R}^n \ |\gamma \cap K| < \infty\}$$

де $|\cdot|$ - потужність множини [1]. Їх називають конфігураційними просторами. У статті розглянуто основні питання диференціальної геометрії на конфігураційних просторах, зокрема виявляється, що дотичним простором в точці $\gamma \in \Gamma(X)$ є:

$$T_\gamma \Gamma(X) = L^2(X \to TX, \gamma)$$

Також на них буде введено міру Пуассона, яка задається на $\mathbb{R}^n$ її перетворенням Фур'є за теоремою Бохнера:

$$\hat{\pi}_\sigma(\phi) = \exp\left(\int_{\mathbb{R}^n} (e^{i\phi} - 1)\, \sigma(\mathrm{d}x)\right), \quad \phi \in C_0^\infty(\mathbb{R}^n)$$

На просторі конфігурацій її можна задати за допомогою сім'ї узоджених мір(відносно відповідних проекцій) та теореми Колмогорова (про продовження міри). Ймовірностні міри на конфігураційних просторах можуть бути інтерпретовані, як макроскопічні стани системи, в той час, як власне елементи $\gamma \in \Gamma(\mathbb{R}^n)$ є мікроскопічними станами. Виявляється, що міра Пуассона описує стани однорідного газу, густина газу є густиною міри інтенсивності відносно міри Лебега на модельному просторі. Елементи простору ймовірностних мір на конфігураційних просторах вже зараз знаходять застосування не тільки у фізиці, але і в біології, екології, соціології при описі складних систем (наприклад, суспільства) [2].

Література. **1.** S. Albeverio et al., "Analysis and geometry on conguration spaces," in *Journal of Functional Analysis*, no. 2, 1998, pp. 154-220. **2.** S. Albeverio et al., "Diffeomorphism groups and current algebras: configuration space analysis in quantum theory," in *Reviews in Mathematical Physics*, no. 1, 1999, pp. 123-147.

Катренко А.В., Магац А.С.
Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна

Аналіз математичних моделей планування в мультипроектному середовищі

На сьогоднішній день існує проблема у галузі управління проектами, так як мала їх частина закінчується у терміни і обсяги, які передбачалися. Проблема полягає в тому, що багато організацій не знають, якими ресурсами вони реально володіють. Потрібно виокремлювати ключові ресурси. Часто буває, що кількість проектів є дуже великою і корисно відкинути частину з них.

Хоча декілька останніх десятиліть здійснювалися численні ініціативи, більшості керівників до сих пір не вдається добиватися поставлених перед ними цілей по удосконаленню управління проектами. Спробою вирішення проблем управління проектами стало створення центрів координації і зосередження всієї інформації - офісів управління проектами (ОУП) [1].

Багато організацій навіть не можуть пояснити, що входить в склад їх портфеля проектів. У відсутності формалізованого управління проектами, яке дає змогу оцінювати, якими ресурсами володіє організація для реалізації проектів, її керівництво часто пробує запустити більше проектів, ніж вона може реалізувати. В результаті постійно відбувається сповільнення темпів виконання проектів, а різні підрозділи організації вимушені вести боротьбу за ресурси.

Збалансований портфель проектів базується на чіткому баченню проблем і можливостей організації і забезпечує відповідний напрямок проектів, що входять в нього.

Так як в організації існує багато різноманітних типів використовуваних в проектах ресурсів, потреба в яких при виконанні проектів сильно коливається, то очевидною постає невиконанність задачі збалансованого розподілу всіх, без виключення ресурсів по всіх виконуваних проектах. Разом з тим, у будь-якій організації існує один або невелике число типів ресурсів, які визначають, яку кількість проектів вона здатна виконати. Такі ресурси прийнято називати стратегічними.

Критичне значення для організації має мати диференціація проектів у відповідності з можливостями цих стратегічних ресурсів.

Багатозадачність виникає при виконанні тих проектів, виконавці яких мають розподіляти свій час для паралельної роботи по декількох проектах чи поєднувати роботу по конкретному проекту з виконанням своїх прямих службових обов'язків на тих посадах, які вони займають. ОУП має відігравати помітну роль в боротьбі з неправильним вибором режиму багатозадачності, що може привести до збільшення тривалості типового циклу виконання проектів. Проблема неправильного вибору багатозадачного режиму виконавців проектів має вирішуватися на рівні ОУП, так як окремим керівникам проектів або розподілювачам ресурсів дуже складно реально вплинути на її радикальне вирішення.

Інвестиційні проекти, як правило, технологічно між собою не зв'язані. Залежність між ними проявляється через спільні фінансові ресурси. Існують різні постановки задач фінансування інвестиційних проектів. Розглянемо деякі з них, зв'язні з вибором портфеля проектів при різних схемах фінансування і врахуванні ризику.

Активно розвиваються проектно-орієнтовані фірми — у сфері консалтингових та аудиторських послуг, будівництва і ремонту, розробки програмного забезпечення, організації та проведення рекламних заходів та багато інших. Успіх найчастіше приходить до тих компаній, менеджери яких знають і свідомо використовують специфічні методи та інструменти управління проектами. І навпаки, ігнорування цих методів та інструментів, управління проектами за принципом «як прийдеться» спричиняються до значних фінансових проблем, втрати ринкових позицій. Ось чому провідні університети України і світу не тільки готують фахівців у цій сфері менеджменту, а й включають у навчальні плани підготовки за різними спеціальностями курси з управління проектами. Вони стають невід'ємною складовою підготовки майбутнього керівника у будь-якій галузі діяльності, виступають ознакою рівня загальної культури мене-

джменту [2]. Ринок за своєю суттю пропонує неперервну появу нових ідей, реалізація яких означає зміни в продукції, технології її отримання, методах організації і т. п. Будь-яка зміна є проектом, а його здійснення потребує управління [3].

Дії і проекти в основному розрізняються тим, що перші виконуються весь час і є чимось постійним, тоді як проекти є тимчасовими і унікальними. Отже, проект може бути визначений через свої відмітні характеристики: проект - це тимчасова дія, що виконується для створення унікального продукту чи послуги. Тимчасове означає, що кожен проект має свій певний початок і кінець. Унікальний означає, що продукт або послуга принципово відрізняється від інших аналогічних продуктів або послуг.

Має бути ефективне використання найцінніших, стратегічних ресурсів організації, що забезпечуватиме отримання найбільш значних результатів. Припускаючи існування складу, розглянемо математичні моделі оптимізації.

1. Математична модель оптимізації процесу купівлі та збереження ресурсів.
   $b_1, b_2, ..., b_{12}$ - місячна потреба ресурсу;
   $x_1, x_2, ..., x_{12}$ - отримана кількість ресурсу;
   $c_1, c_2, ..., c_{12}$ - вартість ресурсу;
   $r_1, r_2, ..., r_{12}$ - вартість зберігання одиниці ресурсу.
   Загальні затрати визначають функцію мети:
   $$z = \sum_i c_i(x_i - x_{i-1}) + \sum_i r_i(x_i - b_i) = min. \quad (1)$$
   Умови:
   $$\sum_{j=1}^{m} \sum_s c_{js}(x_{js} - x_{j(s-1)}) \leqslant B; \quad (2)$$
   $$x_i - b_i = s_i \ \ (i = 1, 2, ..., 12); \quad (3)$$
   $$s_0 + \sum_{k=1}^{i} s_k \geqslant 0 \ \ (i = 1, 2, ..., 12); \quad (4)$$
   $$x_i \geqslant 0 \ \ (i = 1, 2, ..., 12). \quad (5)$$
2. Математична модель розподілу ресурсів між проектами. $b_{11}, b_{12}, ..., b_{nm}$ - потреба ресурсу;
   $x_{11}, x_{12}, ..., x_{nm}$ - отримана кількість ресурсу;
   $w_1, w_2, ..., w_m$ - цінність ресурсу;
   $k_1, k_2, ..., k_n$ - цінність проектів.
   Загальні затрати визначають штрафну функцію:
   $$z = \sum_{R_j} w_j \sum_{\Pi_i} k_i(x_{ij} - x_{ij}^{\Phi}) = min. \quad (6)$$
   Умови:
   $$\sum_{R_j^m} c_j \sum_{\Pi_i} x_{ij}^{\Phi} \leqslant B; \ \ x_{ij}^{\Phi} \geqslant 0; \ \ x_{ij} \geqslant 0; \ \ x_{ij}^{\Phi} \geqslant x_{ij}, \quad (7)$$
   де B - бюджет портфелю проектів; c_i - вартість ресурсу.

Моделі дають можливість оцінити варіанти побудови плану продуктивної діяльності підприємств для успішної реалізації проектів, але не завжди здатні забезпечити сучасні вимоги у виконанні проектів. Розроблення нових алгоритмів є актуальним завданням на сьогодні.

Література. **1.** Кендалл И., Роллинз К. Современные методы управления портфелями проектов и офис управления проектами: Максимизация ROI: Пер. с англ. – ЗАО «ПМСОФТ», 2004. **2.** Батенко Л. П., Загородніх О. А. та ін. Б 28 Управління проектами: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2003. **3.** Мазур И. И., Шапиро В. Д. и др. Управление проектами. — Омега-Л, 2010.

Кириченко Л.О., Кобицкая Ю.А., Хабачёва А.Ю.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

Детектирование сейсмических сигналов с помощью мультифрактального анализа

В настоящее время стало общепризнанным, что многие временные ряды имеют долгосрочную зависимость и фрактальные свойства. Примером таких временных рядов являются сейсмические волны – волны энергии, которые перемещаются по земле в результате процесса, производящего низкочастотную акустическую энергию (землетрясение, взрыв и т.д.). Одним из приоритетных направлений цифровой сейсмологии является развитие методов автоматического детектирования сейсмических сигналов. Причина заключается в том, что объем данных, поступающих в реальном времени, огромен и постоянно растет.

Существуют различные методы детектирования сейсмических сигналов, базирующиеся на анализе отношение амплитуд, спектральных характеристиках, вейвлет-анализе и т.д. [1] Ряд методов основан на оценивании фрактальных характеристик сейсмических процессов, таких как показатель Херста и фрактальная размерность [2,3]. В представленной работе показано, что сейсмические сигналы обладают мультифрактальными свойствами, и предложен метод детектирования сейсмического события по изменению мультифрактальных характеристик сейсмического ряда.

Процессы, обладающие фрактальными свойствами, можно разделить на две группы: самоподобные (монофрактальные) и мультифрактальные. Самоподобие случайных процессов заключается в сохранении статистических характеристик при изменении масштаба времени. Монофрактальные процессы являются однородными в том смысле, что обладают одним параметром скейлинга – показателем Херста, который остается неизменным на любом диапазоне масштабов. Мультифрактальные процессы допускают разложение на участки с различными локальными масштабными свойствами и характеризуются спектром скейлинговых показателей – обобщенным показателем Херста, который является нелинейной функцией.

При решении классической задачи детектирования сейсмического сигнала возникает ряд подзадач: выделение полезного сигнала (сейсмического события) на фоне помех, анализ нескольких типов сейсмических волн с разными физическими и статистическими свойствами, определение момента вступления волны. В работе эти подзадачи рассмотрены с точки зрения мультифрактального анализа временных рядов.

Были проведены численные исследования, которые показали, что сейсмические волны обладают мультифрактальными свойствами и разные стадии их развития имеют различные функции обобщенного показателя Херста. Проведен анализ изменения мультифрактальных характеристик при зашумлении полезного сигнала помехами различного типа. Для определения момента вступления волны был применен метод «скользящего окна». В исследуемом временном ряде выделяется последовательность значений (окно), и для этих данных оценивается функция обобщенного показателя Херста. Далее окно передвигается вправо вдоль ряда на заданную величину сдвига. Повторяя эту процедуру для выбранного периода времен, получаем локальные значения обобщенного показателя Херста.

Анализируя динамику возникновения участков сейсмического временного ряда с разной мультифрактальной структурой, можно диагностировать и прогнозировать возникновение сейсмических событий. В работе проведены исследования, результаты которых можно использовать для разработки методики детектирования сейсмических сигналов, основанной на изменении мультифрактальных характеристик.

Литература. **1.** Sabbione J.I., Velis D. Automatic first-breaks picking: New strategies and algorithms/Geophysics, Vol. 75, No. 4, 2010, p. V67–V76. **2.** Boschetti F., Dentith M.D. A fractal-based algorithm for detecting first arrivals on seismic traces/Geophysics, Vol. 61, No. 4, 1996, p. 1095-1102. **3.** Cao M.-S., Ren Q.-W., Wang H.-H., Gong T. A method of detecting seismic singularities using combined wavelet with fractal/Chinese journal of Geophysics, Vol.48, No. 3, 2005, p. 740-749.

Киселева Е.Ю. *— рецензент Бидюк П.И.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Комплексный поход к анализу рисков информационной безопасности

Информационные технологии значительно расширили возможности бизнеса. Но новые возможности неизбежно сопряжены с новыми угрозами, которые воплотившись, могут привести к ощутимому ущербу.

Современное поле ведения бизнеса в Украине переполнено динамично меняющимися рисками информационной безопасности. Для того чтобы сохранить конкурентоспособность, необходимо внедрять экономически оправданные меры защиты ценных информационных активов, учитывающие множество факторов.

Все современные стандарты и руководства в области корпоративного управления, включая стандарты на интегрированные системы управления (PAS 99), стандарты СУИБ (ISO 27001), банковские стандарты (СТО БР ИББС и Basel II), а также нормативные требования, предъявляемые к публичным компаниям (Turnbull и SoX), базируются на оценке рисков [1].

Рассмотрено понятие информационной безопасности относительно классификации ее угроз: конфиденциальности, доступности и целостности. Конфиденциальность: свойство информационных ресурсов, в том числе информации, связанное с тем, что они не станут доступными и не будут раскрыты для неуполномоченных лиц. Целостность: неизменность информации в процессе ее передачи или хранения. Доступность: свойство информационных ресурсов, в том числе информации, определяющее возможность их получения и использования по требованию уполномоченных лиц.

Таким образом, риск, как сочетание вероятности и последствий наступления неблагоприятных событий, является комплексной величиной, всегда определяемой через комбинацию ряда других величин.

Сущность любого подхода к управлению рисками заключается в анализе факторов риска и принятии решений по обработке рисков. Факторы риска – это те основные параметры, которыми мы оперируем при оценке рисков. Таких параметров всего семь: актив (asset), ущерб (loss), угроза (threat), уязвимость (vulnerability), механизм контроля (control), размер среднегодовых потерь (ALE - Annual Loss Exposure), возврат инвестиций (ROI) [1].

О риске можно говорить только в том случае, если все факторы риска рассматриваются в совокупности. Только комбинация оценочных значений для угроз, уязвимостей и ущерба позволяет получить оценку риска. Оценка риска заключается в определении его уровня и сравнении этого уровня с максимально допустимым уровнем, а также с уровнем других рисков.

Уровень риска определяется путем комбинирования двух величин: вероятности события и размеров его последствий. Событие заключается в реализации угрозы, использующей уязвимости актива для воздействия на этот актив и нарушения его безопасности.

Оценка риска включает идентификацию и оценку ценности активов, последствий для бизнеса, идентификацию и оценку угроз и уязвимостей, а также комбинирование этих факторов для определения уровня риска в количественных и качественных величинах.

Различают качественный и количественный подходы к оценке рисков. На практике количественный подход к всегда превращается в качественный и наоборот. Оценка риска проводилась с точки зрения угроз информационной безопасности. Проведен расчет рисков по угрозам конфиденциальность и целостность. Количественно величину риска, связанного с осуществлением конкретной угрозы безопасности в отношении конкретного актива, можно выразить при помощи таких факторов: стоимость ресурса, меры уязвимости ресурса к угрозе, оценка вероятности реализации угрозы. На основании полученных данных выводится оценка ожидаемых потерь: SLE (Single Loss Exposure) - оценка ожидаемого возможного ущерба от единичной реализации определенной угрозы, ALE - итоговые ожидаемые потери от конкретной угрозы за определенный период времени. Как видим, большинство из описанных параметров принимается на основе мнения эксперта. Это связано с тем, что количественная оценка вероятности

реализации угрозы затруднена ввиду относительной новизны информационных технологий и, как следствие, отсутствия достаточного количества статистических данных. В случае оценки стоимости ресурса количественная оценка чаще всего не проводится, и тогда оценка параметра SLE затруднена.

Для вычисления рисков удобно использовать период времени, равный одному году. В этом случае величина риска соответствует прогнозируемым среднегодовым потерям организации в результате инцидентов безопасности ALE. Эту величину удобно использовать для соотнесения расходов на безопасность с величиной риска и для оценки возврата инвестиций, достигаемого за счет уменьшения величины риска, что соответствует определенному сокращению среднегодовых потерь организации.

Проведен расчет рисков по угрозе доступности. Если для целостности и конфиденциальности вероятность реализации угрозы рассчитывается в процентах, то для доступности аналогом вероятности является время простоя ресурса, содержащего информацию.

Управление рисками включает в себя анализ рисков, оценку, обработку, принятие и мониторинг риска и является основой для последующего создания плана обработки рисков - плана действий информационной безопасности предприятия.

Существует четыре возможных способа обработки риска: принятие, уменьшение, передача и избежание риска. Каждая организация должна установить критерии принятия рисков, определяющие максимально допустимый уровень остаточного риска, а также возможные исключения для определенных рисков при определенных обстоятельствах. Если риск неприемлем, то обычно рассматривается вопрос о его уменьшении до уровня, который был определен как максимально допустимый, путем применения соответствующих механизмов контроля. Передача риска может быть выбрана в случае, если сложно уменьшить риск до приемлемого уровня либо если передача этого риска третьей стороне экономически более оправдана. Прежде чем планировать расходы на уменьшение или передачу риска стоит задуматься, нельзя ли избежать риска путем реорганизации бизнес-процесса, например путем выбора иных способов передачи, хранения или обработки информации.

Целью обработки рисков является их уменьшение до приемлемого уровня путем уменьшения вероятности инцидента либо минимизации возможного ущерба. Однако не все риски возможно либо целесообразно уменьшать. Если организация не располагает необходимыми для этого ресурсами, например временем или квалификацией, то она может временно допустить высокий риск либо передать его третьей стороне путем заключения договора страхования или аутсорсинга. Возможен также вариант снижения риска путем отказа от рискованных операций либо переноса этих операций в более безопасное место.

Существует большое количество коммерческих программных продуктов, предназначенных для оценки рисков: OCTAVE, CRAMM, RiskWatch, RA2, vsRisk, Callio Secura, Proteus [2]. Но данные программные продукты, предназначенные для управления рисками, содержат множество недостатков, которые ограничивают их практическое применение. Можем выделить следующие основные недостатки: неполная совместимость с международными стандартами; неполный охват активов; сложность использования; затруднение процесса осознания рисков.

Таким образом, поставлена задача разработать комплексный продукт для обеспечения оценки IT-рисков, который позволит исправить данные недостатки. Процесс минимизации IT-рисков следует рассматривать комплексно: сначала выявляются возможные проблемы, а затем определяется, какими способами их можно решить.

Регулярная переоценка рисков позволит поддерживать данные о безопасности ИС организации в актуальном состоянии, оперативно выявлять новые опасные риски и нейтрализовать их экономически целесообразным образом.

Литература. **1.** Астахов А.М. Искусство управления информационными рисками/ А.М. Астахов– М.: ДМК-Пресс, 2010. – 312 с. **2.** Программные продукты для анализа рисков. [Электронний ресурс] / – Режим доступа: http://www.iso27000.ru/informacionnye-rubriki/upravlenie-riskami/programmnye-produkty-dlya-analiza-riskov.

Киселёва Е.М., Коряшкина Л.С., Михалёва А.А., Навоенко В.И.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара, Днепропетровск, Украина

Об одном подходе к решению непрерывных задач многократного покрытия

Ранее на основе теории и методов решения непрерывных задач оптимального разбиения множеств (ОРМ) были разработаны численные алгоритмы решения задач об однократном покрытии ограниченного множества из пространства En кругами наименьшего радиуса [1]. В данной работе представлены результаты применения математического и алгоритмического аппарата теории ОРМ к решению непрерывных задач многократного (k-кратного) покрытия. Такие задачи часто возникают при необходимости разместить в некотором регионе логистические, распределительные, сервисные центры, службы быстрого реагирования на чрезвычайные ситуации, станции сотовой связи и т.п.

Рассматриваются две задачи: **задача 1** (задача k–кратного покрытия заданного множества из E_n с фиксированными центрами): для заданной системы центров $(\tau_1, \dots, \tau_n)$ из E_n^N (или из Ω^N) найти минимальное k–кратное c-шаровое покрытие ограниченного, замкнутого множества Ω; **задача 2** (задача об оптимальном ограниченном k–кратном c-шаровом покрытии): при заданном количестве N центров $\tau_1, \dots, \tau_n$ найти такое их размещение в множестве Ω, которое генерирует k–кратное покрытие множества Ω с минимальным радиусом.

Напомним, **c-шаром** радиуса R с центром в точке τ_i из E_n называется множество вида $B(\tau_i, R) = \{x \in E_n : c(x, \tau_i) \leqslant R\}$, где $c(x, \tau_i)$ – некоторая квазиметрика (выбор метрики зависит от свойств множества и от существующих связей центра с «клиентами»).

Совокупность центров $\tau_1, \dots, \tau_n$ задает **k–кратное шаровое покрытие множества Ω с радиусом R**, если $\Omega \subseteq \bigcup_{i=1}^{N} B(\tau_i, R)$, и для каждой точки $x \in \Omega$ выполняется условие

$$x \in \bigcap_{j=1}^{l} B(\tau_{i_j}, R), i_j \in \{1, 2, \dots, N\}, k \leqslant l \leqslant N. \quad (1)$$

Математически **задача 1** сводится к отысканию радиуса R **k**–кратного покрытия множества Ω, которое задается центрами $\tau_1, \dots, \tau_n$ (вектором $\tau^N \in \Omega^N$):

$$R(\tau^N) = \sup_{x \in \Omega} \min_{i=1,\dots,N} c(x, \tau_i), \quad (2)$$

причем для каждой точки $x \in \Omega$ выполняется условие (1).

k–кратное покрытие множества Ω, задаваемое вектором $\tau^N = \tau_1, \dots, \tau_n$, с радиусом $R(\tau^N)$, который определяется по формуле (2), является **минимальным k–кратным c-шаровым покрытием**, генерируемым вектором τ^N, то есть никакие c-шары меньшего радиуса с центрами в точках $\tau_1, \dots, \tau_n$ k–кратно не покрывают множество Ω. k–кратное покрытие минимального радиуса называется оптимальным k–кратным покрытием. Для отыскания оптимального k–кратного покрытия множества Ω необходимо определить величину радиуса оптимального покрытия

$$R(\tau_*^N) = \inf_{\tau^N} \sup_{x \in \Omega} \min_{i=1,\dots,N} c(x, \tau_i),$$

и вектор $\tau_*^N = (\tau_1^*, \dots, \tau_N^*,)$, на котором достигается значение $R(\tau_*^N)$ при условии, что для каждой точки $x \in \Omega$ выполняется включение

$$x \in \bigcap_{j=1}^{l} B(\tau_{i_j}, R), i_j \in \{1, 2, \dots, N\}.$$

Задача о поиске радиуса N кругов, образующих k–кратное c-шаровое покрытие множества, формализована математически так: требуется найти величину

$$R(\lambda^*(\cdot), \tau_*^N) = \inf_{(\tau_1,\dots,\tau_N) \in \Omega^N} \sup_{x \in \Omega} \min_{\lambda(x) \in \Lambda_N^k} \max_{i=\overline{1,N}} c(x, \tau_i)\lambda_i(x), \quad (3)$$

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

где

$$\Lambda_N^k = \{\lambda = (\lambda_1, \ldots, \lambda_N) : \lambda_i = 0 \vee 1, i = \overline{1,N}; \sum_{i=1}^{N} \lambda_i = k\},$$

а также вектор-функцию $\lambda^*(x) \in \Lambda_N^k \forall x \in \Omega$, и вектор $\tau_*^N = (\tau_1^*, \ldots, \tau_N^*,) \in \Omega^N \subset E_n^N$, при которых в (3) достигается нижняя грань.

Если в задаче (3) не интересоваться, какими именно c-шарами покрывается каждая точка $x \in \Omega$, то вектор-функцию $\lambda^*(\cdot)$ слева в равенстве (3) можно опустить. В таком случае вектор-функция $\lambda(\cdot)$ используется лишь для конструктивной записи математической модели задачи и является промежуточным результатом.

Представленный подход для приближенного решения задачи о минимальном k–кратном c-шаровом покрытии основан на дискретизации покрываемой области и применении для решения задачи недифференцируемой оптимизации (3) r-алгоритма Шора [2]. Для приближенного вычисления компонент обобщенного градиента целевой функции задачи (3) применялись: в одном из вариантов алгоритма – конечно-разностные производные (схемы), в другом – k-кратные диаграммы Вороного, построенные с помощью методов оптимального разбиения множеств (ОРМ).

Проведен сравнительный анализ результатов вычислительных экспериментов по 2-,3-,4-х кратному покрытию единичного квадрата. Выявлены достоинства и недостатки разработанного алгоритма, прежде всего, зависимость результатов вычислений (величины минимального радиуса шарового покрытия) от исходных данных и параметров алгоритма – начального приближения координат центров, величины шага пространственной сетки, величины шага численного дифференцирования при вычислении компонент обобщенного градиента. Серия вычислительных экспериментов показывает, что для получения радиуса покрытия, близкого к оптимальному, величину шага численного дифференцирования Δ в первом варианте алгоритма нужно согласовывать с шагом дискретизации области, с количеством центров и кратностью покрытия. Для устранения этого недостатка и предложен вариант алгоритма с элементами теории непрерывных задач ОРМ. Результаты решения некоторых задач оптимального многократного покрытия свидетельствуют также о том, что при определенных значениях N и k оптимальное расположение центров $\tau_1, \ldots, \tau_n$ таково, что несколько центров могут быть расположены очень близко друг к другу, что на практике не всегда реализуемо. Поэтому в дальнейшем математическая модель задачи об оптимальном многократном шаровом покрытии должна быть уточнена путем расширения целевой функции задачи некоторым регуляризирующим слагаемым, отвечающим за невозможность «слипания» центров.

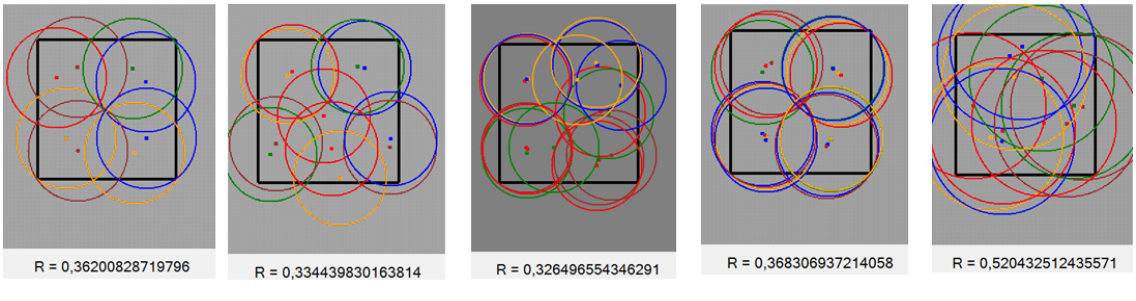


Рис. 1. k-кратное покрытие единичного квадрата, $\|x\| = \|x\|_2$

Литература. **1.** Киселева Е.М, Шор Н.З. Непрерывные задачи оптимального разбиения множеств: теория, алгоритмы, приложения: Монография. – К., 2005. – 564. **2.** Шор Н.З., Стецюк П.И. Использование модификации r-алгоритма для нахождения глобального минимума полиномиальных функций // Кибернетика и системный анализ. – 1997. – №4. – С. 28–49.

Кірік О.Є., Александрова В.М.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Моделі та методи оптимізації в системних дослідженнях енергетики

Теорія та методи оптимізації завжди представляли один з найважливіших напрямків системних досліджень енергетики, оскільки центральним їх завданням було створення математичних моделей та методів для вибору найкращих варіантів функціонування складних енергетичних об'єктів і систем. Управління функціонуванням енергетичних комплексів вимагає насамперед обов'язкового відображення в математичних моделях фактичної топології і структури конкретних систем, їх фізико-технічних особливостей.

Розв'язання проблеми оптимізації розподілу потоків в енергетичних мережах, при якому цільова функція розглядається в узагальненому інтегральному вигляді, а для розрахунків застосовуються модифікації добре відомих методів нелінійного програмування, дозволяє охопити єдиним підходом достатньо широкий спектр мереж і виробити єдину концепцію їх аналізу [1]. При переході до окремих спеціалізованих систем спільності стає менше і дослідження ведуться вже на рівні конкретних властивостей стосовно до певної проблеми або задачі із залученням різноманітних математичних методів. Поєднання класичного та узагальненого законів збереження дозволяє окрім задоволення споживачів вирішувати проблему утримання рівнів продукту в заданих межах, що є особливо важливим при розгляді задач розподілу потоків у відкритих гідравлічних системах [2]. Для розв'язання нелінійних задач оптимізації на мережах ми застосовуємо метод лінеаризації, його модифікації [3], а також метод покоординатного спуску, доцільність використання якого обумовлена адитивною сепарабельністю функцій вартості транспортування потоків. Методи зменшення розмірності задач та прискорення їх збіжності [4] виходять як з їх змістовного сенсу, так і з формальної математичної постановки з урахуванням певних припущень.

Прагнення до постійного підвищення розмірів задач наштовхується на обмеження, пов'язані, по-перше, з недостатністю параметрів навіть найбільш потужних комп'ютерів, а по-друге, з нестійкістю в роботі самих чисельних методів оптимізації. Обчислювальний досвід показав, що застосування такого ефективного методу, яким є метод лінеаризації Б.М. Пшеничного, дозволяє розв'язувати задачі розрахунку різних енергетичних мереж. У випадку мереж не дуже великих розмірів можна вести розрахунки із застосуванням стандартних обчислювальних пакетів, але справжньої ефективності можна досягти тільки при цілеспрямованому створенні спеціалізованих обчислювальних процедур. Порівняння результатів розрахунку газових мереж із застосуванням методів пакету Solver (Frontline Systems Inc.) та спеціально створеної програми по методу лінеаризації Б.М. Пшеничного продемонструвало зменшення кількості ітерацій у процедурах одного порядку та прискорення швидкості обчислень у декілька разів.

Основні співвідношення досліджуваних математичних моделей відображають базові фізичні закони, мережеву структуру та можуть бути використані при створенні комплексних ієрархічних моделей управління великими системами енергетики.

Запропоновані підходи до оптимізації потокорозподілу дозволяють створювати інформаційно-аналітичні системи для оптимального управління функціонуванням мереж та з метою економного споживання енергетичних ресурсів.

Література. **1.** Кірік О.Є. Розподіл ресурсів у розподільчих системах з оптимальним перерозподілом навантаження постачальників продукту // Системні дослідження та інформаційні технології. — Київ, 2013. — № 4. — С. 38–51. **2.** Кирик Е.Е., Клименко В.М., Остапенко В.В. Методы нахождения динамических потоков в сетях с обобщённым законом Кирхгофа // Кибернетика и системный анализ. — Киев, 2012. — № 1. — С. 83–88. **3.** Пшеничный Б.Н. Метод линеаризации. — М.: Наука, 1983. — 136 с. **4.** Александрова В.М., Шубенкова И.А. Об усовершенствовании метода решения вариационных неравенств // Кибернетика и системный анализ. — Киев, 2013. — № 2. — С. 289–294.

Коваль А.В.[1,2] ***Бойко Ю.Д.***[1] ***Зайцева Е.А.***[2]
[1] *Институт проблем регистрации информации НАН Украины, Киев, Украина;* [2] *Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина*

Модель сценарно-целевого подхода при построении информационно-аналитической системы

Согласно исследованием Gartner информационные технологии, реализующие «Действенную аналитику» (Actionable Analytics), входят в десятку наиболее востребованных на рынке в ближайшие годы [1]. Технологии Действенной аналитики должны обеспечивать проведение анализа структурированных и неструктурированных данных в реальном времени (архитектура In Memory Computing), в том числе моделируя сценарии развития событий для любого бизнес-процесса. Исследование методов построения и реализации сценариев аналитической деятельности является актуальной задачей.

Процесс обеспечения аналитической деятельности предложено рассматривать как последовательность построения объектной модели анализируемой предметной области и формирования соответствующей этой модели компьютерной модели информационно-аналитической системы (ИАС) [2].

В качестве основного метода организации и осуществления аналитической деятельности с использованием средств моделирования сценариев анализа предложено сценарно-целевой подход (СЦП) - метод описания различных вариантов анализа информации в процессе осуществления экспертом аналитической деятельности для достижения сформулированных целей аналитического исследования [3–5].

Сценарии аналитической деятельности описывают как последовательность действий аналитиков, так и возможную динамику изменения анализируемой предметной области во времени через последовательность событий с учетом различных внешних и внутренних условий. Особенностью сценариев аналитической деятельности в ИАС, формируемых при сценарно-целевом подходе, является наличие в них как функциональной составляющей (последовательности действий, операций, событий), так и информационной составляющей (данные для обработки и анализа). Эта особенность обуславливает необходимость построения для отображения сценариев в компьютерной модели ИАС как сценарных моделей - логико-лингвистических моделей, предназначенных для отображения развернутых во времени последовательностей взаимосвязанных событий, операций или процессов, так и информационных моделей, описывающих состояние исследуемого объекта.

В качестве основы для построения этих моделей предложено концептуальную модель СЦП – описывающую основные элементы данного метода анализа, с определением по каждому элементу основных наиболее значимых факторов, взаимосвязь этих элементов и процессов, обеспечивающих это взаимодействие (рис.1). Каждый из факторов является определяющей характеристикой соответствующего объекта и имеет свое значение - определение конкретного объекта/субъекта, значения некоторой характеристики объекта, функциональной или процедурной реализации некоторого процесса. Для описания концептуальной модели СЦП предложено использовать концептуальные диаграммы, расширенные с учетом специфики аналитической деятельности в ИАС.

К основным элементам концептуальной модели СЦП относятся:

1. Цель - общая цель анализа предметной области, которая определяет границы анализа и задает критерии оценки его результатов. *Цель* задается как дерево целей с определением подцелей, имеющих свою иерархию. Достижения цели определяется через критерии, которые задаются параметрами, имеют свои предельные значения, и процедурами оценки достижения этих критериев.
2. Метаописание - описание анализируемой предметной области в виде объектной модели с определением метаданных ее представления. *Метаописание* определяется объектной моделью, отражающей концептуально-логическую структуру БД предметной области

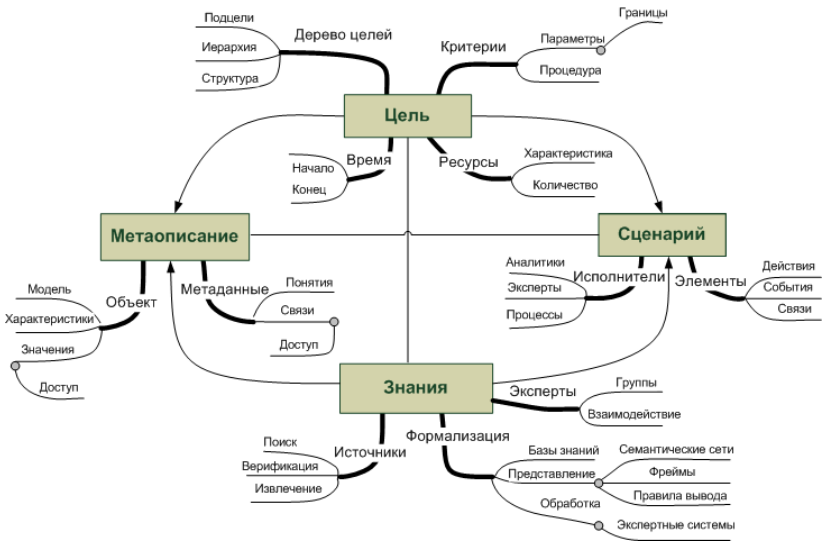


Рис. 1. Концептуальная модель сценарно-целевого подхода

ИАС, в которой хранятся фактографические значения всех основных характеристик предметной области.

3. Сценарий - задает порядок и содержание анализа данных на функциональном уровне. Описание *сценария* состоит из разветвленной направленной последовательности элементов, соединенных между собой через связями и образующих структуру в виде направленного графа. Каждый элемент является или некоторым действием, которое реализуется исполнителем сценария, или некоторым событием, влияющим на дальнейший ход выполнения сценария. Каждое действие может быть описано как функция, возвращающая некоторый результат, или как процедура, которая может реализовать любую последовательность операций (с заданным уровнем детализации).
4. Знания - определяют фактографический материал, необходимый для определения предыдущих понятий. *Знания* - необходимая информация для формирования и реализации элементов СЦП в процессе осуществления аналитической деятельности. Формализация знаний осуществляется в виде семантических сетей, фреймов, правил вывода.

Предложенная концептуальная модель СЦП позволяет описать как информационную, так и функциональную (процедурную) составляющую аналитики в ИАС, и в процессе дальнейшей детализации является основой для построения объектной модели описания предметной области и сценарной модели, и их реализации в компьютерной модели ИАС. Рассмотренный подход был реализован при проектировании системы формирования и реализации сценариев аналитической деятельности [5], рассматриваемой как подсистема ИАС.

Литература. **1.** The Top 10 Strategic Technology Trends for 2013. – ©2012 Gartner. **2.** Коваль О.В. Узагальнена архітектура аналітичної складової корпоративних інформаційно-аналітичних систем / О.В.Коваль // Реєстрація, зберігання і обробка даних Київ. - 2011. – Том. 13, №2. – С. 53-73. **3.** Юдицкий С.А. Сценарно-целевой подход к системному анализу //Автоматика и телемеханика, 2001. - №4. - С. 63-175. **4.** Додонов А.Г. Разработка сценариев аналитической деятельности / Додонов А.Г., Бойченко А.В. // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2010. – Т.12, № 4. – С. 71-82. **5.** Бойко Ю.Д. Организация реализации сценариев в моделирующих комплексах АСУ/ Ю.Д.Бойко // Реєстрація, зберігання і обробка даних: зб. наук. праць за матеріалами Щорічної підсумкової наукової конференції 01-02 березня 2012 року/ НАН України. Інститут проблем реєстрації інформації/ відпов. ред. В.В.Петров. – К.: ІПРІ НАН України, 2012.– С.72-78.

Козуля Т.В., Білова М.О.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків, Україна

Методичне забезпечення комплексної оцінки екологічності системних об'єктів методом компараторної ідентифікації

Актуальність дослідження. У зв'язку з високим рівнем показників техногенного навантаження на навколишнє природне середовище (НПС) в Україні, перевищення їх значень у декілька разів порівняно з розвинутими країнами актуальності набирає проблема контролю стану природно-техногенних об'єктів. Розв'язання цієї екологічної задачі пов'язано з розробкою і впровадженням методики, яка повинна базуватися на принципах концепції сталого розвитку (СР), ухваленої Всесвітньою Конференцією ООН з питань навколишнього природного середовища і розвитку.

Сталий еколого-соціально-економічний розвиток будь-якої країни полягає у такому функціонуванні господарського комплексу, при якому одночасно задовольняються зростаючі матеріальні і духовні потреби населення, забезпечується раціональне та екологічно безпечне господарювання за умови збереження і відтворення навколишнього природного середовища та природно-ресурсного потенціалу, що і створює сприятливі умови для здоров'я людини [1].

Поширеною і визнаною у сфері екологічних досліджень за концепцією сталого розвитку є методика індексного оцінюванні рівня екологічності соціально-економічної динаміки суспільства Інституту прикладного системного аналізу НАН України і МОН України [2]. Основною характеристикою СР є індекс сталого розвитку, який визначається як сума індексів розвитку економічної, соціальної та екологічної сфер з певними ваговими коефіцієнтами без урахування взаємовпливу екологічних, соціальних, економічних складових при формуванні цілісного об'єкта. Останній аспект наукових досліджень вимагає запровадження багатофакторного аналізу складних систем, що ускладнює вирішення завдання при підвищенні об'єктивності отриманих результатів.

Мета дослідження. Формування методичного забезпечення комплексної оцінки стану складних об'єктів з використанням елементів компараторної ідентифікації (КІ). Основні задачі дослідження становлять: обґрунтування доцільності використання елементів КІ у методиці оцінки екологічності складних об'єктів з позицій СР; розробка алгоритмічного забезпечення реалізації наданої методики; аналіз результатів застосування методики з визначенням напрямків подальших досліджень у вказаній області.

Методика дослідження і аналіз результатів. У даній роботі запропоновано звернутися до теорії КІ з позиції створення методичного забезпечення комплексної оцінки якості об'єктів природно-техногенного походження. У межах цієї теорії розглядаються завдання математичного опису сенсорних систем, структурної ідентифікації невідомого оператора та визначення його параметрів, що може бути використано для оцінки якості складних систем – еколого-економічної, соціально-економічної, еколого-соціальної і соціально-еколого-економічної [3]. Метод КІ дозволяє відмовитися від структуризації задачі і виконання послідовності проміжних оцінок, які пов'язані з накопиченням похибок, замінивши їх аналізом ситуації як цілого, а також поєднує в собі функції узагальненої корисності з оцінкою альтернатив розв'язання задач структурної і параметричної ідентифікації. В основі запропонованої у даній роботі методики лежить аналіз кожного з параметрів, що характеризують систему, сукупність яких пропонується розділити за трьома категоріями сталого розвитку: соціальною, екологічною та економічною (рис. 1).

На практиці алгоритм запропонованої методики КІ з визначення рівня екологічності стану системних об'єктів апробовано на різних рівнях дослідження (РД) – визначено рейтинги СР країн (глобальний РД), регіонів (регіональний РД), промислових об'єктів (локальний РД) [3]. Відзначено відповідність отриманих результатів офіційним даним звітів з екологічних досліджень і розрахункам, наданим у висновках аналогічних наукових робіт [2].

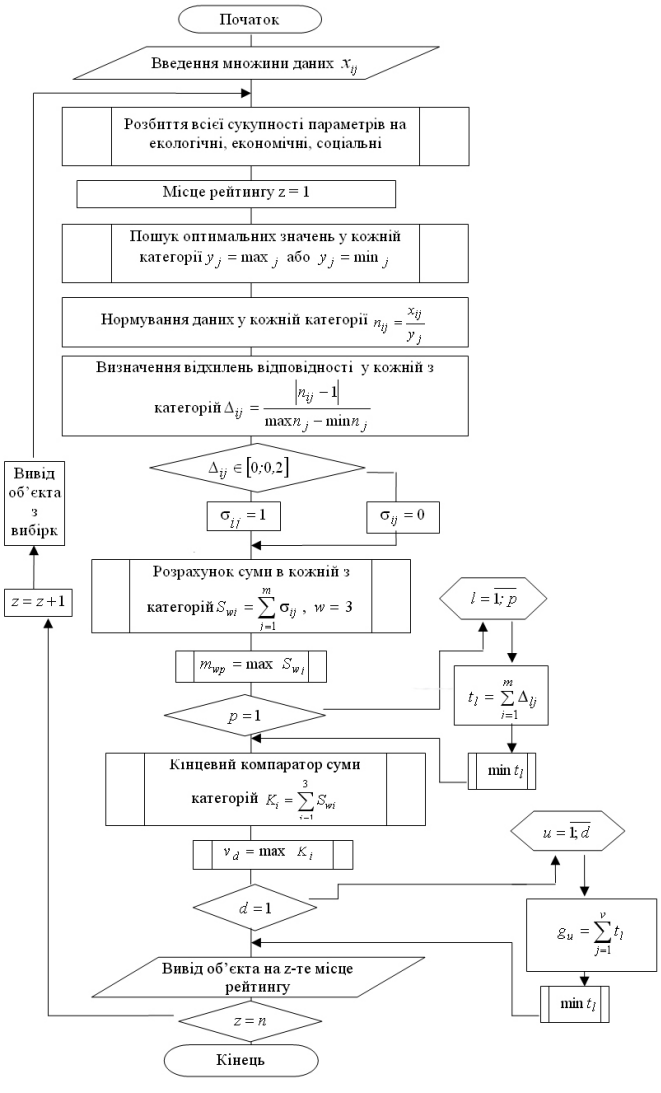


Рис. 1. Алгоритм оцінки екологічності об'єктів за методом компараторної ідентифікації

Висновки. Таким чином, у даній роботі запропоноване впровадження основ компараторної ідентифікації з метою надання комплексної узагальненої оцінки досліджених системних об'єктів і встановлення рейтингу як для систем, так факторів порушень вимог безпеки (рівноваги «система – НПС»). У подальших дослідження планується запровадити метод головних компонент для визначення більш вагомих параметрів стану об'єкта, що дозволить обґрунтовано підійти до пошуку критеріїв управління екологічною безпекою НПС.

Література. **1.** Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року // Відомості Верховної Ради України: [сайт]. [2011]. URL: http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/2818-17 (дата обращения 01.02.2014). **2.** Згуровский М. З. Глобальное моделирование процессов устойчивого развития в контексте качества и безопасности жизни людей / М. З. Згуровский, А. Д. Гвишиани. – К.: Політехніка, 2008. – 331 с. **3.** Козуля Т. В. Оцінка якості системних об'єктів навколишнього середовища на основі метода компараторної ідентифікації / Козуля Т.В., Білова М.О. // Проблеми інформаційних технологій. – 2013. – №13. – 78-84 с.

Козуля Т.В., Ємельянова Д.І.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків, Україна

Методичне забезпечення комплексної оцінки екологічності виробництва і природно-техногенних комплексів

Актуальність дослідження. Задачі сталого розвитку і проблемних питань концепції національної екологічної політики пов'язані з формуванням методики комплексної оцінки екологічності системних утворень, що містять природну складову і потребують її збереження за станом і функціональними можливостями.

Мета дослідження. Основною ідеєю роботи є удосконалення теоретичних, методичних положень комплексного екологічного аналізу щодо стану техногенно-навантажених територій на основі загальних однорідних за масштабністю і розмірністю показників, які дозволяють узгоджувати оцінки відповідності в системі «техногенний об'єкт – навколишнє природне середовище (НПС) – людина». До задач роботи віднесено дослідження таких питань.

1. Формування методичного забезпечення визначення рівня екологічності виробництва як основи методології комплексної оцінки екологічності природно-техногенних комплексів (ПТК).
2. Розробка алгоритмічного забезпечення комплексної оцінки екологічного стану об'єкта дослідження на основі системи «стан1-процес-стан2», яка спрямована на виявлення самовільних трансформацій факторів впливу, що призводять до зниження навантаження на об'єкти НПС.

Методика дослідження і аналіз результатів. В основі методології комплексної оцінки екологічності лежить принцип гармонізації сталого розвитку еколого-економічної системи, удосконалення системи екологічного контролю якості об'єктів НПС з метою встановлення зовнішніх і внутрішніх факторів деструктивних процесів, що призводять до зменшення рівня екологічної безпеки і можливостей зниження негативного впливу окремої виробничої системи та ПТК в цілому [1].

Методика комплексної оцінки екологічності природно-техногенних об'єктів включає три підсистеми: еколого-економічна – оцінка впливу техногенних систем на основі показників MIPS - аналізу; природно-техногенна – термодинамічний аналіз з визначення процесів, що пов'язані з трансформаційними змінами негативних факторів у середовищі об'єктів НПС; соціально-екологічна – аналіз екологічних ризиків за станом здоров'я населення у соціальній системі та ступенем збитків в екологічній системі (рис. 1).

Основною метою еколого-економічної складової комплексної оцінки екологічності є встановлення факторів впливу і негативної дії на складові екосистем, процесів мінімізації порушень гомеостазу [2]. Для цього використовують облік вхідних і вихідних потоків технологій виробництва, тобто результатів техніко-екологічної оцінки, заснованої на MIPS-аналізі.

Показники MIPS враховують усі джерела споживання ресурсів на кожній стадії виробничого циклу технологій, оцінюють потенційний вплив всього виробництва на глобальному рівні і завдяки цьому враховують негативний вплив на об'єкти НПС [3].

На основі імовірнісних характеристик прояву несприятливих ефектів визначається направленість перетворень факторів впливу щодо стабілізації безпечного стану систем: водного середовища, повітря і ґрунтів. Це дозволяє встановити остаточний стан природних об'єктів за порушенням їх стаціонарного функціонування.

Основною метою соціально-екологічного аналізу є визначення екологічних ризиків у вигляді ступеню порушень за інтенсивністю дії джерела негативного впливу. Оцінка небезпечного екологічного об'єкту встановлюється за ризиком невідповідності природним якостям екосистем і ризику здоров'я населення.

Комплексне використання MIPS-аналізу та визначення ризик-параметрів надає загальну характеристику впливу на об'єкти НПС і дозволяє визначити ймовірність появи небезпечного фактора дестабілізації стану НПС. Опис територіально-об'єктових угрупувань як системних

об'єктів дослідження за методикою комплексної оцінки екологічності дозволяє при визначенні рівня безпечності ситуації за результатами моніторингу факторів порушення рівноваги урахувати вірогідність хіміко-трансформаційних перетворень в НПС для встановлення комплексного механізму управління якістю техногенно-навантажених територій з метою зменшення техногенних потоків [4].

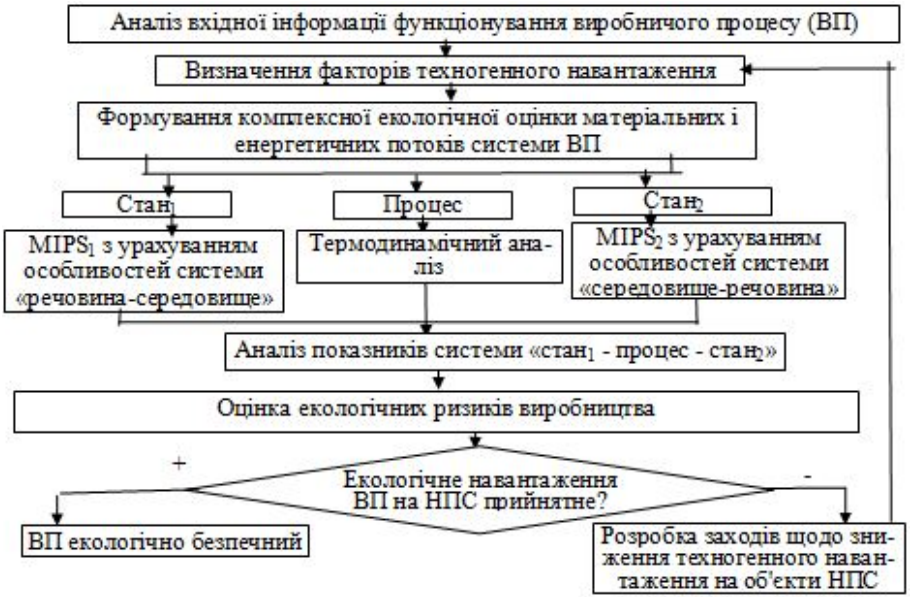


Рис. 1. Схема комплексної екологічної оцінки природно-техногенних комплексів

Висновки. Таким чином, на основі теоретичного аналізу формування нових підходів до комплексної оцінки екологічності об'єктів у системі управління екологічною безпекою: 1) обґрунтовано доцільність аналізу динамічності природно-техногенних об'єктів дослідження виду «стан1-процес-стан2», що дозволяє в умовах техногенного навантаження виявити фактори зниження екологічного ризику; 2) сформовано методичне забезпечення визначення комплексної оцінки екологічності виробництва і ПТК з урахуванням термодинамічної природи процесів виробництва, що змінюють структуру факторів впливу на НПС; 3) розроблено алгоритмічне забезпечення комплексної оцінки екологічності (рис. 1).

Література. **1.** Згуровский М.З. Глобальное моделирование процессов устойчивого развития в контексте качества и безопасности жизни людей / М. З. Згуровский, А. Д. Гвишиани. – К.: Політехніка, 2008. – 331 с. **2.** Риттхофф М., Рон Х., Мертен Т. Вычисления MIPS: ресурсная продуктивность продукции и услуг // Основы теории эко-эффективности / Под науч. ред. О.Сергиенко, Х. Рона. – СПб, 2004. **3.** Сергиенко О. Основы теории эко-эффективности: монография / О. Сергиенко, Х. Рон. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2004. – 223 с. **4.** Козуля Т. В. Теоретико-практичні основи методології комплексної оцінки екологічності територіальних і об'єктових систем / Т. В. Козуля, Н. В. Шаронова, Д. І. Ємельянова, М.М. Козуля // Проблеми інформаційних технологій. – 2012. – №01(011).– С. 37-45. 8.

Комлєв О.О., Будько О.С., Довніч О.С.
Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Київ, Україна

Морфосистема Землі: елемент структури і один з механізмів функціонування планетарної надсистеми

Дані порівняльної планетології свідчать про особливість планети Земля, про складність і цілісність її як надсистеми, де поєднуються, взаємодіють її окремі елементи – нижчого рангу геосистеми різної природи (неживої, живої, біокосної, соціально-інформаційні). Теорія нерівновагової термодинаміки пояснює виникнення їх процесами самоорганізації (синергетики, еволюції) термодинамічної системи Землі, змістом якої і є перманентне спонтанне утворення нових і все більш складних систем із простіших. У цій відкритій термодинамічній системі *основним* процесом є виділення і розсіювання (дисипація) енергії у навколишнє середовище, *поєднаним* – спонтанна концентрація енергії і утворення нових систем. Характер *розсіювання-концентрації* енергії зумовлює екстенсивну та інтенсивну прогресивну еволюцію систем: ріст неврівноваженості, корисної дії і питомої вільної енергії поєднаних процесів; залежність еволюції від використання поєднаними процесами зовнішніх потоків енергії і речовини; вирівнювання основного і поєднаного процесів з вичерпанням внутрішніх запасів енергії і речовини; прискорена еволюція в епохи різкого поповнення енергією; ускладнення структури.

Появі морфосистеми Землі передували події, що відбувались впродовж планетного (допланетарного) етапу розвитку. Це виділення протоземлі з протопланетної хмари, еволюція її речовини за умов гравітаційного стиснення – виділення і дисипація теплової енергії в навколишнє середовище – *основний космічний процес* і зародження *поєднаних процесів*. Результатом їх були щільнісна диференціація речовини: утворення кори, мантії, ядра, астеносфер Землі, тектоносфери і виникнення «антигравітаційної» (проти гравітаційного поля Землі) групи *ендогенних* процесів; утворення атмосфери, гідросфери, біосфери, ноосфери, ріст накопиченої сонячної енергії і поява групи *екзогенних* процесів, конформних гравітаційному полю Землі.

За існуючими оцінками, встановленими фактами, ендогенні та екзогенні процеси стали *співрозмірними* в археї. Тоді почав зароджуватись осадочний геологічний процес-*літогенез*, зміст якого - руйнація первинної базальтової «протокори» і стадійне перетворення продуктів руйнації в осадочні гірські породи, і склались умови для появинового елементу надсистеми Землі - її *морфосистеми*. Зовнішнє її вираження і вихідний об'єкт вивчення -*морфологія (рельєф)* експонованої земноїповерхні. Вона відображує динаміку структур, утворених як антигравітаційними ендогенними процесами (висхідний «літодинамічний потік» за О. Флоренсовим), такі осадочного геологічного процеса (нисхідний «літодинамічний потік» за О. Флоренсовим). Тому «морфогенез» морфосистем – це «морфолітогенез». В процесі розвитку планети земна поверхня постійно ускладнювалась-до оголених ділянок літосфери додавались ділянки біосфери (ґрунтово-рослинний покрив, лісів, боліт тощо), твердої гідросфери (вкриті льодом в середньому протерозої, кінці палеозою, кайнозої), антропогенні та техногенні. Експонована поверхня дедалі ставала більш контрастною. З зародженням природно-кліматичної зональності географічної оболонки збільшився спектр і поєднання екзогенних процесів, характер їх впливу на земну поверхню *(вирівнювання-розчленування-вирівнювання)*. Це відобразило урізноманітнення внутрішніх функцій морфосистеми (транзитних, розподільчих, термінальних). Разом з тим, все більше проявлявся її направлено-циклічний розвиток. На наш погляд, цьому сприяло «входження» морфосистеми Землі з іншими геосистемами в більш складні конгломеративні утворення - *мегасистеми*. Одна з них – *автоколивальна* мегасистема, що з'єднує геосистеми земної поверхні, літосфери і астеносферу Гутенберга і проявляється на планетарному, регіональному і локальному рівнях. Завдяки цій мегасистемі на нашій планеті утворився *метаболічний колообіг* речовини, енергії, інформації, ентропії, що з'єднує поверхню і надра планети, екзогенні і ендогенні потоки енергії, що, на наш погляд,має гомеостатичне планетарне значення.

Комов Д.И., Подладчиков В.Н.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Использование методов прогнозирования для управления валютным портфелем методами оптимального портфельного инвестирования

Задача управления валютным портфелем возникает в различных финансовых учреждениях: коммерческих банках, национальных банках, инвестиционных фондах, производствах и т.д. Сохранение активов в виде денежных средств не является выгодной инвестицией, по сравнению с ценными бумагами, однако, денежные средства являются самым высоколиквидным активом. Это означает, что такой вид активов может в кратчайшие сроки быть использован, в случае возникновения непредвиденных платежей. Национальный банк Украины представляет всем коммерческим банкам требования по соотношению высоколиквидных и низколиквидных активов. Таким образом, банки обязаны иметь некоторое достаточно большое количество денежных средств на своих счетах. Финансовые аналитики часто используют подобные показатели для оценки деятельности предприятия. По этому, иметь на своих счетах денежные средства, не участвующие в производстве, обязаны и производственные предприятия. Таким образом, задача управления капиталом чрезвычайно актуальна.

В данной работе предлагается использовать методы оптимального портфельного инвестирования для составления валютных портфелей финансовых организаций. Традиционные методы портфельного инвестирования использовались для синтеза рисковых портфелей, в первую очередь, портфелей акций на фондовой бирже. В работе определяется доходность и риск для валютных пар, реализуется портфель Марковица, Блэка и «глобальный» портфель. Так же был реализован и применен новый тип оптимальных портфелей - портфель по критерию максимизации отношения доходности к риску. Так как для валютных портфелей банков, инвестиционных фондов и других организаций часто характерны ограничения на структуру, для всех рассмотреных портфелей реализована возможность применения линейных ограничений на структуру портфеля.

Характерной особенностью предложенного метода является использование современных методов прогнозирования валютных курсов, прогнозные значения которых используются в качестве рекомендаций инвесторам валютных портфелей. При использовании механизма «коротких продаж» инвестор получает информацию о том, какую валюту нужно продавать, а какую – покупать. При фактическом отсутствии продаваемой валюты в портфеле, инвестор может воспользоваться таким инструментом валютного рынка как форвардный валютный контракт. Таким образом, инвестор понесет обязательства поставить определенную валюту в будущем по зафиксированной цене в день заключения контракта. Для выполнения контракта инвестор сможет приобрести необходимую валюту в будущем. Если прогноз валютного курса оправдается, инвестор получит прибыль.

В работе исследуются несколько валютных пар (EUR/USD, EUR/GBP, EUR/CHF, EUR/JPY, EUR/AUD, EUR/CAD, EUR/NZD) за период 01.01.2014 – 15.02.2014. Для прогнозирования валютных курсов реализованы такие методы прогнозирования: авторегрессионная модель AR(p), модель авторегрессии – скользящего среднего ARMA(p, q) и интегрированная модель авторегрессии – скользящего среднего ARIMA(p, d, q). Эмпирические исследования показали, что модель ARMA(2;1) достаточно хорошо описывает данные временные ряды. Так же для прогнозирования был использован адаптивный фильтр Калмана, но особенностью этого метода является наличие большого объема априорной информации, в том числе, информации о статистических характеристиках шумов модели, которая часто неизвестна.

Литература. **1.** Винс, Р. Математика управления капиталом. Методы анализа риска для трейдеров и портфельный менеджеров. - М.: Альпина бизнес букс, 2006. - 244 с. **2.** Чуев, Ю.В. Прогнозирование количественных характеристик процессов / Ю.В. Чуев, Ю.Б. Михайлов, В.И. Кузьмин. - М.: Сов. радио, 1975. - 400 с. **3.** Лукашин, Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. - М.: Финансы и статистика, 2003. - 416 с.

Кораб К.О., Онищук В.О. *— рецензент Панкратова Н.Д.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Системна задача раціонального вибору параметрів складних виробів

При проектуванні складного технічного виробу дуже важливою є задача вибору оптимальних параметрів системи. Але в більшості випадків при розв'язанні такої задачі внутрішні параметри розглядаються окремо від зовнішніх. В даній роботі при виборі оптимальних параметрів метою є узгодження вимог одночасно до внутрішніх та зовнішніх параметрів, які є взаємопов'язаними, при відомих обмеженнях на показники зовнішнього впливу на основі методології [1]. Складність задачі в тому, що знайти єдиний розв'язок складно, крім того, його може не існувати, бо обмеження на різні параметри часто суперечливі. З одного боку, виріб повинен бути якісним, міцним, що підвищує його вартість, а, з іншого боку, дешевшим, щоб бути конкурентноспроможним. Одним з варіантів розв'язку даної задачі є знаходження оптимальної області Парето для параметрів системи за вихідними даними дослідження взаємодії показників вироба.

В якості прикладу роботи даного методу розглянуто задачу розробки рекомендацій щодо граничних параметрів та умов проведення гідравлічних випробувань трубопроводів теплових мереж для оцінки їх експлуатаційної надійності. Найуразливішою частиною трубопровода є частина, де трубопровід перегинається. Саме через пошкодження коліна трубопровода найчастіше відбуваються аварії та розриви. Метою даної роботи було знаходження оптимальних фізичних параметрів секторного коліна трубопровода за умови узгодження внутрішніх та зовнішніх параметрів системи, за яких забезпечується найбільша надійність функціонування небезпечної ділянки і всієї системи.

Для оцінки міцності розглядаються максимальні значення еквівалентних напружень (кГс/см2). Маємо чотири зовнішні показники: y_1 - максимальне значення еквівалентних напружень за критерієм Мізеса, викликаних манометричним ефектом; y_2 - максимальне значення еквівалентних напружень від внутрішнього тиску гідровипробувань і згинального моменту, що діє в площині згину (згинання) ; y_3 - максимальне значення відповідно від внутрішнього тиску гідровипробувань і згинального моменту, що діє в площині згину (розгинання) ; y_4 - максимальне значення еквівалентних напружень від внутрішнього тиску гідровипробувань і згинального моменту, що діє з площини згину. Розміри секторних колін задають внутрішні параметри системи: $x_{1,1}$ - D (мм), $x_{1,2}$ - s (мм), $x_{1,3}$ - R (мм). Вектор контрольованих параметрів зовнішнього впливу складається з п'яти елементів: $x_{2,1}$ - розмір, що регламентує відстань від опора до колін (м); $x_{2,2}$ - розмір, що регламентує відстань між опорами; $x_{2,3}$, $x_{2,4}$, $x_{2,5}$ (т/м) - погонне навантаження трубопроводів залежно від різних типів теплової ізоляції. Значення тиску гідровипробувань становить елемент вектора неконтрольованих параметрів зовнішнього впливу. Зовнішні показники системи є заданими функціями, що залежать від внутрішніх параметрів системи та параметрів зовнішнього впливу.

Згідно з довідковими даними по характеристиках міцності трубопроводів були підібрані відповідні вимоги на обмеження значень зовнішніх контрольованих та неконтрольованих параметрів, які будуть незмінними. Змінними величинами є фізичні параметри та цільові функції, саме їх послідовно визначає користувач програми. В роботі представлено ітераційний процес знаходження оптимальних параметрів на основі програмних обчислень та рекомендацій. Було знайдено інтервали для розмірів секторних колін та для максимальних значень еквівалентних напружень, які узгоджуються між собою та з заданим регламентом до значень зовнішніх параметрів системи. Ця інформація є актуальною для компаній, що виробляють трубопроводи, адже за знайденою областю оптимальних параметрів відбувається забезпечення надійного функціонування системи та мінімізація ризику аварії чи розриву трубопроводу.

Література. 1. Панкратова Н.Д. Системная оптимизация конструктивных элементов современной техники //Кибернетика и системный анализ, 2001, 3. С.119-131.

Коряшкина Л.С., Череватенко А.П.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара, Днепропетровск, Украина

Необходимые и достаточные условия оптимальности для непрерывной динамической задачи оптимального разбиения множеств

В настоящее время ведутся исследования, связанные с разработкой и обоснованием методов решения непрерывных задач оптимального разбиения множеств (ОРМ) [1], отличающихся нелинейностью критериев оптимальности разбиения, наличием дополнительных ограничений, динамическим характером параметров. Данная работа посвящена теоретическому обоснованию методов и алгоритмов решения непрерывной нелинейной динамической задачи ОРМ, в которой динамический характер носит само разбиение: требуется минимизировать функционал

$$F(\rho(\cdot,\cdot),u(\cdot,\cdot;\overline{\omega}(\cdot))) = \int_0^T \int_\Omega \Phi(\rho(x,t),u(x,t;\overline{\omega}(t)),t)dxdt \tag{1}$$

при ограничениях почти всюду для $x \in \Omega$

$$\rho'_t(x,t) = \phi(\rho(x,t),u(x,t;\overline{\omega}(t)),t), \qquad \overline{\omega}(t) \in \Sigma_\Omega^N, \qquad t \in [0,T], \tag{2}$$

$$\rho(x,t) = \rho_0(t), \tag{3}$$

$$u(x,t;\overline{\omega}(t)) \in U, \qquad 0 \leqslant t \leqslant T. \tag{4}$$

Здесь T – фиксированный момент времени; Ω – ограниченное, измеримое по Лебегу множество из E_n, Σ_Ω^N – класс всевозможных разбиений множества Ω на N подмножеств:

$$\Sigma_\Omega^N = \{\overline{\omega} = (\Omega_1,...,\Omega_N) : \bigcup_{i=1}^N \Omega_i = \Omega, mes(\Omega_i \bigcap \Omega_j) = 0, i \neq j, i,j = \overline{1,N}\};$$

$$U = \{u(\cdot,\cdot;\overline{\omega}(t)) : u(x,t;\overline{\omega}(t)) = u_i(x,t) \text{ почти всюду для } x \in \Omega_i, i = \overline{1,N},$$
$$\overline{\omega}(t) \in \Sigma_\Omega^N; \qquad t \in [0,T], \qquad x \in \Omega\};$$

функции – заданные действительные, ограниченные, определенные на $\Omega \times [0,T]$, измеримые по x и t.

Как нетрудно заметить, управление в каждой точке $x \in \Omega$ в каждый момент времени $t \in [0,T]$ полностью определяется разбиением множества $\overline{\omega}(t) = (\Omega_1(t),...,\Omega_N(t)) \in \Sigma_\Omega^N$. Минимизация производится по всем ограниченным измеримым $u \in U$ и по всем непрерывным $\rho(x,t)$, удовлетворяющим (2), (3) почти всюду для $t \in [0,T]$ и $x \in \Omega$, а, следовательно, по всем $\overline{\omega}(t) \in \Sigma_\Omega^N$. Предполагается выполнение следующих условий: функции $\Phi(\rho,u,t)$ и $\phi(\rho,u,t)$ заданы на R^3 со значениями в R^1, непрерывны по u и непрерывно дифференцируемы по ρ и t, причем $\Phi_\rho(\rho,u,t)$, $\phi_\rho(\rho,u,t)$, $\Phi_t(\rho,u,t)$, $\phi_t(\rho,u,t)$ ограничены при любых ограниченных ρ, u.

Показано, что если в задаче (1) – (4) момент времени T фиксирован, то возможна редукция такой задачи ОРМ к семейству задач оптимального управления, управляющими функциями в которых выступают характеристические функции подмножеств $\Omega_1,...,\Omega_N$, составляющих разбиение заданного множества Ω. Для непрерывной нелинейной динамической задачи ОРМ (1) – (4), переписанной в терминах характеристических функций подмножеств, сформулированы и доказаны по схеме Дубовицкого – Милютина [2] необходимые условия оптимальности в форме локального принципа максимума. При этом для характеристических функций подмножеств, составляющих оптимальное разбиение множества Ω, получены операторные уравнения. Указаны свойства, которыми должны обладать функции, входящие в постановку задачи, чтобы условия стационарности были и достаточными условиями оптимальности разбиения и управляемого процесса в целом.

Литература. **1.** Киселева Е.М., Шор Н.З. Непрерывные задачи оптимального разбиения множеств: теория, алгоритмы, приложения: Монография. К.: Наукова думка, 2005. 564 с. **2.** Милютин А.А. Принцип максимума в общей задаче оптимального управления.М.: Наука, 1999. 304 с.

Костенко Е.М.
Полтавская государственная аграрная академия, Полтава, Украина

Оптимизация планов многофакторного эксперимента на основе теории серийных последовательностей

Экспериментальные методы исследования все больше применяются в промышленности при оптимизации производственных процессов, приборов и систем. Поэтому важное значение приобретает повышение эффективности экспериментальных исследований, направленных на получение адекватной математической модели объекта. При этом естественным является стремление экспериментаторов получить такие модели при минимальных временных и стоимостных затратах.

Исследованы планы многофакторного эксперимента (МФЭ), учитывающие порядок чередования уровней изменения факторов. Показано, что на стоимость реализации эксперимента существенное влияние оказывает порядок чередования уровней изменения факторов. При активном эксперименте экспериментатор может менять значения факторов по заданной программе путем изменения порядка выполнения опытов. Проведенный анализ показал, что существующие методы оптимизации планов МФЭ эффективны для небольшого количества факторов и для решения этой задачи необходимо разрабатывать новые методы.

Для формального представления планов МФЭ, учитывающих порядок чередования уровней изменения факторов, разработана теория, основанная на представлении комбинаторных планов в виде серийных последовательностей. Показано, что в результате изменения порядка выполнения опытов меняется вид последовательностей изменения уровней факторов соответствующих серийных последовательностей и суммарная стоимость проведения эксперимента. При указанном представлении задача поиска оптимального варианта плана МФЭ сводится к анализу и поиску соответствующих серийных последовательностей.

Исследованы свойства серийных последовательностей и введены операции над ними. Введены понятия структуры, состава и типа серийной последовательности. Получены оценки количества типовых серийных последовательностей и разработана процедура их построения. Приведены примеры каталогов типовых серийных последовательностей.

Рассмотрено перечисление типовых серийных последовательностей планов МФЭ. Исследованы особенности серийных последовательностей этого вида. Получены оценки количества типовых серийных последовательностей планов МФЭ. Разработана процедура построения каталога типовых планов МФЭ, которая включает генерацию множества преобразований, оценки характеристик планов МФЭ, полученных в результате преобразований, и формирования множества различных представителей. С помощью описанного метода были построены каталоги типовых планов МФЭ.

Предложен метод построения оптимальных комбинаторных планов, учитывающих стоимость изменения уровней факторов, основанный на использовании типовых серийных последовательностей планов МФЭ. План МФЭ рассматривается как совокупность серийных последовательностей, полученных в результате соединения типовых серийных последовательностей. Сформулирована постановка задачи выбора оптимального плана эксперимента и предложен метод ее решения. Рассмотрено решение поэтапных задач метода.

Разработанный метод построения оптимальных комбинаторных планов, учитывающих стоимость изменения уровней факторов, основанный на использовании серийных последовательностей, позволяет строить оптимальные комбинаторные планы МФЭ без перебора вариантов перестановок опытов. Проведена оценка эффективности разработанных методов. Показано, что выигрыш в стоимости реализации эксперимента при равной стоимости изменения уровней факторов составляет 1,3 – 2,7 раза в зависимости от вида исходного плана эксперимента. При различных стоимостях изменений уровней факторов и ростом значения количества факторов эффективность метода растет.

Куценко А.С., Коваленко С.В.
Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", Харьков, Украина

Математическое моделирование тепловых процессов зданий

Отапливаемое здание будем представлять в виде графа $G = \{X, U\}$, где X – множество вершин графа, каждая из которых $x_k (k = \overline{1,n})$ соответствует внутреннему воздуху k-го помещения здания, а U – множество ребер графа, каждое из которых соответствует тепловому или материальному потоку между смежными помещениями. Отдельно следует выделить вершину графа x_0, а также вершину x_n+1, представляющую источник горячего теплоносителя системы отопления.

Каждой вершине $x_k (k = \overline{1,n})$ графа G можно поставить в соответствие термодинамические параметры k-го элемента воздуха (V_k, T_k) – объем и температуру соответственно. Каждому ребру u_{ij} соответствует вектор $(H_{ij}, c_{ij}, \rho_{ij}, F_{ij}, \lambda_{ij}, G_{ij})$, где H_{ij} – толщина, F_{ij} – поверхность, c_{ij} – удельная теплоемкость, ρ_{ij} – плотность, λ_{ij} – коэффициент теплопроводности ограждения между элементами структуры i и j, $G_{ij}(i, j = \overline{0,n})$ – массовый (или объемный) расход воздуха между i-м и j-м элементом.

Каждое ребро структурного графа u_{ij} символизирует тепловой поток q_{ij} от элемента x_i к элементу x_j. В свою очередь тепловой поток q_{ij} определяется законами теплопередачи в соответствии с которыми в ограждении между i-м и j-м помещениями формируется нестационарное температурное поле $T_{ij}(x,t)$, где $x \in [0, H_{ij}]$ – линейная координата, перпендикулярная поверхностям ограждения. Указанное температурное поле описывается дифференциальным уравнением Фурье

$$\frac{\partial T_{ij}}{\partial t} = a_{ij} \frac{\partial^2 T_{ij}}{\partial x^2}, \tag{1}$$

где $a_{ij} = \frac{\lambda_{ij}}{c_{ij}\rho_{ij}}$ – коэффициент температуропроводности.

На границах ограждения $x = 0$ и $x = H_{ij}$ температура удовлетворяет граничным условиям 3-го рода

$$\alpha(T_i - T_{ij}(x,t))_{x=0} = -\lambda_{ij} \left(\frac{\partial T_{ij}(x,t)}{\partial x} \right)_{x=0}, \tag{2}$$

$$\alpha(T_i - T_{ij}(x,t))_{x=H_{ij}} = -\lambda_{ij} \left(\frac{\partial T_{ij}(x,t)}{\partial x} \right)_{x=H_{ij}}, \tag{3}$$

где α – коэффициент конвективного теплообмена, который для упрощения принимается постоянным.

В свою очередь, температура каждого структурного элемента T_k удовлетворяет дифференциальному уравнению первого начала термодинамики:

$$c_v \rho_b V_k \frac{dT_k}{dt} = \alpha \sum_{\substack{j=0 \\ j \neq k}}^{n} F_{kj}(T_k - T_{kj}(0,t)) + c_p \sum_{\substack{j=0 \\ j \neq k}}^{n} G_{kj}(T_k - T_j) + Q_k(t), \tag{4}$$

где c_v, c_p – удельные изохорная и изобарная теплоемкости воздуха, ρ_b – плотность воздуха, F_{kj} – площадь поверхности ограждения между k-м и j-м элементами, $Q_k(t)$ – тепловой поток, обусловленный подводом теплоты от отопительных приборов.

Таким образом, математическая модель тепловых процессов отапливаемого здания представляет собой систему $n(n-1)/2$ дифференциальных уравнений в частных производных вида (1) с краевыми условиями (2), (3) и систему n обыкновенных дифференциальных уравнений теплового баланса (4).

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Лопатин А.К.[1,2] ***Черненко О.Б.***[1]
[1] *Национальная академия управления, Киев, Украина;* [2] *Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина*

Сравнение экономических индикаторов прогнозирования на основе статистических циклов

Система текущих и опережающих индикаторов является одним из основных широко используемых методов прогнозирования будущей экономической активности [1]. В работе предлагается метод сравнения различных индикаторов на основе построения статистических циклов. Эта работа является развитием подхода, предложенного в [2].

Пример. Имеются три индекса: диффузионные индексы PMI (Еврозона), PMI (Германия), ISM (США) (Рисунок 1).

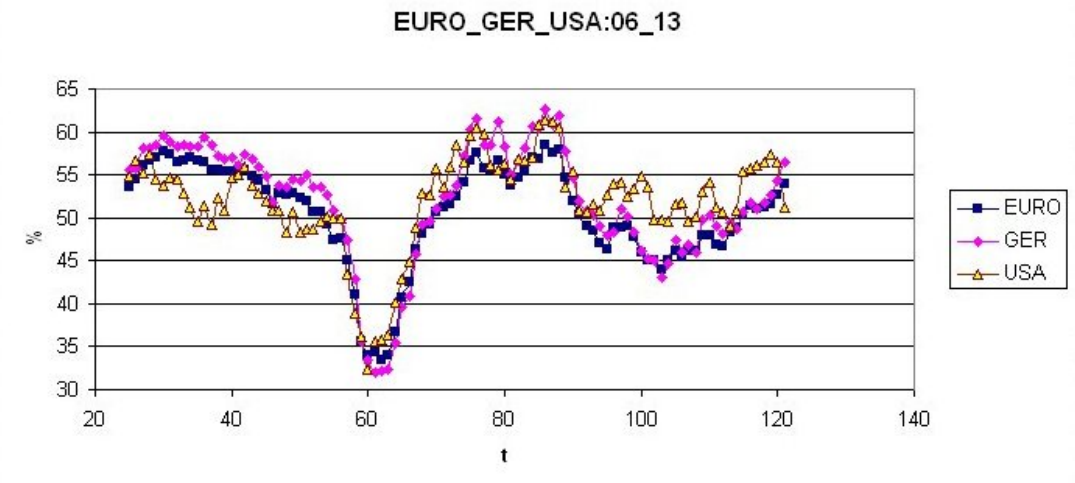


Рис. 1. Диффузионные индексы PMI (Еврозона), PMI (Германия), ISM (США)

Для сравнения индексов проводим сглаживание [2] и строим фазовые диаграммы $mu_PMI(EURO) - mu_PMI(Ger)$, $mu_PMI(EURO) - mu_ISM(USA)$ (см. рисунки 2 и 3).

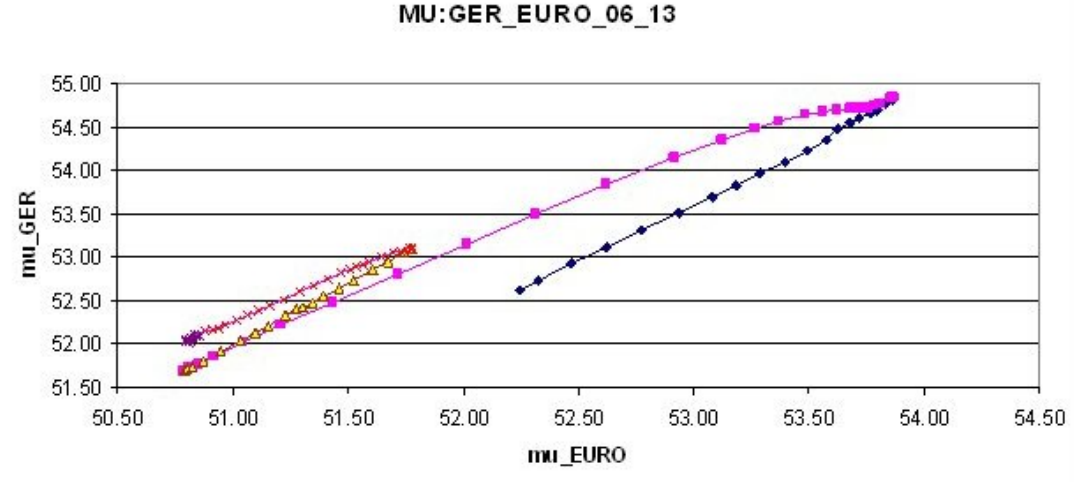


Рис. 2. Фазовая диаграмма $mu_PMI(EURO) - mu_PMI(GER)$

Точки (угловые) изменения (перелома) траекторий соответствуют началу и концу статистических циклов. Переход от цикла к циклу соответствует структурным сдвигам в экономике.

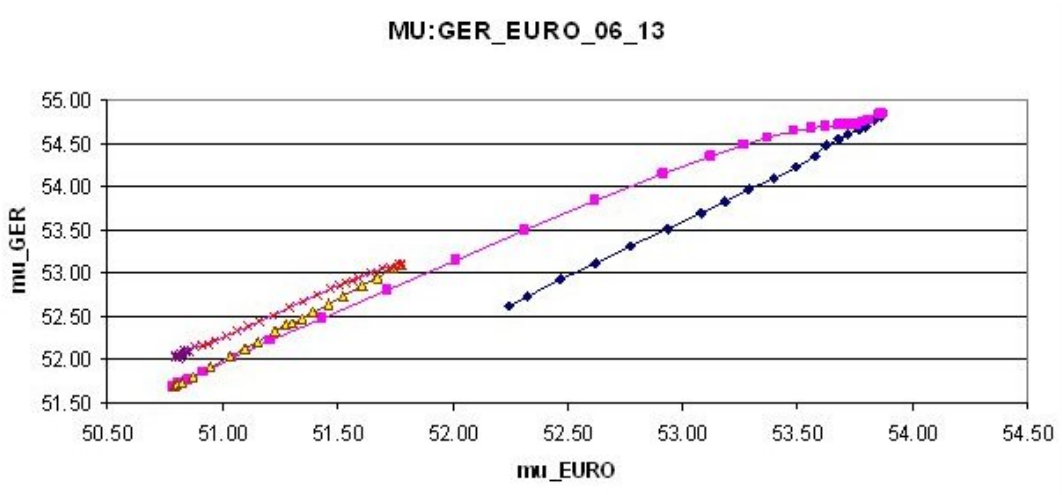


Рис. 3. Фазовая диаграмма $mu_PMI(EURO) - mu_ISM(USA)$

На Рисунке 4 эти циклы нанесены на график функции PMI (EURO)- log(t).

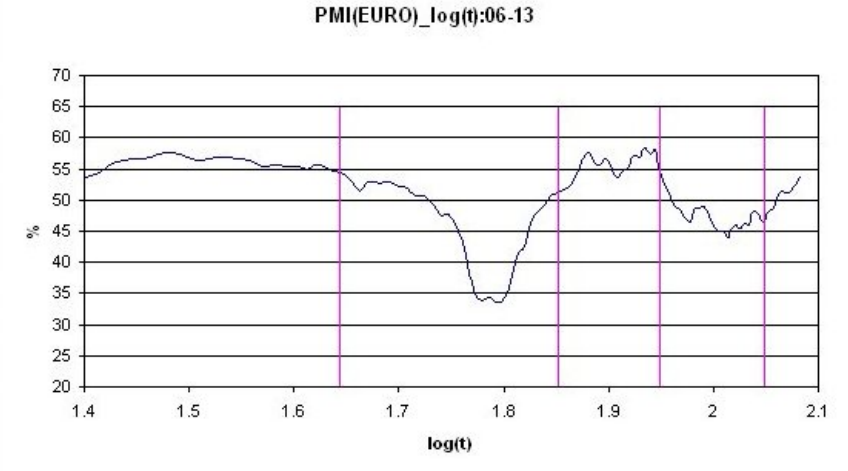


Рис. 4. Статистические циклы индекса PMI(EURO)

Выводы; а) получены статистические циклы PMI (EURO); б) в пределах выделенных циклов имеет место практически линейная зависимость между циклами (в фазовом пространстве); г) количественная оценка циклов осуществляется через показатели Херста циклов: цикл1 - 0.6815; цикл2-0.8991; цикл3 – 0.4698; цикл4-0.2853; цикл5-(−0.1701); д) полученные резуьтаты могут быть использованы для прогнозирования будущей экономической активности.

Литература. **1.** Ямарвне Ричард Э., Ключевые экономическте индикаторы: руководство трейдера, Интернет-трейдинг, Москва, 2004. **2.** Лопатин А.К., Черненко О.Б., Структурные модели для исследования экономических рынков в условиях кризиса и последующие периоды, Математическое моделирование экономических систем. Текущие научные проблемы Восточной Европы, Monografie – Politechnika Lubelska, Politechnika Lubelska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki, 20-618 Lublin, Польша, 2013, стор. 9-19.

Малафеева Л.Ю.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Методологическое и математическое обеспечение решения задач предвидения на основе модифицированного метода Делфи в режиме on-line

Предлагается методологическое и математическое обеспечение в рамках системного подхода к решению задач предвидения с привлечением метода экспертного оценивания на основе модифицированного метода Делфи в режиме on-line (рис. 1) [1]. Необходимость решения такой задачи обусловлено практическим отсутствием методологического обеспечения и математической базы процесса формирования согласованных экспертных оценок [2].

В рамках системного подхода рассматривается процесс структурирования разнородной и разнотипной информации, приведения ее к единому языку представления данных и формирования структурированной Базы знаний, обеспечивается процедура описания основных объектов предметной области, ситуаций и целей исследования, выявляются основные факторы и критические технологии, тенденции развития, представляется возможность автоматической обработки больших массивов информации, поступающих на вход методов качественного анализа, предусматривается процедура генерации опросных форм для проведения опроса методом Делфи [3].



Рис. 1. Структурная схема системного подхода к решению задач предвидения на основе модифицированного метода Делфи

Структурированная База знаний позволяет сформировать единое информационное пространство в рамках заданной архитектуры поля знаний с учетом уровневой иерархии структурных единиц. Алгоритм формирования Базы знаний основан на процедуре представления сущности с выделением главного и характеризующего слова, а так же процедуры установления прямых и обратных связей, обеспечивая согласованное распределение потоков данных

процесса предвидения и их обработки [4].

Прототипы структур фреймов разработаны с учетом тонкостей и особенностей процесса решения задач предвидения с привлечением методов экспертного оценивания. Сформированная информационная модель прототипов фреймов гарантирует устранение противоречий, повторений и контекстуальной избыточности в следствии заполнения явно указанных слотов фреймов [5].

Предлагаемый единый формат представления данных позволяет масштабировать объекты исследования в поле знаний, обеспечивая однородность информации, что дает возможность проводить их сравнительный анализ с проектированием более сложных объектов и предоставлять информацию об основных сущностях Базы знаний в виде понятном для машинного интерфейса и ЛПР. Рассмотрение Базы знаний в разных разрезах и соответствующих уровнях позволяет представлять накопленную статистику в виде графиков и диаграмм.

Использование фреймов и семантических сетей обуславливает связанность информации в базе с введенным временно-пространственным измерением, формируя квазидинамическую систему управления знаниями разработанную с основной целью построения альтернатив сценариев.

Проведена формализация этапов создания анкет и разработан модуль автоматической генерации опросных форм, который состоит из процедуры генерации вопроса и непосредственно процедуры генерации опросной формы. Каждый вопрос в сгенерированной опросной формы состоит из контекста вопроса, текста вопроса и шкалы оценивания.

Модуль автоматической генерации опросных форм обращается к базе знаний и использует основные структурные единицы информации с целью задания контекста вопроса, что обеспечивает эргономичность структуры опросной формы, корректность формулировки вопроса, генерацию 7-ми уровневой шкалы оценивания, полноту описания контекста ситуации с учетом основных целей исследования.

Данная формализация с привлечением приемов искусственного интеллекта является основой вычислительного алгоритма. Реализация метода экспертного оценивания на основе модифицированного метода Делфи в режиме on-line представлена в виде программных модулей и автоматизированных инструментов сопровождения процесса предвидения и обуславливает интерактивно-диалоговый режим решения задач предвидения в рамках единой Информационной платформы сценарного анализа [6].

Разработанные автоматизированные инструменты в рамках системного подхода к решению задач предвидения представляют средства углубленного анализа изучаемых предметных областей и объекта исследования с учетом всех необходимых факторов в рамках рассматриваемой проблемы.

Предлагаемые решения дают возможность сократить финансовые затраты, время проведения экспертного оценивания и обусловливают высокое качество экспертизы с возможностью ее проведения в режиме on-line.

Литература. **1.** Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Технологическое предвидение. // Учебно-Научный комплекс «Институт прикладного системного анализа» НТУУ «КПИ». – К.: Политехника, 2005. – 165 с. **2.** N.D. Pankratova, L.Y. Malafeeva A system approach to solving foresight problems // Information Technologies & Knowledge: Volume 7, Number 4. — 2013, Page 313-324. **3.** Панкратова Н.Д., Малафеева Л.Ю. Информационная модель знаний сценарного анализа // Проблемы управления и информатики — 2014. — № 1. — С. 119-128. **4.** Малафєєва Л.Ю. Розробка структурованної бази знань для розв'язання задач з технологічного передбачення // Наукові вісті НТУУ "КПІ". — 2009. — № 6. — С. 61 — 68 **5.** Искусственный интеллект. Справочник в трех томах. – М.: Радио и связь, 1990. / под ред. В.Н. Захарова, Э.В. Попова, Д.А. Поспелова, В.Ф. Хорошевского. – 464 с., 304 с., 368 с. **6.** Панкратова Н.Д., Малафєєва Л.Ю. Формализация согласования экспертных оценок при реализации метода Делфи // Кибернетика и системный анализ. — 2012. — № 5. — С. 82 — 95.

Маслянко П.П., Сергеєва А.В.
Національний технічний університет України "КПІ", ФПМ, Київ, Україна

Модель взаємодії біологічних популяцій «Дві жертви - хижак» з урахуванням впливу промислу людини

Для дослідження в статті було обрано систему «Дві жертви-хижак» з урахуванням впливу промислу людини, досліджується при яких параметрах промисел людини впливає на систему нейтрально та при яких може стабілізувати стан динаміки популяцій системи.

Постановка задачі. Об'єкт дослідження – всі існуючі моделі взаємодії біологічних популяцій, методи та методики побудови математичної моделі систем біологічних популяцій та методи для рішення систем диференціальних рівнянь.

Предмет дослідження – модель системи взаємодії біологічних популяцій «дві жертви - хижак» та моделювання впливу промислу людини на популяції .

Метою роботи є дослідження моделі «дві жертви - хижак» з урахуванням промислу людини та знаходження значення кількості особин для промислу людини, щоб система «дві жертви - хижак» продовжувала існувати.

Огляд існуючих моделей взаємодії біологічних популяцій „ Дві жертви – хижак" та методи врахування в біологічних системах впливу промислу людини. Розглянемо систему популяцій «дві жертви – хижак» з міжвидовою конкуренцією жертв (1), побудовану на основі системи « хижак-жертва» запропонованої незалежно А. Лотка і Віто Вольтером [1]:

$$\begin{cases} x_1' = a_1 x_1 - b_1 x_1 y - e_{11} x_1^2 - e_{12} x_1 x_2 \\ x_2' = a_2 x_2 - b_2 x_2 y - e_{22} x_2^2 - e_{21} x_1 x_2 \\ y' = -cy + d_1 x_1 y + d_2 x_2 y, \end{cases} \tag{1}$$

де x_1, x_2 і y - щільності популяцій жертв і хижака відповідно, a_1, a_2 - швидкість розмноження популяцій жертв в відсутність хижака, b_1, b_2 - питома швидкість споживання хижаком популяцій жертв при одиничній щільності обох популяцій, c - природна смертність хижака, d_1, d_2 - коефіцієнти переробки спожитої хижаком біомаси жертв у власну біомасу, e_{11}, e_{22} – коефіцієнти внутрішньовидової конкуренції видів жертв.

Після заміни: $t = \frac{\tau}{c}$; $x_1 = \frac{c}{e_{11}} u_1$; $x_2 = \frac{c}{e_{22}} u_2$; $y = v$ отримуємо

$$\begin{cases} u_1' = u_1(\alpha_1 - \beta_1 v - u_1 - \varepsilon_1 u_2) \\ u_2' = u_2(\alpha_2 - \beta_2 v - u_2 - \varepsilon_2 u_1) \\ v' = v(1 - \delta_1 u_1 - \delta_2 u_2), \end{cases} \tag{2}$$

де $\alpha_{1,2} = \frac{a_{1,2}}{c}$; $\beta_{1,2} = \frac{b_{1,2}}{c}$; $\varepsilon_1 = \frac{e_{12}c}{e_{22}}$; $\varepsilon_2 = \frac{e_{21}c}{e_{11}}$; $\delta_1 = \frac{d_1}{e_{11}}$; $\delta_2 = \frac{d_2}{e_{22}}$.

Система популяцій „ Дві жертви – хижак" має цікаві властивості, які були досліджені Базикіним А.Д. [1]. Йдеться про те, що коли значення ε_1 та ε_2 задовольняють нерівність $\varepsilon_1\varepsilon_2 < 1$, то міжвидова конкуренція жертв слабкіша за внутрішньовидову і тому можливе стійке існування обох жертв при відсутності хижака. Тобто дві конкуруючі популяції жертв можуть співіснувати і не вимирати без популяції хижака. А при $\varepsilon_1\varepsilon_2 > 1$ існування одночасно обох жертв без хижака неможливе і в системі один із видів жертв із-за конкуренції вимирає.

Розглянемо популяцію, з якої людиною регулярно вилучається певна кількість особин. При цьому вважаємо, що інтенсивність промислу протягом значних проміжків часу залишається незмінною:

$$xx' = ax\frac{(K - x)}{K} - \alpha x, \tag{3}$$

де α - частка популяції, що вилучається за одиницю часу [1].

Для розрахунку нашої моделі, система якої є задачею Коші з трьох диференціальних рівнянь першого порядку обрано метод Рунге-Кутта 4-ого порядку.

Моделювання взаємодії біологічних популяцій „ Дві жертви – хижак" з урахуванням впливу промислу людини. Використовуючи систему (1) та спосіб урахування впливу промислу людини на динаміку популяцій (3), будуємо модель „Дві жертви – хижак" з урахуванням впливу промислу людини, що має вигляд (4):

$$\begin{cases} x_1' = a_1x_1 - b_1x_1y - e_{11}x_1^2 - e_{12}x_1x_2 - g_1x_1 \\ x_2' = a_2x_2 - b_2x_2y - e_{22}x_2^2 - e_{21}x_1x_2 - g_2x_2 \\ y' = -cy + d_1x_1y + d_2x_2y, \end{cases} \quad (4)$$

де всі параметри мають ті ж самі значення, що і параметри системи (1), а параметри g_1,g_2 - частка популяції, що вилучається в одиницю часу в результаті промислу людини.

Розглянемо систему (5), параметри якої $\varepsilon_1\varepsilon_2 > 1$, адже $6*1 > 1$, що означає, що через певний час при таких параметрах одна з популяцій жертв вимирає, через велику внутрішньовидову конкуренцію.

$$\begin{cases} u_1' = u_1(3 - 4v - u_1 - 6u_2) \\ u_2' = u_2(1.755 - 10v - u_2 - u_1) \\ v' = v[(1 - 0.25u_1 - 4u_2) + v], \end{cases} \quad (5)$$

Після розрахунку системи результат зображуємо у вигляді графіка (рис. 1), де показано динаміку чисельності популяцій. Бачимо, що система є нестабільною та після певного часу одна з жертв, а саме вид u_2 - вимирає, а динаміка популяцій u_1 та у стає стабільною.

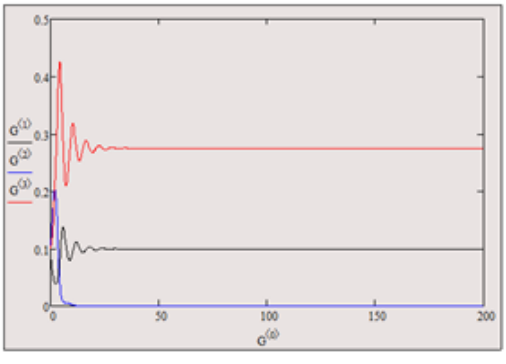


Рис. 1. Графік динаміки популяцій системи (5) «Дві жертви - хижак» без урахування впливу промислу людини

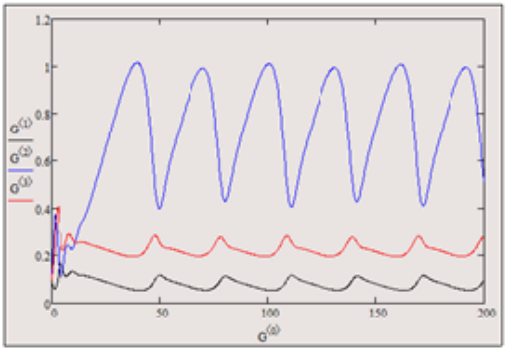


Рис. 2. Графік динаміки популяцій системи «Дві жертви - хижак» з урахуванням впливу промислу людини

Додамо в систему (5) врахування промислу людини на першу жертву u_1, шляхом додавання до рівняння динаміки цієї жертви параметру $0.6u_1$, що означає, що 60% жертви йде на промисел людини. Тобто замінюємо перше рівняння системи (5) рівнянням: $u_1' = u_1(3-4v-u_1-6u_2-0.6)$.

Результат розрахунку отриманої системи, де враховується промисел людини на u_1 жертву показано на рис. 2. По графіку бачимо, що система стабілізувалась та має коливальну динаміку, при цьому усі види залишаються існувати.

Таким чином дослідження цієї моделі дає можливість отримати прогнозні оцінки промислу людини, які ми можемо використати на практиці, щоб забезпечити стабільність системи популяцій та виживання видів систем шляхом керованого промислу людини.

Література. 1.Базикін А.Д. Математическая биофизика взаимодействующих популяций. - Наука, 1985,-24 с. 2.Різниченко Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. ч1, Москва,2002,-232 с. 3. Базикін А.Д. Нелинейная динамика взаимодействующих популяций, 2003,-с.362. 4.Leah Edelstein-Keshet Mathematical Models in Biology.-SIAM,1987-386с. 5.Каліткін Н.Н. Численные методы ,1978,-246с.

Микитін Д.А. *— рецензент Шубенкова І.А.*
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Застосування методів аналізу при моделюванні динамічних соціально-економічних процесів в Україні на засадах сталого розвитку

Проблема ефективного державного управління актуальна для будь-якої країни незалежно від рівня її політичного та соціально-економічного розвитку. Для її вирішення постійно проводяться різнопланові реформи системи державного управління, створенні чисельні критерії визначення ефективності функціонування державних органів. Важливе значення для підвищення рівня ефективності державного управління в Україні для досягнення сталого розвитку держави має зарубіжний досвід.

Сталий розвиток можна оцінювати за допомогою відповідного індексу сталого розвитку в просторі трьох вимірів: економічного, екологічного та соціального:

1. Економічний підхід полягає в оптимальному використанні обмежених ресурсів та застосуванні природо - , енерго- і матеріалозберігаючих технологій для створення потоку сукупного доходу, який би забезпечував принаймні збереження (не зменшення) сукупного капіталу (фізичного природного або людського), з використанням якого цей сукупний дохід створюється.
2. З погляду екології, сталий розвиток має забезпечити цілісність біологічних і фізичних природних систем, їх життєздатність, від чого залежить глобальна стабільність усієї біосфери. Особливого значення набуває здатність таких систем самооновлюватися й адаптуватися до різноманітних змін, замість збереження в певному статичному стані або деградації та втрати біологічної різноманітності.
3. Соціальна складова орієнтована на людський розвиток, на збереження стабільності суспільних і культурних систем, на зменшення кількості конфліктів у суспільстві. Людина має стати не об'єктом, а суб'єктом розвитку. Вона повинна брати участь у процесах формування своєї життєдіяльності, прийнятті й реалізації рішень, контролі за їх виконанням. Важливе значення для забезпечення цих умов має справедливий розподіл благ між людьми, плюралізм думок та толерантність у стосунках між ними, збереження культурного капіталу і його розмаїття, насамперед спадщини не домінуючих культур.

Системне узгодження і баланс цих трьох складових - завдання величезної складності. Зокрема взаємний зв'язок соціальної та екологічної складових приводить до необхідності збереження однакових прав сьогоднішніх і майбутніх поколінь на використання природних ресурсів. Взаємодія соціальної та економічної складових вимагає досягнення справедливості при розподілі матеріальних благ між людьми й надання цілеспрямованої допомоги бідним прошаркам суспільства. І, нарешті, взаємозв'язок природоохоронної та економічної складових потребує вартісної оцінки техногенних впливів на довкілля. Вирішення цих завдань - найголовніший виклик сьогодення для національних урядів та всіх прогресивних людей світу.

В даній роботі були висунуті методологічні поради щодо підвищення ефективності державного управління. Крім того була запропонована методика, за допомогою якої можна визначити стійкість розвитку держави за тими чи іншими показниками та прогнозування з використанням Нечіткого Методу Групового Урахування Аргументів.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості застосування розглянутої методики та наданих на її основі рекомендацій Національною комісією зі сталого розвитку України .

Литература. **1.** Zgurovsky, M. The Sustainable Development Global Simulation: Quality of Life and Security of the World Population [Текст] / M.Z. Zgurovsky. - K.: Publishing House, "Polytechnica", 2007. - 218 p. **2.** Білоус, О.Г. Глобальна перспектива і сталий розвиток [Текст] / О.Г. Білоус, Ю.М. Мацейко. - К.: МАУП, 2006. - 492 с. **3.** Index of Economic Freedom: Link Between Economic Opportunity and Prosperity | The Heritage Foundation: [Электронный ресурс]. - heritage.org/index/APA.

***Молчанов А.А.*[1] *Сальников Н.Н.*[2] *Сирик С.В.*[1]**
[1] *Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина;* [2] *Институт космических исследований НАН и ГКА Украины, Киев, Украина*

Выбор весовых функций в конечноэлементном методе Петрова-Галеркина для интегрирования линейных уравнений конвекции-диффузии

В настоящее время метод конечных элементов в форме метода Петрова-Галеркина (МПГ) (см. подробную библиографию в [1–4]) с конечными элементами является одним из наиболее универсальных методов построения численных схем для решения задач математической физики. При использовании МПГ для расчета задач с доминированием конвективных процессов одним из ключевых вопросов является корректный выбор весовых функций МПГ, который предотвращает появление в численном решении нефизических осцилляций и неустойчивостей, и обеспечивает стабилизацию численного решения при сохранении приемлемой точности численного решения. В работе [1] предложен вариант выбора весовых функций МПГ для интегрирования одно- и двухмерных задач конвекции-диффузии. Данные весовые функции и их многомерные обобщения впоследствии успешно применялись для численного решения различных нестационарных задач конвекции-диффузии (в том числе, и в тех случаях, когда скорость в конвективном слагаемом резко изменяется, как по величине, так и по направлению), а также нелинейных уравнений [2, 3].

В статье [4] для одномерного случая предложено обобщение весовых функций из [1] (при этом весовые функции и численные аппроксимации статьи [1] являются частными случаями предложенных в [4]), которое, в том числе, позволяет добиться большей точности и устойчивости численных решений, проведен теоретический анализ численных схем, построенных на основе предлагаемых весовых функций (полудискретных аппроксимаций и семейств разностных схем с весами) — в частности, исследована их локальная аппроксимация, проведен анализ методом Фурье (исследовано поведение решений в виде дискретных гармоник и найдены условия их устойчивости), а также на основе сеточного принципа максимума найдены условия, при которых имеет место равномерная сходимость предложенных семейств разностных схем с весами. Текущий доклад посвящен обзору упомянутых результатов статьи [4].

Рассмотрим уравнение конвекции-диффузии с постоянными коэффициентами λ и κ:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \lambda \frac{\partial u}{\partial x} - \kappa \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 0 \tag{1}$$

(здесь $u = u(x,t)$ — неизвестное решение). Пусть на отрезке введено равномерное разбиение с шагом h и узлами $\{x_k\}$ Используя в МПГ весовые функции вида $W_k(x) = N_k(x) + \alpha_k \cdot {}^nW_k^*(x)$, где α_k — стабилизационный параметр [2–4], ${}^nW(\xi) \equiv [(n+1)/(n-1)](\xi - \xi^n)$, $n \in \mathbb{R}$, $N_k(x)$ — кусочно-линейная базисная функция, соответствующая узлу x_k,

$${}^nW_k^*(x) \equiv \begin{cases} {}^nW((x_k - x)/h), & x \in [x_{k-1}; x_k], \\ -{}^nW((x_{k+1} - x)/h), & x \in [x_k; x_{k+1}], \\ 0, & x \notin [x_{k-1}; x_{k+1}], \end{cases}$$

для уравнения (1) получаем полудискретную аппроксимацию, k-е уравнение которой имеет вид [4]:

$$\left(\frac{1}{6} + \alpha_k \frac{n+1}{3(n+2)}\right)\frac{da_{k-1}}{dt} + \left(\frac{2}{3} - \alpha_k \frac{n-2}{6(n+2)}\right)\frac{da_k}{dt} + \left(\frac{1}{6} - \alpha_k \frac{n+4}{6(n+2)}\right)\frac{da_{k+1}}{dt} + \\ + \lambda \frac{a_{k+1} - a_{k-1}}{2h} - \left(\kappa + \frac{\alpha_k \lambda h}{2}\right)\frac{a_{k-1} - 2a_k + a_{k+1}}{h^2} = 0 \tag{2}$$

(тут $\{a_k(t)\}$ — коэффициенты разложения приближенного решения по соответствующему набору базисных функций $\{N_k(x)\}$).

В частном случае, при $n = 2$, получаем стандартный МПГ с кусочно-линейными базисными

и кусочно-квадратичными весовыми функциями, а если (при $n = 2$) выполнить формальную подстановку $\alpha_k = 2\alpha_k^{(\mathrm{supg})}\lambda/h$, то (2) перейдет в уравнение, которое получается после применения известных методов SUPG и GLS. Таким образом, семейство (2) оказывается достаточно широким, чтобы включать в себя ряд известных стандартных конечноэлементных аппроксимаций Петрова-Галеркина.

В работе [4] исследована локальная погрешность аппроксимации ψ_h уравнений (2). В частности, показано, что $\psi_h = O(\alpha_k h)$ (соответственно, при $\alpha_k = O(h)$ получаем $\psi_h = O(h^2)$), а в случае, когда

$$n = 2\frac{\lambda h - 6\kappa}{\lambda h + 6\kappa}, \quad \alpha_k = \frac{2+n}{2-n} = \frac{\lambda h}{6\kappa}, \tag{3}$$

погрешность $\psi_h = O(h^4)$, то есть схема имеет четвертый порядок точности по h. Также исследовано поведение решений системы (2) (с замороженными коэффициентами) методом Фурье на дискретных гармониках вида $a_k(t) = e^{\omega t}e^{ikhp}$ (где $p \in \mathbb{R}$ — пространственная частота гармоники, $i = \sqrt{-1}$, $\omega = \omega(p) \in \mathbb{C}$) и получено условие

$$\left(\kappa + \frac{\alpha_k \lambda h}{2}\right)\cdot\left(1 - \alpha_k \frac{n-2}{n+2}\right) \geqslant 0, \tag{4}$$

при котором действительная часть числа ω неположительна, а решение $a_k(t)$, соответственно, не возрастает, что свидетельствует о строгой равномерной устойчивости системы по начальным значениям на данном классе решений (аналог известного спектрального условия Неймана устойчивости в теории разностных схем). В частности, условию (4) удовлетворяет выбор параметров в виде (3).

С целью упрощения записей при проведении выкладок введем следующие сокращенные обозначения для выражения разностных соотношений: $u_{\bar{x},k} \equiv (u_k - u_{k-1})/h$, $u_{x,k} \equiv (u_{k+1} - u_k)/h$, $u_{\hat{x},k} \equiv (u_{k+1} - u_{k-1})/(2h)$, $u_{\bar{x}x,k} \equiv (u_{\bar{x}})_{x,k} = (u_{k+1} - 2u_k + u_{k-1})/h^2$. Пусть по временной переменной t введена сетка с шагом τ и узлами $t_n = n\tau$. Для любой функции $c(x,t)$ обозначим $c_k^n \equiv c(x_k, t_n)$ (или просто c_k, когда ясно, что речь идет о значении при $t = t_n$), $\hat{c}_k \equiv c_k^{n+1}$, $c_{t,k} \equiv (\hat{c}_k - c_k)/\tau$, $c_k^{(\sigma)} \equiv \sigma\hat{c}_k + (1-\sigma)c_k$. Тогда, заменив производные по временной переменной t разностными соотношениями, от полудискретной аппроксимации (2) можно перейти к семейству полностью дискретных (по времени и пространству) разностных схем [4]:

$$\left(\frac{1}{6} + \alpha_k\frac{n+1}{3(n+2)}\right)y_{t,k-1} + \left(\frac{2}{3} - \alpha_k\frac{n-2}{6(n+2)}\right)y_{t,k} + \left(\frac{1}{6} - \alpha_k\frac{n+4}{6(n+2)}\right)y_{t,k+1} + \\ + \lambda y_{\hat{x},k}^{(\sigma_1)} - \frac{\alpha_k\lambda h}{2}y_{\bar{x}x,k}^{(\sigma_2)} - \kappa y_{\bar{x}x,k}^{(\sigma_3)} = 0. \tag{5}$$

Коэффициенты σ_1 и σ_3 служат весами при аппроксимации соответственно конвективного и диффузионного членов уравнения (1), коэффициент σ_2 — при аппроксимации члена с искусственной диффузией. В работе [4] проведено подробное исследование свойств устойчивости в различных нормах, аппроксимации и сходимости семейства схем (5).

Литература. **1.** *Сальников Н.Н., Сирик С.В., Терещенко И.А.* О построении конечномерной математической модели процесса конвекции-диффузии с использованием метода Петрова-Галеркина // Проблемы управления и информатики. — 2010. — № 3. — С. 94–109. **2.** *Сирик С.В., Сальников Н.Н.* Численное интегрирование уравнения Бюргерса методом Петрова-Галеркина с адаптивными весовыми функциями // Проблемы управления и информатики. — 2012. — № 1. — С. 94–110. **3.** *Молчанов А.А., Сирик С.В., Сальников Н.Н.* Выбор весовых функций в методе Петрова-Галеркина для интегрирования двумерных нелинейных уравнений типа Бюргерса // Математические машины и системы. — 2012. — № 2. — С. 136–144. **4.** *Сирик С.В., Сальников Н.Н., Белошапкин В.К.* Выбор весовых функций в методе Петрова-Галеркина для интегрирования линейных одномерных уравнений конвекции-диффузии // Управляющие системы и машины. — 2014. — № 1. — С. 38–47.

Моравецька К.В. *— рецензент Богданський Ю.В.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Критерій слабкої диференційовності мір вздовж векторних полів на банахових многовидах з рівномірною структурою

Теорія гладких мір є напрямком функціонального аналізу, бурхливий розвиток якого зумовлений потребами теорії ймовірностей, випадкових процесів, диференціальних рівнянь та сучасних методів теорії керування. Диференційовні міри на нескінченновимірних просторах і рівняння стосовно функцій і мір на таких просторах виникають як у додатках — у квантовій теорії поля, статистичній фізиці, гідродинаміці, теорії екстремальних задач, так і всередині самої математики — в теорії розподілу на нескінченновимірних просторах, при дослідженні нелінійних диференціальних рівнянь з частинними похідними, в теорії випадкових процесів. В цьому зв'язку виникає проблема ретельного дослідження похідних гладких мір не тільки вздовж постійних напрямків у лінійних просторах, але і вздовж змінних векторних полів у лінійних просторах та на нелінійних многовидах.

В [1] та [2] досліджено диференційовність мір вздовж постійних напрямків на локально опуклих просторах і доведено критерій слабкої диференційовності мір. В даній роботі цей критерій доводиться для випадку диференціювання мір вздовж векторних полів на банахових многовидах з рівномірною структурою.

В статті [3] вводяться поняття банахового многовиду з рівномірною структурою, а також обмеженого векторного поля на многовиді з обмеженим атласом. Крім того, в [3] показується, що банахів многовид з обмеженою структурою є метричним простором.

Нехай M — банахів E-многовид класу C^2 з рівномірним атласом Ω, X — обмежене векторне поле класу C^1 на M. Тоді на $\mathbb{R}\times M$ визначений його потік $\Phi(t,x)$, який є C^1-морфізмом. Нехай на $\mathcal{A}=\mathcal{B}(M)$ задана міра μ. Тоді для кожного $t\in\mathbb{R}$ визначено її зсув $\mu_t=\mu\circ\Phi_t$ вздовж векторного поля X.

Означення. Міра μ називається диференційовною за Скороходом (в слабкому сенсі) вздовж обмеженого векторного поля X, якщо для кожної неперервної обмеженої функції $f\colon M\to\mathbb{R}$ функція $F_f(t)=\int\limits_M f\big(\Phi_{-t}(x)\big)\,\mu(dx)=\int\limits_M f(y)\,\mu_t(dy)$ є диференційовною на $\mathbb{R}$.

Теорема (Основний результат)**.** Нехай банаховий многовид M з рівномірним атласом допускає розбиття одиниці класу C^1, X — обмежене векторне поле на M, μ — знакозмінна зліченно-адитивна скінченна радонівська міра на $\mathcal{A}=\mathcal{B}(M)$. Тоді міра μ диференційовна за Скороходом вздовж X в тому і тільки тому разі, коли існує таке число $\gamma>0$, що для кожного $A\in\mathcal{A}$ існує $c(A)$ таке, що:

$$\big|\mu_t(A)-\mu(A)\big|\leqslant c(A)\,|t|,\qquad \forall\ t\in[\,-\gamma,\gamma\,].$$

Теорема доводиться спочатку для випадку міри, зосередженої на компакті, а потім для загального випадку. Методом дослідження проблеми, що розглядається, на нелінійному многовиді є її "локалізація", що полягає в перенесенні задачі на модельний простір та в подальшому її розв'язанні класичними методами функціонального аналізу.

Література. **1.** Богачев В. И. О дифференцируемости мер по Скороходу / В. И. Богачев // Теория вероятностей и ее применения. — 1988. — вып. 2. — с. 348–354. **2.** Богачев В. И. Дифференцируемые меры и исчисление Маллявэна / В. И. Богачев. — М.–Ижевск : Регулярная и хаотичная динамика, 2008. — 544 с. **3.** Богданский Ю. В. Банаховы многообразия с ограниченной структурой и формула Гаусса-Остроградского / Ю. В. Богданский // Укр. мат. журн. — 2012. — т. 64, № 10. — с. 1299–1313.

Наконечний О.Г., Зінько П.М.
Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Київ, Україна

Ідентифікація параметрів в динамічних системах

Вважаємо, що спостерігаються скалярні функції $y_k(t)$, $k = \overline{1,N}$, $t \in (0,T)$, що мають вигляд

$$y_k(t) = \int_G h(\theta)\, g_k(t, x(t))\, d\theta + v_k(t),$$

де $\theta-$вектор параметрів із множини $G \subset R^m$; $h(\theta)$ –невідома скалярна функція, що належить множині H із простору $L_2(G)$, або із простору Соболєва; $g_k(t, x(t))$ –відомі функції; $x(t)$ –вектор-функція, що є розв'язком диференціального рівняння $\dot{x}(t) = f(x(t), \theta, t)$, $x(0) = x^0$,

$v_k(t)$ –невідомі функції, що є реалізацією випадкового процесу із нульовим середнім та невідомими кореляційними функціями, що належать обмеженій множині Q.

Вводяться лінійні оцінки функції $h(\theta)$ вигляду [1]: $\widehat{h}(\theta) = \sum_{k=1}^{N} \int_0^T u_k(t)\, y_k(t)\, dt + c$.

Для оцінок $\widehat{\widehat{h}}(\theta)$, що знаходяться із умови

$$\min_{\widehat{h}(\theta)} \max_{H,Q} \int_G E\left[h(\theta) - \widehat{h}(\theta)\right]^2 d\theta = \max_{H,G} \int_G E\left[h(\theta) - \widehat{\widehat{h}}(\theta)\right]^2 d\theta,$$

при деяких припущеннях відносно множин H та Q показано, що вони можуть бути знайдені як розв'язок деякого лінійного інтегрального рівняння.

Даний підхід застосований, зокрема, в задачах ідентифікації параметрів в математичних моделях інформаційного протиборства [2, 3]:

$$\frac{dL_1^{(1)}(t)}{dt} = \left(a_1^{(1)} + a_2^{(1)} L_1^{(1)}(t)\right)\left(L_0 - L_1^{(1)}(t) - L_2^{(1)}(t)\right),\ L_1^{(1)}(0) = L_{10}^{(1)},$$

$$\frac{dL_2^{(1)}(t)}{dt} = \left(b_1^{(1)} + b_2^{(1)} L_2^{(1)}(t)\right)\left(L_0 - L_1^{(1)}(t) - L_2^{(1)}(t)\right),\ L_2^{(1)}(0) = L_{20}^{(1)},$$

при $0 < t < s$ та $L_i^2(s) = L_i^1(s) + \mu_i,\ \ i = 1, 2,$

$$\frac{dL_1^{(2)}(t)}{dt} = \left(a_1^{(2)} + a_2^{(2)} L_1^{(2)}(t)\right)\left(L_0 - L_1^{(2)}(t) - L_2^{(2)}(t)\right),$$

$$\frac{dL_2^{(2)}(t)}{dt} = \left(b_1^{(2)} + b_2^{(2)} L_2^{(2)}(t)\right)\left(L_0 - L_1^{(2)}(t) - L_2^{(2)}(t)\right),$$

при $s < t < T$, де μ_i, $\quad i = 1, 2-$ деякі дійсні числа, які можуть бути невідомими.

Література. **1.** Наконечний О.Г. Оцінювання параметрів в умовах невизначеності / О.Г.Наконечний // Наукові записки КНУ імені Тараса Шевченка, серія: «Кібернетика». – 2004. – С.102–111. **2.** Nakonechny O.G. Modeling and predictive estimations of information treats under uncertainties // O.G. Nakonechny, V.S. Donchenko, P.M. Zinko / Abstracts XIX International Conference "Problem of decision making under uncertainties". – Mukachevo, Ukraine. April 23-27, 2012. – pp. 29–33. **3.** Nakonechny O.G. Guaranteed estimation of the observations matrix for systems with variable structure // O.G. Nakonechny, V.S. Donchenko, P.M. Zinko / Abstracts XX International Conference "Problem of decision making under uncertainties". – Brno, Czech Republic. September 17- 21, 2012. – pp. 89–91.

Недашківська Н.І.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Показники узгодженості експертних оцінок парних порівнянь та їх використання в задачах вибору альтернатив рішень

Розглядається метод парних порівнянь, призначений для розв'язання слабо структурованих задач оцінювання та вибору альтернатив рішень за якісним критерієм [1]. Вхідною інформацією для цього методу є судження експертів щодо переваг альтернатив. За результатами будуються матриці парних порівнянь (МПП) $D_{n\times n} = \{d_{ij}|i,j = 1,\dots,n\}$, $d_{ij} > 0$, $d_{ji} = 1/d_{ij}$, де n - кількість оцінюваних альтернатив. На основі цієї МПП розраховується вектор пріоритетів (ваг) $w \in R^n_+$ альтернатив та визначається їх ранжування. Розрахунок ваг $w \in R^n_+$ найчастіше заснований на ідеї мінімізації норми відхилень МПП D від невідомої узгодженої МПП $C = (w_i/w_j)$, яка в методах парних порівнянь вважається найкращою апроксимацією МПП D.

Для оцінювання рівня неузгодженості МПП (суперечливості експертних суджень щодо переваг альтернатив) використовуються показники CR, GCI, HCR, CI^{tr}, k_y, їх опис можна знайти, наприклад, в [1–3], та критерії, які, використовуючи ці показники, дозволяють оцінити допустимість неузгодженості МПП для використання в процесі прийняття рішень. Показник CR використовується з методом головного власного вектору EM розрахунку ваг, показники GCI, HCR та k_y - відповідно з методами геометричної середньої $RGMM$, арифметичної нормалізації AN та «лінія» розрахунку ваг. Відомий наступний критерій узгодженості [2]: -МПП $D_{n\times n}$ є сильно узгодженою (узгодженою) тоді і тільки тоді коли показники узгодженості CR, GCI, HCR та CI^{tr} дорівнюють нулю; -допустимо неузгодженою (коригування МПП не потрібне), якщо значення цих показників не перевищують встановлені порогові значення; -містить інформацію, але є недопустимо неузгодженою (потрібно коригувати МПП), якщо показники є більшими за свої порогові значення; -є інформаційним шумом, якщо нормовані величини CR, HCR приймають значення більші за одиницю.

Проведено порівняльний аналіз CR, GCI, HCR, CI^{tr} та k_y для МПП з широким діапазоном зміни рівня неузгодженості [2]. Досліджувалися МПП, які є збуреннями сильно узгоджених МПП, а також МПП з більшим рівнем неузгодженості, а саме: слабо узгоджені МПП, сильно неузгоджені МПП та слабо неузгоджені МПП. Ставилася задача виявити, для яких МПП використання різних показників узгодженості призводить до різних висновків щодо допустимої неузгодженості і, як наслідок, щодо необхідності коригування цієї МПП.

Отримано еквівалентність показників CR, GCI та CI^{tr} для всіх досліджуваних МПП: лінійні регресії між цими показниками показали значущість з коефіцієнтом детермінації R^2, що перевищує 0.95. Отримано менш значущу лінійну залежність між CR і HCR (значення R^2 дорівнюють 0.27, 0.46, 0.50, 0.69 залежно від рівня неузгодженості МПП) і менш значущу лінійну залежність між CR і k_y (R^2 приймають відповідно значення 0.16, 0.20, 0.28, 0.04).

Показник k_y в багатьох випадках призводить до суперечливих висновків щодо необхідності коригування МПП в порівнянні з CR, GCI та CI^{tr}. Для ілюстрації того, наскільки критичними в практичних задачах є суперечливі результати за різними показниками, розглянуто приклади, в яких розрахунок ваг альтернатив рішень на основі початкової та скоригованої матриці парних порівнянь призводить до різних ранжувань альтернатив.

Запропоновано метод розрахунку ваг альтернатив рішень на основі МПП, який складається з етапів оцінювання та коректного коригування узгодженості МПП залежно від її властивостей та етапу відновлення ваг з МПП [3].

Література. **1.** Панкратова Н.Д., Недашківська Н.І. Моделі і методи аналізу ієрархій: Теорія. Застосування: Навчальний посібник. – К: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2010. – 371 с. **2.** N.Pankratova, N. Nedashkovskaya. The Method of Estimating the Consistency of Paired Comparisons // International Journal «Information Theories and Applications», 2013. **3.** Недашківська Н.І. Метод узгоджених парних порівнянь при оцінюванні альтернатив рішень за якісним критерієм // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2013. - №4. – С.67 – 79.

Павлюк Ю.Р., Подладчіков В.М.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Методи епіполярної геометрії для визначення просторової структури коронального викиду маси

Епіполярна геометрія (ЕГ) являється важливим інструментом для розв'язку стереоскопічних задач. Класичною задачею ЕГ є відновлення поверхні деякого об'єкта з пари зображень, на яких він представлений під різними кутами зору [1]. Після виявлення та ідентифікації об'єкта по двох зображеннях, його реконструкція є лінійною геометричною задачею. ЕГ має прикладне значення в навігації, розпізнаванні та 3D реконструкції об'єктів. Основні принципи стереоскопії для корональних подій були описані Інхестером. Це дослідження наголосило на проблемі ідентифікації та відповідності об'єктів для відновлення стерео зображень як одній з найважчих проблем і довело, що вирішення проблеми відповідності залежить від об'єкта спостереження [2].

В даній роботі ЕГ використовується для відновлення структури EUV (Extreme Ultraviolet) хвиль, які вперше були виявлені SOHO-EIT в 1996 році. Під EUV хвилею розуміють коливання корони, що з'являються як дифузні свічення, що поширюються на Сонці [3]. Оскільки для явищ різної природи необхідно шукати індивідуальний підхід до знаходження розв'язку, то визначення структури EUV хвилі є складною задачею. Оскільки EUV хвиля досі залишається маловивченою, то відновлення просторової структури EUV хвилі дозволило б пояснити її походження, фізичну природу та оцінити кінематичні характеристики. Це покращило б прогнозування «космічної погоди» та оцінку сонячно-земних зв'язків, оскільки хвиля пов'язана з корональними викидами маси, спалахами та іншими динамічними утвореннями на Сонці.

26 жовтня 2006 року НАСА запустило два супутники STEREO A (Ahead) і B (Behind), що дозволило одночасно спостерігати за Сонцем з двох різних точок і отримувати 3D зображення явищ на Сонці. Такі спостереження надають нові дані для вивчення сонячної активності, здатні істотно підвищити точність прогнозів «космічної погоди».

На основі зображень з STEREO A і B було сформовано фіксовані EUVI різницеві зображення, що враховують особливості обертання Сонця [4]. Спостереження Сонця з різних кутів дає можливість оцінити висоту EUV хвилі від поверхні, коли зображення з обох супутників істотно відрізняються. Хоча з STEREO A і B видно різні грані хвилі, але найвища точка гребеня є доступною для спостереження з обох супутників. Щоб відновити 3D структуру необхідно ідентифікувати і поставити у відповідність точки гребеня хвилі на обох зображеннях [5].

Оскільки точки на різних зображеннях відносяться до систем координат відповідних супутників, то необхідно звести їх до спільної системи, що дозволила б розглядати реконструкцію 3D об'єкта як набір плоских двовимірних задач. Остаточна модель інтерполюється між цими площинами [2]. Для цього використали геліоцентричну земну екваторіальну систему (Heliocentric Earth Equatorial- HEEQ). Далі проводимо геометричний розв'язок задачі: на знайдених точках будуємо площину і шукаємо точку перетину з лінією видимості з STEREO A.

В роботі було знайдено висоту EUV хвилі, що супроводжувала корональний викид маси 7 грудня 2007 року. Було показано, що існують сегменти фронту хвилі, в яких задача встановлення відповідності стає некоректною і вироджується. Ідентифікація цих сегментів з обох зображень веде до отримання неправильних оцінок. Також було показано, що похибка при визначенні висоти хвилі за рахунок візуального вибору точки перетину не перевищує 5%.

Література. **1.** Z. Zhang, "Determining the epipolar geometry and its uncertainty: A review". Int. J. Computer Vision, vol. 27, no. 2, 1998, pp. 161–198. **2.** B. Inhester, "Stereoscopy basics for the STEREO mission". ArXiv Astrophysics e-prints, 2006. **3.** I.W. Kienreich, M. Temmer, A.M. Veronig, "STEREO Quadrature Observations of the Three-Dimensional Structure and Driver of a Global Coronal Wave"ApJ, 2009, pp. 118 – 122. doi:10.1088/0004-637X/703/2/L118. **4.** Eit waves and eruptive dimmings catalog [Online]. Available: http://sidc.oma.be/nemo/catalog/. **5.** O. Podladchikova, D. Berghmans, "Automated Detection Of EIT Waves And Dimmings". Sol. Phys., 2005.

Палійчук А.П. *— рецензент Касьянов П.О.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Управління збутовою діяльністю виробничого підприємства з неповними даними про запаси

Задача управління обсягами збуту є надзвичайно важливою в процесі функціонування підприємства. Некоректно визначений рівень замовлень може призвести до надлишкових витрат на списання нереалізованого товару після закінчення строку придатності або до понесення збитків за втрачену вигоду при недостатньому рівні запасів. Тому для ефективнішого функціонування підприємства актуально визначити оптимальний обсяг збуту. Оптимізація запасів та збуту є складовою частиною в складній структурі взаємопов'язаних елементів, що сприяють сталому економічному розвитку підприємства.

Досліджується задача управління обсягами збуту на виробничому підприємстві при умові неповноти даних про наявні запаси продукції. Вивчаються періодичні системи невиконаних замовлень і втрачених продажів, коли деякі рівні запасів спостерігаються, а деякі ні. В таких випадках зручно та ефективно використовувати методи та принципи теорії марковських процесів пийняття рішень, зокрема моделювати дану задачу як частково спостережуваний марковський процес прийняття рішень.

В роботах [1]- [3] вивчається ряд задач управління запасами для періодичних систем у випадку, коли менеджер не володіє повною інформацією про рівень запасів. Зокрема, в [1], [3] розглядається задача з невиконаними замовленнями. В [3] вивчається задача втрачених продажів, коли відомо чи були понесені втрати від продажів чи ні, крім того менеджеру відомо лише про те, чи є рівень запасів негативним чи ні. В моделі, розглянутій в [1] менеджер не знає невід'ємний рівень запасів, але знає рівень запасів, якщо він від'ємний.

Грунтуючись на результатах роботи Файнберга Є.О., Касьянова П.О., Згуровського М.З. [4], яка присвячена дослідженню існування оптимальних стратегій частково спостережуваних марковських процесів з очікуваними загальними дисконтованими витратами та з очікуваними загальними витратами за умови невід'ємності однокрокових вартостей, розроблена оптимізаційна модель обсягів збуту при умові неповноти даних про запаси, яка дозволяє мінімізувати очікувані загальні витрати на виробничому підприємстві. Отримані результати для задач з невиконаними замовленнями моделюють періодичну систему управління запасами, для якої відомий невід'ємний рівень запасів, та коли рівень запасів є від'ємним, відомо, що це невиконані замовлення, проте невідомі їх значення.

Побудована модель практично апробована в процесі збутової діяльності виробничого підприємства харчової промисловості. Використання отриманих результатів дослідження дозволить підвищити наявний та майбутній потенціал підприємства, сприятиме задоволенню його потреб та досягненню стратегічних цілей.

Література. **1.** Bensoussan A., Cakanyildirim M., Minjarez-Sosa J.A., Sethi S.P., Shi R. Partially observed inventory systems: the case of rain checks // SIAM Journal on Control and Optimization. — 2008. — Vol. 47, № 5. — P. 2490–2519. **2.** Bensoussan A., Cakanyildirim M., Sethi S.P. Filtering for discrete-time Markov processes and applications to inventory control with incomplete information / Crisan D., Rozovskii B. eds. // The Oxford Handbook of Nonlinear Filtering. — New York: Oxford University Press Inc. — 2011. — P. 500–525. **3.** Bensoussan A., Cakanyildirim M., Sethi S.P. Partially observed inventory systems: the case of zero balance walk // SIAM Journal on Control and Optimization. — 2007. — Vol. 46., № 1. — P. 176–209. **4.** Feinberg E.A., Kasyanov P.O., Zgurovsky M.Z. Partially Observable Total-Cost Markov Decision Processes with Weakly Continuous Transition Probabilities. — 2014. — arXiv:1401.2168.

Палійчук Л.С.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Якісна поведінка класу керованих п'єзоелектричних полів з немонотонним потенціалом

Проведено дослідження якісної поведінки розв'язків математичної моделі п'єзоелектричної задачі з законом "реакції-зміщення" в субдиференціальній формі. Розглядається еволюційне включення другого порядку з розривною функцією взаємодії, яка може бути представлена у вигляді різниці субдиференціалів опуклих функціоналів:

$$\begin{cases} u_{tt}(t) + Bu_t(t) + Au(t) + \partial J_1(u(t)) - \partial J_1(u(t)) \ni \overline{0} \text{ для м.в. } t, \\ u(0) = u_0,\ u_t(0) = u_1, \end{cases} \tag{1}$$

де $B : H \to V^*$, $A : V \to V^*$ — лінійні оператори в'язкості та пружності відповідно; $H = L^2(\Omega; \mathbf{R}^n)$ і $V = \{v \in H^1(\Omega; \mathbf{R}^n) : v = 0 \text{ на } \Gamma_F\} \subset H^1(\Omega; \mathbf{R}^n)$, $\Omega \subset \mathbf{R}^n$ — обмежена область в $\mathbf{R}^n$, $n = 2$, Γ_F — частина границі області Ω, в якій зафіксоване п'єзоелектричне тіло; $J_i : H \to R$, $i = 1, 2$ — локально ліпшицеві функціонали, ∂J_i — субдиференціали Кларка для $J_i(\cdot)$, $i = 1, 2$; $(V; H; V^*)$ — еволюційна трійка просторів.

Система (1) описує широкий клас керованих процесів механіки суцільних середовищ, зокрема, і керовані п'єзоелектричні процеси з багатознаним законом "реакції-зміщення". В неавтономному випадку абстрактне існування розв'язків даної задачі доведене в [1]. Довгострокова поведіка слабких розв'язків об'єктів такого типу, але з неперервною функцією взаємодії, досліджувалась в [2]. В автономному випадку динаміка розв'язків при $J_2 \equiv 0$ вивчалась в [3], [4]. Відповідний даній задачі скалярний випадок розглядався в [5].

Виведені апріорні оцінки для слабких розв'язків досліджуваної задачі в фазовому просторі, що дозволило отримати існування слабких розв'язків та дослідити їх властивості. За допомогою абстрактної теорії глобальних атракторів доведено існування глобального атрактора для багатозначного напівпотоку, породженого слабкими роз'язками задачі. Отримані структурні властивості граничних множин. На основі результатів робіт [4], [5] доведено існування в розширеному фазовому просторі траєкторного атрактора та досліджено його структурні властивості. Встановлено його зв'язок з глобальним атрактором та простором повних траєкторій поставленої задачі. При заданих припущеннях на параметри задачі, отримано, що вищенаведені результати застосовні до математичної моделі динаміки керованого п'єзоелектричного процесу. Результати дослідження дозволяють прогнозувати довгострокову поведінку функції стану та скерувати п'єзоелектричну систему до необхідного асимптотичного рівня.

Тези підготовлені за результатами спільних робіт з М.З. Згуровським, П.О. Касьяновим "Automatic feedback control for one class of contact piezoelectric problems" та з П.О. Касьяновим "Потраєкторна поведінка слабких розв'язків математичної моделі п'єзоелектричної задачі з розривною за фазовою змінною функцією взаємодії".

Література. **1.** Liu Z., Migo'rski S. Noncoercive Damping in Dynamic Hemivariational Inequality with Application to Problem of Piezoelectricity // DCDS. — 2008. — Vol. 9, № 1. — P. 129–143. **2.** Ball J.M. Global attractors for damped semilinear wave equations // DCDS. — 2004. — Vol. 10. — P. 31–52. **3.** Zgurovsky M.Z., Kasyanov P.O., Zadoianchuk N.V. Long-time behavior of solutions for quasilinear hyperbolic hemivariational inequalitiea with application to piezoelectricity problem // Applied Mathematics Letters. — 2012. — Vol. 25. — P. 1569–1574. **4.** Zgurovsky M.Z., Kasyanov P.O., Kapustyan O.V., Valero J., Zadoianchuk N.V. Evolution Inclusions and Variation Inequalities for Earth Data Processing III. — New York: Springer, 2012. — 330 p. — doi: 10.1007/978-3-642-28512-7. **5.** Gorban N.V., Kapustyan O.V., Kasyanov P.O., Paliichuk L.S. On Global Attractors for Autonomous Damped Wave Equation with Discontinuous Nonlinearity // Continuous and Distributed Systems: Theory and Applications. Solid Mechanics and Its Applications / M.Z. Zgurovsky, V.A. Sadovnichiy (Eds.). — 2014. — Vol. 211. — P. 221–237.

Дослідження підтримане грантами Президента України GP/f44/076 та GP/f49/070.

Панкратов В.А.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Розробка формалізації показників вектору сталого розвитку

Для вирішення проблеми сталого розвитку необхідно мати значення низки параметрів, щоб охарактеризувати фактори, що оцінюються, досліджуються та прогнозуються. В цілому сталий розвиток представляє собою гармонію трьох взаємопов'язаних напрямків: екологічного, соціального та економічного.

Вирішення проблеми сталого розвитку зводиться до побудови множини показників, індикаторів та індексів, що являють собою важливу основу для прийняття рішень, сприяють переходу знань від фізичних і соціальних наук в керуючі інформаційні блоки. Необхідність побудови бажаного майбутнього в межах сталого розвитку вимагають розробки комплексного підходу до вирішення поставленої проблеми: з одного боку, залучення методології передбачення для побудови альтернативи сценаріїв, а з іншого – методології сталого розвитку для формування відповідних індикаторів, індексів та інших кількісних показників [1].

В даній роботі для розв'язання проблеми щодо розробки формалізації показників вектору сталого розвитку та при прийнятті рішень особами, що приймають рішення (ОПР) у різних напрямах, пропонується синтез методологій передбачення та сталого розвитку.

Підхід до формалізації індикаторів сталого розвитку передбачає використання алгоритму з виконанням процедур в такої послідовності:

- вибір індикатора, який характеризуватиме певну область одного з напрямів вектора сталого розвитку (економічного, екологічного, соціального);
- групування за певними ознаками наборів даних, що впливають на динаміку обраного на кроці 1 формування індикатора;
- формування бази даних за певний період;
- застосування методу відновлення функціональних залежностей в адитивній та мультиплікативній формах;
- аналіз результатів на основі відновленої залежності.

Перевага запропонованого підходу заключається не лише в можливості його застосування в різних сферах (не лише у трьох напрямах сталого розвитку), а й в тому, що запропонований підхід дозволить приймати обґрунтовані та формалізовані рішення.

Розглянуто практичне застосування розробленого підходу з урахуванням використання запропонованого алгоритму. Індикатори побудовані на основі даних державної статистики та статистики, що пропонується безпосередньо на сайті статистики кримського регіону. Досліджується екологічний напрямок, що найчастіше є пріоритетним у рамках досліджень та параметрів удосконалення у стратегіях розвитку рекреаційних систем [2, 3].

На основі отриманих результатів при дослідженні індикаторів буде розроблено загальні рекомендації щодо покращення стану навколишнього середовища та підвищення статусу та якості туристичного сектору Криму.

Література. **1.** Панкратова Н.Д., Безносик А.Ю., Панкратов В.А Определение индикаторов устойчивого развития прибрежной зоны АР Крым с учетом региональных приоритетов // Проблемы управления и информатики. – №5. – 2009. **2.** Pankratov V. The creation of strategy for innovation development of socio-economic systems // International Journal. "Information technologies&knowledge". ITHEA. SOFIA. – №5. – 2013. **3.** Згуровский М.З., Панкратов В.А Стратегия инновационного развития региона на основе синтеза методологий предвидения и когнитивного моделирования //Системні дослідження та інформаційні технології. – №2. – 2014.

Панкратова Н.Д., Головань М.В.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Живучість функціонування складної технічної системи в умовах багатофакторних ризиків

Однією з головних задач в процесі функціонування будь-якої складної технічної системи (СТС) є гарантована підтримка її функціонування. Саме тому системна стратегія функціонування СТС спрямована на забезпечення її живучості з одночасним забезпеченням безпеки, а саме вона базується на запропонованому принципі своєчасного виявлення причин, оперативного запобігання переходу від штатних ситуацій в нештатні, аварійні чи надзвичайні, виявлення факторів ризику, прогнозування основних показників живучості об'єкта протягом заданого періоду його експлуатації як основи забезпечення гарантованої безпеки в динаміці функціонування системи, а також усунення причин можливих переходів робочих станів об'єкта в неробочий стан на основі системного аналізу багатофакторних ризиків нештатних ситуацій [1]. На відміну від типових задач оптимізації і розпізнавання, враховується, що множини факторів ризику і множини ситуацій є принципово необмеженими. Найважливішою особливістю задачі, що розглядається, є якісно новий вид обмеження, а саме порогове обмеження часу формування рішення. Реалізація стратегії формується на основі наступних принципів: системна узгодженість по цілям,задачам, ресурсам і очікуваному результату за засобами забезпечення безпеки функціонування складної системи; своєчасне визначення, гарантоване розпізнання і системна діагностика факторів та ситуацій ризиків; оперативне прогнозування, достовірна оцінка нештатних і критичних ситуацій; формування і реалізація раціонального рішення за практично прийнятний час в рамках неусувного часового обмеження.

На підставі принципу декомпозиції загальна задача аналізу багатофакторних ризиків подається у вигляді послідовності системно узгоджених, інформаційно взаємопов'язаних задач [2]. Особлива увага призначається задачі: визначити і забезпечити раціональне узгодження ресурсів допустимого ризику позаштатних, критичних, надзвичайних, аварійних і катастрофічних ситуацій на прогнозований період експлуатації складної системи.

В задачі розглядається поняття «безпеки» системи – як властивості своєчасно запобігати послідовний перехід із штатного режиму системи в аварію чи катастрофу на основі своєчасного виявлення факторів суттєвих ризиків і усунення можливостей їх переходу у фактори катастрофічного ризику [2]. Безпека системи характеризується наступними показниками: ступенем ризику та рівнем ризику, ресурсом допустимого ризику нештатного режиму, ресурсом допустимого ризику аварії чи катастрофи. Аналізуються три варіанти: перехід можливий, перехід неможливий та інформації про нештатні ситуації недостатньо для прийняття рішення. Якщо перехід в штатний режим можливий,то виконується процедура оцінки степені і рівня безпеки об'єкта. Якщо ж неможливий,то виконується процедура оцінювання степені і рівня ризику послідовності нештатних ситуацій для об'єкта. Якщо інформації про нештатні ситуації недостатньо для прийняття рішень,то виконується процедура оцінки степені і рівня безпеки об'єкта. Наступні дії системи керування в умовах нештатних ситуацій орієнтовані на виключення можливості аварії чи катастрофи.

В якості прикладу розв'язку даної задачі представлена реалізація функціонування технологічної установки – системи оборотного водопостачання. Надана можливість спостерігати за протіканням технологічного процесу протягом часу функціонування з забезпеченням своєчасного і достовірного визначення, оцінювання факторів ризику, прогнозування їх розвитку з урахуванням ресурсу допустимого ризику та забезпечення живучості функціонування системи.

Література. **1.** Pankratova N.D. System strategy for guaranteed safety of complex engineering systems //Cybernetics and Systems Analysis: Volume 46, Issue 2 (2010), Page 243-251. **2.** Pankratova N. System approach to estimation of guaranteed safe operation of complex engineering systems // International Book Series «Information science&computing». – New Trends in Information Technologies. ITHEA. SOFIA, 2010. –P.115-128.

Панкратова Н.Д., Мухин А.Г.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

К выявлению возможных направлений развития металлургии в Украине

В настоящее время, обусловленное необходимостью развития конкурентно способных и приоритетных для Украины направлений, непрерывно возрастает практическая значимость получения объективного оценивания развития металлургии в Украине в реальных условиях неполноты, неопределенности, неточности и противоречивости исходной разнородной информации.

Металлургия - одна из основных отраслей промышленности Украины. Она обеспечивает более 25% промышленного производства и около 34% общего экспорта товаров. Наличие в стране целого ряда крупных металлургических предприятий позволяет Украине занимать сильные позиции среди мировых производителей черных металлов. Украина входит в десятку стран - производителей по количеству изготовленной стали. Последние годы стали очень напряженными для отрасли не только в Украине, но и в мире. Рост производства металла в Китае, который сейчас занимает около 50% от мирового производства, на фоне падения спроса, стал причиной для значительного падения цен, недостаточной загрузки производственных мощностей практически во всех странах-производителях. В Украине эти проблемы дополняют также устаревшее и очень энергозатратное оборудование, постоянное увеличение расходов на его ремонт, дефицит квалифицированной рабочей силы, значительное падение спроса на металл в Европе. В связи с этим, остро поднимаются вопросы стратегических действий со стороны предприятий металлургической отрасли и государства для улучшения ситуации в отрасли.

Учитывая сложившуюся ситуацию, необходимо найти пути решения будущего развития металлургической отрасли в Украине, что будет способствовать улучшению состояния украинской экономики. Для решения этой задачи привлекается методология предвидения [1], позволяющая построить среднесрочный (3-5 лет) и долгосрочный (15-20 лет) прогнозы развития отрасли.

С помощью методологии SWOT анализа были определены основные проблемы и возможные направления развития металлургической отрасли, выявлены и проранжированы сильные и слабые стороны внутри металлургической отрасли, основные угрозы и возможности окружающей среды [2], По результатам проведенного сопоставления определены угрозы, к которым отрасль наиболее чувствительна, и возможности, к реализации которых отрасль наиболее готова, учитывая определенные сильные и слабые характеристики. Выявлено, что в настоящее время развивается тенденция перехода от стали на заменители - крепкие высокотехнологичные пластики, которые имеют ряд значительных преимуществ перед сталью: сравнительно низкая цена, которая объясняется значительным падением цен на заменители в связи с развитием технологий; пластики не поддаются коррозии - они могут служить значительно дольше, чем стальные конструкции; высокотехнологические пластики прочнее стали (в строительстве важным коэффициентом, определяющим пригодность того или иного материала является коэффициент конструктивной прочности, который определяется от деления прочности материала на его плотность).

Привлечение метода морфологического анализа позволило построить альтернативы сценариев развития металлургической отрасли в Украине.

Литература. **1.** Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Технологическое предвидение. –Киев: Изд-во Политехника. –2005. –165с. **2.** Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения. –Киев: Изд-во Наук.думка –2011. – 728 с.

Панкратова Н.Д., Харчун В.М.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Алгоритм рационального взаимного согласования внутренних и внешних показателей систем различной природы на примере создания суборбитального космического корабля «SpaceShip»

Выполняется согласование множеств внутренних параметров x_1, контролируемых и не контролируемых параметров внешнего воздействия x_2, x_3 с множеством показателей качества изделия y, учитывая требования к внутренним и внешним параметрам и ограничения на показатели внешнего воздействия, на основе дискретных выборок различных парметров изделия. Требуется найти множество Парето $P_{D,B}$ для функций $\Phi = \{\Phi_i(x), i = \overline{1,m}\}$, в котором на основе исходных данных будет обеспечиваться рациональное взаимное согласование области определения функций Φ и множества значений этих функций с учетом заданных ограничений.

Математическая постановка задачи приведена в [1].

Приведем алгоритм решения задачи:

Заданы требования к внешним показателям y:

$$y \in B^{\pm},\ B^{\pm} = \{B_i^{\pm}, i = \overline{1,m}\},\ B_i^{\pm} = \{y_i \mid b_i^- \leqslant y_i \leqslant b_i^+, i = \overline{1,m}\}; \quad (1)$$

Требования к внутренним показателям x_1:

$$x_1 \in D_1^{\pm},\ D_1^{\pm} = \{x_1 \mid x_1 = \langle x_{1j_1}, j_1 = \overline{1,n_1}\rangle, d_{1j_1}^- \leqslant x_{1j_1} \leqslant d_{1j_1}^+\}; \quad (2)$$

Определены ограничения на показатели внешнего воздействия x_2, x_3:

$$x_2 \in D_2^*,\ D_2^* = \{x_2 \mid x_2 = \langle x_{2j_2}, j_2 = \overline{1,n_2}\rangle, d_{2j_2}^- \leqslant x_{2j_2} \leqslant d_{2j_2}^+\}, \quad (3)$$

$$x_3 \in D_3^*,\ D_3^* = \{x_3 \mid x_3 = \langle x_{3j_3}, j_3 = \overline{1,n_3}\rangle, d_{3j_3}^- \leqslant x_{3j_3} \leqslant d_{3j_3}^+\}. \quad (4)$$

1. На первом шаге предполагается, что искомая область $P_{D,B}(\Phi)$ в точности равна $D_1^{\pm}$;
2. Далее находится $\forall i\ y_{\min}^i = min\Phi(P_{D,B} \cup D_2^* \cup D_3^*)$, $y_{\max}^i = max\Phi(P_{D,B} \cup D_2^* \cup D_3^*)$;
3. Если $\forall i\ y_{\min}^i > b_i^+$ или $y_{\max}^i < b_i^-$, тогда алгоритм заканчивается, $\nexists$ область Парето ;
4. Если $\forall i\ y_{\min}^i < b_i^-$, тогда сужается $P_{D,B}$, а именно: $P_{D,Bnew} = P_{D,B} \backslash (U(argmin(y_{\min}^i)))$;
5. Если $\forall i\ y_{\max}^i > b_i^+$, тогда сужается $P_{D,B}$, а именно: $P_{D,Bnew} = P_{D,B} \backslash (U(argmax(y_{\max}^i)))$;
6. Если в результате работы алгоритма выходит, что $P_{D,B} = \varnothing$, тогда процедура заканчивается и $\nexists P_{D,B}$;
7. Повторяется алгоритм начиная с пункта 2, пропуская при этом пункт 3, он должен быть выполнен только один раз.

Здесь полагается, что $U(x)$ - это окрестность точки x. Формально $U(x) = \{y_i \in R^n \mid \forall i\ \|y_i - x_i\| \leqslant \delta\}$. Вопрос выбора δ требует введения в алгоритм адаптивного шага. При увеличении δ повышается скорость вычислений, но уменьшается точность, и наоборот. Результирующая $P_{D,B}$ является лишь подмножеством решений из-за того, что имеет форму куба, однако этого вполне достаточно для решения задачи. Для практического применения такое описание достаточно удобно.

Предложенный алгоритм позволяет найти область Парето и обеспечить согласование внутренних и внешних параметров целевых функций системы, что позволяет построить наилучшие интервальные оценки для контролируемых и не контролируемых параметров с целью удовлетворения поставленных задач перед изделием.

Работа алгоритма продемонстрирована на примере рационального согласования контролируемых и не контролируемых параметров при проектировании суборбитального космического корабля, который будет наилучшим образом отвечать задаче "цена - качество". Особенностью данного воздушного судна является его способность летать как в атмосфере нашей планеты, так и за ее пределами, в открытом космосе, находясь при этом на орбите Земли. В начале полёта корабль поднимается на высоту примерно 14 км над уровнем моря при помощи специального самолёта. Затем происходит отстыковка, «SpaceShip» выравнивается, после

чего включается ракетный двигатель. Он приводит корабль почти в вертикальное положение, ускорение длится немногим больше одной минуты, при этом пилот испытывает перегрузку до $3g$. На этом этапе корабль достигает высоты примерно 50 км. Дальнейший подъем к границе атмосферы происходит под действием инерции по параболической траектории, наподобие брошенного камня. Для обратного спуска корабль поднимает вверх крылья и хвост, чтобы при обратном падении и входе в плотные слои атмосферы одновременно стабилизировать корабль и быстрее вывести его из пикирующего в планирующий полёт. Перегрузки при этом могут достигать $6g$, но пик перегрузок длится не более 10 секунд. В таком виде он спускается на высоту около 17 км, где снова принимает первоначальное положение крыльев и летит на аэродром наподобие планера. Создание и запуск такого рода летательного аппарата на сегодняшний день является очень актуальной задачей из-за стремительного развития космических технологий и космического туризма.

Учитывая сложность поставленных целей перед системой космического корабля, необходимо рассмотреть широкий ряд показателей. Ограничимся для нашего примера лишь ключевыми из них. Введем внешние и внутренние параметры для нашей системы.

Здесь вектор $x_1 = (x_{1j_1} \mid j_1 = \overline{1, n_1}))$ определяет внутренние показатели, а именно массу ракетоносителя, размах крыльев, длину корпуса и его высоту.

Вектор $x_2 = (x_{2j_2} \mid j_2 = \overline{1, n_2}))$ описывает контролируемые показатели управляемого внешнего воздействия. Это время работы реактивного двигателя, удельный импульс, соотношение тяги к массе и максимальная высота полета.

Последний параметр $x_3 = (x_{3j_3} \mid j_3 = \overline{1, n_3}))$ - это показатели неуправляемого внешнего воздействия. К ним относятся сопротивление воздуха, сила притяжения Земли и перепад температуры за бортом корабля. Отметим, что эти параметры играют не менее важную роль для решения задачи, ведь, к примеру, разрядность перепада температуры может достигать 10^3.

Вектор $y = (y_i \mid i = \overline{1, m}))$ определяет показатели качества корабля. Это такие характеристики, как стоимость запуска и грузоподъемность.

В результате работы алгоритма были установлены оптимальные показатели для создания суборбитального космического корабля. Получено, что для доставки шести космических туристов вместе с двумя пилотами на орбиту Земли при финансовых затратах не более чем 400 млн $ корабль должен обладать следующими характеристиками:

- Длина корпуса - 18.3 м
- Размах крыльев - 8.3 м
- Высота корпуса - 5.5 м
- Вес корабля- 9740 кг
- Время работы реактивного двигателя - 87 с
- Удельный импульс - 74 кН
- Соотношение тяги к массе - 2.08
- Максимальная высота полета - 140 км

Таким образом, решая задачу в интерактивном диалоговом режиме, выполняя рациональное взаимное согласование внутренних и внешних показателей сложных систем различной природы, получаем согласованное множество Парето. На основании предложенного алгоритма целесообразно выполнять рациональное взаимное согласование внутренних и внешних показателей сложных систем различной природы.

Литература. **1.** Панкратова Н.Д. Системная оптимизация конструктивных элементов современной техники / Н.Д. Панкратова // Кибернетика и системный анализ. - 2001. - №3. - С.119-131. **2.** Згуровский М.З. Системный анализ: проблемы, методология, приложения / М.З. Згуровский, Н.Д. Панкратова. – К.: Наук.думка, 2011. – 728 с. **3.** Scilab Enterprises S.A.S [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.scilab.org.

Панкратова Н.Д., Шелест А.В.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Построение модели устойчивого развития экономической макросистемы с учётом факторов риска

Мировое сообщество, несмотря на бурное развитие человечества, обусловленное головокружительными достижениями во всех сферах жизнедеятельности, научно-техническим прогрессом и информационной революцией, продолжает испытывать серьёзные проблемы, связанные с глобальной политической, экономической и социальной нестабильностью (финансово-экономический кризис 2008–2009 гг., многочисленные вооруженные конфликты, территориальные переделы стран, ухудшение дипломатических отношений между наиболее сильными державами и др.). Очевидно, что данные проблемы связаны с существенными многофакторными рисками не только развития человечества в целом, но и существования и экономического развития отдельных стран.

В данной работе рассматривается модификация разработанной ранее модели равновесного состояния и устойчивого развития экономической системы государства [1], заключающаяся в учете факторов риска при формализации математической модели равновесия экономической макросистемы, позволяющей определить ее состояние с точки зрения устойчивости развития, меры отклонения системы от равновесного состояния, природы влияния факторов экономической системы на устойчивость её развития.

Здесь применяются два основных показателя риска: степень риска и уровень риска. Степень риска определяется как вероятность появления события, которое ведет к нежелательным последствиям экономики макросистемы. Уровень риска определяется как величина потенциального ущерба для экономики макросистемы при воздействии факторов риска.

В предлагаемой модели многофакторные риски обусловлены неопределённостью разной природы, связанной с неполнотой, неточностью и недостоверностью получаемой информации о внутренней и внешней экономической среде, форсмажорными обстоятельствами и бифуркационными изменениями в геополитической обстановке, не поддающимся адекватному прогнозированию.

С точки зрения системного подхода к оцениванию многофакторных рисков при построении модели устойчивости экономики макросистемы можно выделить следующие группы факторов риска [2]:

- инормационные риски, связанные с неточностью, неполнотой и недостоверностью макроэкономических данных, используемых в модели;
- непрогнозируемые риски, связнные с качественными изменнениями внутренней и внешней геополитической среды;
- форс-мажорные риски, обусловленные воздействием чрезвычайных и неблагоприятных при определенных условиях событий (наводнений, штормов, землетрясений и др.).

При решении практической задачи уделяется внимание оцениванию информационных рисков: как степени риска, так и уровня ущерба некоторых факторов экономики макросистемы. Результаты работы модели согласовываются с другими исследованиями в области экономической устойчивости некоторых стран, что свидетельствует о достоверности получаемых результатов при практическом применения модели.

Литература. **1.** Панкратова Н.Д., Шелест А.В. К построению модели равновесия экономической макросистемы // Системні дослідження та інформаційні технології. – №3. – 2013. **2.** Панкратова Н.Д., Савченко І.О. Оцінювання багатофакторних ризиків в стратегії розв'язання задач технологічного передбачення // Доповіді НАНУ. – №8. – 2010.

Пигнастый О.М.
Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", Харьков, Украина

PDE-модели производственных систем

В докладе обсуждается введенный автором (2003 г.) [1] класс моделей производственных систем с поточным способом организации производства, широко используемый в настоящее время для построения эффективных систем управления производственными линиями [2,3]. Модели класса, определяющие поведение параметров производственной системы с помощью уравнений в частных производных, получили название PDE-моделей производственных систем [2–4], успешно использованы в последнее десятилетие для описания квазистатических , так и некоторых неустановившихся переходных процессов [5].

Введение. Наличие однообразных задач планирования и управления производством привело исследователей к идее создания единой теории производственных систем. Graves S.C. (1986) [6], Karmarkar U.S. (1989) [7] предложили использовать в качестве основных параметров состояния таких систем объем незавершенного производства (WIP: work in process) , пропускную способность (capacity, throughput) и длительность производственного цикла (lead time). Корректно определенное Karmarkar U.S. (1989) [7] уравнение состояния производственной системы, получившее название clearing-функции, задавало для устойчивых стационарных призводственных процессов мгновенную связь между пропускной способностью, производственным циклом и объемом незавершенного производства. Для вывода уравнение состояния исследователями использовались основные три типа моделей и их комбинации: модели массового обслуживания (TQ-model) [8], дискретно-событийные модели (DES-model) [9], модели жидкости (fluid–model) [10]. Каждый тип моделей имеет преимущества, но ни один из них не подходил в полной мере для моделирования как установившихся, так и переходных процессов функционирования производственной системы [2–4, 11]. Как правило, TQ-модели описывают поточные линии в стационарном режиме [8]. Применение их для переходных нестационарных режимов приводит к чрезмерному усложнению задачи. DES-модели хорошо подходят для описания поточных линий, функционирующих в переходном и стационарном режиме, но требует больших затрат машинного времени и не пригодны для неустойчивых режимов [5]. Дискретные и непрерывные fluid–модели ориентированы на малое количество интервалов разбиения технологического маршрута и линейные стационарные решения . Повышение точности приводит к увеличению количества интервалов обобщения и к увеличению размерности системы дифференциальных уравнений, что значительно усложняет вычисления. Так как производственные процессы большую часть жизненного цикла изделия протекают в переходном неустановившемся режиме [5], то перед исследователями стали задачи построения моделей, не требующих значительных вычислительных ресурсов и способных описать поведение системы в неустойчивых переходных режимах.

Основные результаты. С целью решения указанных проблем в последнее десятилетие для проектирования поточных линий разработаны PDE -модели [1–4], описывающие поведение производственной системы с помощью уравнений в частных производных . Класс PDE-моделей объединил преимущества TQ-моделей [8], DES-моделей [9], и fluid–моделей [10], значительно расширил возможности для проектирования систем управления производственными линиями. PDE-модели [1–4] в общем случае являются непрерывными, успешно используются в настоящее время для описании переходных режимов при незначительных затратах машинного времени [1, 4, 12]. Балансовые многомоментные уравнения PDE-модели впервые записали и исследовали Пигнастый 0.М., Демуцкий В.П. [1,12] (2003) и Armbruster D.,Ringhofer C.,Berg V., Lefeber E. (2004) [4, 5]. Уравнения задавали распределение предметов труда вдоль технологического маршрута , являлись незамкнутыми. Для замыкания системы балансовых уравнений Armbruster D.,Ringhofer C.,Berg V., Lefeber E. предложили использовать уравнение состояния

Исследование выполнено в рамках гранта №14-07 Фонда Фунтаментальных Исследований Харьковского Национального Университета им.В.Н.Каразина, 2007г.

[4,5], представленное известными видами clearing-функций [7]. Так как использование DES-моделей [9] для вывода уравнений состояния требовало больших затрат машинного времени , то основным инструментом решения задач являлось применение TQ- [8] и fluid–моделей [10], что привело к построению квазистатических PDE-моделей. Возможность построения квазистатических PDE-моделей расширило границы исследования производственных систем, но все же не позволила в полной мере осуществить их описание для переходных режимов.

Принципиально иной подход использован автором [1], применившим математический аппарат статистической теории динамических систем [13]. Детально исследованные законы сохранения, характеризующие стохастический процесс переноса технологических ресурсов на предмет труда , были положены в основу вывода уравнения траектории движения предмета труда в фазовом пространстве состояний [13]. Уравнение послужило фундаментом при построении нестационарного кинетического уравнения для описания эволюции функции распределения предмета труда по состояниям. Применение метода моментов позволило получить из кинетического уравнения систему незамкнутых многомоментных балансовых уравнений. Для замыкания многомоментной системы уравнений использовано нестационарное уравнение траектории движения предмета труда в фазовом пространстве состояний и уравнения, представляющие собой законы сохранения, характеризующие стохастический процесс переноса технологических ресурсов на предмет труда . Балансовые уравнения содержат дополнительные слагаемые [14], учитывающие переходные процессы. В предельном переходе к условия квазистатичности, уравнения приобретают вид уравнений квазистатических PDE-моделей [3,4].

Заключение. В докладе представлены новые результаты, основанные на предметно- технологическом и потоковом описании производственных систем, функционирующих в переходных режимах. Актуальность исследования PDE-моделей подтверждена многочисленными грантами известных мировых корпораций Intel, Philips, Volkswagen [5].

Литература. **1.** Демуцкий В.П. Теория предприятия: Устойчивость функционирования массового производства и продвижения продукции на рынок. / Демуцкий В. П., Пигнастая В. С., Пигнастый О. М. – Х.: ХНУ, 2003. – С. 272. **2.** He F. L. Modeling and analysis of material flows in re-entrant Supply Chain Networks Using modified partial differential equations / He F. L., M. Dong, X. F. Shao - Journal of Applied Mathematics, 2011. P. 14 **3.** Berg R. A. Modelling and Control of a Manufacturing Flow Line using Partial Differential Equations. IEEE Transactions on Control Systems Technology. / Berg R. A., Lefeber E., Rooda J. E. – Boston, 2008. – P. 130 – 136. **4.** Lefeber E. Modeling, Validation and Control of Manufacturing Systems. / E.Lefeber, R. A.Berg, J. E. Rooda — (Proceeding of the 2004 American Control Conference). Massachusetts, 2004. – P. 4583 – 4588. **5.** Armbruster D. Continuous models for production flows. In Proceedings of the 2004 American Control Conference. / Armbruster D., Ringhofer C., Jo T- J. – Boston, MA, USA, 2004. – P. 4589 – 4594. **6.** Graves S. C. A tactical planning model for a job shop. Operations Research 34 (4). / S. C. Graves– New York,1986. – P. 522 – 533. **7.** Karmarkar U.S. Capacity Loading and Release Planning with Work-in-Progress (WIP) and Leadtimes. / U. S. Karmarkar. – Journal of Manufacturing and Operations Management 2, 1989. – P. 105 – 123. **8.** Gross D. Fundamentals of Queueing Theory. / D. Gross, C. M. Harris. – New York, 1974. – P. 490. **9.** Ramadge P. J. The control of discrete event systems. Proceedings of IEEE. / P. J. Ramadge, W. M. Wonham. 1989. –v. 77(1). – P. 81 – 98. **10.** Perturbation analysis for on-line control and optimization of stochastic fluid models/ C.Cassandras, Y.Wardi, B.Melamed, G.Sun, C.Panayiotou IEEE Trans. Autom. Control.– Netherlands,2002.vol. 47, no. 8. – P. 1234 – 1248. **11.** Berg R. Partial differential equations in modelling and control of manufacturing systems / R. Berg. – Netherlands, Eindhoven Univ. Technol., 2004. – P. 157.. **12.** Пигнастый О.М. Статистическая теория производственных систем. - Х.: Изд. ХНУ им.Каразина, 2007. - 388 с.. **13.** Красовский А. А. Фазовое пространство и статистическая теория динамических систем. / А. А. Красовский. – М.: Наука,1974. – С. 232.. **14.** Азаренков Н.А., Пигнастый О.М., Ходусов В.Д. К вопросу подобия технологических процессов производственно - технических систем - Доповіді Національної академії наук України, 2011. -N02- С.29-35, http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/37227/.

***Пинчук В.П.*[1], *Кривцун Е.В.*[2]**
[1] *Запорожский национальный технический университет, Запорожье, Украина;* [2] *Запорожский национальный университет, Запорожье, Украина*

О построении оптимальных топологий больших регулярных коммуникационных систем

Ключевым этапом при проектировании коммуникационных систем (КС) является выбор топологии, представляемой топологическим графом (ТГ). Если проектируемая КС включает в себя большое число элементов, задача его структурной оптимизации становится очень сложной. Последнее, в частности, приводит к тому, что при создании высокопроизводительных кластеров и суперкомпьютеров в большинстве случаев используются ТГ из весьма ограниченного набора видов: n-мерный булев куб, n-мерный евклидов параллелепипед, торы. Авторами ранее был предложен формализм, который позволяет конструировать сложные топологии путем записи специальных "графовых" выражений [1]. При таком подходе ключевым моментом является выбор базового графа. Отметим, что основными параметрами оптимизации при построении ТГ являются такие величины, как число ребер и относительное реберное заполнение, диаметр графа, его обхват.

В настоящей работе предпринято исследование характеристик полных наборов связных регулярных графов и возможностей оптимального выбора из них базовых графов. Наиболее эффективными методами получения полных наборов графов являются так называемые групповые методы, основанные на последовательном перечислении групп автоморфизмов генерируемых графов [2]. На основе таких идей и разработок авторами была создана программа Genum, которая генерирует графы в формате стандартных бинарных кодов, что дает возможность использовать для расчетов инструментальную среду Algraph/C++ [3]. В таблице 1 приведены данные о количестве связных регулярных графов в (n, p)-наборах с числом вершин $n = 6..22$ и степенью $p = 3..6$. Значения, отмеченные подчеркиванием, соответствуют полученным (n, p)-наборам графов. Не заполненные клетки означают отсутствие данных.

Таблица 1. Число связных регулярных графов в (n, p)-наборах

Число вершин	Степень графа			
	3	4	5	6
6	2	1	1	0
7	0	2	0	1
8	5	6	3	1
9	0	16	0	4
10	19	59	60	21
11	0	265	0	266
12	85	1 544	7 848	7 849
13	0	10 778	0	367 860
14	509	88 168	3 459 383	21 609 300
15	0	805 491	0	1 470 293 675
16	4 060	8 037 418	2 585 136 675	
17	0	86 221 634	0	
18	41 301	985 870 522		
20	510 489			
22	7 319 447			

Графы, которые при заданных величинах степени и диаметра имеет максимально возможное число вершин, относятся к экстремальным графам. Изучение полученных (n, p)-наборов

показало, что в семействе кубических графов с диаметром 2 существует единственный экстремальный граф, число вершин которого равно 10 и этим графом является граф Петерсена. Среди кубических графов диаметра 3 экстремальный граф имеет 20 вершин, а среди биквадратических графов диаметра 2 экстремальный граф имеет 15 вершин. Все указанные экстремальные графы являются единственными для соответствующих числа вершин и степени.

В качестве ТГ КС рассмотрим структурированный граф типа g^s . Здесь g - базовый граф, s – его структурная степень [1]. Можно показать, что основные параметры графа g^s могут быть вычислены с помощью следующих соотношений. Пусть $n(g)$, $p(g)$, $d(g)$, $r(g)$, $r_X(g)$, $gir(g)$ – число вершин, степень, диаметр, количество ребер, реберное заполнение и обхват базового графа g соответственно. Тогда для графа g^s имеют место следующие соотношения:

$$n(g^s) = n^s(g), \qquad p(g^s) = sp(g), \qquad d(g^s) = sd(g),$$

$$r(g^s) = \frac{1}{2} sp(g) n^s(g), \qquad r_X(g^s) = \frac{sp(g)}{n^s(g) - 1},$$

$$gir(g^s) = \begin{cases} gir(g), & \text{если } g \text{ не является ациклическим,} \\ 4, & \text{если } g \text{ ациклический и } s \geqslant 2, \\ \text{не определен}, & \text{если } g \text{ ациклический и } s < 2. \end{cases}$$

Параметры некоторых базовых графов и соответствующих ТГ приведены в таблице 2. В качестве базовых графов использованы следующие: граф типа гантель (графы 1 и 5), топологический граф в этом случае представляет собой граф типа "s-мерный булев гиперкуб", граф типа "кольцо" (номер 3), ТГ представляет собой s-мерный тор, а также найденные экстремальные графы (номера $2, 4, 6, 7$).

Таблица 2. Параметры базовых и топологических графов

№ п/п	Базовый граф			Топологический граф g^s						
	n	p	d	s	n	p	d	gir	r	r_X
1	2	1	1	10	1024	10	4	1	5120	0.009775
2	10	3	2	3	1000	9	6	5	4500	0.009009
3	5	2	2	5	3125	10	10	5	15625	0.003201
4	15	4	2	3	3375	12	6	6	20250	0.003557
5	2	1	1	13	8192	13	13	4	53248	0.001587
6	10	3	2	4	10000	12	8	5	60000	0.001200
7	20	3	3	3	8000	9	9	5	36000	0.001125

Из приведенной таблицы следует, что кубические экстремальные графы $(2, 6, 7)$ существенно превосходят соответствующие (по числу вершин) графы типа "гиперкуб" по всем основным параметрам. ТГ на основе биквадратического графа (4) по сравнению с многомерным тором (3) имеет несколько большее реберное заполнение, однако при этом имеет намного меньший диаметр и обеспечивает существенно большую производительность КС.

Изученные экстремальные графы расширяют возможности выбора базовых графов в классе регулярных графов при конструировании ТГ для систем с большим числом элементов на основе техники построения структурированных графов.

Литература. **1.** В.П.Пинчук. Базовые графы для построения топологии многопроцессорных систем / В.П.Пинчук // Искусственный интеллект (Ин-т проблем искусств. интеллекта НАН Украины), ІПШІ "Наука і освіта".– 2004.– № 4.– С.46-58. **2.** Brendan D.McKay. Isomorph-free exhaustive generation // J. Algorithms, 26 (1998), 306-324. **3.** Пинчук В.П. Библиотечный модуль ALGRAPH/C++: инструмент вычислений на графах // Комп'ютерне моделювання та інтелектуальні системи. Зб. наук. праць / Запоріжжя, ЗНТУ, 2007, С. 194-199.

Писарчук А.А.
Житомирский военный институт им. С.П.Королева, Житомир, Украина

Применение ситуационных и самоорганизующихся моделей для структурно-параметрическийого синтеза системы реагирования на конфликтные ситуации

Современные задачи управления сложными объектами решаются в условиях динамичного изменения внешней обстановки, сопровождаются анализом многих факторов, обработкой значительных информационных массивов, получаемых от разнородных информационных источников (ИнфИ), и требуют адекватного реагирования на возникающие конфликтные ситуации (КС). В зависимости от содержания и сущности КС, необходимо ситуативно создавать структурно-параметрическую конфигурацию системы и идентифицировать КС [1–3].

В докладе решается задача формирования ситуационной модели структурно-параметрического синтеза системы реагирования на КС и самоорганизующейся модели идентификации КС.

Формирование ситуационной модели включает: описание КС признаком P_{ks}, частными задами системы по ее устранению $T^{KS}_{ks\,j}$, информационными потребностями системы $I^{KS}_{ks\,f}$ в виде формуляра КС – $KS_i = \left\{P_{ks\,i},\ T^{KS}_{ks\,j},\ I^{KS}_{ks\,f}\right\}$, описание системы обработки информации (СОИ) формуляром $ES_j = \left\{\ T^{ES}_{ks\,j},\ I^{ES}_{ks\,j}(I^{ID}_{ks\,f})\right\}$; описание ИнФИ информационными возможностями $I^{ID}_{ks\,f}$ и их техническими характеристиками TX_f в виде формуляра $ID_f = \left\{\ I^{ID}_{ks\,f},\ TX_f\right\}$. Наиболее полное отображение формуляра возникшей КС в формулярах СОИ и ИнФИ дает вектор критериев оптимальности для структурно-параметрического синтеза системы. Для этого формируется многокритериальная модель сведением частных критериев в единый функционал по нелинейной схеме компромиссов [3].

Количественный состав системы определяется в соответствии с моделью

$$F(N_{ARM}) = (1 - t_{ks0}(N_{ARM}))^{-1} + (1 - D_{ks0}(N_{ARM}))^{-1} + (1 - ID_{ks0}(N_{ARM}))^{-1} \to \min, \quad (1)$$

где зависимыми от количества АРМ в СОИ N_{ARM} частными критериями есть: $t_{ks0}(N_{ARM})$ – время, затрачиваемое на устранение КС; $D_{ks0}(N_{ARM})$ – достоверность решений; $ID_{ks0}(N_{ARM})$ – характеристика информационной избыточности.

Качественный состав системы определяется по наилучшему отображению в ее структуре КС. Оптимальной будет структура системы, обеспечивающая: выполнение наибольшего количества функций АРМ из заданных формуляром КС $T_{S\,j} \to \max$; использование наибольшего количества ИнфИ $I_{S\,j} \to \max$ с наилучшими ТХ $TX_{S\,j} \to \max$, определяемая моделью

$$Psi_j = GT_{j0}\,(1 - T_{S\,j0})^{-1} + GI_{j0}\,(1 - I_{S\,j0})^{-1} + GTX_{j0}\,(1 - TX_{S\,j0})^{-1} \to \min\,. \quad (2)$$

Самоорганизующаяся модель идентификации КС базируется на описании объектов идентификации (ОИ) множеством $R = \{R_1,\ R_2, ..., R_i\}$, $i = 1...n$ с совокупностью разнородных признаков: фактов $F = \{F_i\,\{f_{ij}\}\}$, $j = 1...m_1, m_2, ..., m_i$ (объективная информация про ОИ); данных $D = \{D_i\,\{d_{il}\}\}$, $l = 1...L_1, L_2, ..., L_i$ (измерительная информация); суждений $S = \{S_i\,\{s_{ik}\}\}$, $k = 1...K_1, K_2, ..., K_i$ (субъективная информация про ОИ).

Объект идентификации характеризуется априорным множеством признаков

$$R_i \subset F_i\,\{f_{ij}\} \bigcup D_i\,\{d_{il}\} \bigcup S_i\,\{s_{ik}\} = \{F_i\,\{f_{ij}\},\ D_i\,\{d_{il}\},\ S_i\,\{s_{ik}\}\} = R_i \quad (3)$$

В процессе наблюдения за объектами формируются апостериорные множества признаков

$$W = \left\{\hat{F}_i\left\{\hat{f}_{ij}\right\},\ \hat{D}_i\left\{\hat{d}_{il}\right\},\ \hat{S}_i\,\{\hat{s}_{ik}\}\right\}. \quad (4)$$

После трансформации множеств R_i, W до монотонного ряда формируются их полиномиальные модели $f_j\,(N)\,, d_l\,(N)\,, s_k\,(N)$, $\hat{f}_j\,(N)\,, \hat{d}_l\,(N)\,, \hat{s}_k\,(N)$. Последние подвергаются обработке

для исключения аномалий, не принадлежащих выборке измерений R_i. В результате имеем модели $\hat{f}'_j(N), \hat{d}'_l(N), \hat{s}'_k(N)$. Аргументом N является абстрактный аналоговый ряд, описываемый сеткой измерений $N = 1,\ 2,\ 3,\ \ldots$.

Признаком соответствия моделей $f_j(N)$, $\hat{f}_j(N)$ образу $\hat{f}'_j(N)$ является минимум разности площадей, образуемых ими плоскостных фигур $\max\delta < (\delta' < \delta) < \min\delta$. Значение $\max\delta$ определяется при наличии случайных ошибок и более 50% аномалий, величина $\max\delta$ определяется только при случайных ошибках. Параметры δ, δ' рассчитываются так

$$\delta = \left[\int_{N_1}^{N_n} f_j(N)\ dN - \int_{N_1}^{N_n} \hat{f}_j(N)\ dN\right]^2, \delta' = \left[\int_{N_1}^{N_n} f_j(N)\ dN - \int_{N_1}^{N_n} \hat{f}'_j(N)\ dN\right]^2. \quad (5)$$

Объединение всех категорий признаков для идентификации осуществляется с применением технология вложенных сверток по нелинейной схеме компромиссов. Обобщенные признаки P_{Ei} для каждого R_i-го ОИ из априорного множества и обобщенные признаки из апостериорного множества P_i определяются выражениями

$$P_{Ei} = \sum_{j=1}^{m_i} \gamma_{f0ij}[1 - f_{0ij}]^{-1} + \sum_{l=1}^{L_i} \gamma_{d0il}[1 - d_{0il}]^{-1} + \sum_{k=1}^{K_i} \gamma_{s0ik}[1 - s_{0ik}]^{-1}, \quad (6)$$

$$P_i = \sum_{j=1}^{m_i} \gamma_{f0ij}[1 - \hat{f}_{0ij}]^{-1} + \sum_{l=1}^{L_i} \gamma_{d0il}[1 - \hat{d}_{0il}]^{-1} + \sum_{k=1}^{K_i} \gamma_{s0ik}[1 - \hat{s}_{0ik}]^{-1} \quad (7)$$

Положительное решение про идентификацию ОИ принимается при выполнении условия $W_i = P_1/P_{E1} > 0,5$.

Самоорганизация на этапе идентификации проявляется в последовательном процессе: *обучения системы* (получения априорных множеств признаков); ее *эволюции* при приближении моделей апостериорных признаков к априорным; *самоорганизации* с обновлением множеств признаков и уменьшения общей неопределенности задачи идентификации.

Таким образом, сформированы ситуационная модель структурно-параметрического синтеза системы реагирования на КС и самоорганизующаяся модель ее идентификации.

Литература

Литература. **1.** Поспелов Д. А. Ситуационное управление: теория и практика / Д. А. Поспелов. – М. : Наука, 1986. – 288 с. **2.** Основы моделирования сложных систем : учеб. пособ. для студентов вузов / Под ред. И. В. Кузьмина . – К. : Высшая школа, 1981. – 360 с. **3.** Сложные технические и эргатические системы: метод использования / А. Н. Воронин, Ю. К. Зиатдинов, А. В. Харченко, В. В. Осташевский. – Х. : Факт, 1997. – 240 с.

Подковаліхіна О.О., Денисенко О.І.
Запорізький національний технічний університет, Запоріжжя, Україна

Оптимізація параметрів об'єктно-орієнтованих моделей динамічних систем

Моделювання дозволяє знайти недоліки в роботі і оптимізувати параметри деякого об'єкту чи процесу. Потім знання, які були отримані при моделюванні, використовують для реальних потреб.

Важливим завданням при проектуванні складних механічних систем є розрахунок оптимальних параметрів його елементів з метою зниження динамічної навантаженості. Тому моделювання динамічної поведінки, вибір оптимізаційного методу, створення працездатного пакету прикладних програм є актуальною проблемою.

Метою даної роботи є оптимізація параметрів об'єктно-орієнтованих моделей динамічних систем. У якості приклада розглянуто модель автоматичного регулювання температури робочого тіла, в якій необхідно оптимізувати параметри роботи регулятора [1]. Модель системи складається з наступних елементів: робоче тіло; нагрівач; регулятор; елемент теплообміну "нагрівач - зовнішнє середовище"; елемент теплообміну "робоче тіло - зовнішнє середовище"; елемент теплообміну "нагрівач - робоче тіло"; задатчик температури; зовнішнє середовище.

Задача оптимізації складається в знаходженні оптимальних параметрів роботи регулятора, а саме коефіцієнтів пропорційного регулювання, інтегрального регулювання, диференціального регулювання для двох різних типів задатчиків (П-образного та трикутного).

Оптимізація параметрів в даній системі знадобилась для того, щоб мінімізувати теплову втрату, тобто максимально наблизити графік температури задатчика до графіка температури робочого тіла, скоротивши відстань між ними. Цільвою функцією вибрана сума квадратів різниць між температурою робочого тіла та температурою задатчика для трикутного задатчика та сума модулів різниць між температурою робочого тіла та температурою задатчика для П-образного задатчика.

В даній роботі використовувались наступні методи для оптимізації параметрів:

1. Стохастичний метод - метод використовувався для того, щоб задавати інтервали для кожного із коефіцієнтів пропорційного, інтегрального та диференціального регулювань.
2. Метод вкладених алгоритмів - метод дозволяє алгоритм пошуку мінімуму цільової функції побудувати як композицію алгоритмів одновимірної оптимізації.
3. Трьохточковий симплекс - використовувався для одновимірної оптимізації в методі вкладених алгоритмів.

Після застосування всіх вищезазначених методів для двох прикладів, розглянутих в статті [1], маємо наступні результати.

Для П-образного задатчика:

до оптимізації - $F = 1.02054e + 07$; $Kpr = 13$; $Kin = 3$; $Kdi = 0.5$;

після оптимізації - $F = 2.67046e + 06$; $Kpr = 9.1$; $Kin = 0.0771157$; $Kdi = 0.511415$.

Для трикутного задатчика:

до оптимізації - $F = 12340.1$; $Kpr = 13$; $Kin = 3$; $Kdi = 0.5$;

після оптимізації - $F = 54.311$; $Kpr = 61.6367$; $Kin = 336.17$; $Kdi = 4.85399$,

де F - значення цільової функції, Kpr - коефіцієнт пропорційного регулювання, Kin - коефіцієнт інтегрального регулювання, Kdi - коефіцієнт диференціального регулювання.

Проведена оптимізація покращила результати роботи системи (значення цільової функції, тобто тепловтрата системи, зменшилося на 6 відсотків), зробила її більш ефективною та економічною.

Оформлення посилань на літературу.

Література. 1. Пінчук В.П., Подковаліхіна О.О. Об'єктно-орієнтований підхід для пбудови моделей складних систем / В.П. Пінчук, О.О. Подковаліхіна // Радіоелектроніка, інформатика, управління. - 2011. - №2. - С. 76-81.

Подладчіков В.М., Литвин В.М., Шмиговська О.Л.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Оптимальний розподіл грошових ресурсів конкуруючими партіями під час передвиборчої кампанії

Суспільно-політичні процеси безпосередньо залежать від соціально-економічного стану в країні, а економіка України залишається високочутливою до зовнішніх та внутрішніх потрясінь. Виникає питання максимізації виграшу, тобто подолання провідними партіями прохідного бар'єру, та економії ресурсів, затрачених на передвиборчу кампанію. Попередня оцінка політичних перспектив дозволяє раціонально розподілити грошові ресурси між регіонами залежно від значення величини пріоритетів партій по виборчим округам.

Запропонована у роботах [1,2] математична модель дозволяє оцінити перспективи партій при їх діяльності в регіонах та оптимізувати вклади в кампанію, в умовах обізнаності відносно дій конкурентів. Досліджено властивості матриці системи рівнянь та доведено існування єдиного аналітичного розв'язку задачі. На основі чисельних методів оптимізації розв'язана задача математичного програмування та узагальнена для випадку довільної кількості конкуруючих партій [3].

У роботі [4] запропоновано визначальну стратегію мінімізації ризику втрат для провідної партії за умови, що інші два конкуренти не діють одноосібно і не утворюють коаліцію.

Модель використано для прогнозування результатів виборів до Верховної Ради в Україні 2012 року. Вхідні дані взято на основі результатів соціологічних опитувань, проведених весною 2012 року. Отримані результати співпали з реальними із допустимою похибкою.

У даній роботі на основі запропонованої математичної моделі досліджується задача розподілу грошових ресурсів партій при умові, що виграшною ситуацією є подолання 5%-го прохідного бар'єру на виборах. Розглядається мінімізація ризику втрат провідної партії у випадку невизначеності інформації щодо дій конкурентів. Вирішується проблема отримання провідною партією більше 50%-ів голосів виборців. Також поставлена задача оптимізації розподілу грошових ресурсів у випадку утворення двома конкурентами коаліції з об'єднанням їхніх ресурсних коштів.

Ми припускаємо, що процентне співвідношення результатів голосування можна використати як величини пріоритетів для конкуруючих партій. Кошти, затрачені на передвиборчу кампанію, а також кількість виборців по регіонам нам відомі.

Запропонована модель реалізовує стратегію, що дозволяє скоротити витрати провідної партії для виграшу, зменшити фінансування без зайвого ризику, проаналізувати вплив головних учасників виборчого процесу по регіонам.

Для прикладу розглядається задача розподілу капіталу між провідною партією та двома конкуруючими, які утворюють коаліцію, об'єднуючи грошові ресурси. Отримані чисельні результати дозволяють одержати максимальний виграш з мінімальними витратами.

Одним із напрямків подальших досліджень є побудова стратегії управління капіталом в умовах, коли конкуруючі партії не інформовані про фінансові можливості своїх конкурентів.

Література. **1.** Недашковская Н. И. Теоретико-игровая модель борьбы партий за электорат / Н. И. Недашковская, В. В. Остапенко, О. С. Остапенко // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2003. – №4. – С.113-119 **2.** Остапенко В. В. Оптимизация стратегии политических партий в ходе предвыборной кампании / В. В. Остапенко, О. С. Остапенко, Т. В. Подладчикова // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2006. – №4. – С.84-98. **3.** Подладчикова Т.Н. Координуюче управління розподілом обмежених ресурсів для максимізації виграшу конкуруючих організацій / Подладчікова Т.Н., Подладчиков В.М, Романенко В.Д. // Нові технології. – 2011. -№ 3(33). - С.55-61. **4.** Литвин В.М. Розробка конкурентної стратегії в умовах невизначеності дії конкурентів / В.М. Литвин, О.Л. Шмиговська, В.М. Подладчіков // Нові технології – 2012. - №1(35). – С.44-50.

Попова Ю.А., Подладчиков В.Н.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Анализ и прогнозирование циклических процессов на основе модели в пространстве состояний

Не секрет, что практически все процессы в природе, равно как и в экономике, подвержены колебаниям с определённой периодичностью и имеют некоторый тренд. Более того, тренд на одном уровне может быть фрагментом колебания на другом. Например: температура воздуха в конкретно взятой местности колеблется в зависимости от погоды, времени суток и времени года. Можно выделить относительно краткосрочный тренд: температура воздуха повышается днём и снижается ночью, но в общем повышается, если речь идёт о весне, или снижается, если измерения проводятся осенью. Пример долгосрочного тренда: температура воздуха повышается летом и снижается зимой, но в целом снижается, если надвигается ледниковый период и повышается, если происходит глобальное потепление. В экономике колебания цен имеют похожий характер. В доказательство этому можно привести теорию волн Кондратьева [4]. Учитывая этот факт, можно утверждать, что данная работа будет иметь большое прикладное значение, так как имеет широкую сферу применения.

Объект исследования. Цикличные экономические процессы на примере пассажирских перевозок международными авиалиниями [1].

Цель работы. Описать циклический процесс гармоническими колебаниями с переменной амплитудой. На этой основе построить нелинейную динамическую модель в пространстве состояний. Построить адаптивный фильтр Калмана [2] для решения задачи прогнозирования. Построить модель прогнозирования поведения рынка, чтобы на основе этого прогноза можно было выработать оптимальную стратегию работы.

Методы исследования. Используется МНК [3] для оценки точности модели, оценивание произвольных шумов с переменной дисперсией ,аппарат фильтра Калмана.

Результаты. Мы получили методику построения стохастических моделей в пространстве состояний с использованием фильтров Калмана. Она позволяет распознать природу флюктуаций по полученным данным и идентифицировать эти шумы, что и приводит к результатам с высокой точностью. Модель является стохастической с неизвестными статистическими характеристиками шума: математическим ожиданием и дисперсией. Так как рассматриваем колебательный процесс с трендом – модель учитывает его гетероскедастичность. Указанный метод показал высокую точность при проверке его на реальных данных: выше, чем предложенный в 1 источнике литературы для решения подобных задач.

Значимость работы. Разработана методика построения математической модели циклических экономических процессов с гармоничными колебаниями переходом в пространство состояний с использованием фильтров Калмана; показана высокая эффективность предлагаемого подхода. Данный принцип позволяет построить модель интересующего нас экономического процесса, если он является циклическим с трендом, для предоставления возможности прогнозирования. Очевидно, что прогнозирование рынка необходимо при планировании работы любого предприятия: ведь оно терпит убытки как от перевозок в холостую или переизбытка изготовленной продукции, так и недополучает прибыль, если спрос на услуги/товары этого предприятия будет выше чем то, сколько они могут их предоставить в заданный промежуток времени.

Новизна в работе. Это принципиально новый подход – описывать периодичный процесс в пространстве состояний и использовать для прогноза фильтры Калмана.

Литература. **1.** . Дж.Бокс, Г.Дженкинс Анализ временных рядов прогноз и управление. – Москва «Мир», 1974. – 406с. **2.** Згуровский М.З. Подладчиков В.Н. Аналитические методы калмановской фильтрации для систем с априорной неопределённостью. – Киев «Наукова думка», 1995. – 283с. **3.** МНК, http://i.kpi.ua/podladchikov/index.htm?q=podladchikov/index.htm. **4.** Волны Кондратьева, .http://www.br.com.ua/referats/Econom_teoriya/2777-2.html.

Романенко В.Д., Милявский Ю.Л.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Стабилизация неустойчивых импульсных процессов когнитивных моделей

Одним из важнейших вопросов при анализе когнитивных карт является исследование устойчивости импульсных процессов, динамика которых описывается разностными уравнениями первого порядка в приращениях координат вершин [1]

$$\Delta x_i(k+1) = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} \Delta x_j(k), \tag{1}$$

где первые разности $\Delta x_i(k) = x_i(k) - x_i(k-1), i = 1, ..., n$.

В докладе рассмотрен вопрос о соответствии между импульсным процессом когнитивных карт (ИПКК) (1) и моделями динамики процессов в пространстве состояний, а также об управлении ИПКК с целью обеспечения его устойчивости. Предложен метод перехода от модели в пространстве состояний к когнитивной карте. показано, каким образом введение регулятора по состоянию может быть отражено в соответствующей когнитивной карте. Также рассмотрен случай, когда вектор состояния неизмеряем и для его оценивания применяется наблюдатель Льюэнбергера. Доказано, что и асимптотической устойчивости системы в пространстве состояний следует абсолютная устойчивость соответствующего ИПКК. Этот вывод получен как для разомкнутой системы, так и для замкнутой системы с регулятором состояния.

Предложен способ перехода от когнитивной модели к модели в пространстве состояний. Это позволило стабилизировать неустойчивый ИПКК путем перехода к пространству состояний с дальнейшим синтезом регулятора состояния. При этом формируются внешние управления в дискретном времени, которые воздействуют на соответствующие вершины когнитивной карты. Естественно, для воздействия управлений выбираются те вершины когнитивной карты, которые можно изменять извне при реализации рекуррентного процесса стабилизации ИПКК.

Для синтеза регулятора состояния применяется критерий оптимальности на основе заданного расположения полюсов замкнутой системы [2]. Рассмотрен практический пример стабилизации неустойчивого импульсного процесса когнитивной модели кадровой политики в морском флоте, описанной в [1]. В качестве управлений использованы жалование, рацион, пособия и общий бюджет для личного состава.

Теоретические и экспериментальные исследования по материалам данного доклада приведены в [3].

Литература. **1.** Робертс Ф.С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. - М.: Наука, 1986. - 496 с. **2.** Изерман Р. Цифровые ситемы управления. Пер. с англ. - М.: Мир, 1984. - 541 с. **3.** Романенко В.Д., Милявский Ю.Л. Обеспечение устойчивости импульсных процессов в когнитивных картах на основе моделей в пространстве состояний // Системні дослідження та інформаційні технології. - 2014. - № 1.

Романенков Ю.А., Вартанян В.М.
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского "Харьковский авиационный институт", Харьков, Украина

Постановка задачи синтеза оптимизационной модели планирования сервисных мероприятий на инженерных объектах

При управлении и обслуживании современных инженерных объектов и систем, таких как системы водо-, энерго- и теплоснабжения, коммуникационные сети и т.п., может возникать задача планирования сервисных мероприятий. Подобная задача является многофакторной, а в случае оптимизационной постановки и многокритериальной, поэтому для каждого объекта должна быть формализована с учетом особенностей конкретного объекта, условий его функционирования, а также конечной цели сервисных мероприятий.

В рамках исследования будем рассматривать ситуацию, характеризующуюся следующими особенностями.

1. Информация об объекте или процессе доступна в виде временного ряда, состоящего из значений некого показателя, характеризующего эксплуатационный аспект состояния объекта. Например, для энергосистемы таким показателем может быть количество одновременно подключенных потребителей, отбираемая мощность и т.п. Для информационной системы в качестве примера такого показателя можно привести количество пользователей в конкретный момент времени, количество параллельных запросов и т.п.
2. Никаких предварительно разработанных моделей, описывающих наблюдаемый процесс, в распоряжении исследователя не имеется. То есть, статистическая информация в виде временного ряда является единственным объективным источником для планирования.
3. Комплекс сервисных мероприятий представляет собой последовательность необходимых регулярных регламентных технологических операций, направленных на поддержание работоспособности инженерной системы или объекта. При этом допускается перенос начала мероприятий внутри известного временного интервала, а продолжительность самих сервисных мероприятий заранее известна и постоянна.

Общую схему исследования можно представить, как показано на рис. 1.

Отметим, что постановка задачи прогнозирования не может быть корректной без формулирования и проверки исходных гипотез, естественным образом ограничивающих класс процессов, подлежащих прогнозированию.

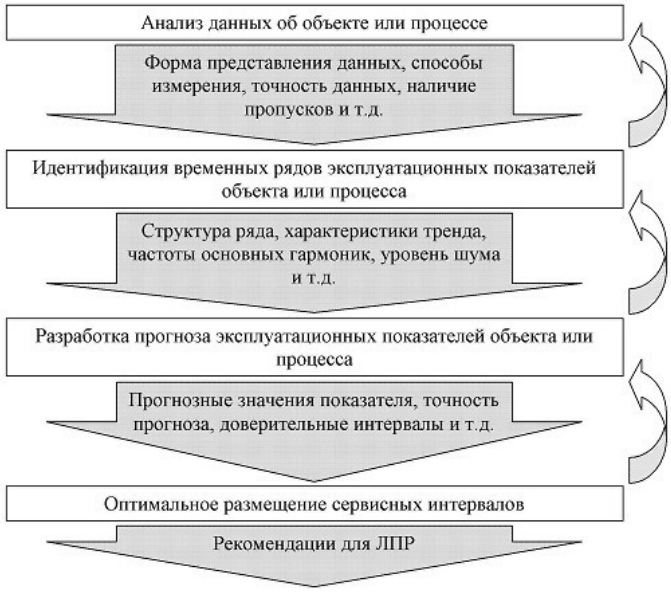


Рис. 1. Этапы планирования сервисных мероприятий на инженерных объектах

Романчук К.Г., Стефанишин Д.В.
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Київ, Україна

Методологія ідентифікації сценаріїв системних аварій на гідровузлах

Гідровузли відносяться до унікальних інженерних об'єктів, незважаючи на їх широке поширення в світі і в Україні зокрема. Унікальність гідровузлів визначається параметрами гідроспоруд у їх складі, різноманіттям умов будівництва та експлуатації, особливостями конструкцій гідроспоруд, тривалими строками будівництва і експлуатації, високою ціною можливих аварій, складністю системної організації, невизначеністю різноманітних чинників аварійності [1]. Все це ускладнює задачу прогнозування аварій на гідровузлах. При моделюванні аварій на гідровузлах необхідно виходити з потенційної можливості реалізації різних сценаріїв, в тому числі і гіпотетичних, що визначаються у формі припущень [2, 3].

Запропоновано методологію ідентифікації ймовірних сценаріїв аварій на гідровузлах, яка ґрунтується на наступних основних принципах:

- альтернативності, що допускає використання різних підходів, методів та моделей (статистичних, імовірнісних, логічних тощо) при оцінці ймовірностей аварійних подій і станів, які здатні ініціювати або обумовлювати аварії на гідровузлах за різними сценаріями;
- системності, що виходить із необхідності оцінки ймовірностей аварій на гідровузлах, які розглядаються як складні системи, з врахуванням системних зв'язків між різними аварійними подіями на гідроспорудах, в основах, в навколишньому середовищі, відмовами та несправностями окремих конструктивних елементів, пристроїв, устаткування і обладнання, що встановлюється на гідроспорудах;
- комплексності, що передбачає врахування при оцінці ймовірностей аварій на гідровузлах різних факторів (природних, проектно-конструкційних, будівельно-технологічних, експлуатаційних тощо), які можуть визначати надійність гідроспоруд, різних даних, зокрема, даних моніторингу навколишнього середовища, візуального й інструментального контролю стану гідроспоруд, результатів розрахунків стійкості і міцності гідроспоруд та окремих їх конструктивних елементів традиційними методами, а також можливість реалізації як типових, так і нетипових сценаріїв аварії в системі «гідровузол — навколишнє середовище»;
- ієрархії, згідно з яким враховується причинно-наслідкова супідрядність аварійних подій і станів, відмов і несправностей елементів гідроспоруд як структурних одиниць єдиної системи «гідровузол – навколишнє середовище»; при цьому при надмірній складності ієрархічної структури використовується системно-інтегруючий підхід (агрегування), коли більш деталізовані аварійні події й стани, що відповідають нижчим рівням ієрархії в причинно-наслідкових відношеннях інтегруються у більш загальні і менш деталізовані події й стани, які відповідають більш високим рівням ієрархії у причинно-наслідкових відношеннях;
- найменшої взаємодії, згідно з яким ієрархія розрахункових аварійних подій і станів, відмов і несправностей окремих структурних елементів і підсистем гідровузла як системи враховується таким чином, щоб мінімізувати причинно-наслідкові відношення між ними в рамках єдиної природно-технічної системи «гідровузол — навколишнє середовище».

Література. **1.** Векслер А.Б. Надежность, социальная и экологическая безопасность гидротехнических объектов: оценка риска и принятие решений / А.Б. Векслер, Д.А. Ивашинцов, Д.В. Стефанишин. – СПб.: ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 2002. – 591 с. **2.** Стефанишин Д.В. Прогнозування аварій на греблях в задачах оцінки й забезпечення їх надійності та безпеки / Д.В. Стефанишин // Гідроенергетика України. – N 3-4. – 2011. – С. 52-60. **3.** Стефанишин Д.В. Логіко-імовірнісна оцінка ризику збитків від аварійного виливу води з басейну добового регулювання Зарамагської ГЕС-1 / Д.В. Стефанишин, Е.Г. Романчук // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2013. N 3. – С. 130-141.

Савастьянов В.В.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Стратегия моделирования процесса сценарного анализа

Эра больших данных характеризуется не только количеством накопленных знаний и скоростью роста объемов информации и количества источников знаний, не только широкими потенциалом по сбору и обработке, но и увеличивающейся сложностью принятия решений с ростом мерности пространства решений и зашумленностью источников знаний. Скорость распространения новостей и слухов с разным уровнем достоверности в социальных сетях и масс-медиа начинает оказывать более существенные воздействия на мировые и внутренние рынки по сравнению с мнениями экспертов, обусловленные прежде всего масштабами воздействия [1]. Не исключением становится методология предвидения [2], где качество знаний о предметной области играет важную роль в процессе принятия решений.

Для увеличения эффективности использования методологии предвидения были предложены подходы по информационному сопровождению процесса предвидения [3–6]. Указанные исследования получили развитие в области применения средств автоматизации в составе подхо- дов по информационному сопровождению процесса предвидения, в частности, была предложена усовершенствованная структура информационной платформы сценарного анализа с дополнительными блоками: базой знаний (БЗ), модулем оценки качества информации (МКИ) и блоком сопровождения процесса предвидения (БСП) (Рис. 1).

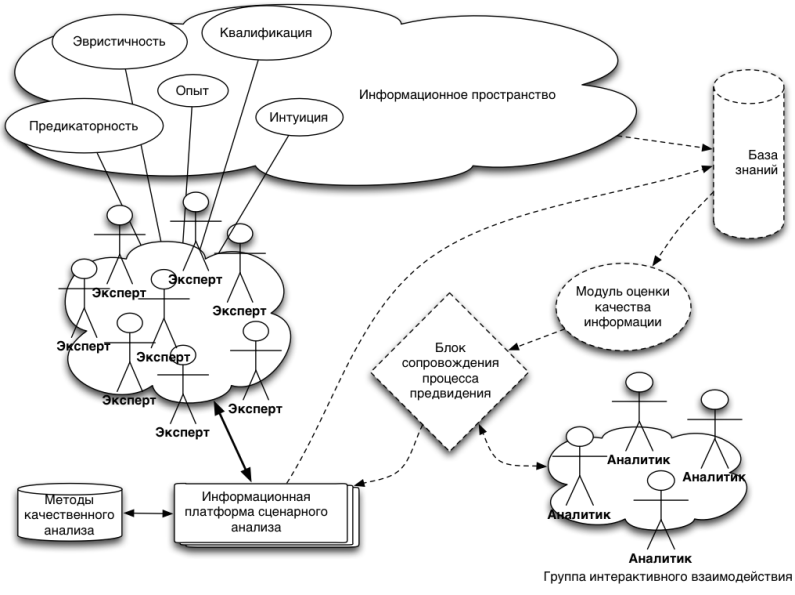


Рис. 1. Структура платформы предвидения с дополнительными блоками

Основой модулей МКИ и БСП являются подсистемы обработки естественного языка в виде текстов для классификации, извлечения фактов и оценки эмоциональной окраски. Модули объединены общей стратегией моделирования целостного процесса сценарного анализа, формализацию которой в виде блок-схемы приведено на Рис. 2.

В стратегии выделены одни из важных циклов для формирования окончательного процесса предвидения: формирование последовательности применения методов качественного и количественного анализов, формирование последовательности их взаимодействия в зависимости от входных данных. Чтобы избежать бесконечных циклов извлечения знаний в БЗ на открытом растущем наборе метаданных используются экспертные знания для завершения циклов в рамках выбранного метода с учетом выбранного априори или в процессе порогового уровня. Предложенная стратегия включает в себя маркировку данных дополнительными метаданными

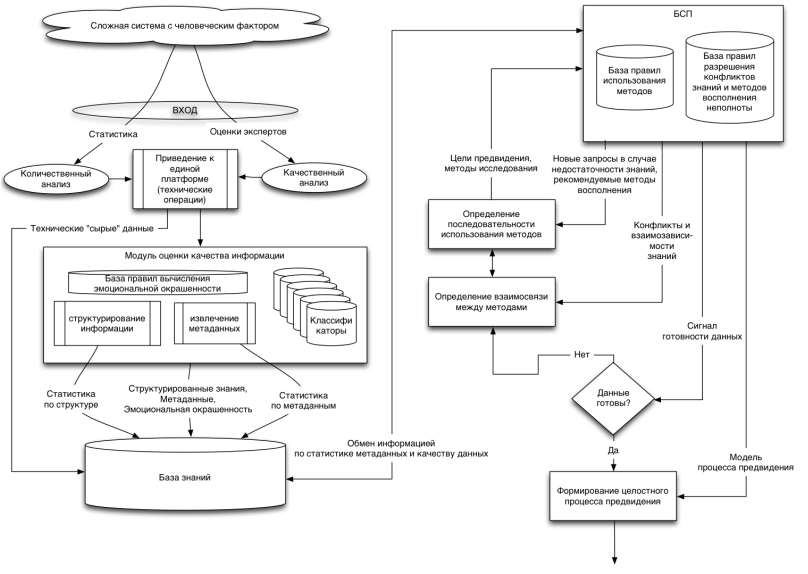


Рис. 2. Стратегия моделирования процесса предвидения

с использованием автоматизированных средств классификации в дополнение к количественному анализу данных и качественным методам сценарного анализа. Классификация, извлечение фактов и анализ сентиментов - это дополнительные инструменты, которые помогают найти новые взаимосвязи имеющихся знаний за конечное время, а также же значительно увеличить уровень осведомленности участников предвидения, что в конечном итоге приводит к росту уровня доверия к конечному продукту предвидения. В результате применения стратегии на практике был обработан массив текстовых документов, из которого были извлечены в БЗ: 25360 объектов, 406 объектов из предметной области, 11191 объектов-участников трендов, 2000 объектов-участников проблем, 1862 объекта в целях, 378 технологий, 225 проблем, 1385 трендов, 112 целей. В процессе предвидения были выделены 12 важных трендов, 143 проблемы, 82 цели, 253 технологии. Применение стратегии на практике позволило сократить затраты времени на обработку знаний на начальном этапе до 35% по сравнению с традиционным подходом предвидения.

Литература. **1.** Gladwell, M.: The Tipping Point. How Little Things Can Make A Big Difference. Boston: Little, Brown & Company 2001. **2.** Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ. Проблемы, методология, приложения. // Киев: Наукова думка, 2011. **3.** Панкратова Н.Д., Савастьянов В.В. Моделирование альтернатив сценариев процесса технологического предвидения // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2009. — № 1. — С.22–35. **4.** Патент UA № 22435, МПК (2006) G06Q 10/00, ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ ДАНИХ / Згуровський М. З., Панкратова Н. Д., Радюк А. М., Будаєв П. В., Савастьянов В. В., Клименко Е. С. (Україна) - N 954 - Заяв. 13.11.2006, Опубл. 25.04.2007, бюл. № 5/2007. **5.** Савастьянов В. В. Моделирование процесса технологического предвидения. // САИТ: Матеріали 11-ї Міжнародної науково-технічної конференції SAIT-2010. — К.: ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ», 2010. ISBN 978-966-2153-41-5.— С.149. **6.** Савастьянов В. В. Моделирование и информационное сопровождение процесса предвидения // Системний аналіз та інформаційні технології: Матеріали 12-ї Міжнародної науково-технічної конференції SAIT-2011. — К.: ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ», 2011. ISBN 978-966-2153-41-5.— С.151.

Савченко І.О.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Отримання вхідних даних в модифікованому методі морфологічного аналізу на основі текстової аналітики

В процесі технологічного передбачення [1] більшість об'єктів, процесів, явищ, що досліджуються, характеризуються неточністю, невизначеністю, неповнотою, нечіткістю інформації, тому традиційні математичні моделі і підходи неможливо або недоцільно використовувати. Це зумовило появу ряду методів якісного аналізу, одним з яких є модифікований метод морфологічного аналізу [2]. В ньому об'єкт дослідження представляється у вигляді морфологічної таблиці, що складається з характеристичних параметрів об'єкта, кожний з яких має відповідний набір альтернатив.

Для роботи з таким об'єктом необхідне оцінювання альтернатив і значень матриці взаємозв'язків, яке можна виконувати за допомогою експертного оцінювання. Такий підхід є найбільш точним, але він потребує суттєвих часових та фінансових ресурсів. Крім того, кількість питань до експертів навіть при відносно невеликих таблицях може сягати декількох сотень, що є неприпустимим.

Оскільки описи об'єктів, що розглядаються в процесі передбачення, є переважно вербальними, пропонується залучати до отримання вхідних оцінок інструменти текстової аналітики, зокрема інструменти категоризації і визначення семантичної забарвленості на основі правил.

В модифікованому методі морфологічного аналізу необхідні два типи вхідної оціночної інформації: це попередні оцінки альтернатив і значення матриці взаємозв'язків для пар альтернатив. Для того, щоб мати змогу отримувати такі дані з фрагментів неструктурованої інформації, спочатку необхідно ввести певні правила, за якими текст можна з деякою мірою впевненості віднести до категорій, що відповідають альтернативам параметрів морфологічної таблиці. Очевидно, такий набір правил необхідно сформувати для кожної з альтернатив $a_j^{(i)}$ кожного параметру F_i морфологічної таблиці. Ці правила повинні визначати, що у тексті йдеться про об'єкт, характеристика якого, відповідна параметру F_i, має значення, описане альтернативою $a_j^{(i)}$.

Маючи достатньо великий корпус текстів відносно об'єкта дослідження, можна зробити висновок про розподіл оцінок кожної з альтернатив в рамках характеристичних параметрів морфологічної таблиці. Для цього можна використовувати або відношення суми мір належностей до категорії, що відповідає альтернативі $a_j^{(i)}$ до загальної суми мір належностей до всіх категорій, що відповідають альтернативам параметру F_i, або відношення кількості фрагментів тексту, де ця міра є максимальною, до загальної кількості текстів, де хоча б одна з мір належності до категорій, що відповідають альтернативам параметру F_i, є ненульовою. Для оцінювання значень матриці взаємозв'язків можна використовувати кореляцію між мірами належності текстових фрагментів до альтернатив із пари, яка пов'язана відповідним значенням матриці взаємозв'язків.

Такий підхід до отримання вхідних даних дає можливість працювати з великими морфологічними таблицями, не створюючи надмірного навантаження на експертів, хоча потребує наявності достатньо великої кількості текстової інформації з галузі дослідження і певних зусиль із налаштування інструментів текстової аналітики.

Література. 1. Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения. – Киев: Изд-во. Наукова думка – 2011. – 728 с. **2.** Савченко І. О. Методологічне і математичне забезпечення розв'язання задач передбачення на основі модифікованого методу морфологічного аналізу // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2011. – №3. – С. 18–28.

Сіренко Л.В.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Первинна обробка даних в задачах глобального моделювання процесів сталого розвитку

Глобальне моделювання процесів сталого розвитку, яке щороку виконується Інститутом прикладного системного аналізу НАН України та МОН України спільно з Світовим центром даних "Геоінформатика та сталий розвиток" (http://wdc.org.ua), полягає у системному поєднанні трьох головних вимірів сталого розвитку суспільства: економічного (I_{ek}), екологічного (I_{e}) і соціального/інституціонального (I_{c}) в єдиній математичній моделі. Модель дозволяє обчислювати для кожної країни світу індекс сталого розвитку (I_{c}), який являє собою вектор з нормою, що змінюється у діапазоні [0–1] і характеризує ступінь наближення тієї, чи іншої країни до бажаного стандарту. Орієнтація вектора I_{cp} в системі координат ($I_{\text{ek}}, I_{\text{e}}, I_{\text{c}}$) вказує на ступінь гармонізації розвитку відповідної країни. Рівновіддаленість вектора I_{cp} від кожної з координат означає найбільш гармонійний розвиток країни. Наближення цього вектора до однієї з координат означає "дисгармонію" розвитку країни, тобто віддання переваги одному з вимірів розвитку за рахунок нехтування двома іншими.

Вихідними даними для глобального моделювання є індекси та індикатори, які щороку формуються авторитетними міжнародними організаціями та Світовим центром даних (http://wdc.org.ua). Вихідними даними для глобального моделювання процесів сталого розвитку є індекси та індикатори, які щороку формуються авторитетними міжнародними організаціями та Світовим центром даних (http://wdc.org.ua). Ці дані включають множини комплексних індикаторів макроекономічного характеру та наборів даних. Завдання первинної обробки вказаних даних полягало у виявленні суттєвих факторів, що впливають на зв'язок між різними величинами, побудові математичних описів цих даних, оцінюванні їх параметрів, перевірці гіпотез про властивість цих показників і форм їх зв'язку, що у кінцевому результаті служить основою для аналізу, прогнозу та прийняття обґрунтованих рішень.

Перший етап статистичного дослідження, ціль якого полягала в одержанні вихідної інформації для наступної обробки, це – статистичне спостереження. Результати спостереження реєструвалися у вигляді елементів сукупності – $\{x_1, x_2, x_3, ..., x_n\}$, які поєднуються загальними ознаками.

Було застосовано суцільне й вибіркове спостереження. У першому випадку реєструвалися всі без винятку елементи генеральноъ сукупносты. У другому випадку виконувалося вибіркове спостереження, що включає частину генеральної сукупності, по отриманій вибірці. У цьому випадку з певною ймовірністю робилися висновки про генеральну сукупність.

Розраховувалися узагальнюючі характеристики головних властивостей сукупностей, як усереднені параметри одного з ознак сукупності. Розрізнялися абсолютні й відносні показники. Абсолютні показники відображають величини, що мають розмірність однієї кількісної міри. Відношення двох показників однакової розмірності дає безрозмірний відносний показник, що часто відображається у відсотках.

Другим етапом статистичного дослідження результатів спостереження була систематизація статистичних даних та їх групування за ознаками. Розрізняюлися наступні види статистичних угруповань: прості (по одній ознаці) і комбінаційні (більше однієї). За підсумками простих угруповань були побудовані графіки розподілів, а за результатами комбінаційних – таблиці розподілів.

Результати первинної обробки даних зазначеними методами були вихідними для глобальної математичної моделі, що пов'язує між собою 47 комплексних індикаторів та 238 наборів даних і дозволяє обчислювати індекс сталого розвитку для кожної країни світу, для якої існують вищезазначені вихідні дані (http://wdc.org.ua).

Смолка О.А., Шубенкова І.А.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Дослідження вигляду функцій приналежності при оцінці ефективності інвестиційних проектів

Розглянуто інтервальну оцінку критеріїв ефективності інвестиційного проекту на прикладі критерію *NPV*. Для інвестеційного аналізу в якості вихідних даних були використані трикутні нечіткі числа:

$\underline{IC} = (IC_{\min}, \overline{IC}, IC_{\max})$ - інвестор не може точно оцінити потрібний об'єм інвестицій або наявні в нього ресурси на момент ухвалення рішення; $\underline{r_i} = (r_{i\,\min}, \overline{r_i}, r_{i\,\max})$ - інвестор не може точно оцінити ставку дисконту; $\underline{\Delta CF_{i1}} = (\Delta CF^i_{\min}, \overline{\Delta CF_i}, \Delta CF^i_{\max})$ - прогнозні інтервали грошових потоків з урахуванням можливих коливань цін на реалізовану продукцію, вартості споживаних ресурсів, умов оподатковування, впливу інших факторів.

$$[NPV_1, NPV_2] = (\sum_{i=1}^{n})[\frac{\Delta CF_{i1}}{(1+r_{i2})^i}, \frac{\Delta CF_{\mathrm{i2}}}{(1+r_{\mathrm{i1}})^i}](-)[IC_1, IC_2] =$$

$$= [\sum_{i=1}^{n} \frac{\Delta CF_{\mathrm{i1}}}{(1+r_{\mathrm{i2}})^i} - IC_2, \sum_{i=1}^{n} \frac{\Delta CF_{\mathrm{i2}}}{(1+r_{\mathrm{i1}})^i} - IC_1],$$

Знайшовши для кожного рівня α від 0 до 1 відповідний інтервал, отримуємо тим самим функцію приналежності (ФП). На практиці задаються прийнятним рівнем дискретизації по α і відповідно розраховують інтервали (наприклад при α=0 α=0,2 α=0,4 α=0,6 α=0,8 α=1). А далі шляхом апроксимації інтервальних точок знаходять ФП. Часто виявляється можливим привести функцію *NPV* до трикутного виду, обмежуючись розрахунками у значимих точках нечітких чисел вихідних даних. Тобто, ФП здебільшого без втрат може бути апроксимована до трикутного вигляду. За допомогою реалізованого програмного комплексу було проведено дослідження, чи насправді це так і чи завжди це можливо і доцільно. На рисунках (рис. 1, 2) зображені функції приналежності критеріїв ефективності *NPV*, *NTV*, *PI*, *DPP* для *5*-, *15*- та *25*-річних проектів. Якщо брати інвестиційні проекти із незначними відхиленнями вихідних параметрів від прогнозованих (в межах 20%), ФП вихідних параметрів визначити як $\underline{A} = (a_{\min}, \bar{a}, a_{\max}) = (\bar{a} - 0.2\bar{a}, \bar{a}, \bar{a} + 0.2\bar{a})$, то видно (рис. 1), що опуклості та вгнутості незначні. Отже, можна зробити висновок, що при незначних невизначеностях вихідних параметрів функції приналежності критеріїв ефективності *NPV*, *NTV*, *PI*, *DPP* можна апроксимувати до трикутного вигляду за допомогою ($a_{\min}$, $\bar{a}$, $a_{\max}$). Але якщо невизначеність вихідних параметрів значна (до 100%), то отримуємо вже інші результати (рис. 2): навіть для *5*-річних проектів відхилення від трикутного вигляду чітко помітні, а для *15*-річних – вже значні, не кажучи про *25*-річні проекти. В такому випадку апроксимація до трикутного вигляду недоцільна.

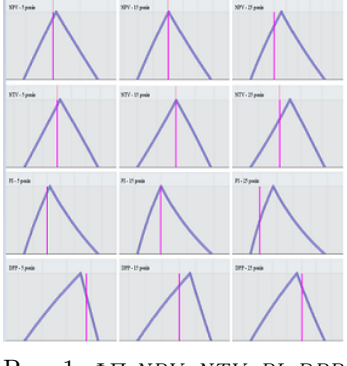


Рис. 1. ФП *NPV*, *NTV*, *PI*, *DPP* при малих відхиленнях

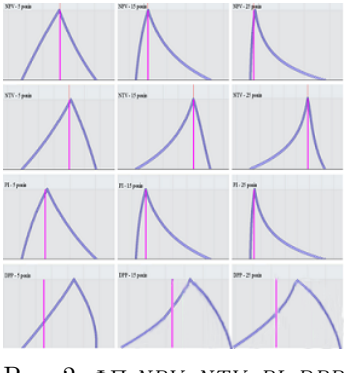


Рис. 2. ФП *NPV*, *NTV*, *PI*, *DPP* при значних відхиленнях

Стефанишина-Гаврилюк Ю.Д., Стефанишин Д.В.
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Київ, Україна

Про один підхід до прогнозування стану складної системи за даними моніторингу

В структурі та організації сучасного управління складними системами особливу роль відводять моніторингу. Як засіб управління моніторинг включає цілеспрямовані і систематичні спостереження за визначеними компонентами або параметрами системи, спеціальним чином організовані в просторі і в часі, а також методи обробки даних та прогнозування поведінки системи за даними спостережень на основі математичних моделей.

Традиційні методи побудови математичних моделей з метою прогнозування за даними моніторингу ґрунтуються на принципі оптимізації. Однак процес оптимізації передбачає вихід на певні граничні обмеження, які на практиці не завжди виконуються. При цьому зі збільшенням кількості даних, проблеми, пов'язані зі стійкістю рішення оптимізаційної задачі, можуть виникати навіть у випадках використання простих моделей, а збільшення розмірності моделей за рахунок врахування додаткових факторів та параметрів, врахування нелінійних ефектів тощо, може призводити до невизначеності прогнозування [1].

Пропонується підхід до прогнозування стану складної системи за даними моніторингу, що ґрунтується на побудові ситуаційних і індуктивних моделей регресійного типу. Ситуаційні моделі адаптуються до даних окремих часових інтервалів функціонування системи з однорідним прогнозним фоном [2], які обмежуються монотонними або квазістаціонарними динамічними рядами даних, і вважаються адекватними на цих інтервалах [3]. Результати ситуаційного моделювання формують підставу (базу) для побудови індуктивних моделей, де враховуються особливості еволюції параметрів стану системи в часі. Загальна прогнозна модель станів системи при такій постановці задачі являє собою сімейство індуктивних моделей як моделей «рівнів», представлених у вигляді регресій модельних значень або комбінацій трендів та регресій залишків трендів модельних значень, що встановлюються за ситуаційними моделями минулих періодів, від деяких похідних параметрів незалежних змінних. Прогнозування стану системи здійснюється як на основі ситуаційних моделей, за допомогою яких відслідковується поведінка параметрів стану системи в межах обмежених інтервалів часу, на яких ситуаційні моделі є адекватними, так і на основі індуктивних моделей, за допомогою яких відслідковується еволюція ситуаційних моделей як фазових портретів минулих станів системи та відтворюються ситуаційні моделі станів системи майбутніх періодів.

В якості рівнянь зв'язку при моделюванні можуть використовуватися прості залежності (функціональні і регресійні), що легко адаптуються до нових даних та змін прогнозного фону. Можуть враховуватися лаги між змінними моделей. Допускається модифікація контрольних параметрів стану системи, що має за мету побудову адекватних ситуаційних і індуктивних моделей для цілей прогнозування.

Література. **1.** Стефанишина-Гаврилюк Ю.Д. Використання нечіткої міри для подолання невизначеності довгострокових прогнозів на основі екстраполяцій / Ю.Д. Стефанишина-Гаврилюк, Д.В. Стефанишин // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2013. № 4. – С. 99-110. **2.** Stefanyshyn D.V. A Method of Forecasting of Indexes of Dynamic System that evolves slowly, based on Time Series Analysis / D.V. Stefanyshyn // ICIM 2013. Proc. of 4th Int. Conf. on Inductive Modelling. Kyiv, Ukraine, September 16-20, 2013. – P.P. 221-224. **3.** Stefanyshyn D.V. Prediction of indexes of dynamic system with use of observational data as time series / D.V. Stefanyshyn // Problems of decision making under uncertainties. Abstracts of XXII Int. Conf. September 23-27. Foros-Yalta, Ukraine. – K.: 2013. – P. 31.

Стецюк П.И., Жидков В.А., Фесюк А.В.
Институт кибернетики им. В.М.Глушкова НАН Украины, Киев, Украина

Octave-функция OrtPro: назначение и особенности использования

Octave-функция OrtPro предназначена для решения следующей задачи квадратичного программирования:

$$f^*=f(x^*)=\min_{x\in R^n}\{f(x)=(x-x_0)^T\mathrm{diag}(w)(x-x_0)\} \text{ при ограничениях } Ax=b,\ x_{low}\leqslant x\leqslant x_{up}, \quad (1)$$

где A – $n\times m$-матрица, b – m-мерный вектор, w – n-мерный вектор, у которого все элементы $w_1,\ldots,w_n$ – положительны; x_{low} и x_{up} – n-мерные векторы (их компоненты задают нижние и верхние границы на переменные, соответственно), x_0 – заданный n-мерный вектор.

OrtPro реализует двойственный алгоритм [1], который либо находит решение задачи (1), либо сообщает, что система ограничений несовместна. Ядром программы является octave-функция ralgb5, которая реализует вариант r-алгоритма с постоянным коэффициентом растяжения пространства и адаптивной регулировкой шага в направлении нормированного антисубградиента.

```
1  function [xr,fr,ist] = OrtPro(w,x0,A,b,xlow,xup,alpha,h0,q1,epsu,epsg,maxitn);
2  itn=0; hs=h0; m=length(b); B=eye(m); u=zeros(m,1);
3  xs=max(abs(xlow-x0),abs(xup-x0)); fup=1.1*sum(xs.*xs.*w);
4  nfg = 1; xr=min(max(xlow,x0),xup); g0 = A*xr-b;
5  fr=sum((xr-x0).*(xr-x0).*w)+g0'*u; dgr=dg0=norm(g0);
6  printf("itn%4d f%14.6e fr%14.6e dg0%11.3e",itn,fr,fr,dg0);
7  printf(" dgr%11.3e ls%2d nfg%4d\n",dgr,0,nfg);
8  if(norm(g0) < epsu) ist = 2;  return; endif
9  for (itn = 1:maxitn)
10    du = B * (g1 = B' * g0)/norm(g1);
11    d = 1; ls = 0; ddu = 0;
12    while (d > 0)
13       u += hs * du; ddu += hs * norm(du); nfg ++;
14       xs=min(max(xlow,x0-0.5*A'*u./w),xup); g1=A*xs-b;
15       dg1=norm(g1); f=sum((xs-x0).*(xs-x0).*w)+g1'*u;
16       if (dg1 < dgr)  fr = f; xr=xs; dgr=dg1; endif
17       if (f > fup) ist=6; return; endif
18       if(dg1 < epsg) ist = 2;  return; endif
19       ls ++; (mod(ls,3)==0) && (hs *= 1.1);
20       if(ls > 500) ist = 5;  return; endif
21       d = du' * g1;
22   endwhile
23   (ls == 1) && (hs *= q1);
24   printf("itn%4d f%14.6e fr%14.6e dg1%11.3e",itn,f,fr,dg1);
25   printf(" dgr%11.3e ls%2d nfg%4d\n",dgr,ls,nfg);
26   if(ddu  < epsu) ist = 3;  return; endif
27   xi = (dg = B' * (g1 - g0) )/norm(dg);
28   B += (1 / alpha - 1) * B * xi * xi';
29   g0 = g1;
30 endfor
31 ist = 4;
32 endfunction
```

Входными параметрами функции OrtPro являются данные задачи (1): w, x_0, A, b, x_{low}, x_{up} и параметры r-алгоритма: α – коэффициент растяжения пространства, h_0, q_1 - параметры адаптивной регулировки величины шага, ε_u, ε_g, $maxitn$ - параметры останова (см. строку 1). Подробную информацию об использовании параметров r-алгоритма можно найти в [2].

Выходными параметрами функции OrtPro являются: x_r – найденное решение задачи (1), f_r – значение функции $f(x)$ в точке x_r, ist – код останова, который определяет статус решения: 2,3 – решение оптимальное; 4,5 – решение не найдено; 6 – система ограничений несовместна.

Реализация двойственного алгоритма использует плотнозаполненные $n\times m$-матрицу A и $m\times m$-матрицу B (хранится обратная матрица преобразования пространства), операции с которыми определяют скорость вычислений. Программа OrtPro может быть использована для

эффективного решения задачи (1) с вытянутыми матрицами, в которых количество столбцов значительно превышает количество строк. Это подтверждают численные эксперименты для тестовых примеров, которые реализованы следующим octave-кодом.

```
1  nmtest = [ 1 5000  50; 2 5000  50; 1 50000  50; 2 50000  50;
2             1 5000 100; 2 5000 100; 1 50000 100; 2 50000 100];
3  fout=fopen("OrtPro-2test.txt","w");
4  fprintf(fout," x00=1+i/n;  epsu=1.d-7 epsg=1.d-6 \n");
5  for itest =  1:rows(nmtest)
6     ntest = nmtest(itest,1); n  = nmtest(itest,2); m  = nmtest(itest,3);
7     x0 = zeros(n,1); w = ones(n,1);
8     if (ntest==1) eps=1.0; endif
9     if (ntest==2) eps=0.0000001; endif
10    A = ones(m,1)*[1:n]/n + [1:m]'*ones(1,n)/m; A(1:m,1:m)+=eps*diag([1:m]);
11    x00 = ones(n,1) + [1:n]'/n; xup = 1.1*x00; xlow = 0.9*x00; b = A * x00;
12    alpha = 2, h0 = 1.0, q1 = 0.9, epsu = 1.e-7, epsg = 1.e-6, maxitn = 1000,
13    ntest,n,m, tstart=time();
14    [xr,fr,ist]=OrtPro(w,x0,A,b,xlow,xup,alpha,h0,q1,epsu,epsg,maxitn);
15    fprintf(fout,"\n ntest n m ist time %2d %8d %8d %2d %8d",
16                 ntest,n,m,ist,round(time()-tstart));
17    fprintf(fout,"\n fr max(Axr-b) max((Axr-b)/b) %16.8e %12.4e %12.4e \n",
18                 fr,max(abs(A*xr-b)),max(abs(A*xr-b)./b));
19 endfor
20 fclose(fout);
```

Тестовому примеру в коде отвечают строки 7-11. Строка 10 отвечает формированию матрицы A, которая зависит от ε и такая, что при $\varepsilon = 0$ строки матрицы являются линейно зависимыми и ранг матрицы AA^T равен двум.

Номер теста	n	m	ist				Время (сек.)				f_r	Δ_{min}	Δ_{max}
			I	II	III	IV	I	II	III	IV			
1	5000	50	3	3	3	3	2	4	5	8	11658.5744	2.1609e-10	6.6911e-10
2	5000	50	2	2	2	2	5	9	7	22	11668.1667	1.3820e-11	3.5367e-11
1	50000	50	3	3	3	3	18	35	47	70	116658.583	2.5918e-11	4.8329e-11
2	50000	50	2	2	2	2	68	128	147	80	116668.167	7.1694e-13	2.2490e-12
1	5000	100	4	4	4	3	12	23	32	32	11649.0407	7.7574e-10	2.8628e-8
2	5000	100	2	2	4	4	10	20	37	42	11668.1667	9.4585e-12	5.8081e-11
1	50000	100	3	3	3	3	83	147	218	321	116649.055	9.9730e-11	1.0791e-10
2	50000	100	4	4	4	4	160	292	380	576	116668.167	1.3267e-11	1.7298e-11

В таблице приведены результаты вычислительных экспериментов при $n = 5000, 50000$ и $m = 50, 100$ для двух тестов (1 - отвечает $\varepsilon = 1$, 2 – отвечает $\varepsilon = 10^{-7}$). В таблице приведены коды останова (ist), время работы, рекордное значение f_r, наихудшая и наилучшая точности (Δ_{min}, Δ_{max}) для расчетов на четырёх разных компьютерах: I - Pentium G2030/2GHz/8 GB, Ubuntu 13.04, Octave 3.2.4; II - Phenom II X4 955/3.21GHz/4 GB, Windows 7 64-bit Ultimate параллельная версия Octave 3.6.4; III - Pentium E5200/2.5GHz/4 GB, Windows Server, Octave 3.0.0; IV - Athlon X2 Dual-Core QL-64×2/2.1GHz/3 GB, Ubuntu 12.04 LTS, Octave 3.2.4.

Литература. **1.** Стецюк П.И. О решении системы линейных уравнений с двусторонними ограничениями на переменные // Алгебра и линейная оптимизация. Тезисы международной конференции, посвященной 100-летию С.Н.Черникова. Екатеринбург, 14–19 мая 2012 года. – Екатеринбург: Изд-во „УМЦ-УПИ“, 2012. – С. 155–157. **2.** Стецюк П.И., Нурминский Е.А., Соломон Д.И. Транспортная задача и ортогональное проектирование на линейные многообразия // Материалы V-ой международной научной конференции "Транспортные системы и логистика Кишинэу, 11-13 декабря 2013 года. – Кишинэу: Эврика, 2013. – С. 251–263.

Тахістова Т.П., Темнікова О.Л.
Національний технічний університет України "КПІ", ФПМ, Київ, Україна

Автоматизована система прогнозування прибутку підприємства

На сьогоднішній день головною запорукою ефективної економічної діяльності як вітчизняних так і зарубіжних підприємств є здатність оптимальним чином розподіляти кошти підприємства та встановлювати прийнятний рівень цін. Враховуючі ці умови, надійним помічником в розв'язанні цих проблем стане система прогнозування прибутку. В якості математичного методу в даній системі використовуються нейронні мережі, які дозволяють враховувати великий спектр фактів, які впливають на прибуток і прогнозувати його з великою ймовірністю. За допомогою даної системи власник підприємства матиме можливість дізнатися свій прибуток та скорегувати розподіл коштів, з метою збільшення прибутку.

Опис нейронної мережі. Реалізація нейроних мереж може відрізнятися, проте вони мають декілька спільних рис. Штучні нейронні мережі — системи, архітектура і принцип дії яких базується на аналогії з мозком живих істот. Ключовим елементом цих систем виступає штучний нейрон як імітаційна модель нервової клітини мозку — біологічного нейрона[1]. Нейрон має : групу синапсів- це вхідні звязки, які зєднані з виходами інших нейронів ; аксони – вихідний зв'язок даного нейрона, з якою синапс надходить на синапси наступних нейронів. Кожний синапс має свій ваговий коефіцієнт W_i.

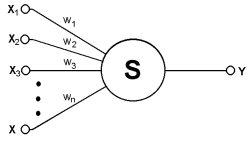


Рис. 1. Загальна схема нейрона.

Сума вхідних сигналів визначає стан нейрона і розраховується за формулою (1), а вихідне значення розраховується за формулою (2):

$$S = \sum_{i=1}^{n} w_i * x_i + b_i \tag{1}$$

$$Y = f(x) \tag{2}$$

Де: w - ваги зв'язків, x - компоненти вихідного вектора (вхідного сигналу), f - функція активності, y - значення функції активності нейрона (активність), b - значення зсуву (bias)[2]. Функція f(s) розраховується за формулою(3):

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-a*S}} \tag{3}$$

Вхідні та вихідні данні. При використанні нейронних мереж легко дослідити залежність прогнозованої величини від незалежних змінних [3]. В якості вхідних даних x_i використовуються: вартість продукції, обсяг доходів та прибутку за минулий рік, обсяг доходів та прибутку за позаминулий рік, кількість співробітників, обсяг витрат за минулий і позаминулий роки зміни курсу валют. Вхідні данні формують вектор входу. Після чого визначаються ваги w_i, тобто вплив кожної змінної на майбутній прибуток. На виході отримаємо одне число Y, що і буде відповідати прогнозованому прибутку підприємства.

Література. **1.** Благодирь К.А. Використання нейронних мереж в вирішенні задач проблем розпізнавання образів,оптимізації,виконання прогнозів [Електронний ресурс]. Режим доступу : http://www.rusnauka.com/. **2.** Еволюційні нейромережеві моделі з заданих наперед числом зв'язків [Електронний ресурс]- Режим доступу : http://cgm.computergraphics.ru/. **3.** Аналітичні технології для прогнозування та аналізу даних [Електронний ресурс]. Режим доступу : http://www.neuroproject.ru/.

Темников В.А., Петейчук А.В.
Национальный авиационный университет, Киев, Украина

Система параметров речевых сигналов для выделения ключевых слов из непрерывной слитной речи операторов

Предложен подход к созданию системы параметров для дикторонезависимого выделения ключевых слов из непрерывной слитной речи без обучения системы под конкретного диктора.

Для проведения автоматического дистанционного контроля за работой операторов по голосу авторами разработана система контроля доступа (СКД) операторов к информационным ресурсам, построенная на основе известных методов теории распознавания образов с учетом того, что во время исполнения своих функциональных обязанностей операторы (в частности, авиадиспетчеры) используют нормативно установленную фразеологию. В процессе функционирования СКД из непрерывной слитной речи операторов выделяются ключевые слова (словосочетания), по которым производится классификация операторов (аутентификация и мониторинг психофизиологического состояния).

В докладе предложен способ выделения ключевых слов (словосочетаний) из непрерывной слитной речи, основанный на сравнении их параметров с параметрами образов различных ключевых слов (словосочетаний), занесенными в базу данных. Указанные образы представляют собой последовательности, состоящие из лексических элементов, представляющих собой согласные и гласные фонемы, а также их сочетания. В качестве границ основных лексических элементов, из которых формируется ключевое слово (словосочетание), предлагается выбирать глухие согласные, спектральный состав которых не содержит частоту основного тона.

Представлена разработанная в процессе исследований система параметров для распознавания гласных фонем (аллофонов), в состав которой входят формантные частоты и их отношения. В виде примера приведены усредненные значения отношений формантных частот для дикторов мужского и женского пола (всего в экспериментах принимали участие 24 диктора женского пола и 31 диктор мужского пола).

Из приведенных данных следует, что все гласные фонемы по вариативности отношений формантных частот можно разделить на 2 группы: А-У-Э (значения отношений первой и второй формантных частот лежат в пределах от 1,3 до 4,3) и О-И-Ы (значения указанных отношений лежат в пределах от 5,6 до 8,5). Авторами были составлены закономерности, по которым можно распознать фонемы первой и второй группы. Например, распознать фонемы из первой группы можно по абсолютным значениям первой и второй формантных частот. В частности:

1. Значения формантных частот для фонем "А"и "У"пересекаются, но если их вторые формантные частоты практически совпадают, то первые - заметно отличаются.
2. Значения формантных частот для аллофонов "А"и "Э"пересекаются, их первые формантные частоты практически совпадают, однако их вторые формантные частоты заметно отличаются.
3. Значения формантных частот для аллофонов "Э"и "У"пересекаются, их первые формантные частоты практически совпадают, однако их можно отличить по второй формантной частоте.

Предлагаемый в докладе подход к выделению ключевых слов из непрерывной слитной речи оператора является важным шагом на пути создания СКД к информационным ресурсам, а также последующей разработки дикторонезависимой системы мониторинга психофизиологического состояния операторов.

Исследования речевых сигналов производились с применением программ Adobe Audition, Speech Analyzer и PRAAT.

Тимофієва Н.К.
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем НАН та МОН України, Київ, Україна

Про симетрії комбінаторних множин та біологічних форм

Розглядається симетрія, яка має місце в комбінаторних множинах та виникає при певному впорядкуванні підмножин ізоморфних комбінаторних конфігурацій. Показано, що біологічним просторам властиві аксіоми знакових комбінаторних просторів. Виходячи з цього, динаміку утворення симетрії в живій природі можна пояснити з точки зору комбінаторики.

Вступ. Як відомо, симетрія має місце в різноманітних структурах як неживої так і живої природи. Симетрія спостерігається в хімії, математиці, фізиці, біології тощо. В залежності від типу перетворень розрізняють різні види симетрії. Вони можуть бути точними або наближеними. В мінералогії спостерігається псевдосиметрія. Для її дослідження використовують геометричні перетворення як евклідові так і неевклідові. В математиці для вивчення загальних властивостей операцій симетрії використовують теорію груп. Оскільки багато груп гомоморфні групі матриць, то загальні властивості симетрії певного математичного об'єкта часто зводять до симетрії матриць. В комбінаториці також присутня симетрія як точна так і наближена, зокрема вона властива комбінаторним множинам, а також проявляється при певному впорядкуванні підмножин ізоморфних комбінаторних конфігурацій. Нижче спробуємо провести аналогію між симетріями комбінаторних множин та біологічних форм.

Симетрія комбінаторних множин. Розглянемо симетрію, яка має місце в комбінаториці, зокрема симетрію комбінаторних множин. В природі може існувати скінченне число комбінаторних множин, кожна з яких упорядкована по-своєму. Згенеруємо множину перестановок рекурентно-періодичним методом з урахуванням властивості періодичності, як описано в [1]. Позначимо ω^k – перестановку чисел $1, ..., n$, $k = \overline{1, n!}$ – її порядковий номер у множині Ω. Сформулюємо три правила, за якими утворюються: а) інтервал нульового рангу, б) обмежувальна комбінаторна конфігурація (перша в інтервалі нульового рангу), в) інтервал σ-го рангу. Проаналізувавши побудовану за цією схемою множину Ω, можна побачити, що обмежувальні перестановки p-го інтервалу n-го рангу для n парного утворюються точно так, як і r-го інтервалу n-го рангу, тобто по відношенню до середнього інтервалу $\frac{n}{2}$ у множині Ω має місце осьова симетрія; $p \in \{\frac{n}{2}+1, ..., n\}$, $r \in \{1, ..., \frac{n}{2}-1\}$.

Опишемо симетрію множини маршрутів для задачі комівояжера. Нагадаємо, що гамільтоновим циклом називають шлях у зв'язному графі, який починається в заданій вершині, проходить через усі вершини один раз і повертається в початкову. Під маршрутом розуміємо послідовність дуг між вершинами, через які проходить гамільтоновий цикл. Задача комівояжера полягає в наступному: задано деяку кількість міст, відстань між якими відома. Необхідно знайти найкоротший шлях, який є гамільтоновим циклом. Вхідні дані в ній задаються комбінаторною симетричною матрицею $Q(\omega^k)$, елементи якої задають відстані між містами $a_s, a_t \in A = \{a_1, ..., a_n\}$. Елементи симетричної (0,1)-матриці C $c_{st} = 1$, якщо a_s, a_t мають між собою зв'язки, та $c_{st} = 0$ в іншому випадку, $s, t \in \{1, ..., n\}$. Позначимо маршрут $u(\omega^k, l)|_1^n = (u_1(\omega^k, 1), ..., u_n(\omega^k, n))$, де $u_l(\omega^k, l) = g_{st}(\omega^k)$ для $c_{st} = 1$, $g_{st}(\omega^k) \in Q(\omega^k)$, а H_u – їхня множина. Як відомо, множина H_u містить тотожні та нетотожні маршрути. Кількість нетотожних маршрутів у ній дорівнює $\frac{(n-1)!}{2}$.

Наведемо розподілення маршрутів в упорядкованій множині H_u, які обчислені алгоритмом [1] для значень $n = 4$ та $n = 5$. Для $n = 4$ кількість нетотожних маршрутів дорівнює трьом. Відповідно підмножин, які містять тотожні маршрути, також три. Кожна підмножина містить вісім тотожних маршрутів. Аналогічно для $n = 5$ кількість нетотожних маршрутів, відповідно і підмножин, дорівнює дванадцять. Кожна підмножина містить десять тотожних маршрутів. Для кожного із маршрутів k-ї підмножини обчислимо інтервал – кількість маршрутів, розміщених між тотожними, включаючи перший і останній. Якщо побудувати графік їхнього

розподілення, то для $n = 4$ тотожні маршрути першої та третьої підмножини розміщені в H_u з інтервалами симетрично відносно її середини. Тобто, маємо осьову симетрію. Для $n = 5$ тотожні маршрути розподілені таким способом: підмножини друга та четверта, сьома та одинадцята, перша та пята, восьма та десята розміщені в множині H_u одна відносно одної зеркально симетрично. Маршрути підмножин третьої та дванадцятої, шостої та дев'ятої розміщені з інтервалами симетрично відносно середини множини H_u.

Аксіоми знакових комбінаторних просторів [2]. Виходячи з утворення і упорядкуваня комбінаторних конфігурацій, сформулюємо аксіоми, яким задовольняють комбінаторні простори.

1. Комбінаторні простори існують в двох станах: спокої (згорнутий) та динаміці (розгорнутий).

2. Згорнутий простір задається інформаційним знаком $\Re =< A, T, \Im, \Xi >$, який містить властивості розгорнутого простору певного типу, де A – одна або кілька базових множин, з елементів яких утворюються розгорнуті комбінаторні простори, T – тип комбінаторного простору, $\Im$– правила розгортання комбінаторного простору, Ξ – правила згортання простору певного типу з точок як одного так і кількох просторів. Згорнутий простір має властивості просторів, з яких він згорнувся.

3. Утворення із згорнутого розгорнутих комбінаторних просторів проводиться за рекурентними правилами. Точкою розгорнутого простору є комбінаторна конфігурація певного типу.

4. Розгортанню комбінаторного простору характерна властивість періодичності, яка випливає з рекурентного способу утворення і упорядкування комбінаторних конфігурацій.

Знакові біологічні простори. В біології існують явища, пов'язані з комбінаторними числами. При формуванні суцвіття деяких квітів, луски шишок, розміщенні листя дерев та інших рослин утворюються правильні спіралі, число рядів яких збігається з числами Фібоначчі. При генеруванні ж комбінаторних множин з використанням властивості періодичності одержані числові послідовності, які задають у них кількість комбінаторних конфігурацій, також утворюють комбінаторні числа, наприклад арифметичний трикутник, що являє собою біноміальні коефіцієнти для множини сполучень без повторень. Певне впорядкування їхніх значень створює осьову симетрію.

Отже, насінину чи клітину – знак живого організму заданого типу – розглянемо як згорнутий біологічний простір (знак $\Re =< A, T, \Im, \Xi >$), де A – одна або кілька базових множин, елементами яких можуть бути амінокислоти та інші базові біологічні об'єкти, з яких утворюються розгорнуті біологічні простори, T – тип комбінаторної конфігурації (розбиття числа, розбиття n-елементної множини на підмножини), $\Im$ – правила розгортання біологічного простору, Ξ – правила згортання простору заданого типу з точок як одного так і кількох просторів. Тобто, згорнутим біологічним простором назвемо інформаційний знак, який містить базові множини і систему правил, за допомогою яких комбінацією елементів цих множин розгортається живий організм – розгорнутий біологічний простір. Сукупність клітин назвемо частково розгорнутим біологічним простором. Отже, можна стверджувати, що біологічним формам властиві закони комбінаторних просторів та їхня динаміка утворення симетрії.

Висновок. Таким чином, біологічний простір існує в двох станах: спокої (згорнутий) і в динаміці (розгорнутий) та розгортається аналогічно комбінаторному простору. Оскільки для комбінаторних множин певного типу в процесі їхнього впорядкування можна дослідити динаміку утворення симетрії, то досліджуючи її в комбінаториці, можна пояснити природу симетрії біологічних форм.

Література. **1.** Тимофеева Н.К. Упорядочение множества значений аргумента целевой функции в комбинаторной оптимизации / Н.К. Тимофеева // Кибернетика и систем. анализ.– 1998.– № 6. – С. 78–88. **2.** Тимофієва Н.К. Комбінаторні, біологічні, мовленнєві та інформаційні простори / Н.К.Тимофієва // Вісн. Київськ. національного ун-ту ім. Тараса Шевченка. Сер. Кібернетика. – К.: Київськ. національний ун-т ім. Тараса Шевченка, 2010. – № 10. – С. 31 –34.

Трофимчук А.Н., Васянин В.А.
Институт телекоммуникаций и глобального информационного пространства НАН Украины, Киев, Украина

Об одном подходе к декомпозиции задачи распределения и маршрутизации мелкопартионных потоков в многопродуктовой сети

В работе [1] была предложена математическая модель обобщенной задачи упаковки и распределения мелкопартионных потоков в многопродуктовой коммуникационной сети и проведена ее декомпозиция к четырем самостоятельным задачам, каждая из которых может быть решена независимо. В докладе рассматривается задача распределения и маршрутизации транспортных блоков с упакованными в них мелкопартионными потоками грузов или сообщений, которая является логическим завершением ряда оптимизационных задач проектирования и функционирования иерархической сети с дискретными мелкопартионными потоками на уровне текущего планирования [2]. Показано, что сформулированная задача относится к классу многопродуктовых распределительных задач на сети с нелинейным и невыпуклым функционалом и является NP – полной, для решения которой неизвестны точные полиномиально ограниченные по трудоемкости алгоритмы.

Обсуждаются особенности решения задачи для транспортной сети и сети передачи данных для неразветвленных и разветвленных потоков при заданных ограничениях на время доставки мелкопартионных потоков получателю и среднее время задержки потоков.

В связи со сложностью задачи и с целью упрощения структуры области допустимых решений, предложен метод ее сведения к некоторой совокупности более простых линейных многомерных задач о ранце с окаймляющими ограничениями. Полученная комбинаторная задача также является NP - трудной в сильном смысле. Поэтому для ее решения в различных вариантах и режимах был предложен ряд новых алгоритмов, существенно использующих специфику структуры задачи и приемы, характерные для эвристических алгоритмов решения многомерной задачи о ранце.

На основании проведенных исследований задачи сделаны следующие выводы. 1. Решение нелинейной многоэкстремальной дискретной задачи распределения и маршрутизации потоков может быть сведено к последовательному решению некоторой совокупности линейных многомерных задач о ранце с окаймляющими ограничениями. При этом исходная задача на минимум целевой функции заменяется на двойственную (в некотором смысле) к ней задачу на максимум загрузки участков маршрутов транспортных средств или каналов связи при всех заданных ограничениях. 2. Алгоритм решения преобразованной задачи должен обеспечивать возможность разветвления потоков транспортных блоков при учете ограничений на время доставки мелкопартионных потоков получателю и среднее время задержки потоков транспортных блоков в сети. Кроме того, решение задачи должно осуществляться в интерактивном режиме и допускать возможность параметрического задания правых частей всех ограничений и их ослабления в процессе решения при невозможности распределения потоков. 3. Для NP-трудной ранцевой задачи в лучшем случае могут быть разработаны эвристические методы и алгоритмы, дающие ее субоптимальное (рациональное, с точки зрения проектировщика сети) решение для заданных ограничений при выбранных вариантах и режимах решения.

Литература. **1.** Васянин В.А. Обобщенная задача упаковки и распределения мелкопартионных потоков в многопродуктовых иерархических сетях и ее последовательная декомпозиция // Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. праць. — Київ, 2012. — Вип. 11. — С. 136-154.

2. Васянин В.А., Трофимчук А.Н. Автоматизация процессов принятия решений в многопродуктовых коммуникационных сетях с мелкопартионными дискретными потоками // Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. праць. — Київ, 2010. — Вип. 5. — С. 172-213.

Турубарова А.В. *— рецензент Дробишев Ю.П.*
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Огляд методів підвищення ефективності при управлінні контекстною рекламною кампанією в мережі Інтернет

За останній час кількість користувачів мережі Інтернет в Україні постійно зростає [1]. Тому Інтернет стає невід'ємним медіа-інструментом охоплення та інформування цільової аудиторії для рекламодавців, особливо просуваючих свої послуги та товари через глобальну мережу.

80% аудиторії Інтернет постійно користуються пошуковими системами для пошуку необхідної інформації, а 90% користувачів Інтернет перед покупкою шукають інформацію про товар або послугу в мережі [1]. Цим пояснюється збільшення інвестицій у контекстну пошукову рекламу з боку рекламодавців, а разом із тим постає необхідність в оцінюванні її ефективності та рівня рентабельності інвестицій.

Основна проблема, з якою доводиться стикатися рекламодавцю при моніторингу рекламних кампаній в сервісах контекстної реклами – трудомісткість і необхідність виконання досить великої кількості рутинних ручних операцій, які потребують аналізу великої кількості показників. В роботі [2] процес моніторингу та оцінювання контекстної рекламної кампанії розбивається на підпроцеси, та представляється у вигляді орієнтованого графу: $\Gamma(\mathrm{H}, \omega)$, де H – множина елементів (станів), ω – множина дій, $\omega : H_i \to H_j, i, j = 1, 2, ..., i \neq j$. Зокрема зазначається, що підпроцеси управління ставками та діагностики ключових слів потребують суттєвих часових та аналітичних затрат експертів, де постає необхідність в автоматизації даних підпроцесів.

На сьогоднішній день опубліковано ряд стратегій по оцінюванню ефективності контекстних рекламних кампаній. Більшість з них присвячена моделюванню процесу управління ставками за клік. В роботі [3] пропонується алгоритм формування ставок, заснований на використанні трекінг-сигналу та експоненційного згладжування: $m_t = |T_t| AvgCPC_t + (1 - |T_t|)m_{t-1}$, де m_t - прогнозована ціна аукціону на момент часу t, T_t - трекінг-сигнал, $AvgCPC_t$ - середня ціна за клік. Також пропонується алгоритм формування рекламної групи ключових слів, заснований на оцінці прибутковості кожного ключового слова та ранжуванні ключових слів за індексом посилань пошукової системи. Алгоритм заснований на оцінці ефективності ключового слова лише за одним показником – прибутковістю. Даний показник можна вирахувати лише для кампаній з прямими продажами через мережу Інтернет, і в такому навіть випадку, він не відображає повного об'єму продажів. В роботі [4] пропонується підхід для підвищення цінності контекстної реклами, заснований на економічних теоріях корисності та вартості благ. В даному підході розкривається роль показників вартості рекламної кампанії (об'єму інвестицій, ціни за клік), але роль якісних показників (CTR, коефіцієнта конверсії і т.д.) показана лише в абстрактному вигляді. В роботі [5] пропонується математична модель для знаходження оптимальної ставки за клік, заснована на теорії активних систем та теорії гри. За даною моделлю прибуток i-го учасника аукціону:

$$K_i = \sum_{l=1}^{k} (s_i - x_i)\Theta_i \mu_l P_{n,i}^{stat}(k,l) \; + (s_i - x_i)\Theta_i \mu_{k+1} \frac{x_i \Theta_i}{\sum_{l=1}^{n} x_j \Theta_j}$$

та максимальна ставка $x_i = ArgmaxK_i$, де s - цінність об'єкту, x - ставка, Θ - CTR, μ - ваговий коефіцієнт, $P_{n,i}^{stat}$ - ймовірність виграшу, n - кількість гравців, k – кількість рекламних місць. Зокрема, показане існування та єдність оптимальної ставки за клік, та її залежність від параметрів аукціону (цінності рекламного об'єкта, кількості рекламних місць та учасників аукціону). В запропонованій моделі припускається, що перемога на аукціоні залежить лише від ставки за клік, але в загальному випадку на позицію в аукціоні також впливає якість рекламного повідомлення: показник CTR, рівень співпадіння з пошуковим запитом. Також для моделювання за даним методом необхідно знати кількість рекламодавців, а на практиці така інформація не доступна.

За підсумком вище сказаного, постає необхідність в розробці методів оцінювання ефективності контекстних рекламних кампаній з урахуванням не тільки грошових показників, а і якісних показників, які також впливають на результуючу вартість кампанії. Зокрема, не вистачає досліджень в напрямку оптимізації множини ключових слів в цілому та кожного ключового слова окремо.

В методології по оптимізації контекстних рекламних кампаній [6, 7] виділяють наступні етапи:

- Управління ставками за клік;
- Підвищення релевантності ключових слів, рекламних повідомлень та цільової сторінки;
- Поповнення груп ключових слів та мінус-слів за рахунок фактичних пошукових запитів.

Підвищення релевантності рекламних матеріалів включає оцінювання ефективності таких якісних показників, як CTR, відсоток показів на першій сторінці, коефіцієнт конверсії, відсоток відмов. Оптимізація даних показників досягається шляхом корекції типів співпадіння ключових слів, складання вузько направлених груп оголошень та ключових слів [6, 8]. Підвищення релевантності рекламних матеріалів знижує вартість кампанії, так як на рейтинг рекламного оголошення, яке бере участь у аукціоні, впливають показник якості та ставка за клік (рис. 1). Алгоритми визначення релевантності рекламного оголошення та цільової сторінки жоден сервіс контекстної реклами не розкриває, але, на думку автора, їх можливо оцінити на основі якісних показників, наведених на рис. 1.

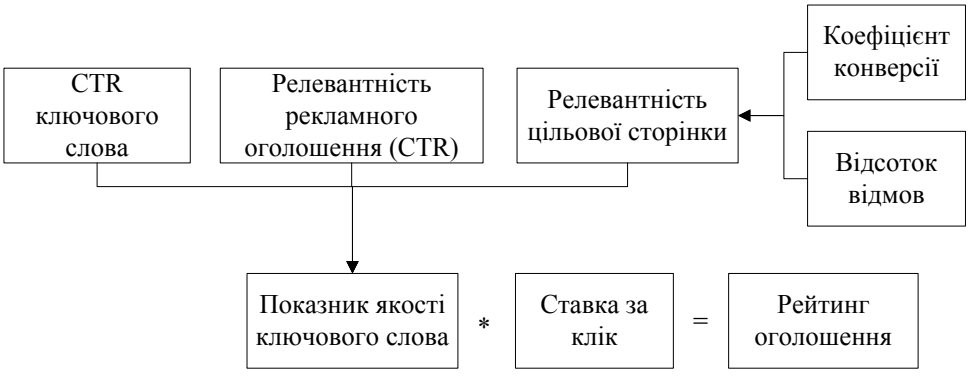


Рис. 1. Абстрактна схема впливу якісних показників на рейтинг оголошення

На основі наведеного вище, на думку автора, процес оцінювання ефективності контекстних рекламних кампаній можливо змоделювати з застосуванням апарату нечіткої логіки. Для цього, перш за все, необхідно розробити набір продукційних правил, основаних на загальних методологічних підходах по оцінюванню ефективності контекстних рекламних кампаній. Також необхідно розробити алгоритм класифікації ключових слів на основі якісних показників ефективності для виявлення груп ключових слів, потребуючих відокремлення у нову групу з більш релевантними оголошеннями.

Література. **1.** Дослідження GFK Ukraine від грудня 2013: [Электронный ресурс] URL: http://www.slideshare.net/sergey_le/digital-ua-rsrchupdate?v=qf2&b=&from_search=1. **2.** Юдин А.Н. Повышение эффективности мониторинга рекламних кампаний в системе Google Adwords. **3.** Демин А.А. Повышение эффективности контекстной рекламы в Интернете // Культура народов Причерноморья. – 2004. **4.** Кутейников А.А. Повышение ценности контекстной интернет-рекламы // Экономическая теория. – 2012. – 1(86). **5.** Бабенкова Ю.А. Использование теории аукционов при построении оптимальной стратегии рекламодателя на Яндекс.Директ // ТРУДЫ МФТИ. – 2010. – Том 2, № 1(5). **6.** Справка системы Google Adwords: Электронный ресурс] URL: https://support.google.com/adwords/#topic=3119071. **7.** Яковлев А.А, Чупрун А.Б., Контекстная реклама: основы, секреты, трюки. – СПб.: БХВ-Перербург, 2009 – 304 с.:ил. **8.** Мухин М. Деньги на Яндекс // Компьютера. — 2006. — № 21.

Урупа А.В. — *рецензент Каніовська І.Ю.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Використання факторних моделей в аналізі економетричних даних

Важливе місце у процесі прийняття економічних рішень займає аналіз економетричних даних, наприклад, структури банківських відсоткових ставок, валового внутрішнього продуку країни тощо. Результати такого аналізу є необхідними як для прийняття бізнес-рішень, так і для планування державної економічної політики. В даній роботі для моделювання і прогнозування економетричних показників пропонується застосувати динамічну факторну модель.

Основний принцип факторного моделювання полягає в тому, що поведінка великої кількості спостержуваних змінних вважається обумовленою поведінкою значно меншої кількості неспостережуваних змінних, так званих факторів. Таким чином, спостережувані змінні моделюються як суми лінійної комбінації факторів та деякої випадкової складової.

Нехай x_t - вектор спостережуваних змінних в моменти часу $t, t = 1, ..., T$ розмірності N, що обумовлений вектором факторів u_t розмірності q з лагом $j = 1, ..., p$ і факторними навантаженнями B_j та унікальними компонентами кожної змінної ε_t.

$$x_t = B_0 u_t + B_1 u_{t-1} + ... + B_p u_{t-p} + \varepsilon_t \tag{1}$$

Рівняння (1) є рівнянням динамічної факторної моделі. Зауважимо, що фактори, факторні навантаження та унікальні компоненти є неспостережуваними змінними, спостерігається тільки вектор x_t. Представлення моделі у векторній формі:

$$x_t = \begin{pmatrix} B_0 & B_1 & \cdots & B_p \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_t \\ u_{t-1} \\ \cdots \\ u_{t-p} \end{pmatrix} + \varepsilon_t = BF_t + \varepsilon_t \tag{2}$$

Для оцінки параметрів та прогнозування значень застосовується фільтр Калмана, для чого динамічна факторна модель переводиться у простір стану. Але для цього спершу потрібно визначити кількість факторів, що вводяться у модель, та максимальний лаг, з яким фактори входять у модель. Визначення цих параметрів забезпечує процедура, наведена у роботах [1, 2]. Процедура грунтується на поняттях ентропії, відстані Кульбака-Лейблера та канонічних кореляцій. Вона полягає в тому, що для зростаючих значень лагу обчислюються значення автоковаріацій, які аналізуються за допомогою сингулярного розкладу матриць. Лаг p вважається оптимальним, якщо ранг матриці канонічних кореляцій сингулярного розкладу автоковаріації в точці $p - 1$ не дорівнює нулю, а ранг автоковаріації в точці p рівний нулю. Ранги цих матриць оцінюються за кількістю значущих сингулярних значень за допомогою критерія Бартлетта.

Структура, наведена вище, передбачає, що факторні навантаження та дисперсії незалежних випадкових складових не змінюються з часом. Проте в багатьох випадках таке припущення є досить грубим, тому в роботі досліджується можливість ускладнення класичної факторної моделі введенням в її склад факторних навантажень та дисперсій незалежних випадкових складових, що змінюються з часом за законами випадкового блукання. Таке ускладнення факторної моделі представлене у роботі [3]. Модель в такому вигляді може бути застосована для дослідження економічних процесів в Україні.

Література. **1.** Jacobs, J.P.A.M. and P.W. Otter (2008), "Determining the number of factors and lag order in dynamic factor models: A minimum entropy approach",Econometric Reviews, 27, 385-397. **2.** Otter, P. W., and Jacobs, J. P. A. M. (2008) : "State-Space modeling of dynamic factor structures, with an application to the U.S term structure," Discussion paper, University of Groningen. **3.** M. Del Negro and C. Otrok, "Dynamic factor models with tyme-varying parameters: measuring changes in international business cycles," Federal Reserve Bank of New York, New York, NY, Staff report no.326, May 2008.

Ус С.А., Станіна О.Д.
Національний гірничий університет, Дніпропетровськ, Україна

Алгоритм розв'язку багатоетапної задачі розміщення виробництва

Запропоновано алгоритм вирішення задачі оптимального розміщення багатоетаного виробництва, заснований на генетичному алгоритмі та методі потенціалів.

На практиці, часто, виникають задачі розміщення багатоетапного виробництва. Прикладом таких задач можуть бути процеси видобутку та обробки природного сировини - нафти, руди і т.п. Виробничий процес тут включає в себе кілька стадій (етапів), для виконання яких потрібні різні виробничі ресурси. Багатоетапні задачі розміщення виробництва в дискретної постановці вперше розглядались Гімаді [1].

Одним із прикладів багатоетапної задачі є задача оптимального розміщення збагачувального виробництва. Характерною особливістю цього виробничого процесу є наявність двох етапів, які реалізуються на підприємствах різного типу. На руднику здійснюється видобуток руди, яка потім направляється за допомогою гідротранспорту на збагачення. Збагачувальна фабрика направляє отриманий товарний концентрат до пунктів споживання. Таким чином, виробничий процес включає в себе кілька етапів, для виконання яких потрібні різні виробничі ресурси. Крім того, при розміщенні підприємств першого етапу необхідно враховувати розподіл сировини в розглянутій області на основі даних геологічної розвідки. Критерії розміщення можуть бути різними, одним з найпоширеніших є мінімізація вартості транспортних витрат на доставку сировини і готової продукції.

Змістовну постановку багатоетапної задачі розміщення збагачувального виробництва можна сформулювати у такий спосіб: необхідно розмістити збагачувальне виробництво, що включає в себе рудники і збагачувальні фабрики в області, таким чином, щоб витрати на доставку сировини і продукції були мінімальні. Передбачається, що місця можливого розташування кінцевого числа рудників, фабрики та споживачів заздалегідь відомі.

Схожа задача була розглянута у [2]. При цьому було виявлено, що для розміщення підприємств I етапу вибираються найближчі за відстанню (вартості) можливі місця розташування по відношенню до підприємств II етапу без урахування «якості» цих місць. Для вирішення цієї задачі пропонується алгоритм, заснований на генетичному алгоритмі і методі потенціалів.

Алгоритм

1. Вибір початкової популяції складається з масивів з можливим початковим розміщенням рудників і фабрик.
2. Розрахунок відповідних відстаней від рудника до фабрики і від фабрики до споживача
3. Рішення транспортної задачі методом потенціалів для обраних рудників і фабрик.
4. Розрахунок значення цільової функції
5. Збереження в масив пам'яті кращого значення цільового функціоналу та відповідних номерів рудників і фабрик
6. Вибір «батьків», кросовер, а також мутація нових можливих варіантів розміщення
7. Повторення пунктів 2-4 для нового рішення
8. Додавання в масив пам'яті нового рішення і видалення - гіршого.
9. Перевірка критерію закінчення: якщо «так» - перехід до наступного пункту, в іншому випадку - повернення до пункту 6.
10. Відображення кращого результату і графіку.

Алгоритм описаний.

Запропонований алгоритм був програмно реалізований і апробований на модельних задачах.

Література. **1.** 3. Гимади Э.Х, Эффективные алгоритмы для решения многоэтапной задачи размещения на цепи / Э.Х Гимади // Дискретный анализ и исследование операций, Октябрь—декабрь 1995. Том 2, № 4, с 13-3 **2.** 4. Говорушкіна Н. І., Визначення оптимального розташування збагачувального виробництва на основі двохетапної задачі розміщення, / Н. І. Говорушкіна // СНКПМІ-2011 – Львів, ЛНУ, 2011, с 201 - 202

Федорець О.А., Хнигічева А.М.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Забезпечення безпеки екологічних систем за допомогою логіко-ймовірнісного методу

В роботі розглянуто екосистему міста Києва, виділено об'єкти захисту та рівні їх взаємодії. Було сформовано таблицю загроз, що впливають на певні властивості екосистеми. Досліджено логіко-ймовірнісний метод для забезпечення безпеки екологічних систем, в основі якого лежить модель безпеки з повним перекриттям. Отримані результати дають змогу оцінити стан певної екосистеми та забезпечити її безпечне функціонування.

Вступ. Наразі гостро постає проблема екологічної безпеки. Витрата невідновних видів сировини, викиди шкідливих речовин, забруднення водойм – все це веде до розпаду екосистем. Однією з задач сучасності є забезпечення безпечного існування природних компонентів та мінімізація згубного втручання в екосистему.

Методика досліджень. Екологічна система – система S = (A, R), утворена живими організмами, в якій компоненти A з'єднані між собою причинно-наслідковими зв'язками R, з певними властивостями (саморегуляція, стабільність, стійкість та інші). Спираючись на статтю [1] та доцільно розглянувши метод забезпечення безпеки інформаційних систем, було адаптовано та використано для отримання подальших результатів в області забезпечення безпеки екологічних систем основну ідею логіко-ймовірнісного методу. В основі даного методу лежить модель безпеки з повним перекриттям, що являє собою середовище, поділене на три множини: множина об'єктів ($O = o_1 \ldots o_n$,), що потребують захисту, множина загроз безпеці системи ($T = t_1 \ldots t_n$) та множина механізмів захисту ($M = m_1 \ldots m_n$).

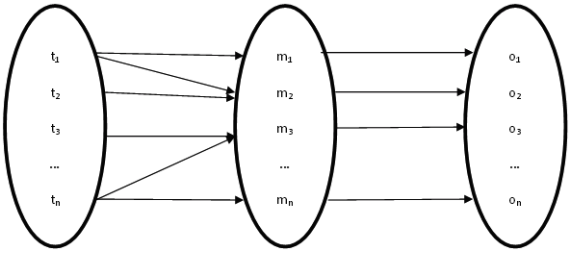


Рис. 1. Рисунок 1. Модель безпеки з повним перекриттям

Аналіз системи та його результати. Для подальшої роботи було виділено основні об'єкти захисту з точки зору екології - це людина, флора, фауна, а також рівні їх взаємодії - це атмосфера, гідросфера, літосфера. Існуючі загрози доречно було класифікувати за їхнім впливом на окремі функції певної екосистеми, так само, як і можливі механізми захисту. Кінцева формула щодо реалізованості певної загрози формується з огляду на наступні моменти: реалізованість загрози на кожному з рівнів окремо, реалізованість загрози на усіх рівнях разом та наявність чи відсутність механізму захисту від певної загрози.

Висновки. Ймовірність захищеності кожної властивості екосистеми дає змогу оцінити стан екосистеми в цілому, дати оцінку її захищеності, а також сформувати певні числові показники для безпечного функціонування об'єктів захисту на різних рівнях взаємодії.

Література. **1.** Хнигічева А.М., Новіков О.М., Тимошенко А.А. Моделювання захищеності складних інформаційно-комунікаційних систем з використанням логіко-ймовірнісного методу // Наукові Вісті НТУУ «КПІ» – 2010 – № 6 –с. 70-77. **2.** Розенберг Г.С., Рянский Ф.Н. Теоретическая и прикладная экология: Учебное пособие. — 2-е изд. — Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. пед. ин-та, 2005. — 292 с. **3.** Гайдес М.А., Общая теория систем (системы и системный анализ). — Винница: Глобус-пресс, 2005. — 201 с.

Харчун В.М. *— рецензент Шубенкова І.А.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Сталий розвиток суспільства, прогнозування сталого розвитку українських регіонів

Сталий розвиток – це процес розбудови суспільства на основі узгодження і гармонізації соціальної, економічної та екологічної складових з метою задоволення потреб сучасних і майбутніх поколінь. Тобто ідея сталого розвитку стосується не тільки сучасності: вона адресована водночас як нинішнім, так і прийдешнім поколінням. Це ідея рівноправ'я всіх поколінь і всіх людей кожного покоління, справедливості в просторі й у часі, ефективного використання потенційних можливостей, збалансованості суспільного розвитку і збереження природи.

Під впливом людського розуму і виробничої діяльності людства відбуваються глибокі якісні зміни на Землі. Ще в сорокових роках нашого століття академік В.І.Вернадський звернув увагу на глобальний характер інтелектуальних, інформаційних, екологічних і соціально-економічних процесів, пізнання яких і розумне керування якими вимагає тісної співпраці фахівців різних галузей науки і народного господарства. Через двадцять років після того розгорнув активну діяльність Римський клуб (творче об'єднання вчених різних країн під керівництвом Авреліо Печчеі), який поставив собі за мету вивчення глобальних, взаємопов'язаних соціальних, економічних, технічних, демографічних і політичних явищ. Протягом 1984-1986 рр. ефективно працювала Міжнародна комісія з навколишнього середовища і розвитку під керівництвом прем'єр-міністра Норвегії Г.Х. Брунтланд. Саме ця Комісія ініціювала безпрецедентну подію в історії людства - Конференцію Організації Об'єднаних Націй (зустріч на найвищому рівні керівників 179 держав) з найактуальніших загальнопланетних питань - довкілля і сталого розвитку [1]. Вона відбулася в червні 1992 р. в Ріо-де-Жанейро, де і було задекларовано, що перехід до сталого розвитку світове співтовариство розглядає як основну стратегію розвитку суспільства в XXI столітті. Таким чином, концепт сталого розвитку формувався суспільством поступово. Більше того, є всі підстави охарактеризувати його як нову соціально-економічну парадигму.

Основою сталого розвитку є паритетність відносин у тріаді людина – господарство – природа. Сталий розвиток узагальнює в собі процес виживання і відтворення генофонду нації, активізацію ролі кожної окремої людини в суспільстві, забезпечення її прав і свобод, збереження навколишнього природного середовища, формування умов для відновлення біосфери та її локальних екосистем, орієнтацію на зниження рівня антропогенного впливу на природне середовище й гармонізацію розвитку людини в природі [2].

Модель сталого розвитку, як і будь-яка соціальна модель, є системою інтегрованих компонентів, їх суттєвих відносин і зв'язків, що відображають основний зміст процесів збалансованого соціально-економічного та екологічного розвитку.

Побудова інтегрального (агрегованого) індикатора (індексу), на основі якого можна робити висновки щодо ступеня стійкості соціально-економічного розвитку, здійснюється на основі інформаційної піраміди (рис. 1) [3].

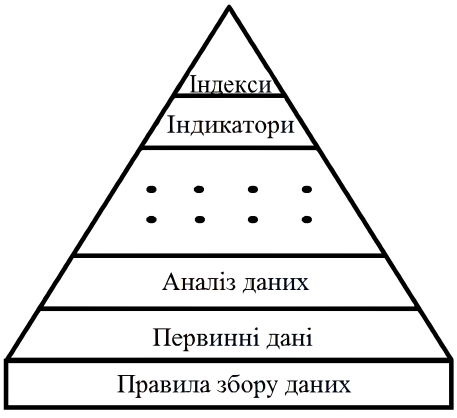


Рис. 1. Інформаційна піраміда

Основна складність при агрегуванні інформації в індекси полягає у визначенні ваги вихідних показників без втрати їх значимості та запобігаючи суб'єктивізму при вирішенні цього питання. Із збільшенням рівня агрегування інформації складність зважування непорівнюваних величин істотно зростає.

Процес агрегування інформації реалізується наступним чином:

1. На першому рівні визначають ваги індикаторів за виділеними проблемами, щоб отримати індекс по кожній проблемі;
2. На другому рівні зважуються проміжні індекси і визначається індекс по виділеним областям;
3. На третьому рівні зважуються індекси другого рівня і визначається єдиний індекс.

Сьогодні багато наукових центрів світу розробляє різні підходи до переліку показників, що складають основу первинних даних, та застосовуються для визначення єдиного індексу.

Згідно системи виміру сталого розвитку MBCP (метрика виміру сталого розвитку) [3], розробленої Інститутом прикладного системного аналізу, узагальнений індекс сталого розвитку можна представити за допомогою кватерніону $\{Q\}$:

$$\{Q\} = jI_{sec} + I_{ql}(I_{ec}, I_e, I_s).$$

Кватерніон $\{Q\}$ містить уявну скалярну частину jI_{sec}, яка відображає безпеку життя людей як складову сталого розвитку, та дійсну скалярну частину у вигляді проекції норми радіус-вектора $\overrightarrow{(I_{ql})}$ на ідеальний вектор з координатами $(1, 1, 1)$. Остання описує якість життя населення як другу складову сталого розвитку в просторі трьох вимірів: економічного (I_{ec}), соціально-інституціонального (I_s) та екологічного (I_e).

Тобто під індексом сталого розвитку розуміється кількісна міра сталого розвитку як сукупності двох складових, безпеки та якості життя людей.

Таким чином завдання переведення розвитку України в цілому та її регіонів в площину сталого розвитку є надзвичайно актуальним та важливим.

Система регіон є відкритою системою, а отже для прогнозування її розвитку достатньо розглянути матеріально-фінансовий баланс руху основного капіталу комерційного сектору економіки, інженерної, промислової та соціальної інфраструктури, джерела їх фінансування, а також балансом витрат і прибутків населення та муніципальних бюджетів.

Для прогнозування використано метод екстраполяції, що заснований на знаннях історичних тенденцій еволюції регіону та виявлення сталих процесів попереднього розвитку. В даному випадку метод реалізується за принципом переносу на майбутнє вихідного стану, переносу встановленої лінії розвитку при умові, що на даний процес і в прогнозованому періоді будуть впливати ті ж зовнішні збурення.

Такий метод дає гарні результати для регіонів, розвиток яких проходить при збереженні основних характеристик: заселеність, міра урбанізації, промислова потужність та екологічна складова. Також він дієвий для відносно невеликого часового проміжку. Для більш точного та глобального прогнозу додатково застосовується методика прогнозування динаміки процеса на основі математичних моделей часових рядів з різнотемповою дискретизацією.

Було побудовано прогноз рівня сталого розвитку регіону України на основі адаптованої системи MBCP. За допомогою експертного опитування встановлено ваги кожного індикатора. Для більшої інформативності показник якості життя населення, який складається з екологічного показника (I_e), соціально-інституціонального показника (I_s) та економічного показника (I_{ec}) розраховано за двома принципами: часовим та порівняльним. Часовий демонструє власне розвиток області з плином часу. Для побудови порівняльного індексу було розглянуто регіон Польщі, як найбільш схожої країни за структурою економіки, екології та соціалних умов. Такий показник містить в собі інформацію щодо загальнонаціональних тенденцій та є своєрідним вказівником на вразливі місця системи.

Література. **1.** Грицик, В. Екологія довкілля. Охорона природи: навчальний посібник / В.Грицик, Ю. Канарський, Я. Бедрій. - К.: Кондор, 2009. - 292 с. **2.** Національна парадигма сталого розвитку України / за заг. ред. академіка НАН України, д.т.н., проф., засл. діяча науки і техніки України Б. Є. Патона. – К.: Державна установа "Інститут економіки природокористування та сталого розвитку Національної академії наук України 2012. – 72 с. **3.** Згуровський М.З. Основы устойчивого развития общества: курс лекций в 2 ч. / М. З. Згуровський, Г. О. Статюха. – К.: НТУУ «КПИ», 2010. – Ч.1. – 464 с.

Ходневич Я.В.
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, Київ, Україна

Моделювання інтенсивності водного потоку при оцінці місцевих деформацій русла

Здійснено дослідження інтенсивності руслового потоку при обтіканні донної гряди в залежності від кута її розташування та висоти. В якості кількісної характеристики, що відображає інтенсивність потоку, моделювалася сила опору дна в області за донною грядою. Припускалося, що сила опору дна в цілому характеризує швидкість утворення, переформування або зникнення донних гряд, а дотичне напруження (сила опору, яка діє на одиницю дна) характеризує інтенсивність місцевого руслового процесу, зокрема, інтенсивність місцевого розмиву, поглиблення дна та винесення часток із зони активного вимивання.

Моделювання сил опору дна здійснювалось для умов прямолінійного русла без суттєвого повертання границь. В якості вхідних параметрів моделі задавались середній нахил русла, коефіцієнт шорсткості русла, відносна висоти гряди, витрати води і ширини русла різної забезпеченості. В залежності від кута розташування гряди та її висоти задавались відносна середня швидкість та відносна ширина турбулентного потоку згідно з рішеннями [1,2]. Чисельне моделювання сил опору дна в місці обтікання руслової гряди виконувалось для таких випадків: 1) кут між транзитним потоком і віссю гряди приймає значення від 25 до 60 градусів; 2) висота гряди становить 1/3 та 1/2 глибини потоку.

В ході комп'ютерного моделювання встановлено наступне. При висоті гряди, яка складає 1/3 глибини потоку, оптимальний кут між віссю гряди і напрямком потоку, який відповідає максимуму сили опору дна, становить 35-40 градусів. При чому для менших середніх швидкостей потоку (що відповідають витратам 50-20% забезпеченості) цей кут знаходиться в межах 40 градусів. Зі зростанням середньої швидкості руслового потоку (що відповідає витраті 10-5% забезпеченості) спостерігається значне збільшення сили опору дна, яка досягає максимальних значень при куті розташування гряди 35 градусів. У випадках, коли шар води над грядою дорівнює її висоті, має місце систематичне зменшення значень дотичних напружень і сил опору дна зі збільшенням кута між віссю гряди і напрямком потоку. Максимальні значення дотичних напружень спостерігаються при куті 25 градусів, а сил опору дна – при кутах від 30 до 35 градусів.

Отримані результати комп'ютерного моделювання в цілому відповідають натурним та експериментальним даним щодо умов, за яких відбувається формування і змив руслових гряд. Зокрема, в натурі, на прямолінійних ділянках русла інтенсивні розмиви формуються біля підніжжя донних гряд, кут між віссю яких і напрямком транзитного потоку наближається до 30-45 градусів при її висоті від 1/4 до 1/3 глибини потоку [2,3]. За результатами моделювання встановлено, що при висоті донної гряди рівній 1/3 глибини потоку найбільш потужні деформації русла можуть відбуватися при її розташуванні під кутом 35-40 градусів до набігаючого потоку. А гряди наносів з висотою 1/2 глибини потоку із збільшенням потужності руслової течії існувати не можуть.

Література. **1.** Ходневич Я.В. Про підхід до моделювання динаміки водного потоку при оцінці місцевих деформацій русла / Я.В. Ходневич // Системний аналіз та інформаційні технології: матеріали 15-ої Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2013, Київ 27-31 травня 2013 р. – К.: ННК „ІПСА" НТУУ „КПІ", 2013. – С. 211. **2.** Щодро О.Є. Порівняння розрахункових та експериментальних даних про кінематичну структуру, поле тисків, наносотранспортуючу та розмивну спроможності потоку в зоні просторової відривної течії за косо розташованими грядами та донними уступами / О.Є. Щодро // Вісник НУВГП. Збірник наукових праць. Вип. 4 (36). – Рівне: НУВГП, 2006. – Част.1. – С. 173-179. **3.** Щодро А.Е. Исследование структуры и размывающей способности потока за донными уступами и грядами / А.Е. Щодро // Вестник Национального технического университета Украины. Машиностроение. – Вып. 38. – К., 2000. – Т. 2. – С. 205-209.

Чапля Є.Я.[1,2] ***Чернуха О.Ю.***[1] ***Давидок А.Є.***[1,3]

[1] *Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С.Підстригача НАН України, Львів, Україна;* [2] *Інститут механіки і прикладної інформатики Університету Казиміра Великого в Бидгощі, Бидгощ, Польща;* [3] *Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С.Підстригача НАН України, Львів, Україна*

Комп'ютерне моделювання випадкових дифузійних потоків в шаруватому тілі за ненульової початкової концентрації домішки

При моделюванні процесів масоперенесення в складних багатофазних системах: геологічних шаруватих структурах, пористих середовищах, композитних матеріалах тощо, однією з важливих характеристик процесу є дифузійний потік. Проте в тілах випадкової структури проведення процедури усереднення за ансамблем конфігурацій фаз викликає значні труднощі, оскільки невідомими є функції кореляції градієнта випадкового поля концентрації та стохастичного коефіцієнта дифузії. Запропоновано підхід, за яким крайові задачі дифузії формулюються для функції потоку, а методи побудови розв'язку адаптуються для сформульованих задач [1].

Досліджено процес дифузії домішки у випадково неоднорідній смузі товщини z_0, яка містить n_0 підшарів фази $j=0$ (матриця) та n_1 підшарів фази $j=1$ (включення). Прийнято, що включення зосереджені біля верхньої поверхні смуги, а координати розташування підшарів є невідомими. Крайову задачу дифузії з випадковими коефіцієнтами сформульовано безпосередньо для функції потоку домішки на основі рівняння балансу маси [1]. При цьому, з метою уникнення протиріч, коли значення потоку на «верхній» границі тіла є значно більшим ніж на «нижній» (в обмежене тіло може поступити необмежена кількість домішки), або ж, коли підтримується значно більший потік через «нижню» границю шару, на одній поверхні шару задано потік маси $J(z,t)\big|_{z=0} = J_* \equiv const$, а на іншій – прийнято, що концентрація дорівнює нулю. На шукану функцію $J(z,t)$ накладена нульова початкова умова, при цьому прийнято, що у початковий момент часу концентрація домішки є ненульовою сталою $C_* = const$.

Рівняння дифузії для потоку маси подано у вигляді

$$L_0(z,t)J(z,t) = L_s(z,t)J(z,t),$$

де $L_s(z,t) = L_s(z,t) = \sum\limits_{i=1}^{n_j}(D_1 - D_0)\eta_{i1}(z)\dfrac{\partial^2}{\partial z^2}$, D_j – коефіцієнти дифузії у фазі $j (j = 0,1)$, $\eta_{ij}(z) = \begin{cases} 1,\ z \in \Omega_{ij} \\ 0,\ z \notin \Omega_{ij} \end{cases}$, Ω_{ij} – i-та однозв'язна область фази j.

Розглядаючи неоднорідність структури тіла як внутрішні джерела, крайову задачу зведено до еквівалентного інтегро-диференціального рівняння з випадковим ядром:

$$J(z,t) = J_0(z,t) + \int\limits_0^t \int\limits_0^{z_0} G(z,z',t,t')L_s(z')J(z',t')dz'dt'. \qquad (1)$$

Тут $G(z,z',t,t')$ – функція Гріна [1], $J_0(z,t)$ – розв'язок однорідної крайової задачі, а саме

$$J_0(z,t) = J_* - \frac{2}{z_0}\sum_{n=1}^{\infty} e^{-D_0\xi_n^2 t}\left(\frac{J_*}{\xi_n} + (-1)^n D_0 C_*\right)\sin(\xi_n z), \qquad (2)$$

де $\xi_n = \pi(2n-1)/2z_0$.

Розв'язок інтегро-диференціального рівняння (1) знайдено методом послідовних ітерацій у вигляді ряду Неймана. З урахуванням виразів для функції Гріна та потоку в однорідному тілі (2) одержано формулу усередненого за ансамблем конфігурацій фаз потоку частинок у двофазній шаруватій смузі з найбільш ймовірним приповерхневим розташуванням включень за ненульової початкової концентрації

$$\langle J(z,t)\rangle / J_* = 1 - \frac{2}{z_0}\sum_{n=1}^{\infty} e^{-D_0\xi_n^2 t}\left(\frac{J_*}{\xi_n} + (-1)^n D_0 C_*\right)\sin(\xi_n z) + \frac{2v_1(D_1 - D_0)}{D_0 z_0^{\beta} h_1}\times$$

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

$$\times \sum_{k=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\xi_n}{y_k^2-\xi_n^2}\left(1+(-1)^n\frac{D_0C_*\xi_n}{J_*}\right)\left(e^{-D_0\xi_n^2 t}-e^{-D_0 y_k^2 t}\right)\sin(y_k z)(a_{kn}z_0^{\beta}+ \quad (3)$$

$$+f(h_1,z_0+h_1,y_k-\xi_n)-f(h_1,z_0+h_1,y_k+\xi_n)-f(0,z_0+h_1,y_k-\xi_n)+f(0,z_0+h_1,y_k-\xi_n)),$$

де h_1 і v_1 – середня товщина і об'ємна частка включень, β–ступінь вільності бета-розподілу [2], $y_k = k\pi/z_0$, $a_{kn} = \dfrac{\sin\left((y_k-\xi_n)h_1\right)}{y_k-\xi_n} - \dfrac{\sin\left((y_k+\xi_n)h_1\right)}{y_k+\xi_n}$, $f(a,b,c) = \int\limits_a^{z_0}(b-c)^{\beta}\cos(pz)dz$.

На основі формул (2), (3) розроблено програмні модулі для розрахунку усередненого дифузійного потоку в однорідному тілі та у багатошаровій смузі з областю найбільш ймовірного розташування включень, зосередженою біля верхньої поверхні тіла. Розрахунки проведено у безрозмірних змінних $\eta = z/z_0$, $\tau = D_0 t/z_0^2$. За базові параметри прийнято значення $\tau = 0,1; v_1 = 0,2; h_1 = 0,01; C_*/J_* = 0,1; D_1/D_0 = 0,01$ для кривих «a» та $D_1/D_0 = 2$ для кривих «b».

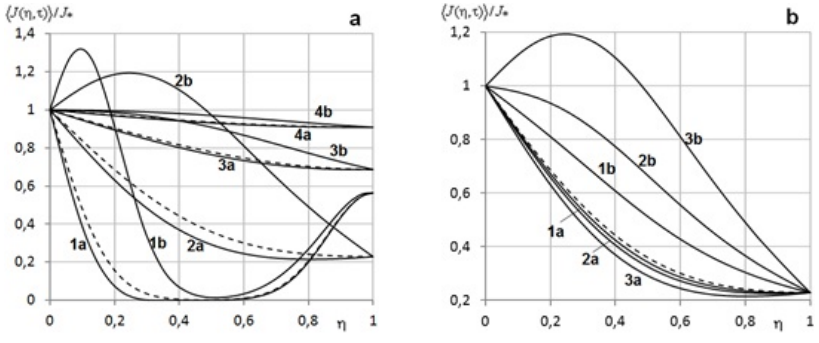


Рис. 1. Потоки маси в різні моменти часу (a) та для різних значень величини v_1 (b)

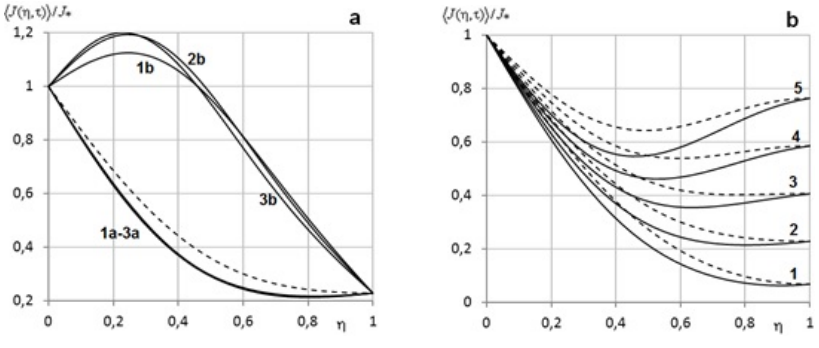


Рис. 2. Потоки маси для різних значень параметра β (a) та для різних значень C_*/J_* (b)

Рис. 1a ілюструє поведінку потоків маси у смузі за ненульової сталої початкової концентрації в різні моменти безрозмірного часу $\tau = 0,01; 0,03; 0,1; 0,5; 1$ (криві 1-5). Штриховою лінією позначено дифузійні потоки в однорідному шарі з характеристиками матриці. На рис. 1b зображено розподіли потоків маси усередненого дифузійного потоку для значеннь $v_1 = 0,05; 0,1; 0,2$ (криві 1-3), на рис.2a – $\beta = 1,5; 2,5; 3,5$ (криві 1-3), рис. 2b – $C_*/J_* = 0,01; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4$ (криві 1-5) при $D_1/D_0 = 0,01$. Досліджено залежність усередненого дифузійного потоку від характеристик середовища. Зокрема показано, що значення початкової концентрації впливає як на поведінку, так і на значення функції потоку домішкової речовини.

Література. **1.** Чапля Є.Я., Чернуха О.Ю., Давидок А.Є. Математичне моделювання дифузійних потоків у випадково неоднорідній шаруватій смузі // Доповіді НАН України. – 2012. - 11. - С.40-46. **2.** Королюк В.С., Портенко Н.И., Скороход А.В., Турбин А.Ф. Справочник по теории вероятности и математической статистике. – М.: Наука, 1985. – 640 с.

Часовський Д.Б. *— рецензент Ілленко А.Б.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Дослідження якості апроксимації Де Відлера в страховій моделі із страховими преміями

. Одним з класичних напрямків актуарної математики є розробка та дослідження точних та наближених методів знаходження ймовірностей виродження для процесів ризику. З прикладної точки зору мова йде фактично про ймовірність банкрутства компанії, яка діє на ринку страхових послуг.

. В умовах класичного (хоча й сильно ідеалізованого підходу Крамера-Лундберга розглядається однорідний пуассонівський процес $(N(t), t \geqslant 0)$, моменти стрибків якого визначають моменти настання страхових подій, а також вважається, що страхові премії надходять від клієнтів зі сталою інтентсивністю c. Тким чином, процес ризику $(U(t), t \geqslant 0)$, який фактично задає рівень поточного капіталу страхової компанії, може біти записаний у вигляді

$$U(t) = u + c \cdot t + \sum_{i=1}^{N(t)} \xi_i$$

Тут u є початковим капіталом страхової компанії, а випадкові величини страхових виплат і є незалежними та однаково розподіленими.

. В умовах моделі Крамера-Лундберга ймовірність невиродження визначається як розв'язок відповідного інтегрального рівняння.

$$\varphi(t) - \varphi(0) = \frac{\lambda}{c} \int_0^t F_{\xi_1}(x)\, \varphi(t-x)\, dx$$

Нажаль, це рівняння допускає явний аналітичний розв'язок лише в тій ситуації, коли страхові виплати розподілені за експоненціальним законом. Тому, починаючи з другої половини XX сторіччя, було розроблено велику кількість чисельних методів для наближеного обчислення таких ймовірностей. Одним з найбільш вдалих підхідів виявився підхід Ф.Е.Де Вілдера [1], який базується на такій ідеї — замінити реальний процес ризику на "близький"до нього процес з експоненціальними виплатами.

. Як було вже відзначено, модель Крамера-Лундберга є надто ідеалізованою. Серед спрощуючих припущень, які використовуються в цій моделі, необхідно відзначити і припущення про надходження страхових премій зі сталою інтенсивністю. У реальній ситуації премії надходять у випадкові моменти часу, утворюючи пуассонівський потік, незалежний від потоку страхових виплат.

. У нещодавніх роботах Бойкова [2] і Зінченко та Андрусіва [3] було розглянуто саме таку узагальнену модель і одержано для неї інтегральні рівняння для ймовірності невиродження. У доповіді ми розглядаємо якість апроксимації Де Вілдера в цій узагальненій моделі для різних розподілів величин страхових премій та страхових виплат.

Литература. **1.** De Vylder, F.E. (1978). A practical solution to the problem of ultimate ruin probability. Scandinavian Actuarial Journal, 114-119 **2.** Boykov A.V., Cram´er-Lundberg model with stochastic premiums, Teor. Veroyatnost. i Primenen., 47, (2002), 549–553. **3.** Zinchenko N., Andrusiv A., Risk processes with stochastic premiums, Theory of Stoch. Processes, 2008, v.14 (27), N 3-4 , p. 189–208.

***Чернуха О.Ю.*[1], *Власій О.О.*[2]**

[1]*Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С.Підстригача НАН України, Львів, Україна;* [2]*Прикарпатський національний університет ім. В.Стефаника, Івано-Франківськ, Україна*

Математичне моделювання процесів гетеродифузії двома шляхами у двофазному багатокомпонентному тілі з випадково розташованим прошарком

Постановка задачі. Розглядається дисперсне двофазне тіло товщиною z_0, в якому шар однієї фази Ω_1 містить випадково розташований прошарок другої фази Ω_2 товщиною h. Вважається, що фази в тілі розташовані за рівномірним розподілом, і об'ємна частка області Ω_1 є набагато більшою за об'ємну частку Ω_2, тобто $h << z_0 - h$, де $h = z_2 - z_1$ – товщина області Ω_2. Координата z_1 верхньої межі прошарку є випадковою величиною. Нехай у кожному структурному елементі тіла домішкова речовина дифундує двома шляхами [1], переходячи з одного шляху міграції на інший, причому міграційні (дифузійні) властивості частинок домішки у різних фазах можуть суттєво відрізнятися. За відсутності конвективного перенесення концентрація домішок при вертикальній гетеродифузії визначатиметься з системи взаємозв'язаних диференціальних рівнянь [2], коефіцієнти яких є випадковими функціями просторової координати:

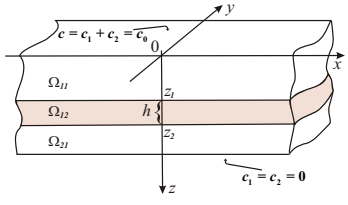


Рис. 1. Двофазне багатокомпонентне тіло з прошарком

$$\rho(z)\frac{\partial c_1(z,t)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z}\left[d_1(z)\frac{\partial c_1(z,t)}{\partial z} + d_3(z)\frac{\partial c_2(z,t)}{\partial z}\right] - k_1(z)c_1(z,t) + k_2(z)c_2(z,t), \qquad (1)$$

$$\rho(z)\frac{\partial c_2(z,t)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z}\left[d_2(z)\frac{\partial c_2(z,t)}{\partial z} + d_4(z)\frac{\partial c_1(z,t)}{\partial z}\right] + k_1(z)c_1(z,t) - k_2(z)c_2(z,t), \qquad (2)$$

де $c_i(z,t), i = 1,2,$ – випадкові концентрації домішки в станах, що відповідають швидкому (при $i = 1$) та повільному (при $i = 2$) шляхам переносу частинок; $\rho(z)$ – випадкова густина середовища; $d_i(z), i = 1,2,$ – випадкові кінетичні коефіцієнти дифузії в i-ому стані; $d_i(z), i = 3,4,$ – коефіцієнти, що відповідають за перехресну дифузію частинок домішки; $k_i(z)$ – випадкові коефіцієнти інтенсивності переходу домішкових частинок зі швидкого шляху міграції на повільний (при $i = 1$) і зворотного переходу (при $i = 2$). Густина середовища, кінетичний коефіцієнт дифузії та коефіцієнти інтенсивності вважаються сталими в об'ємі кожної фази.

В початковий момент часу домішкової речовини немає, то виконуються початкові умови

$$c_1(z,t)|_{t=0} = 0,\ c_2(z,t)|_{t=0} = 0. \qquad (3)$$

На верхній границі тіла $z = 0$ підтримується постійне значення c_0 сумарної концентрації домішкової речовини. Частина домішкової речовини, що з поверхні тіла потрапила на швидкий шлях міграції, визначається параметром α $(0 \leqslant \alpha \leqslant 1)$, наступним чином

$$c_1(z,t)|_{z=0} = \alpha c_0,\ c_2(z,t)|_{z=0} = (1-\alpha)\, c_0. \qquad (4)$$

На нижній границі тіла концентрація рівна нулю, тоді

$$c_1(z,t)|_{z=z_0} = 0,\ c_2(z,t)|_{z=z_0} = 0. \qquad (5)$$

Схема розв'язання задачі. Вводиться випадкова функція просторової координати, так звана "функція структури" [3]: $\eta_{ij}(z) = \begin{cases} 1, & z \in \Omega_{ij}, \\ 0, & z \notin \Omega_{ij}, \end{cases}$, де Ω_{ij} – i-тий шар j-тої фази, n_j – кількість шарів у відповідній фазі. У даному випадку $n_1 = 2, n_2 = 1$. При цьому вважається, що виконується умова суцільності середовища $\sum\limits_{i,j} \eta_{ij}(z) = 1$.

Розглядається оператор L_{ij}, який кожну матричну функцію $\mathbf{c}(z,t) = \begin{pmatrix} c_1(z,t) \\ c_2(z,t) \end{pmatrix}$ перетворює

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

за законом

$$L_{ij} = \rho^{(j)}\eta_{ij}(z)\frac{\partial}{\partial t} - D^{(j)}\eta_{ij}(z)\frac{\partial^2}{\partial z^2} - D_1\left(\delta(z-z_1) - \delta(z-z_2)\right)\frac{\partial}{\partial z} - K^{(j)}\eta_{ij}(z), \qquad (6)$$

де $\delta(z-z_q)$ – функція Дірака з носієм у точці $z=z_q$, $\rho^{(j)}, d_k^{(j)}, k_q^{(j)} \in \mathbb{R}$, $k=\overline{1,4}, q=1,2$ – густина та дифузійні параметри j-тої фази, $D^{(j)} = \begin{pmatrix} d_1^{(j)} & d_3^{(j)} \\ d_4^{(j)} & d_2^{(j)} \end{pmatrix}$, $K^{(j)} = \begin{pmatrix} -k_1^{(j)} & k_2^{(j)} \\ k_1^{(j)} & -k_2^{(j)} \end{pmatrix}$, $j=1,2$, $D_1 = \begin{pmatrix} d_1^{(2)} - d_1^{(1)} & d_3^{(2)} - d_3^{(1)} \\ d_4^{(2)} - d_4^{(1)} & d_2^{(2)} - d_2^{(1)} \end{pmatrix}$.

Тоді рівняння (1), (2) запишуться в операторному вигляді

$$L\left\{\mathbf{c}(z,t)\right\} = \sum_{j=1}^{2}\sum_{i=1}^{n_j} L_{ij}\left\{\mathbf{c}(z,t)\right\} = 0, \qquad (7)$$

а граничні умови (3)-(5) матимуть вигляд

$$\mathbf{c}(z,t)|_{t=0} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \mathbf{c}(z,t)|_{z=0} = \begin{pmatrix} \alpha c_0 \\ (1-\alpha)c_0 \end{pmatrix}, \mathbf{c}(z,t)|_{z=z_0} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}. \qquad (8)$$

В рівнянні (7) додамо і віднімемо невипадковий оператор $L_0 = \rho^{(1)}\frac{\partial}{\partial t} - D^{(1)}\frac{\partial^2}{\partial z^2} - K^{(1)}$, і перепишемо рівняння у вигляді

$$L_0\left\{\mathbf{c}(z,t)\right\} = \left(L - L_0\right)\left\{\mathbf{c}(z,t)\right\}. \qquad (9)$$

Праву частину отриманого рівняння вважаємо джерелом, тобто неоднорідність середовища розглядатимемо як внутрішні джерела [1]. Шукаємо розв'язок отриманої крайової задачі (9), (8) шляхом зведення її до еквівалентного інтегро-диференціального рівняння вигляду

$$\mathbf{c}(z,t) = \mathbf{c}_0(z,t) + \int_0^t\int_0^{z_0} G(z,z',t,t')L_s\left\{\mathbf{c}(z',t')\right\}dz'dt', \qquad (10)$$

де $L_s = L - L_0$, $G(z,z',t,t') = \begin{pmatrix} G_1(z,z',t,t') & 0 \\ 0 & G_2(z,z',t,t') \end{pmatrix}$ – функція Гріна задачі (9), (8), тобто задачі $L_0\left\{\mathbf{c}(z,t)\right\} = \delta(z-z')\delta(t-t')E_2$, E_2 – одиничний двовимірний вектор-стовпець, $G_1(z,z',t,t'), G_2(z,z',t,t')$ – функції Гріна задач на швидкому та повільному шляхах міграції відповідно, а $\mathbf{c}_0(z,t)$ – розв'язок однорідного рівняння $L_0\left\{\mathbf{c}(z,t)\right\} = 0$.

Спочатку знаходимо розв'язок $\mathbf{c}_0(z,t)$ однорідної задачі шляхом послідовного застосовування перетворення Фур'є за змінною z та перетворення Лапласа за змінною t, а також будуємо функцію Гріна $G(z,z',t,t')$. Розв'язок інтегродиференціального рівняння (10) шукаємо методом послідовних наближень, в результаті якого отримуємо ряд Неймана. Тоді здійснюємо усереднення поля концентрації за ансамблем конфігурації фаз, обмежуючись двома першими членами ряду, перший з яких описує концентрацію $\mathbf{c}_0(z,t)$ в однорідному середовищі базової фази, а другий характеризує збурення концентраційного поля, що виникає за рахунок наявності випадкового прошарку іншої фази.

Висновки. Із використанням апарату рівнянь математичної фізики, теорії узагальнених функцій та теорії ймовірностей отримано формули для розрахунку середнього поля концентрації домішкової речовини у двофазному тілі з випадковим прошарком. Розроблено програмний комплекс для комп'ютерного моделювання концентраційних полів у випадках різних фізичних характеристик заданого тіла.

Література. **1.** Чапля Є. Фізико-математичне моделювання гетеродифузного масопереносу / Є. Чапля, О. Чернуха. – Львів: Сполом, 2003. – 126 с. **2.** Чапля Є. Математичне моделювання дифузійних процесів у випадкових і регулярних структурах / Є. Чапля, О. Чернуха. – Київ: Наук. думка, 2009. – 302 с. **3.** Рытов С. Введение в статистическую радиофизику. Ч. II. Случайные поля / С. Рытов, Ю. Кравцов, В. Татарский – М.: Наука, 1978. – 436 с.

Шаронова Н.В., Козуля М.М.
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків, Україна

Інформаційне забезпечення комплексної екологічної оцінки якості довкілля

Актуальність дослідження. Розробка концепції вирішення екологічних проблем на глобальному рівні пов'язана з розробкою методичних засад щодо формування інформаційної підтримки впровадження новітніх технологій оцінки якості об'єктів навколишнього середовища в сучасних умовах інноваційного розвитку науково-технічного прогресу.

Мета дослідження. Головна ідея дослідження визначається створенням методичної бази для обробки інформації щодо стану складних об'єктів природно-техногенного змісту і надання комплексної оцінки екологічності складових систем [1–3] з обґрунтуванням прийняття оптимального управлінського рішення. У ході попереднього теоретичного аналізу підходів з досягнення мети у роботі поставлені такі задачі:

1. Обґрунтування доцільності системного рівня моделей техногенно-екологічних комплексів з визначенням їх термодинамічної природи.
2. Визначення методичних засад з надання оцінки екологічності природно-техногенних об'єктів у вигляді ентропійної функції стану і процесів.
3. Запровадження методу компараторної ідентифікації як функції відношення між ентропійними характеристиками стану різнорідних систем об'єкта дослідження і визначення факторів екологічного регулювання.

Методика дослідження і аналіз результатів. Для встановлення об'єктивної комплексної оцінки екологічності систем (КЕС) запропоновано запровадити структурну і параметричну ідентифікацію рівноваги систем і необоротних процесів, визначених самоорганізацією об'єкта [4]. Складний природно-техногенний об'єкт дослідження визначається у вигляді системної моделі – обов'язкове виділення економічного, екологічного і соціального аспектів аналізу, для якої передбачається перехід від системного аналізу стану мікрооб'єкту до визначення перебігу процесів на основі використання положень теорії ентропії, синергетики та негентропії. Таким чином, гомеостаз внутрішнього середовища інтеґрувальної системи і рівновага «об'єкт – навколишнє середовище» – зовнішній гомеостаз характеризується ентропійною функцією відповідності. Остаточний висновок про реальний ступінь напруженості екологічної ситуації, пов'язаної із забрудненням довкілля, складається з урахуванням міграції шкідливих хімічних речовин по ланцюжку «довкілля – вода – людина, довкілля – атмосфера – людина, довкілля – сільгосппродукція – людина» [3].

Для комплексної оцінки екологічності територіально-об'єктових систем компараторна ідентифікація більш об'єктивна і достовірна ніж експертне оцінювання в балах: вона надає кількісне значення у двох параметрах – 0 і 1, що дозволяє поєднати у загальній оцінці зміни у стані систем і об'єкта за порушенням упорядкованості, тобто ентропії (ΔS), та імовірність порушення зв'язків у середовищі (P) з ентропійною їх характеристикою [4,5].

Компараторна ідентифікація стану територіально-об'єктових систем надана оцінкою оператора P_M (структурна ідентифікація) і значення A_M (параметрична ідентифікація):

$$P(x_s) > (\geqslant) P(x_1), x_s, x_i \in X, s = \overline{2,n}, P(x_2) < (\leqslant) P(x_1), P(x_3) < (\leqslant) P(x_1) \qquad (1)$$

описують реальні фізичні, фізіологічні, біохімічні процеси за функцією S, порушення екологічності у системах через негативну дію.

При вивченні територіально-об'єктових екосистем поряд із варіантами поведінки $X = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$ для $x_i \in X, i = \overline{1,n}$ розглядаються поодинокі кількісні вимірювання для систем (наприклад, при дослідженні стану екосистеми ґрунт – вимірювання фізичних параметрів і хімічного складу як індикаторів їх екологічності і відповідності гомеостазу):

$$K(x_i) = \langle k_1(x_i), k_2(x_i), \ldots, k_m(x_i) \rangle. \qquad (2)$$

За даними моніторингу для системного об'єкта визначають функцію

$$Y(x_i) = F(K(x_i)), \tag{3}$$

де $Y(x_i)$ – скалярна багатофакторна оцінка станів чи змін у складових і об'єкті, $x_i \in X$; $K(x_i) = \{k_1(x_i), k_2(x_i), \ldots, k_m(x_i)\}, i = \overline{1,n}$ – фактори оцінювання x_i, для яких вводиться коефіцієнт ізоморфізму з метою досягнення однорідності $K(x_i) - A = \langle a_1, a_2, \ldots, a_r \rangle$.

Практична реалізація методики комплексної оцінки екологічності систем розглянуто на прикладі дослідження екологічного стану ландшафтно-геохімічних комплексів території Зміївського району, які знаходяться під впливом промислово-енергетичного комплексу, забруднення важкими металами. За наданою методикою розрахунок показників стану ґрунтів і оцінки екологічності досліджених об'єктів проведено за програмою, розробленою в Microsoft Visual Studio 2005. Підсумкові дані виводяться у вигляді звіту (рис. 1).

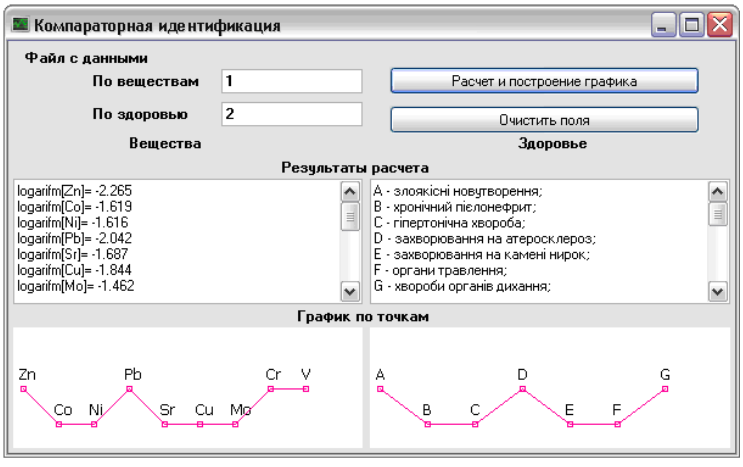


Рис. 1. Аналіз зв'язку між екологічним станом території і рівнем здоров'я населення

Висновки. У результаті теоретично-практичних досліджень визначено методичне забезпечення комплексної оцінки екологічності на рівні системних об'єктів, що є інформаційною основою для прийняття управлінського рішення завдяки впровадженню таких результатів даної роботи: 1) визначені положення компаратерної ідентифікації характеристик стану різнорідних систем об'єкта дослідження і визначення факторів регулювання екологічності систем; 2) надано методичне забезпечення компаратерної оцінки екологічності природно-техногенних об'єктів за функцією ентропії стану систем і процесів у них (рівняння (1–3); 3) надано результати компаратерної ідентифікації стану важких металів і змін відповідно до можливих трансформаційних процесів за їх участю на прикладі даних Зміївського територіального комплексу (Харківська область) (рис. 1).

Література. **1.** Козуля Т.В. Моделирование структуры и идентификация состояния корпоративной экологической системы (КЭС) /Т.В. Козуля, Н.В. Шаронова //Проблеми інформаційних технологій. – 2007. – №1 (001). – С.178-187. **2.** Sharonova N. V. Entropy as Substratum of identifying the Corporative Ecological system (CES) condition /N. V. Sharonova, T. V. Kozulia //Вестник Херсонского национального технического университета. – 2008. – №2 (31). – С.518-527. **3.** Козуля Т.В. Процеси екологічного регулювання. Концепція корпоративної екологічної системи: монографія /Т.В. Козуля. – Харків: НТУ «ХПИ», 2010. – 588 с. **4.** Бондаренко М. Ф. Про загальну теорію компаратерної ідентифікації /М. Ф. Бондаренко, С. Ю. Шабанов-Кушнаренко, Ю. П. Шабанов-Кушнаренко //Біоніка інтелекту: наук.-техн. журнал. – 2008. – №2 (69). – С.13-22. **5.** Овезгельдыев А.О. Синтез и идентификация моделей многофакторного оценивания и оптимизации /Овезгельдыев А. О., Петров Э Г., Петров К. Э. – К.: Наукова Думка, 2002. – 163 с.

Щелкалін В.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Системний аналіз у прогнозуванні процесів споживання цільових продуктів в системах енергетики

> «Научно-технический прогресс современности не может быть делом одиночек, какими бы гениальными они ни были. Прогресс науки и техники является коллективным творческим процессом: - высшей формой творческого труда.»
>
> Из мемуаров советского авиаконструктора А.С. Яковлева «Цель жизни»

Прогнозування процесів споживання цільових продуктів у системах енергетики (ППСЦПСЕ) грає найважливішу роль у забезпеченні надійності та економічності режимів функціонування даних систем. Задача ППСЦПСЕ є досить складною, оскільки в неї пред'являються високі вимоги до якості прогнозів, а також, ця задача містить умови, що важко формалізуються.

Аналіз літератури дозволяє зробити висновок, що в міру розвитку прогностика істотно видозмінюється, виникають нові методологічні підходи, удосконалюються методи розробки прогнозів, набувають більш чітко певний вид, розширюються сфери об'єктів прогнозування, рівень і ефективність використання прогнозів. В [1] наведені причини тенденції критичного ставлення до статистичної постановки проблеми ідентифікації взаємопов'язаних процесів, які намітилися в останні десятиліття. В [2] робиться висновок про необхідність системних досліджень проблеми структурної ідентифікації (СІ) моделей прогнозування взаємопов'язаних нестаціонарних часових рядів (ч.р.). В [3] пропонується методологія аналізу ч.р., яка являє собою складну розгалужену процедуру, що включає ряд алгоритмів статистичної обробки. Єдність поглядів на проблему прогнозування взаємопов'язаних випадкових процесів, способи її вирішення досягаються на основі системних концепцій з використанням мови теорії систем. В [2] наводиться також системний підхід до синтезу класу моделей для прогнозування взаємопов'язаних нестаціонарних ч.р., наводяться основні проблеми, що виникають при СІ моделей для прогнозування взаємопов'язаних нестаціонарних ч.р., серед яких основними є: визначення конструктивних компонент, генерація ознак, що породжуються [4], їх затримок (лагів) і затримок взаємопов'язаних ч.р., які здійснюються різними евристичними методами [4]; побудова простору ознак, відбір ознак, які найкращим чином дозволяють розрізняти кластери, і вибір алгоритму автоматичної кластеризації навчальної вибірки, тощо.

Сучасні системи енергетики є багаторівневими з безліччю взаємозв'язків, а їх поведінка визначається зміною цілої сукупності внутрішніх і зовнішніх факторів: структурних, метеорологічних, технологічних, економічних, тощо. Тому математичні моделі прогнозування процесів повинні враховувати всю складність цих систем. Сьогодні існує актуальна потреба в створенні системних методологій для пошуку рішень в задачі ППСЦПСЕ [5], однак, і сучасні технічні та програмні засоби дозволяють реалізовувати практично будь-яку наукомістку методологію пошуку рішень різних задач. Суть наведеного епіграфа полягає в тому, що без цих методологій навіть дуже добре підготовлений фахівець має невисоку ймовірність успішного вирішення задачі ППСЦПСЕ в задані терміни і з прийнятними для замовника витратами. А також, сьогодні для ефективного ППСЦПСЕ необхідне залучення групи фахівців, які володіють фундаментальними знаннями, мають міждисциплінарне мислення, стежать за рівнем розвитку прогностики як у вітчизняній, так і в зарубіжній науці, є різними за віком і мають значний практичний досвід реалізації проектів, які пов'язані з поняттями «моделювання», «ідентифікація» та «прогнозування» і здатності до синтезу нових математичних моделей і до розробки методик прогнозування.

Системний аналіз покликаний дати науковий підхід до аналізу і вивчення складних проблем, якою є і проблема ППСЦПСЕ і якщо не вирішити її, то принаймні підвищити ступінь обґрунтованості причини неможливості цього вирішення на даному етапі розвитку прогностики, шляхом розчленовування проблеми на ряд підпроблем в процесі її аналізу і виділення тих з них, вирішення яких в даний момент важко з будь-яких причин. Сьогодні, без сумніву, однією

з найскладніших в ППСЦПСЕ підпроблем залишається проблема структурної ідентифікації математичної моделі прогнозування випадкових процесів. Відшукання математичних і методологічних основ СІ вимагає великих зусиль, успіхів і стрибка в розумінні, які можуть не настати в найближчі періоди часу. Фахівці в цій галузі діляться на дві категорії. Перші націлені на абсолютну формалізацію даного процесу СІ. Другі вважають, що інтуїція, здоровий глузд і життєвий досвід особи, що приймає рішення мають вирішальну роль у цьому процесі. Відсутність сьогодні в словнику мовних засобів СА, так і в словниках таких дисциплін як психологія, загальна логіка, філософія науки, тощо, категорій, що описують творчу діяльність суб'єкта ідентифікації істотно ускладнює застосування їх апарату при вирішенні проблеми ідентифікації на тлі домінування строгості мови класичної чистої математики [5].

У [6] розглядається двоєдина задача проектування автоматизованих систем прогнозування процесів споживання цільових продуктів в системах енергетики (АСППСЦПСЕ). По-перше, застосовується системний підхід до синтезу класу математичних моделей прогнозування взаємопов'язаних нестаціонарних випадкових процесів. По-друге, формалізується сам процес проектування АСППСЦПСЕ. Розглядаються наукові та інженерні передумови виникнення основ наукового проектування створення АСППСЦПСЕ, основною з яких є недостатній з погляду потреб інженерної практики рівень розвитку наукових знань про структурну ідентифікації (СІ) прогнозних математичних моделей [7].

Організація конференцій з проблем ідентифікації та з прогнозування дозволяє лише частково компенсувати вплив факторів, обумовлених постійним погіршенням кадрового забезпечення даного наукового напрямку. Необхідно також фінансово і організаційно простимулювати приплив саме молодих спеціалістів, яким зазвичай властива особлива чутливість до створення, усвідомлення і застосування нових знань у даній сфері діяльності [5]. А також потрібна істотна конкретизація наукових досліджень в області СІ прогнозних математичних моделей, шляхом переходу від теоретико-абстрактного контексту розгляду проблем СІ до її теоретико-конкретного вивчення.

Литература. **1.** Седов, А. В. Моделирование объектов с дискретно-распределёнными параметрами: декомпозиционный подход [Текст] / А. В. Седов. – М.: Наука, 2010. – 438 с. **2.** Щелкалин, В. Н. Системный поход к синтезу класса моделей для прогнозирования взаимосвязанных нестационарных временных рядов [Текст] : материалы 15-й Международной научно-технической конференции SAIT 2013, Киев, 27 – 31 мая 2013 г. / В.Н. Щелкалин // УНК "ИПСА" НТУУ "КПИ". – К.: УНК "ИПСА" НТУУ "КПИ", 2013. – С. 338-339. **3.** Гребенюк, Е. А. Проблемы субъективности в решении задач управления и прогноза, связанных с анализом временных рядов [Текст] / Е. А. Гребенюк, М. Г. Логунов, О. А. Мамиконова, Л. А. Панкова // Человеческий фактор в управлении. – 2006. – С. 156-178. **4.** Стрижов, В. В. Методы выбора регрессионных моделей [Текст] / В. В. Стрижов, Е. А. Крымова. – М. : Вычислительный центр им. А. А. Дородницына – 2010. – 60 с. **5.** Прангишвили И. В. Идентификация систем и задачи управления: на пути к современным системным методологиям [Текст] / И. В. Прангишвили, В. А. Лотоцкий, К. С. Гинсберг, В. В. Смолянинов // Проблемы управления. – 2004. – №4. – С. 2-15. **6.** Щелкалин, В. Н., Тевяшев, А. Д. Концепция научного проектировани автоматизированніх систем прогнозирования процессов потребления целевіх продуктов в системах єнергетики [Текст] : материалы 2-й Международной научно-технической конференции "Информационные системы и технологии Евпатория-Харьков, 16-22 сентября 2013 г. / В. Н. Щелкалин, А. Д. Тевяшев // Харьковский национальный университет радиоэлектроники, 2013 – С. 106-107. **7.** Гинсберг, К. С. Концепция научного проектирования инженерного моделирования для слабо изученных объектов управления: новый подход к проблемам структурной идентификации [Текст] / К. С. Гинсберг // Труды IX Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления». – С 802 – 828.

Щербовських С.В.
Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна

Аналіз причин непрацездатності системи із роздільним навантажувальним резервуванням

Запропонований підхід для аналізу причин непрацездатності системи із роздільним навантажувальним резервуванням на основі застосування динамічного дерева відмов та марковського аналізу.

Метою дослідження є розроблення математичної моделі надійності, призначеної для аналізу причин непрацездатності системи із роздільним навантажувальним резервуванням. Кожній причині непрацездатності відповідає унікальний набір непрацездатних елементів, який називають перетином, а усій сукупності причин — мінімальна множина перетинів. Відповідно, мета аналізу полягає у визначені вмісту такої множини та ймовірнісних характеристик усіх її перетинів. Результати даного аналізу є науковою основою для розроблення рекомендацій щодо забезпечення заданої надійності системи.

Система складена із групи генераторів G1 і G2 та групи трансформаторів TV1 і TV2 (рис. 1*а*). У кожній групі елементи працюють за алгоритмом навантажувального резервування, тобто якщо обидва елементи у групі працездатні, то навантаження розподіляється між ними порівну. Якщо однин із елементів у групі непрацездатний, то навантаження іншого подвоюється. Засоби технічної діагностики та перемикання ідеальні, а тривалість зміни навантаження миттєва. Для розв'язання поставленої задачі надійність системи формалізовано динамічним деревом відмов (рис. 1*б*), яке на основі логічних операцій описує умову непрацездатності та умови перерозподілу навантаження. Непрацездатність системи полягає у тому, що система нездатна забезпечити енергією споживачів, які підключені до її виходу. Вважаємо, що така непрацездатність критична, тобто після її появи відновлення системи до уваги не береться. Такий стан системи настає, якщо непрацездатна перша або друга група елементів. Непрацездатність кожної із груп настає, якщо непрацездатні усі її елементи. Напрацювання до відмови елементів розподілено за законом Вейбулла, а ремонтування — експоненціально. Для опису процесів зміни навантаження у дерево введено блоки-повторювачі логічного сигналу, в яких задано умови:

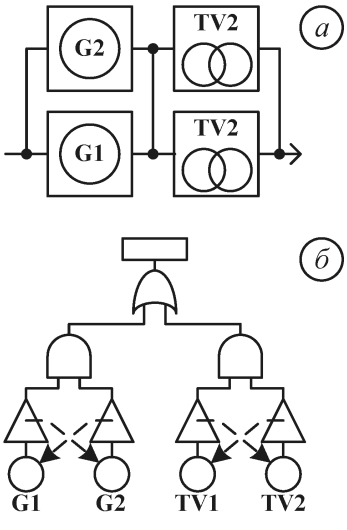


Рис. 1. Структурна схема та динамічне дерево відмов досліджуваної системи

- зміни навантаження елемента першої групи, залежно від стану іншого її елемента;
- зміни навантаження елемента другої групи, залежно від стану іншого її елемента.

На підставі наведеного вище динамічного дерева відмов згідно із [1] побудовано граф станів та переходів системи, який містить 15 станів та 36 переходів, а також сформована розщеплена однорідна марковська модель, що складається з 240 рівнянь. Ймовірнісні характеристики мінімальних перетинів системи обчислено за марковською моделлю на основі методу Розенброка, що обумовлено її жорсткістю у наслідок розкиду параметрів процесів напрацювання та ремонтування. Мінімальна множини перетинів системи складається із перетинів "G1–G2" та "TV1–TV2", кожному із яких відповідає по три непрацездатні стани. Показано, що для зменшення ймовірності непрацездатності системи для моменту часу 10 000 год. необхідно вжити заходів щодо підвищення безвідмовності групи трансформаторів TV1 та TV2, оскільки її непрацездатність є причиною непрацездатності усієї системи із відносною вагою 62.74 %.

Література. 1. Щербовських С.В. Математичні моделі та методи для визначення характеристик надійності багатотермінальних систем із урахуванням перерозподілу навантаження: монографія / С.В.Щербовських. — Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2012. — 296 с.

Юрченко І.В.
Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича, Чернівці, Україна

Про поведінку розв'язку стохастичних рівнянь в частинних похідних з марковськими параметрами

Після введення поняття стохастичного диференціала та інтеграла, визначення сильного розв'язку стохастичного диференціального рівняння у відомих монографіях [1–3] та їх подальше розповсюдження на класи стохастичних диференціально-функціональних рівнянь [4] (див. наведену велику бібліографію в цих роботах) стало можливим дослідження асимптотично сильного розв'язку для стохастичного диференціального рівняння з частинними похідними (СДРЧП) з урахуванням випадкових параметрів. (див. [5], [6] та ін.).

Розглянемо стохастичний експеримент з базовим імовірнісним простором $(\Omega, \mathcal{F}, F, \mathbb{P})$, $F \equiv \{\mathcal{F}_t, t \geqslant 0\}$ - фільтрація, $\mathbb{E}\{\cdot\}$ — математичне сподівання, $T \subset [0, \infty)$. Простір функцій $u(t,x,\omega) : [0,T] \times \mathbb{R}^1 \times \Omega \to \mathbb{R}^1$, вимірних за t та x з імовірністю одиниця відносно σ-алгебри борелевих множин фазового простору $\mathcal{B}([0,T], \mathbb{R}^1)$, для яких існує невласний інтеграл $\int\limits_{-\infty}^{+\infty} \mathbb{E}\{|u(t,x,\omega)|^2\}dx < \infty$, позначимо $\mathfrak{M}_T$ і введемо для нього відповідні норми [4, 5].

Позначимо через $Q(A(\cdot), q, p) \equiv \sum\limits_{k=1}^{n}\sum\limits_{j=1}^{m} a_{kj}(t, \xi(t))q^k p^j$, $Q(B(\cdot), q, p) \equiv \sum\limits_{k=1}^{n}\sum\limits_{j=1}^{m} b_{kj}(t, \xi(t))q^k p^j$, $Q(C(\cdot), q, p) \equiv \sum\limits_{k=1}^{n}\sum\limits_{j=1}^{m} c_{kj}(t, \xi(t))q^k p^j$, де $A(\cdot)$, $B(\cdot)$, $C(\cdot)$ – матриці розмірності $n \times m$, що містять відповідні берові функції, які залежать від t. Розглядаємо на $(\Omega, \mathcal{F}, F, \mathbb{P})$ задачу Коші для СДРЧП вигляду

$$\frac{\partial}{\partial t}\left[Q\left(A(t,\xi(t)), \frac{\partial}{\partial t}, \frac{\partial}{\partial x}\right)u(t,x,\omega)\right] =$$

$$= f(\beta(\omega))\left[Q\left(B(t,\xi(t)), \frac{\partial}{\partial t}, \frac{\partial}{\partial x}\right)u(t,x,\omega) + \frac{\partial}{\partial t}\left[Q\left(C(t,\xi(t)), \frac{\partial}{\partial t}, \frac{\partial}{\partial x}\right)u(t,x,\omega)\right]\frac{dw(t,\omega)}{dt}\right],$$

$$Q\left(A(t,\xi(t)), \frac{\partial}{\partial t}, \frac{\partial}{\partial x}\right)u(t,x,\omega)\Big|_{t=0} = [Qu]_0,$$

$f(\cdot)$ — берова функція з областю значень $\mathbb{R}^1$, $\beta(\omega)$ — випадкова величина, задана щільністю $p_\beta(x)$ (або функцією розподілу), $\xi(t) \equiv \xi(t,\omega) \in \mathbb{Y}$ для довільного $t \geqslant t_0$, $\omega \in \Omega$ — стохастично неперервний феллерів марковський процес з неперервними справа реалізаціями на компактному фазовому просторі $\mathbb{Y}$, $w(t,\omega)$ — одновимірний стандартний вінерів процес.

Отримані результати щодо поведінки в середньому квадратичному сильного розв'язку даного рівняння.

Література. **1.** Гихман И.И., Скороход А.В. Стохастические дифференциальные уравнения и их применение.– К.: Наук. думка, 1980.– 612 с. **2.** Гихман И.И., Скороход А.В. Управляемые случайные процессы.– К.: Наук. думка, 1977.– 251 с. **3.** Гихман И.И., Скороход А.В. Стохастические дифференциальные уравнения с частными производными.– К.: Ин-т математики АН УССР .– 1981.– С.25–59. **4.** Царьков Е.Ф., Ясинский В.К. Квазилинейные стохастические дифференциально-функциональные уравнения.– Рига: Ориентир, 1992.– 301 с. **5.** Перун Г.М., Ясинский В.К. Исследование задачи Коши для стохастических уравнений в частных производных // Укр. мат. журн.– 1993.– Т.45, № 9.– С.1773–1781. **6.** Юрченко И.В., Ясинский В.К. О поведении решения линейного автономного стохастического уравнения в частных производных со случайными параметрами в правой части // Системний аналіз та інформаційні технології: матеріали 15-ї Міжнародної науково-технічної конференції "SAIT 2013" (Київ, 27-31 мая 2013 р.) / ННК "ІПСА" НТУУ "КПІ". – К.: ННК "ІПСА" НТУУ "КПІ", 2013. – С.224.

Plenary talks

System analysis of complex systems of various nature

Intelligent systems for decision-making

High Performance Computing and Microsystems Engineering

Progressive information technologies

2 Intelligent systems for decision-making



Section 2

Intelligent systems for decision-making

1. Intelligent decision-making systems (IDMS) in finance-economical area (micro- and macro economical systems, banks, stock exchanges, insurance companies, etc.).
2. Decision-making systems in social processes' management.
3. Decision-making systems in technological processes' management in industry.
4. Intellectual analysis of data and knowledge; problems of data and knowledge mining, knowledge bases for IDMS.
5. Mathematical modelling and forecasting of complex objects and processes.
6. Decision-making under the data uncertainty conditions (systems of fuzzy logical deduction).
7. Modern methods and algorithms for IDMS (genetic and evolutional algorithms, neural networks, etc.).

Секция 2

Интеллектуальные системы принятия решений

1. Интеллектуальные системы принятия решений (ИСПР) в финансово-экономической сфере (микро- и макроэкономические системы, банки, биржи, страховые компании и т.п.).
2. Системы принятия решений в управлении социальными процессами.
3. Системы принятия решений в управлении технологическими процессами в промышленности.
4. Интеллектуальный анализ данных и знаний; проблемы добывания данных и знаний (Data&Knowledge Mining), базы знаний для ИСПР.
5. Математическое моделирование и прогнозирование сложных объектов и процессов.
6. Принятие решений в условиях неопределенности данных (системы нечеткого логического вывода).
7. Современные методы и алгоритмы ИСПР (генетические и эволюционные алгоритмы, нейронные сети и т.п.).

Секція 2

Інтелектуальні системи прийняття рішень

1. Інтелектуальні системи прийняття рішень (ІСПР) в фінансово-економічній сфері (мікро- та макроекономічні системи, банки, біржі, страхові компанії і т.д.).
2. Системи прийняття рішень в управлінні соціальними процесами.
3. Системи прийняття рішень в управлінні технологічними процесами в промисловості.
4. Інтелектуальний аналіз даних і знань; проблеми добування даних і знань (Data&Knowledge Mining), бази знань для ІСПР.
5. Математичне моделювання та прогнозування складних об'єктів і процесів.
6. Прийняття рішень в умовах невизначеності даних (системи нечіткого логічного виведення).
7. Сучасні методи й алгоритми ІСПР (генетичні та еволюційні алгоритми, нейронні мережі і т.д.).

***Bayas M.M.*[1,2,3] *Dubovoy V.M.*[1]**
[1] *Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine;* [2] *Universidad Peninsula de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador;* [3] *Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación SENESCYT, Ecuador*

Development of the structure of the multi-agent coordination in technological Processes

This work presents a multi-agent methodology for modeling control system of industrial processes. In this methodology, the primary element of modeling is the abstract agent (AA).

Introduction. Centralized planning, sequential production, resource allocation, and conventional control mechanisms are relatively inflexible at responding to changes in the production styles and to highly variable production requirements [1]. Uncertainties or plans weaknesses can cause crashes to traditional centralized hierarchical systems. The traditional hierarchical structures limit the dynamic performance of systems, then suggested a heterarchical system. The fragmentation of the system and totally autonomous small units describe a heterarchical system. The heterarchical control architecture based on a perfect local autonomy (distributed control) results in a controlled environment, in which autonomous components cooperate to achieve global objectives based on local decisions. These autonomous components are agents. The coordination among agents is achieved through negotiation protocols. Following these ideas, it is proposed the agent-based manufacturing [2] to improve the dynamics of these organizations. In recent years, researchers have applied agent technology for the integration of production enterprises with supply chain management; production planning, resource allocation, execution control, materials handling, and development of new types of production systems. The objective of this work is to define a multi-agent methodology for the analysis, design and implementation of manufacturing systems methodology.

Methods. In order to apply AA, in this work, we propose a methodology based on five views: a) agent, b) organization, c) tasks and goals, d) interaction, and e) environment. The development process, that is obtained as results of this methodology, is recursive, and incremental. The result of each iteration is a SMA composed of AA (SMAs) or agents. In each new iteration, there are so many concurrent processes as no-defined AA are in the previous iteration. Each iteration is performed as follows: in the analysis stage, organizational models are produced to illustrate the way in which the SMA is structured in terms of AA. In this step, large group of agents, with strong interaction and specific function, are identified as potential AA. In these groups, each member interacts to solve a problem, according to some rules of action. The models obtained in this phase are then redefined to identify common objectives and relevant tasks to be executed by each AA (model of tasks and objectives and model of the environment). More detail on the definition of the models for the analysis of the system is added to specify the interactions between the AA with interaction models and environment models, and consequently redefining mental status of AAs by the model of agent. For each new SMA identified in each step, a new process is started, up to a point where there are no unspecified SMAs.

Conclusions. In this article, we have presented a multi-agent methodology for the analysis, design and implementation of systems for the production process control. Such systems need to be: agile, distributed, fault-tolerant, scalable, etc. For meet this requirement, we propose a recursive iterative and concurrent multi-agent methodology, in which the fundamental element of the model is the AA.

References. **1.** Zhang D. Multi-agent based control of Large-scale complex systems employing distributed dynamic inference engine. School of Aerospace Engineering Georgia Institute of Technology, 2010. **2.** Bayas Sampedro M.M.;Дубовой В.М. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В КООРДИНАЦИИ МЕСТНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ.Международная научная конференция MicroCAD», НТУ "ХПИ 2013.

This work was supported by “Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT)”, Ecuador.

Gavrylov S.V. — *reviewer Drobyshev Ju.P.*
National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", FAM, Kyiv, Ukraine

Classifying motion capture sequences using recurrent neural networks

Classification of motion capture data (Mocap), which records human actions based on skeleton information, is very important in computer animation, sport sciences, and human-computer interaction.

Conventional recognition systems may be categorized into two classes. In the first type, a whole motion is represented by one feature matrix or vector, and classified as a whole. Principal component analysis is often used to form equal-sized feature matrices or vectors from variable-length motion sequences. However, a single feature matrix is not able to capture the important discriminative information entirely. The second type of system decomposes a motion with a manual setup sliding window or key features and builds a codebook by clustering. This approach also suffers from a large number of action classes due to a potentially excessive size of codebook [1]. Consequently, the main limitation of both types of recognition systems is their applicability only to small datasets [1].

The recent developments in the representation learning allowed a state-of-the-art system to develop, which was devoid of all foresaid drawbacks. It is based on a hybrid multi-layer perceptron and autoencoder with the same set of parameters [1]. Nevertheless, feature engineering is still required in order to consider the temporal nature of data, as some actions are similar in a frame-level. Moreover, the model assumes independence between frames in a single time sequence, which means that class of each frame is determined only by its features. In order to overcome these limitations we propose a recurrent neural network (RNN) based model, which is well-suited for pattern classification tasks, whose inputs and outputs are sequences. In this work we used the following parametrization:

$$\boldsymbol{h}_t = f_h(\boldsymbol{x}_t, \boldsymbol{h}_{t-1}) = tanh(\boldsymbol{x}_t \boldsymbol{W}_{xh} + \boldsymbol{h}_{t-1} \boldsymbol{W}_{hh} + \boldsymbol{b}_h) \tag{1}$$

$$\boldsymbol{y}_t = f_o(\boldsymbol{h}_t) = softmax(\boldsymbol{h}_t \boldsymbol{W}_{hy} + \boldsymbol{b}_y), \tag{2}$$

where f_h and f_o are a state transition function and output function, respectively. Each function is parametrized by a set of parameters $\boldsymbol{\theta}_h$, $\boldsymbol{\theta}_o$ and $\boldsymbol{h}_0$ is a vector of parameters that store the initial hidden state. Given a set of N training sequence $\mathcal{D} = \left\{ \left((\boldsymbol{x}_1^{(n)}, \boldsymbol{y}_1^{(n)}), ..., (\boldsymbol{x}_{T_n}^{(n)}, \boldsymbol{y}_{T_n}^{(n)}) \right) \right\}_{n=1}^{N}$, the parameters of an RNN can be estimated by minimizing the cost function:

$$\mathcal{L} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^{N} \sum_{t=1}^{T_n} e(\boldsymbol{y}_t^{(n)}, f_o(\boldsymbol{h}_t^{(n)})),$$

where $e(\boldsymbol{y}, \hat{\boldsymbol{y}})$ is a predefined divergence measure between y and $\hat{y}$, cross-entropy in this work.

We used data from the motion capture database HDM05 [2]. The processed data consists of 3D joint angles derived from markers. In the proposed system no other data preprocessing or dimensionality reduction is needed, as the number of RNN parameters does not depend on sequences length. To minimize the loss function the backpropagation through time with Nesterov momentum [3] was used. Hyperparameters were chosen through 10-fold cross validation. The obtained accuracy is 95% for 65 motion classes, which is comparable to the current state-of-the-art result.

References. **1.** K. Cho, X. Chen, "Classifying and Visualizing Motion Capture Sequences using Deep Neural Networks," in *Proceedings of the International Conference on Vision Theory and Applications*, Lisbon, Portugal, 2014. **2.** M. Müller *et al.*, "Documentation Mocap Database HDM05," Universität Bonn, Tech. Rep. No. CG-2007-2, June 2007. **3.** I. Sutskever*et al.*, "On the importance of initialization and momentum in deep learning," in *International Conference on Machine Learning*, Atlanta, USA, 2013.

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Lipchak I.R., Vertiletskij V.G. — *reviewer Bidiuk P.I.*
Institute for Applied System Analysis of NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine

Information decision support system for adaptive forcast of financial and economic processes

The comparing of the two most commonly used statistical packages, Eviews and Statistica, has been fulfilled within the framework of this work. On the basis of the analysis, the main areas of work in the creation of Decision Support Systems (DSS) have been formed: a system with a convenient graphical user interface, input, editing and comparative analysis of the data; to predict the possibility of non-stationary tests. [1]

The types of non-stationary processes have been considered. The features of modeling processes with a trend and heteroscedastic processes. The main types of DSS architecture, its application areas , purpose have been considered. The architecture for DSS has been selected and described. The current methods for modeling and prediction of stationary and non-stationary processes review has been carried out.

The functional structure of the system has been designed. The user requirements to the system have been defined. The optimal instrumental platform for DSS implementation has been selected. [2]

The basic quality criteria for assessing the models of processes description and prediction quality have been considered. The following criteria have been selected: Darwin-Watson test, the determination coefficient, the criterion of the sum of the model squared errors – which are the process model quality criteria, the average absolute percentage error, the sum of squared errors and the Theil Factor to analyze the quality of the forecast. The main methods for the model parameters estimation have been considered. The method of the least squares and the recursive method of the least squares have been selected as the most widely used and tested in practice. DSS developed to analyze the processes of gross domestic product (GDP) of Ukraine and the U.S. GDP has been applied. The methods of stationarity process analysis have been used. The process models have been developed taking into account the results of non-stationarity tests applied to them. [3]

A new task has been set and solved – a shell development for easier data manipulation and its processing improvement prior to analysis and modeling. The best models for selected processes have been defined on the basis of modeling and forecasting:

- For Ukraine's GDP - Ariks Model (5,1,1), using the method of Ordinary Least squares (OLS);
- To model a variable dispersion of U.S. GDP - Ariks Model (2,1,3). [4]

For further research it is recommended to add other modeling and forecasting methods such as Group Method of Data Handling (GMDH) and method of similar trajectories to a developed system. It is also recommended to add the maximum credibility method for model parameters estimation; to add statistical tests implementing based on tabular data; to upgrade the interface: data input and output is focused on the new problems in the system, as well as further expansion of the shell function.

References. **1.** Stavytsky A.V. Scientific and Methodical Complex on the courses „Forecasting" and "Finance Forecasting ". – K., 2006. – 107 p. **2.** Lackman I.A, Nikulshina L.M, Shamuratov N.M, Decision Support of choosing statistical data processing package.// Modern problems of information in the economy and security: Сборник Proceedings. MY/ ed. Prof.. O.Ya.Kravtsa. - Voronezh: "Science Book 2009.136 c. **3.** Aralbaev T.Z, Aralbaeva G.G. Laboratory work and guidelines for the course "Information Systems in Economics"for students majoring in "Finance and Credit"and "Accounting and Audit". -Orenburg: State "OSU 2004. - 43 p. **4.** Bidyuk P.I., Demkivsky E.O. The system of Decision Support for nonstationary processes forecast/ / Mykolaiv State Technical University scientific works. Ed. 77, 2008 p137 -159

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Lyakhevich S.V. *— reviewer Didkovska M.V.*
National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

Hidden cards recognition module based on behavioral patterns

Games proved long ago as convenient model for carrying out researches of machine intelligence methods. Games can be classified by many parameters, one of the major – accessibility of information to players. Game, in which each player possesses all information on a current status, is called as game with full information, otherwise – game with incomplete information. Considered type of games - poker - belongs to incomplete information games with a stochastic component. Primary focus of this paper is to advance understanding of defining opponents hidden hand in simplified poker model.

Other papers. Simplified models of poker were first studied in a game theoretic framework by Borel and von Neumann in the 1920s [1]. Von Neumann's results were published later in the seminal book Theory of Games and Economic Behavior with Morgenstern [1]. Several extensions and variants of these poker models have been studied in the literature. In particular, there are two 'intermediate' models in which X can choose his bet more freely than in von Neumann's model, but not completely unrestricted as in Newman's model: Karlin and Restrepo [2] analyzed the case where X may choose his bet a from a finite number of prescribed bet sizes (a_1, a_n).

Sakai [3] investigated the case where X is allowed to choose his bet freely in an interval $(0, a_n)$.

Much research was also devoted to analyzing more complex bet structures, in which both X and Y are allowed to bet, raise, or re-raise.

Game-theoretic models typically associate outcomes with real valued utilities, and rational agents are expected to maximize their expected utility. but some built models fielded agent rating systems, which aim to order a population of agents by strength, focus exclusively on games with discrete outcomes, e.g., win-loss in two-agent settings or an ordering in the multiagent setting. There was used optimization objective for their simplifying methods which allowed to predict the expected net payoff for each participant in the game by those ranking players [4].

Three-player limit Texas hold'em events were first included in the ACPC in 2009. For these events, About Risk [62] of the CPRG built agents using the Counterfactual Regret Minimization (CFR) algorithm [5]. CFR is an iterative algorithm described later in Section 2.2.2 and is the current state-of-the-art approach to computing approximate Nash equilibria in large two-player, zero-sum games. But built agents of that type was vary slow even on calculationg games for 3 player-table.

Background. Even the simplified models allow us to find distinctions in opponent's behavior during the game process according to dependencies made on hidden cards given at the beginning of the game. Following the deal, a round of betting proceeds where players have 3 options: 1. Call the current bet, and continue the game. 2. Bet, and raise current stake of the game. 3. Fold and remove themselves from the game for the benefit of not having to pay anything further.

Full cycle:

- Deal (2 cards each)
- Betting (preflop domain)
- Deal (3 cards shared between all players)
- Betting (flop domain)
- Deal (1 card shared between all players)
- Betting (turn domain)
- Deal (1 card shared between all players)
- Betting (river domain).

After every round of betting additional information about our opponent's hands can be extracted from the size and count of bets and calls during them. It's natural that the opponent changes

Thanks to imperfect poker clients from the botting point of view.

strategy depending on hand power – in other way game would be complete random because of the pot and stakes total indifference.

Input. Data for built prediction model has been extracted from analyzed opponent's hand history. Received data consists from two completely different parts. The first, smaller part, contains games where opponent has reached showdown and his cards are known. The second, much bigger part, contains cards which weren't known for certain can be substantiated by application of the Bayesian classifier based on the first group [6], Nash equilibria for bet sizes and win probability calculator are based on Monte Carlo method. Exact input is data backpropagated from the game trees based on choices players made and money payed for that decision (EV). In games with showdowns just shown cards used to calculate those expected values, but in games without showdowns EVs built by some use of Bayes equations. As a result sort of Bayesian probabilistic directed acyclic graph have been obtained, where only part of nodes depend on his own decision's taken, others are filled during other player's turns. Those data can be stored as usual set of pairs (X,Y), where X are parameters of the game state and concrete player's statistics, Y is opponent's win probability against average set of played hands. X vector contains of such measurements as average hand rank, part of hand played on flop, turn, river, some betting strategy stats, probability of re-raise at preflop and flop, etc.

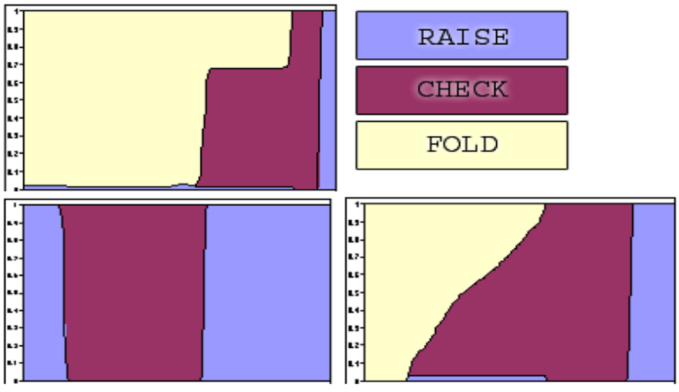


Figure 1. Probabilities of decision (vertical) according to hand strength (horizontal)

Built model. Final solution based on TSK neural network is proposed in this paper. Individual networks have been built for each of 4 rounds (preflop, flop, turn, river). In each network there is various amount of inputs based on the available information increase - network for traderound N also contains of some information taken from all previous rounds (betting statistics of current game).

Results. Increase of profitability against PsiOpti is hard to notice at preflop (increase under 5 percent), but is gives quite enormous effect at flop and turn (75 percent match in test whether opponent's hand is higher or not). It allows to save close to 30 percent lost money during turn and river (10 to 23 percent total depending on type of player). As for total profitability it has been achieved from 0.5bb to 7.3bb (with average at 4.3bb per every 100 games) gain increase. [1].

References. **1.** S. Bargmann. On the theory of games of strategy. 40:13, 42, 1959. **2.** E. Borel. Traite du Calcul des Probabilites et ses Applications Volume IV, Fascicule 2, Applications aux jeux des hazard. Gautier-Villars, Paris, 1938. **3.** S. Sakai. A model for real poker with an upper bound of assets. J. Optim. Theory Appl., 163, 1986. J. **4.** Gorski, F. Pfeuffer, and K. Klamroth. Biconvex sets and optimization with biconvex functions - a survey and extensions. Mathematical Models of Operations Research, 2007. **5.** Martin Zinkevich, Michael Johanson, Michael Bowling, and Carmelo Piccione. Regret minimization in games with incomplete information. In Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS) 20, 2008. **6.** Chen and J. Ankenman. The Mathematics of Poker. ConJelCo, New Pittsburgh, PA, 2006

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Rovira R.H. [1,2]
[1] *Universidad Peninsula de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador;* [2] *Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine*

Fuzzy Logic Pixel Based Algorithm for Biomedical Imaging Processing

In this paper, we explored the application of fuzzy set and fuzzy logic to enhance border detection of injured skin. The proposed algorithm is based on the use of pixel masks and inference system of rules for pre-processing of biomedical images. The results of this research might be of use for improving clinical diagnose.

.

Introduction. A significant number of malignant melanomas in the early stages are not diagnosed correctly due to the relatively low diagnostic sensitivity of detection methods and devices. Lately, many researchers are using imaging polarimetry as a diagnostic method [1]. Changes in living tissues, produced by pathology, affect their dispersion properties, and consequently the incident light polarization. For this reason, the information encoded in the polarized light allows distinguishing the abnormal tissue resulting in improved contrast of images, in the study of the pathology of tissues [2]. However, the pre processing of images is still a challenge due to uncertainties.

. The pixel values, which constitute an image, may not be precise, and there is primarily inherent imprecision or uncertainty embedded in a digital image. Fuzzy enhancing technique is thus useful in handling various uncertainties in image processing. Image characteristic can be enhanced by using human knowledge. Fuzzy rule based strategy is a technique that includes human intuitions [3].

.

Method and Results. The Algorithm takes an RGB image and converts it to an MxN pixels gray level image. The histogram of the image was found. On the basis of the histogram two threshold values were defined: low and high. The low threshold corresponds to the minimum pixel value, which count was within the range twenty to thirty. The high threshold corresponds to the maximum pixel value in that range. The high-low interval of the histogram was divided into a number of sub-intervals. This number of sub-intervals corresponds to the number of membership functions of the inference systems and it was defined by the user. The minimum number of membership functions for the input variables allowed was two: Dark and light. Each additional membership function described whether a pixel belongs to a different tonality of gray. For the input variable, the triangular function was used for the additional membership functions and the z function for the first and last ones. The output variable has the same number of membership functions. The enhancement is gained through the use of Gauss functions for the output variable. After defining the fuzzy input and output sets, we constructed the rules of the fuzzy system. A total of six fuzzy rules were, one for each input - output pair, were set to cover the input space.

.

Conclusion. In this paper, the algorithm to enhanced the edges associated with an image had been introduced.The algorithm is based on fuzzy sets. It improves the contrast of polarimetric biomedical images. We have found that increasing the number of membership function to evaluate the input mask improves the contrast of the resulting image. The algorithm was applied to an image of skin injured area to detect borders.

References. **1.** Jacques S.L., Imaging skin pathology with polarized light, Biomed. Opt. 7(3), 329-340 (Jul 01, 2002). doi:10.1117/1.1484498

2. Rovira R.H., Methods of Processing Video Polarimetry Information Based on Least-Squares and Fourier Analysis, Middle-East Journal of Scientific Research 16 (9): 1201-1204, 2013

3. Chaira T., Ray A.K., Fuzzy Image Processing and Applications with Matlab, CRC Press,inc, 2009.

This work was supported by “Secretar0́a Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnolog0́a e Innovación (SENESCYT)”, Ecuador.

Yegorova O.V.
Cherkasy State Technological University, Cherkasy, Ukraine

Fuzzy economic order quantity model

The primary operation strategies and goals of most trade companies are to seek a high satisfaction to customer's demand and to become a maximum return on sales. To achieve these goals, the company must be able to effectively distribute current assets and minimize costs. The economic order quantity model is commonly used by decision maker as inventory control tool in real-world environment. It was tacitly assumed that the buyer must pay for the items purchased as soon as the items are received. Sometimes retailer can't pay at the given period just for economic reasons.

The economic order quantity model for deterioration items with two level of trade credit in one replenishment cycle, inspection errors, planned backorders, and sales returns in fuzzy environment is extends in this report.

Model formulation. Trade company, which temporarily does not have working capital, plans to replenish inventory by using of trade credit. The supplier offers the retailer a credit period of M-days. During this time, the retailer uses general revenue as investment resource with interest earned i_e. At the end of this period, the retailer pays off all units sold, keeping the rest for day-to-day expenses and stars paying for the interest charges on the unsold stock with the interest rate i_p. Basic interest rate i_p would be lower to i_w from the date of N, if the retailer pays off all units sold during M to N. The items received in a lot may contain defective items, and during screening process inspector may incorrectly classify a non-defective item as defective or incorrectly classify a defective item as non-defective. The items that are classified as defective and those returned by the consumers are kept in stock and sold at the end of the operation cycle. Additionally, the items stored in inventory face deterioration. Shortage is allowed. It is necessity determine the economic order quantity and length of operating cycle with the maximum revenue on sales.

It is known that D is the demand rate per unit time. Let us assume that λ is the replenishment rate per unit time. Then the inventory level of serviceable items at time t over the six periods in a cycle are determined by following differential equations:

$$\frac{I(t)}{dt} = \begin{cases} ((1-\beta)(1-a_1)+\beta\cdot a_2)\lambda - D, & 0 \leqslant t < t_1, \\ ((1-\beta)(1-a_1)+\beta\cdot a_2)\lambda - D - \gamma\cdot\theta\cdot I, & t_1 \leqslant t < t_2, \\ -D-\gamma\cdot\theta\cdot I, & t_2 \leqslant t < t_3, \\ ((1-\beta_r)(1-a_{r1})+\beta_r\cdot a_{r2})\lambda_r - D - \gamma\cdot\theta\cdot I, & t_3 \leqslant t < t_4, \\ -D-\gamma\cdot\theta\cdot I, & t_4 \leqslant t < t_5, \\ \dfrac{-D}{1+\delta(t-t_5)}, & t_5 \leqslant t < T \end{cases} \tag{1}$$

with the boundary conditions $I(0) = I_b$, $I(t_1) = 0$, $I(t_2) = I_m$, $I(t_3) = I_s$, $I(t_4) = I_r$, $I(t_5) = 0$, $I(T) = I_b$, where β – the probability that the item is defective, a_1 – the probability of classifying a non-defective item as defective, a_2 – the probability of classifying a defective item as non-defective, λ_r – replenishment rate of items obtained for settle a quality claims per unit time, β_r – the probability that the item obtained for settle a quality claims is defective, a_{r1} – the probability of classifying a non-defective item obtained for settle a quality claims as defective, a_{r2} – the probability of classifying a defective item obtained for settle a quality claims as non-defective, θ – percentage of items deteriorated per unit time, γ – percentage of deteriorated items screened out from the inventory, I_b – shortage level, I_m – maximum serviceable inventory level, I_s – inventory level of serviceable items, I_r – inventory level of reworked items, T – length of the cycle.

It can be deduced from final solutions of (1) at $I(0) = I_b$, $I(t_1) = 0$, $I(t_2) = I_m$, $I(t_3) = I_s$, $I(t_4) = I_r$, $I(t_5) = 0$, $I(T) = I_b$ that

$$t_1 = \frac{I_b}{D - \lambda\left((1-\beta)(1-a_1)+\beta\cdot a_2\right)} \tag{2}$$

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

$$t_2 = t_1 - \frac{1}{\gamma \cdot \theta} \ln\left(1 - \frac{\gamma \cdot \theta \cdot I_m}{((1-\beta)(1-a_1) + \beta \cdot a_2)\lambda - D}\right) \tag{3}$$

$$t_3 = t_2 - \frac{1}{\gamma \cdot \theta} \ln\left(\frac{I_s \cdot \gamma \cdot \theta + D}{I_m \cdot \gamma \cdot \theta + D}\right) \tag{4}$$

$$t_4 = t_3 - \frac{1}{\gamma \cdot \theta} \ln\left(\frac{I_r \cdot \gamma \cdot \theta - (((1-\beta_r)(1-a_{r1}) + \beta_r \cdot a_{r2})\lambda_r - D)}{I_s \cdot \gamma \cdot \theta - (((1-\beta_r)(1-a_{r1}) + \beta_r \cdot a_{r2})\lambda_r - D)}\right) \tag{5}$$

$$t_5 = t_4 - \frac{1}{\gamma \cdot \theta} \ln\left(\frac{D}{I_r \cdot \gamma \cdot \theta + D}\right) \tag{6}$$

$$T = t_5 - \frac{1}{\delta}\left(e^{\frac{-I_b \cdot \delta}{D}} - 1\right). \tag{7}$$

We may also deduce that economic order quantity is

$$Q = \lambda \cdot t_2. \tag{8}$$

In this paper, we have considered the demand rate, selling prices, interest paid rate, interest earned rate as fuzzy variables and thereby the return on sales becomes fuzzy variables on the credibility space $(X, P(X), Cr)$. If the decision maker wants to determine optimal pricing and inventory police such that fuzzy expected value of the return on sales is maximal, a fuzzy expected value model can be constructed as follows

$$E[ROS(I_b, I_m, I_s)] = E\left[\frac{\widetilde{R}_s - K - \widetilde{P}_c - \widetilde{C}_{si} - \widetilde{C}_{rg} - \widetilde{C}_h - \widetilde{C}_d - \widetilde{C}_s - \widetilde{C}_{un} - \widetilde{C}_{adi} - \widetilde{C}_{rnd} - \widetilde{IP} - \widetilde{IE}}{\widetilde{R}_s}\right] \tag{9}$$

subject to the constraints

$E_{min} \leqslant E[\widetilde{P}_c] \leqslant E_{max}$, investment amount on total production cost have an upper and lower limits;

$b \cdot c \cdot d \cdot \lambda(E[\widetilde{t_1}] + E[\widetilde{t_2}]) \leqslant W$, warehouse space where the items are to be stored is limitation;

$E[\widetilde{C}_h] < E[\widetilde{P}_c]$, holding cost cannot be more than total production cost;

$P\left(a_2 \leqslant 1 - \frac{u+1}{\beta \cdot \lambda(E[\widetilde{t_1}] + E[\widetilde{t_2}])}\right) \leqslant p_s$, providing good service of the customers,

where $\widetilde{R}_s$ – sale revenue, K – the ordering cost, $\widetilde{P}_c$ – the purchase cost, $\widetilde{C}_{si}$ – the (inspection) screening cost, $\widetilde{C}_{rg}$ – the cost for return the rejection items to supplier, $\widetilde{C}_h$ – the inventory holding cost, $\widetilde{C}_d$ – the deterioration cost, $\widetilde{C}_s$ – the shortage cost due to backlog, $\widetilde{C}_{un}$ – the opportunity cost due to lost sale, $\widetilde{C}_{adi}$ – the cost of accepting a defective items, $\widetilde{C}_{rnd}$ – the cost of rejection a non-defective items, $\widetilde{IP}$ – interest paid, $\widetilde{IE}$ – interest earned, b, c, d – overall dimension of production unit, W – capacity of warehouse, u – the maximum allowable number of defective items in the lot, p_s – level of direct consumer service.

The expected value model can be solved with generic approaches. Here in order to solve the expected value model, we choose one of heuristic algorithms inspired from evolution of nature such as Evolutionary Technologies of Directed Optimization [1] as the foundation to design an algorithm which integrates fuzzy simulation and Evolutionary Technologies of Directed Optimization, where the fuzzy simulation is employed to estimate the maximal revenue on sales, and Evolutionary Technologies of Directed Optimization is used to find the optimal solution.

Література. 1. Snytyuk V. E. Compositional overcoming uncertainty in nonlinear multivariable optimization problems [Text] / V. E. Snytyuk //Artificial Intelligence. – 2004. – №4. – С. 207–210.

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Алфимцев А.Н.
Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана, Москва, Россия

Декларативно-процессная формализованная разработка технологий интеллектуальных окружающих сред

В период с 2002 по 2003 год объединенным исследовательским центром IPTS (Institute for Prospective Technological Studies) Европейской Комиссии в сотрудничестве с Европейским научным и технологическим центром ESTO (European Science and Technology Observatory) был разработан проект научной и технологической дорожной карты IPTS/ESTO Science and Technology Road Mapping [1], посвященный решению трех вопросов: Каковы основные социальные задачи, стоящие перед Европой? Какие новые информационные технологии могут быть использованы для решения этих задач? Как решать указанные социальные задачи с помощью новых информационных технологий?

В частности, в проекте было рассмотрено направление развития под названием Ambient Intelligence (AmI - окружающая интеллектуальность) [2]. Понятие Окружающей Интеллектуальности (ОИ) характеризует видение будущего информационного общества как совокупности всеобъемлющих и всюду проникающих компьютеризации, коммуникативности и интеллектуальности интерфейса, как это определено исследовательским центром ISTAG (Information and Communication Technologies Advisory Group). При этом под интеллектуальностью здесь прежде всего понималась способность к распознаванию визуальных образов, полученных в виде последовательности цифровых изображений, подвергнутых специальной предобработке. К настоящему времени прошло уже одиннадцать лет с тех пор, как было анонсировано направление окружающей интеллектуальности, написано множество цитируемых статей на эту тему [3], выполнено значительное число финансовоемких научно-исследовательских проектов [4], подтверждающих плодотворность выбранного направления. Тем не менее, ключевая задача – создание технологий интеллектуальных окружающих сред, не решена. Поэтому настоящая работа была посвящена созданию методологии формализованной разработки этих технологий.

Главной особенностью полученных результатов является декларативно-процессный иерархически организованный подход к разработке ОИ, в основе которого, с одной стороны, лежит теория автоматизированного логического проектирования дискретных управляющих систем, развитая в работах В.В. Девяткова, а с другой стороны теория параллельных взаимодействующих процессов, развитая в работах Р. Милнера. Основными новыми чертами этой декларативно-процессной методологии формализованной разработки являются следующие: Процессная часть дает возможность экспертного формального описания ОИ как совокупности иерархически организованных параллельных взаимодействующих последовательностных процессов на визуальном языке представления процессов или на адекватном ему символьном языке процессных выражений. Включая автоматическую проверку функциональной правильности ОИ, композиционных, оптимизирующих и эквивалентных преобразований формальных описаний. Декларативная часть дает возможность экспертной формулировки свойств ОИ в виде множества утверждений на языке временной модальной логики и их автоматической проверки, с помощью методов дедуктивного логического вывода.

Литература. **1.** Costa O., Friedewald M. Ambient Intelligence 2020 // The European Fresight Monitoring Network. Collection of EFMN Briefs. Part 1. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2008. P. 343-345. **2.** Ducatel K. et al. ISTAG: Scenarios for Ambient Intelligence in 2010 // Final Report, EC 2001, 56 p. **3.** Алфимцев А.Н. Разработка и исследование методов захвата, отслеживания и распознавания динамических жестов // диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана. Москва, 2008, 167 с. **4.** Harper R. et al. Being human: Human-computer interaction in the year 2020. Microsoft research Ltd, Cambridge, 2008, P. 32-51.

При поддержке гранта СП-687.2013.5 и госзадания №1204

Бабенко Я.В., Петрашенко А.В.
Національний технічний університет України "КПІ", ФПМ, Київ, Україна

Метод автоматизованого реферування тексту українською мовою з використанням генетичного алгоритму

У наш час зі стрімким збільшенням обсягу інформації, яку потрібно використовувати людині для роботи, актуальним є використання засобів автоматизованого реферування для задач підтримки прийняття управлінських рішень.

Існує два підходи для вирішення проблеми автоматизованого реферування [1]:

- Перший підхід базується на екстрагуванні з первинного документу найбільш важливих речень за формальними ознаками.
- Другий підхід базується на узагальненні інформації з первинного документу та генерації нового тексту реферату, який передає основний зміст документу.

Метод автоматизованого реферування тексту українською мовою з використанням генетичного алгоритму базується на першому підході. Для кожного речення обчислюється оціночний коефіцієнт кожної формальної ознаки цього речення: розташування у тексті, наявність ключових слів, довжина речення, подібність речення до заголовку [2].

Сумарна оцінка речення обчислюється, як зважена сума оціночних коефіцієнтів:.

$$s = \sum_{i=1}^{n} w_i * f_i$$

де f_i - обчислений оціночний коефіцієнт за формальною ознакою, w_i – значення ваги оціночного коефцієнту.

Речення, які мають найбільшу сумарну оцінку потрапляють до кінцевого реферату. Генетичний алгоритм дозволяє обчислити оптимальні значення ваг для кожного оціночного коефіцієнту.

Початкова популяція. Кожна хромосома початкової популяції представляє собою вектор ваг, які були обрані випадковим чином із заданого діапазону чисел.

Функція пристосованості. Обчислюється шляхом порівняння авторефератів з рефератами, які були створені експертами. Чим більше спільних речень між ними, тим вища точність роботи алгоритму реферування.

Селекція. На етапі селекції напряму до наступного покоління потрапляє задана кількість хромосом, яка отримала найвищі оцінки.

Схрещування та мутація. У схрещуванні беруть учать хромосоми з усієї популяції. Результатом є створення хромосом нової популяції. Після схрещування нащадки проходять через процедуру мутації, коли у хромосомі випадковим чином змінюється якесь одне значення.

Генетичний алгоритм виконується задану кількість ітерацій, після чого обирається хромосома з максимальним значенням функції пристосованості. Ця хромосома представляє собою вектор оптимальних ваг для визначення зваженої сумарної оцінки речень [3].

В роботі запропонована реалізація методу та досліджується ефективність застосування генетичного алгоритму до задачі автоматизованого реферування тексту українською мовою.

Література. **1.** D. R. Radev, E. Hovy, K. McKeown. "Introduction to the special issue on summarization". *Computational Linguistics*, vol.28, pp.399–408, 2002. **2.** M.A. Fattah, F. Ren. "Automatic text summarization". *International Journal of Computer Science*, pp.25-28, 2008. **3.** Y. Herdiyeni, A. Ridha, J. Adisantoso. "Text Feature Weighting for Summarization of Documents in Bahasa Indonesia Using Genetic Algorithm". *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, vol.9, pp.1-6, 2012.

Бідюк П.І., Сіленко В.В.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Автоматизований вибір прогнозуючих моделей у СППР

Вступ. Актуальність задачі. В роботі пропонується система підтримки прийняття рішень (СППР) для побудови моделей фінансово-економічних процесів (ФЕП) і автоматизованого вибору кращої прогнозуючої моделі за інтегрованим критерієм якості моделей і оцінок прогнозів. СППР реалізується з використанням методів прикладної статистики (кореляційний аналіз, аналіз якості даних, моделей і прогнозів, аналіз типів розподілів), регресійного аналізу (авторегресія, множинна регресія в лінійній та нелінійній постановках). Необхідність створення такої системи є актуальною, оскільки, по-перше, сучасні економічні процеси характеризуються ускладненням своєї поведінки з часом і використання моделей тільки одного типу недостатньо; по-друге, запропонована СППР дозволить гнучкіше виконувати аналіз ФЕП; по-третє, оцінки прогнозів необхідні для прийняття коректних рішень у різних галузях діяльності, і СППР можна розширити на економічні процеси різних типів. На рис. 1 наведено послідовність обробки даних у СППР. На рис. 2 пропонується архітектура СППР, де МС – мовна система, БЗД – база знань та даних, СОДГР – система обробки даних та генерування результатів, СПР – система представлення результатів.

Короткі теоретичні відомості. Самими популярними на сьогодні моделями для прогнозування процесів є такі [1]: регресійні моделі (наприклад, авторегресія з інтегрованим ковзним середнім); моделі у формі поліномів Колмогорова-Габора (метод групового врахування аргументів); нейронні мережі; нейро-нечіткі моделі; регресія на опорних векторах; ймовірнісні моделі байєсівського типу і т. ін. Оцінка прогнозу – це умовне математичне сподівання функції, яка дає можливість обчислювати майбутні значення основної змінної. Оцінка прогнозу характеризує якість методу прогнозування при використанні конкретної прогнозуючої моделі. Оцінки прогнозів необхідні: для систем автоматичного та автоматизованого керування для обчислення поточних похибок керування; для прийняття рішень в економіці та фінансах; для оцінювання фінансових, економічних, ринкових, технічних та інших ризиків; для оцінювання особистих рішень. Однією із основних задач, що виникають у прогнозуванні, є побудова моделей, адекватних досліджуваним ФЕП. Для розв'язання цієї задачі необхідно будувати СППР. СППР – це інтерактивна інформаційно-аналітична автоматизована система, яка, використовуючи знання експертів та відповідні статистичні і математичні методи, надає користувачу (особі, що приймає рішення (ОПР)) належну допомогу при прийнятті рішень стосовно розв'язання слабкоструктурованих або неструктурованих проблем: у пошуку інформації і створенні бази даних; у статистичній обробці даних, поданих у вигляді часових рядів, сформованих через постійний період дискретизації TS, або часових перерізів – даних, що характеризують об'єкт дослідження на вибраний момент часу; у побудові моделей різних типів; у розв'язанні оптимізаційних задач; у представленні результатів і даних у зручній для сприйняття формі [2]. Основними завданнями СППР є: підготовка даних (нелінійні нестаціонарні гетероскедастичні ФЕП) для ОПР



Рис. 1. Послідовність обробки даних у СППРа



Рис. 2. Архітектура СППР

(для цього використовуються підсистема вводу-виводу та підсистема збереження); надання рекомендацій ОПР щодо вибору кращої за множиною критеріїв прогнозуючої моделі (для цього використовуються підсистема збереження інформації та підсистема аналізу); виконання ґрунтовного та об'єктивного аналізу предметної області при прийнятті рішень в складних умовах.

Розв'язання задачі. Розглянемо структуру СППР для автоматизації вибору прогнозуючої моделі ФЕП. База даних поповнюється значеннями нелінійних нестаціонарних гетероскедастичних (зі змінною в часі дисперсією) процесів, що мають місце в економіці та фінансах (ВВП, індекс інфляції, ціноутворення активів, доходність і т.ін.). База знань поповнюється критеріями якості стосовно: даних і експертних оцінок, прогнозу (середньоквадратична похибка (СКП), середня абсолютна похибка у відсотках та коефіцієнт Тейла), моделей та альтернативних рішень. База знань також поповнюється інформацією про структуру та параметри моделі, алгоритмами обробки даних, концептуальною та оціночною (у деяких шкалах) експертною інформацією, можливими формами (графічна, таблична, цифрова, текстова) представлення результатів, інформацією про тип ФЕП (нелінійні нестаціонарні гетероскедастичні процеси). Структура моделі характеризується такими елементами: розмірність моделі, порядок моделі, час запізнення (лаг) і його фактична оцінка, яка відповідає конкретній постановці, нелінійність процесу та її тип (стосовно змінних або стосовно параметрів моделі), збурення і його тип (розподіл). На основі інформації, отриманої з бази знань, будується структура регресійної моделі для оцінювання короткострокових прогнозів. На основі експериментальних або статистичних даних, отриманих з бази даних, оцінюється структура моделі і її параметри (коефіцієнти) та обчислюються оцінки прогнозів. Для оцінювання структури моделі аналізується автокореляційна функція (АКФ), часткова автокореляційна функція (ЧАКФ), кореляційна матриця, оцінюється лаг і визначається тип збурення (тип розподілу). Якщо дані містять нелінійності, то вони також враховуються в структурі моделі. На кожному етапі обробки статистичних даних і експертних оцінок використовується відповідна множина критеріїв якості з метою вибору кращого рішення. В результаті ОПР обирає з множини альтернатив кращу альтернативу за множиною відповідних критеріїв. Якість рішень визначається за допомогою того критерію якості рішень, який визначається конкретною постановкою задачі. Для забезпечення автоматизованого вибору кращої моделі прогнозування використовується інтегральний критерій якості моделі, який враховує характеристики адекватності моделі і якості прогнозів. Приклад інтегрального критерію якості для автоматизованого вибору кращої прогнозуючої моделі наведено у статті [3]. Приклад побудови прогнозуючої авторегресійної моделі наведено у роботі [1].

Висновки. Розглянуто СППР для побудови регресійних моделей і їх застосування до оцінювання короткострокових прогнозів, яка реалізується у середовищі Matlab. Планується виконати порівняння (тестування) отриманих результатів з іншими системами (EViews, SAS) з метою аналізу якості побудованих моделей та оцінок прогнозів. У подальших дослідженнях планується розширення функцій СППР у напрямі: розширення типів економічних процесів; розширення множини критеріїв якості даних, моделей, прогнозів; розширення множини методів оцінювання параметрів моделей та множини функцій прогнозування ФЕП. Планується також додати до бази знань алгоритми інтелектуального аналізу даних, наприклад, нейронні та нейро-нечіткі мережі для прогнозування ФЕП, методи байєсівського аналізу даних для прогнозування та прийняття рішень з використанням параметрів розподілів (збурення моделі), у тому числі використання умовних розподілів ймовірностей змінних, які характеризують поведінку процесу.

Література. **1.** Бідюк П.І., Романенко В.Д., Тимощук О.Л. Аналіз часових рядів (навчальний посібник). – К.: Політехніка, 2013. – 607 с. **2.** Бідюк П.І., Коршевнюк Л.О. Проектування комп'ютерних інформаційних систем підтримки прийняття рішень. – К.: ННК "ІПСА" НТУУ "КПІ", 2012. – 390 с. **3.** Бідюк П.І. Адаптивне прогнозування фінансово-економічних процесів на основі принципів системного аналізу // Наукові вісті НТУУ «КПІ», 2009, № 5, с. 54-61.

Буров Є.В., Пасічник В.В.
Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна

Побудова програмних систем з використанням онтологічних моделей задач

Важливою науково-технічною проблемою галузі програмних систем є складність процесів створення, адміністрування, модифікації та підтримки таких систем. Зазначена проблема відображає фундаментальне протиріччя між змінним характером середовища в якому функціонує програмна система, відсутності його формального опису, та вимогами швидкої та безпомилкової адаптації складної програмної системи до цих змін.

Аналіз існуючих тенденцій розвитку інформаційних технологій, зокрема розвитку Інтернет та систем електронної комерції, глобалізація економіки, систем мобільного доступу, мережецентричних систем, показує, що темпи змін та складність самих програмних систем продовжує зростати. В цих умовах актуальною є розробка архітектурних підходів, методів та засобів, спрямованих на спрощення процесів побудови, модифікації та адміністрування програмних систем.

На вирішення загальної проблеми побудови програмних систем, здатних швидко адаптуватися до змін середовища функціювання спрямовані роботи декількох наукових та технологічних напрямів, зокрема сервісно-орієнтовані підходи до побудови таких систем (SOA), методології гнучкого проектування (Agile, extreme programming, Flexible software), модельно-орієнтовані архітектури (MDA) та ін.

Перспективним напрямком вирішення зазначеної проблеми є використання методів інженерії знань, зокрема, побудова та включення у програмний продукт формальної моделі предметної області у вигляді онтології. Водночас, складність предметної області знаходить своє відображення і у складності відповідної онтології. Складність створює суттєві проблеми у вирішенні задач створення, оновлення, модифікації, та валідації онтології, документування походження її елементів. Відомо, що людина може тримати у фокусі уваги одночасно відносно невелику кількість об'єктів (4-7)[1] . Тому, зі збільшенням розміру онтології, вирішувати задачі її менеджменту вручну стає усе важче.

Значно легші у менеджменті є простіші за структурою онтології задач[2], що розглядають сутності та відношення предметної області в контексті рішення конкретних задач. Невелика складність онтологій задач дозволяє експерту охопити всі релевантні для задачі риси предметної області та відстежувати їх залежності, якщо предметна область змінилася.

Історично, онтології задач були запропоновані в результаті розвитку наукового напрямку аналізу задач (task analysis). Методи аналізу задач використовуються для визначення та формалізації усіх факторів, що впливають та використовуються в процесі вирішення задачі експертом. Такі методи широко застосовуються для проектування інтерфейсів комп'ютерних програм, в експертних системах, системах підтримки прийняття рішень [3].

Головним завданням цього напряму є аналіз та специфікація складових частин задачі, визначення її структури та обмежень. Це дозволяє експерту краще зрозуміти задачу, виявити свої помилки та упущення, змоделювати процес вирішення задачі та оцінити результати, передати свої знання іншим експертам та спроектувати комп'ютерний інтерфейс для її вирішення.

На відміну від інших типів онтологій, таких як загальні або онтології предметних областей, онтології задач будуються окремо для класів подібних задач, у них важливим є концепт мети, пов'язаний з задачею та його формалізація, ці онтології використовують концепт дії [4] та забезпечують виконання (або моделювання виконання) дії.

Існуючі дослідження в галузі онтологій задач в значній мірі розглядають побудову онтологій для окремих класів задач [5]. При такому підході виникають обмеження на переносимість та повторне використання онтологій для вирішення задач в інших предметних областях, так як трактування одних і тих самих сутностей різними онтологіями задач буде різним. Онтологія задачі побудована на основі сутностей і відношень онтології предметної області залежить від

неї. Для відображення цієї залежності та уникнення двозначностей будемо називати онтології задач, побудовані на основі певної загальної онтології предметної області, онтологічними моделями на відміну від незалежних онтологій задач.

Онтологія подана формально, з застосуванням математичного апарату алгебри систем[6] - це кортеж з множинами, що належать доменам концептів з атрибутами E, відношень Rl та обмежень (або аксіом) з булевого домену Cs:

$$On =< E, Rl, Cs >$$

Онтологічна модель задачі On_t – це кортеж, що містить множини сутностей E_t, відношень Rl_t та обмежень Cs_t доповнені множиною дій Ac_t:

$$On_t =< E_t, Rl_t, Cs_t, Ac_t >$$

Аналіз ефективності застосування онтологічних моделей для побудови програмних систем проведено як оцінювання ступеня підвищення якості програмного забезпечення в результаті використання онтологічних моделей на всіх етапах його життєвого циклу [7]. Так, на етапі аналізу та розробки архітектури реалізується повторне використання результатів концептуалізації, що дозволяє не тільки спростити, але й зменшити кількість помилок концептуалізації. На етапі дизайну та кодування використання моделей дозволяє повторно використати код та структури даних подані у моделях. Під час тестування системи обсяги тестування зменшуються за рахунок зменшення кількості сценаріїв тестування. На етапі підтримки та експлуатації програмного продукту при зміні бізнесового середовища адаптація системи порівняно з традиційними підходами спрощується, адже змінити необхідно тільки відносно невелику кількість моделей .

Система онтологічного моделювання з використанням моделей задач складається з бази знань в яку входять онтологія та інформаційна база, репозиторій моделей. Функціювання системи підтримується набором сервісів. Наприклад, *Менеджер виконання моделей* керує виконанням моделей, *Брокер* взаємодії моделей дозволяє одній моделі викликати іншу, ініціалізувати її та запустити на виконання. Система моделювання реагує та опрацьовує визначені типи подій у предметній області.

Для вивчення практичних аспектів реалізації інтелектуальних систем на базі онтологічних моделей було розроблено програмний прототип системи моделювання, що реалізує функції створення онтології та онтологічних моделей, проведення моделювання для визначених класів задач.

Застосування запропонованого підходу до моделювання вирішення задач у ряді предметних областей, зокрема галузі розробки програмного забезпечення продемонструвало перспективність запропонованого підходу.

Література. **1.** Ю. Гиппенрейтер and В. Романов, Психология внимания, Серия: Хре. М: Че-Ро, 2001, p. 858. **2.** M. Van Welie, G. C. Van Der Veer, and A. Eliëns, “An Ontology for Task World Models,” Methods, vol. 98, pp. 57–70, 1998. **3.** P. Johnson, H. Johnson, R. Waddington, and A. Shouls, “Task-Related Knowledge Structures: Analysis , Modelling and Application,” Knowl. Creat. Diffus. Util., pp. 35–62, 1988. **4.** P. Taylor, M. Raubal, and W. Kuhn, “Ontology-Based Task Simulation,” Spat. Cogn. Comput., vol. 4, no. 917247301, pp. 15–37, 2004. **5.** K. Seta, K. Koyama, Y. Hayashi, and M. Ikeda, “Building ontologies for conceptual model management,” WSEAS Trans. Inf. Sci. Appl., vol. 3, no. 3, pp. 546–553, 2006. **6.** B. Koo, W. L. Simmons, and E. F. Crawley, “Algebra of Systems: A Metalanguage for Model Synthesis and Evaluation,” IEEE Trans. Syst. Man, Cybern. - Part A Syst. Humans, vol. 39, no. 3, 2009. **7.** Є. В. Буров, “Ефективність застосування онтологічних моделей для побудови програмних систем,” Математичні машини та системи, no. 1, pp. 44–53, 2013.

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Волошин Н.В.
Институт проблем моделирования в энергетике им. Г.Е.Пухова НАН Украины, Киев, Украина

Автоматическое распознавание сложных структур

В общем случае распознавание образов – это отнесение исходных данных к определенному классу с помощью выделения существенных признаков, характеризующих эти данные, из общей массы несущественных данных. Под распознанием также подразумевается имитация машиной свойственного человеку умения классифицировать воспринимаемые ощущения.

Человек, воспринимая явления внешнего мира, классифицирует их, т.е. разбивает на классы «похожих», но не тождественных явлений, наделяя каждый класс специальным наименованием. Такое разбивание человек может производить не только по отношению к ранее виденным объектам, но и по отношению к объектам, ранее не виденным. Именно благодаря этому человек умеет с легкостью читать написанный и напечатанный текст, а также определять что перед ним именно кошка вне зависимости от породы.

Задача распознавания представляет собой отношение: $Z \subseteq I^{in} \times I^{out}$. Для задачи распознавания образов с обучением необходимо еще зафиксировать содержание и способ представления I^{in} и I^{out}. Будем предполагать, что I^{in} представляет собой информацию о некотором множестве объектов, разбитую на классы (их число конечно). Способ представления информации для I^{in} – прецедентный, а для Z известна лишь часть информации (обучающая и контрольная выборки). Что касается второго элемента I^{out}, то здесь речь идет только о метках (или индексах) классов.

В рамках эвристических алгоритмов установить такое соотношение даже в некотором локальном смысле, как правило, не представляется возможным. В попытке преодолеть это ограничение, был предложен подход к распознаванию с использованием интрофизического метода. Входные данные формируются с использованием локальных бинарных шаблонов (ЛБШ).

Любое изображение представляет собой матрицу пикселей, ячейки которой могут принимать значения, соответствующие цвету пикселя. ЛБШ определяется для каждого пикселя в качестве порога для соседних пикселей, а также в виде бинарной строчки бит. Оператор ЛБШ, который применяется к пикселю изображения, использует восемь точек очертания, принимая центральный пиксель в качестве порога. Пиксели, которые имеют значение больше, чем центральный пиксель или равны ему, принимают значение «1», те, которые, меньше центрального, принимают значение «0». Из полученного восьмиразрядного двоичного кода формируется гистограмма изображения. Изображение разбивается на $k \times k$ областей. Для представления глобального описания изображения, все гистограммы областей объединяются в одну гистограмму. Повышению надежности распознавания способствуют эталонные матрицы, которые формируются на основе матриц фиксированных размеров пикселей. Последние формируются на основе описанных гистограмм.

Для классификации изображений используется расстояния между гистограммами изображений S и M:

$$\lambda^2(S,M) = \sum_{j=1}^{k} \left(\sum_{i=1}^{k} \frac{(S_{i,j} - M_{i,j})^2}{S_{i,j} + M_{i,j}} \right) \tag{1}$$

На основе расстояний (1) строится статистическая выборка, которая позволяет оценить события проявления объекта (D_0), а также условия ($b_j, j = \overline{1,n}$):

$$p_0 = p(D_0)$$
$$p_j = p(D_0/b_j), \qquad j = \overline{1,n}$$

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Потом рассчитывается определенность системы по отношению к этим проявлениям:

$$d_j = \begin{cases} +0.5 \cdot \sqrt{\frac{p_j}{1-p_i} + \frac{1-p_j}{p_i} - 2} & p_j \geqslant 0.5 \\ -0.5 \cdot \sqrt{\frac{p_j}{1-p_i} + \frac{1-p_j}{p_i} - 2} & p_j < 0.5 \end{cases} \tag{2}$$

По определенности системы (2) рассчитывается ее информированность:

$$i_j = \sqrt{d_j^2 + 1} \qquad j = \overline{0,n} \tag{3}$$

Вычисляется суммарное, по всем действиям на систему, приращение определенности действия системы. При этом используется интрофомационное представление изменения импульса объектов:

$$\Delta d^P = i_0 \sum_{j=1}^{n} d_j - d_0 \sum_{j=1}^{n} i_j \tag{4}$$

, либо интроформационное представление изменения кинетической энергии:

$$\Delta d^E = \begin{cases} +\sqrt{\frac{\alpha^2}{2} + \sqrt{\frac{\alpha^4}{4} + \alpha^2}}, & sgn\left(\sum_{j=1}^{n}(d_j \cdot i_0 - d_0 \cdot i_j)\right) \geqslant 0 \\ -\sqrt{\frac{\alpha^2}{2} + \sqrt{\frac{\alpha^4}{4} + \alpha^2}}, & sgn\left(\sum_{j=1}^{n}(d_j \cdot i_0 - d_0 \cdot i_j)\right) < 0 \end{cases} \tag{5}$$

, где

$$\alpha = \sum_{j=1}^{n} \left[sgn\left((d_j \cdot i_0 - d_0 \cdot i_j)\right) \cdot \frac{(d_j \cdot i_0 - d_0 \cdot i_j)^2}{\sqrt{(d_j \cdot i_0 - d_0 \cdot i_j)^2 + 1}} \right] \tag{6}$$

На основе интроформационного представления (4) либо (5) вычисляется приращение информированности системы:

$$\Delta i = \sqrt{\Delta d^2 + 1} \tag{7}$$

Потом вычисляется новая определенность действий системы:

$$d_{\sum} = \Delta d \cdot i_0 + d_0 \cdot \Delta i \tag{8}$$

и новая информированность действия системы:

$$i_{\sum} = \sqrt{d_{\sum}^2 + 1} \tag{9}$$

Потом вычисляется соответствующее физическим законам вероятности действие системы:

$$p_{\sum} = p(D_0/b_1, ..., b_j, ..., b_n) \approx 0.5 + \frac{d_{\sum}}{2 \cdot i_{\sum}} \tag{10}$$

Решение задачи распознавания – это процесс, конечной целью которого является установление точной аналитической характеризации классов. В настоящее время уже во многих областях техники используются различные автоматы и устройства, более или менее удачно решающие задачу распознавания. К таким устройствам можно отнести и систему управления голосом, и распознавание рукописного текста, и распознавание отпечатков пальца сенсором телефона, и многое другое. В данной статье рассмотрен универсальный подход к распознаванию сложных структур на основе опыта системы. Такое решение позволяет строить системы идентификации, которые по своему механизму подобны к природному поведению живых организмов. Что, в свою очередь, позволяет применять такой подход к широкому спектру задач компьютерной идентификации и компьютерному зрению в частности

Гнинюк О.В. *— рецензент Дідковська М.В.*
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Колаборативна фільтрація з розширенням контенту

Більшість рекомендаційних систем використовують колаборативну фільтрацію або фільтрацію на основі контенту. Кожен з цих методів має свої переваги, але окремо вони не спроможні дати хорошу рекомендацію в багатьох ситуаціях. Поєднуючи компоненти кожного з підходів було отримано гібридний алгоритм - колаборативна фільтрація з розширенням контенту (КФРК), що долає недоліки кожного з них.

В КФРК спочатку створюється вектор псевдорейтингу для кожного користувача u в базі даних. Вектор псевдорейтингу v_u складається із рейтингу самого елемента оціненого користувачем, та отриманих значень із прогнозу основаному на контенті: $v_{ui}{=}r_{ui}$, якщо користувач u оцінив елемент i (r_{ui} – реальний рейтинг) та $v_{ui}{=}c_{ui}$ в іншому випадку (c_{ui} – прогноз отриманий на основі контенту). Таким чином ми позбавляємось розрідженості оціночної матриці. [1]

Передбачення для активного користувача розраховується як зважена сума усереднених голосів n найкращих сусідів цього користувача. В даному підході, також додається до сусідства псевдоактивний користувач. Тому потрібно його зробити більш важливим в порівнянні з іншими сусідами.

Для активного користувача нормально мати сильно скорельованих сусідів, в яких мало спільно оцінених елементів. Такі сусіди мають тенденцію давати поганий прогноз. Щоб зменшити ціну кореляції спільно оцінених елементів, значення кореляції домножується на ваговий фактор значення $sg_{a,u}$. Оскільки до множини сусідів був включений також сам псевдоактивний користувач, то для збільшення впевненості в тому, що було отримане чисте передбачення на основі контенту для активного користувача додається самозважуючий фактор sw_a. [1, 2]

Таким чином передбачення для активного користувача визначається по формулі:

$$p_{a,i} = \overline{v}_a + \frac{sw_a(c_{a,i} - \overline{v}_a) + \sum_{u=1}^{n} hw_{a,u}p_{a,u}\ (v_{u,i} - \overline{v}_u)}{sw_a + \sum_{u=1}^{n} hw_{a,u}p_{a,u}}$$

де $c_{a,i}$ представляє собою передбачення побудоване за допомогою фільтрації на основі контенту для активного користувача відносно елемента i;

$v_{a,i}$ - псевдооцінка для активного користувача відносно елемента i;

$\overline{v}_u$ – середнє значення для всіх елементів цього користувача;

$hw_{a,u}$ - гібридний кореляційний ваговий коефіцієнт; знаменник слугує для нормалізації всіх вагових коефіцієнтів. [3]

Проведені експерименти визначення середньої абсолютної похибки та операційної характеристики користувача показали, що КФРК дає точніші результати в порівнянні зі звичайними методами фільтрації контенту. Але певною мірою залишається проблема першопроходця, пов'язана з використанням методу колаборативної фільтрації, тобто елемент не може бути рекомендованим до моменту оцінки його користувачем. Все ж таки у випадку, коли користувачі оцінили досить велику кількість елементів в порівнянні з активним користувачем і мають високу скорельованність, то передбачення на основі даних їх профайлів можна вважати коректними.

Література. 1. Программируем коллективный разум. – Пер. с англ. – СПб: Символ-Плюс,2008. – 368 с., ил. **2.** Peter Forbes, Mu Zhu«Content-boosted Matrix Factorization for RecommenderSystems: Experiments with Recipe Recommendation» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2043979. **3.** Prem Melville and Raymond J. Mooney and Ramadass Nagarajan «Content-Boosted Collaborative Filtering for Improved Recommendations» // Proceedings of the Eighteenth National Conference on Artificial Intelligence(AAAI-2002),pp. 187-192, Edmonton, Canada, July 2002.

Дивнич М.Ю. *— рецензент Зайченко О.Ю.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Уточнена модель прогнозування рекламних рейтингів на основі нечіткого методу группового урахування аргументів (НМГУА)

Важливою і невід'ємною складовою стратегічного планування в рекламі є визначення необхідного бюджету. Для визначення в який період найвигідніше буде розміщувати рекламу в роботі використовується нечіткий метод групового урахування аргументів (НМГУА) [1]. Він дає кращі результати з-поміж інших методів прогнозування, таких як авторегресія, множинна регресія або подібних їм. Це було доведено експериментально у попередніх роботах [2,3].

Оскільки абсолютно точно передбачити рейтинги програм і тайм-слотів на кілька тижнів, а то й місяців вперед, при відсутності стабільної сітки мовлення, практично неможливо, то, як правило, в умовах розміщення реклами по рейтингам GRP обмовляється пункт, згідно з яким відхилення в межах ± 5 -15% від прогнозу є допустимими. І у випадку перебору або недобору в цих межах зобов'язання вважаються виконаними. В інших випадках, перебір або недобір можуть бути компенсовані в наступному місяці (в такій рекламній кампанії), без будь-яких взаємних претензій.

Для безпосереднього розрахунку планованої кількості рейтингів використовуюсься НМГУА:

$$\min_{a_i,c_i}(c_0 * M + c_1 \sum_{k=1}^{M} |x_{ki}| \ + c_2 \sum_{k=1}^{M} |x_{kj}| \ ), \tag{1}$$

За умов:

$$\begin{gathered}(a_3 - a_4) + (a_5 - a_6)x_{ki} + (a_7 - a_8)x_{kj} - c_0 - c_1|x_{ki}| - c_2|x_{kj}| \leqslant y_k \\ (a_3 - a_4) + (a_5 - a_6)x_{ki} + (a_7 - a_8)x_{kj} + c_0 + c_1|x_{ki}| + c_2|x_{kj}| \geqslant y_k \\ c_l \geqslant 0, l = \overline{0,5} \\ a_s \geqslant 0, s = \overline{3,8}\end{gathered} \tag{2}$$

Де:

a_i - центр інтервалу нечіткого числа A_i

c_i - ширина інтервалу нечіткого числа A_i

x_{ki} - вхідна навчальна вибірка, рейтинги телеканалу за минулі роки

y_k - відомі нам вихідні значення поточного року

Для аналізу розрахунку вартості рекламної кампанії було обрано рекламу «Ferero Rocher» , яка проходила на 10, 11 тижні. Для наочності були обрані найбільш рейтинговий телеканали - ICTV, Інтер, Новий канал, СТБ.

Для безпосереднього розрахунку вартості рекламної кампанії потрібен розрахунок таких коефіцієнтів:

• планована кількість рейтингів GRP-planned – отримуємо за допомогою НМГУА, беручи дані потрібних тижнів 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 і 2014 років;

• зважена кількість рейтингів WGRP-planned = GRP-planned*Length, де Length – коефіцієнт довжини ролику, який затверджений телеканалами і є табличною величиною;

• планована вартість виходу ролику Planned-cost = WGRP-planned* CPP, де CPP – вартість одного пункту рейтингу, вона є різною для кожного телеканалу, залежить від номера тижня року і від часу доби, коли виходить рекламне повідомлення;

• фактична кількість рейтингів GRP-Gfk – отримуємо реально набрані рейтинги з офіційних джерел компанії по закінченню тижня;

• фактична зважена кількість рейтингів WGRP-Gfk = GRP-Gfk* Length;

• фактично отримана вартість виходу ролику Cost-Gfk = WGRP-Gfk* CPP;

• різниця між сумарною планованою вартістю кампанії і фактично отриманою

$$Diff = \sum_{k=1}^{n} Planned_cost \ - \sum_{k=1}^{n} Cost_Gfk \quad (3)$$

• допустиме відхилення Dev = Cost-Gfk*10

На останньому етапі перевіряємо чи не перевищує значення Diff допустиме значення Dev.

Для аналізу якості моделі використовувались наступні статистичні характеристики:

• R-squared – коефіцієнт множинної детермінації, чим більше його значення наближається до 0, тим краще модель.

• RSS – сума квадратів похибок моделі, чим менше її значення, тим краща модель.

• DW – статистика Дарбіна-Уотсона, потрібно, щоб значення наближалось до 2.

• AIC – інформаційний критерій Акайке, чим меншне значення, тим краща модель.

Для аналізу якості прогнозу використовувались наступні статистичні характеристики:

• RMSE – середньоквадратична похибка, чим ближче значення до 0, тим кращий прогноз отримано.

• MAPE – середня абсолютна похибка у відсотках

• Theil IC – коефіцієнт Тейла.

Для уточнення моделі проводиться попередня обробка даних і аналізуються дані за попередні 4 тижні перед прогнозованим: якщо помітна тенденція різкого зростання, а потім спаду рейтингів, то в залежності від різниці рейтингового коефіцієту за тиждень дані або нормуються, або усереднюються за декілька тижнів, або беруться вибірково через декілька тижнів.

В результаті проведеного дослідження було виявлено, що рекламна кампанія, розрахована за такими даними має відхилення за всіма телеканалами 2,12% (для ICTV – 4,14%, для Інтера – 0,67%, для Нового канала – 2,22%, для СТБ – 2,01%) від реально отриманої вартості.

Табл. 1. Отримане за допомогою НМГУА відхилення по обраним телеканалам

	ICTV	Inter	New	STB
Diff	23169,22 UAH	498,58 UAH	5366,98 UAH	5504,62 UAH
Dev	27996,64 UAH	3716,85 UAH	12107,32 UAH	13693,99 UAH
%	4,14%	0,67%	2,22%	2,01%

В ході роботи розроблено ІСППР, яка дозволяє здійснювати попередню обробку даних для покращення роботи класичної моделі НМГУА; дозволяє прогнозувати рекламні рейтинги GRP і TRP, на основі спрогнозованих показників рекламних рейтингів в залежності від заданого бюджету, цільової аудиторії, часового періоду і кількості рейтингів, які потрібно набрати, пропонує розміщення рекламних роликів таким чином, щоб знизити вартість затрат на досягнення цільової аудиторії, обраної клієнтом [4]. В доповіді наведено та проаналізовано отримані результати.

Література. **1.** 1. Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах — К.: Слово, 2008. – 341 с. **2.** 2. Мізерака М.Ю. Порівняння розрахунку вартості рекламної кампанії за допомогою нечіткого методу групового урахування аргументів (НМГУА) та авторегресії (АР) // Системні науки та кібернетика. – 2012. – №4. **3.** 3. Зайченко О.Ю., Мізерака М.Ю. Порівняння розрахунку вартості рекламної кампанії із використанням нечіткого методу групового урахування аргументів (НМГУА) та множинної регресії (МР) // Наукові праці ОНАХТ. – 2012. – №42(1). **4.** 4. Дивнич М.Ю. Планування рекламної кампанії на телебаченні // Інформаційні технології і автоматизація. – 2012.

Дмитриенко В.Д., Заковоротный А.Ю.
Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", Харьков, Украина

Нейронные сети для решения задач с несколькими решениями

Нейронные сети широко и успешно применяются для решения разнообразных задач распознавания и классификации изображений. Однако известные системы распознавания и классификации на основе нейронных сетей имеют существенный недостаток они, как правило, не могут распознавать и классифицировать изображения, находящиеся на границах или пересечениях двух или большего числа классов. В связи с этим актуальна разработка новых нейронных сетей, позволяющих решать указанные задачи. В данном докладе предлагаются модификации известных нейронных сетей для решения этих задач.

Известна нейронная сеть Хемминга для распознавания и классификации черно-белых изображений, которая относит входное изображение к одному из известных классов, если оно находится на минимальном расстоянии Хемминга от одного эталонного изображения, хранящегося в памяти сети. Если входное изображение находится на одинаковом минимальном расстоянии Хемминга от двух или большего числа эталонных изображений, то нейронная сеть не может классифицировать входное изображение. В этом случае нулевые сигналы на всех ее выходах только указывают на то, что входное изображение по расстоянию Хемминга может быть отнесено к двум или большему числу классов изображений. Разработаны модификации архитектуры и алгоритмов функционирования нейронной сети Хемминга, позволяющие классифицировать входные изображения, находящиеся на границах двух или большего числа классов.

В нейронной сети Хемминга эталонные изображения хранятся с помощью отдельных нейронов. Этим же свойством обладают и дискретные нейронные сети адаптивной резонансной теории АРТ-1. Однако в этих сетях мера близости входных изображений и изображений, хранящихся в памяти сети, определяется не с помощью расстояния Хемминга, а специальным параметром сходства, учитывающим число совпадающих единичных элементов в сравниваемых изображениях. Если входное изображение может быть отнесено к двум или большему числу классов, то оно относится к тому классу, представитель которого хранится в памяти распознающего нейрона, имеющего наименьший индекс, то есть получаемое решение зависит от процесса обучения нейронной сети. Путем введения в нейронную сеть АРТ-1 дополнительного слоя нейронов разработана модификация дискретной нейронной сети адаптивной резонансной теории, способная определять одно или несколько решений (если они имеются).

Результаты, полученные для дискретных сетей АРТ-1, обобщены и использованы для разработки архитектур и алгоритмов функционирования непрерывных нейронных сетей адаптивной резонансной теории [1].

В нейронных сетях Хемминга и адаптивной резонансной теории информация об эталонных представителях классов изображений хранится с помощью отдельных нейронов, что существенно облегчает разработку архитектур и алгоритмов функционирования сетей, способных определять несколько решений. Однако в большинстве нейронных сетей указанная информация хранится с помощью многих или даже всех нейронов, что затрудняет разработку новых сетей, способных решать задачи с несколькими решениями. К таким сетям относятся, например, нейронная сеть Хебба, персептроны, ассоциативная память и т.д. В докладе предлагаются архитектура и алгоритмы функционирования модифицированной дискретной сети Хебба, способной определять несколько решений. Полученные результаты обобщаются на наиболее часто применяемые нейронные сети - персептроны с нейронами, имеющими непрерывные функции активации.

Литература. 1. Дмитриенко В.Д. Моделирование и оптимизация процессов управления движением дизель-поездов / В.Д. Дмитриенко, А.Ю. Заковоротный. – Х.: Изд. центр "НТМТ", 2013. – 248 с.

Ерофеева Е.А.
Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины, Гомель, Беларусь

Идея и этапы реализации метода имитационного моделирования процессов обработки вагонопотоков на станциях

Описана идея метода моделирования процессов обработки вагонопотоков на железнодорожных станциях и кратко приведены основные этапы реализации метода.

Идея метода. При построении имитационной модели технологического процесса переработки транзитного вагонопотока на железнодорожной сортировочной станции предлагается реализовать высокий уровень детализации технологических операций, структуры динамических единиц входного потока и правил их разборки, накопления, сборки. Требуемый уровень детализации логически приводит метод имитационного моделирования технологического процесса переработки транзитных вагонопотоков на железнодорожных станциях к декомпозиции системы на компоненты, процессы и активности, что позволяет обеспечить сходство структуры модели и объекта исследования на основе транзактно-процессной схемы организации квазипараллелизма.

В основу метода положены следующие идеи:

1. декомпозиция системы на компоненты, процессы и активности на основе транзактно-процессного способа формализации;
2. использование методологии функционального моделирования (IDEF0) для представления алгоритмов функционирования и взаимодействия компонент модели;
3. использование эвристических принципов анализа и проектирования для составления программных средств автоматизации имитационного моделирования.

Схема транзактно-процессной реализации квазипараллелизма выполнения операций выглядит следующим образом: в качестве компонента $К_i$ выступает динамическая единица транспортного потока – состав поезда, состоящий из групп вагонов, как сложносоставной транзакт; функциональное действие $ФД_j$ – технологическая операция; активность $А_{ij}$ – пара: функциональное действия $ФД_j$ и компонент $К_i$; процесс $П_{ij}$ – выполнение активности $А_{ij}$ с использованием ресурсов и порождение новых активностей. Основной механизм, управляющий активностями и процессами, реализован управляющей программой моделирования (simManager – Simulation Manager). Механизм распределения ресурсов реализован системой распределения ресурсов (RAS – Resource Allocation System). Механизм накопления вагонов на состав – системой управления накоплением (DPUL – Double Pul). Механизм распределения ресурсов реализован системой распределения ресурсов (RAS – Resource Allocation System). Механизм накопления вагонов на состав – системой управления накоплением (DPUL – Double Pul) [1].

Основные этапы метода. Предлагаемый метод представляет собой адаптацию общего метода создания и использования имитационных моделей сложных систем для рассматриваемой предметной области и включает в себя следующие основные этапы.

На первом этапе **составления содержательного описания** в качестве исходной технической информации используется типовой технологический процесс железнодорожной сортировочной станции и описание входящего транспортного потока.

Второй этап, **формализация технологического процесса и вагонопотоков**, включает в себя следующие действия:

1. Представление поездов поступающих в расформирование как потока трехуровневых информационных транзактов.
2. Представление технологического процесса в виде графа операций.
3. Составление списков ресурсов и увязка их с графом технологических операций.
4. Представление системы управления накоплением и формированием поездов в виде пулов.
5. Составление списка откликов имитационной модели и правил их формирования.

Третий этап, **создание программных средств имитационного моделирования**, состоит из последовательности шагов:

1. Разработка объектной модели технологического процесса и вагонопотока, построение иерархий наследования и вложенности, декларирование свойств и методов объектов.
2. Разработка алгоритмов имитации и средств построения имитационных моделей.
3. Построение имитационной модели выбранного объекта.
4. Оценка технологических характеристик модели:
   - верификация,
   - оценка точности,
   - нахождение длины переходного периода,
   - проверка устойчивости,
   - оценка чувствительности,
   - проверка адекватности.

На четвертом этапе, **разработка технологии решения задач эксплуатации станции**, необходимо выделить *производственные задачи*:

1. Определение элементов ограничивающих пропускную и перерабатывающую способности станции [2];
2. Исследование варьирования показателей работы станции при изменении параметров тех. процесса или входного потока;
3. Нормирование эксплуатационных показателей работы станции [3].

И для выделенных задач *разработать методики их решения*:

1. при изменении параметров входящего потока;
2. с изменением состава и количества ресурсов;
3. с изменением управляющих характеристик тех. процесса.

Процесс моделирования является итерационным. На каждом этапе возможен возврат на предыдущие для корректировки и уточнения их результатов.

Выводы. В предложенном методе имитационного моделирования технологического процесса переработки транзитного вагонопотока на железнодорожной станции, учтены особенности технологии: выполнение условной последовательности технологических операций с составом поезда, при использовании различных ресурсов; возможность выбора используемых ресурсов в зависимости от типа состава; расформирование прибывающих составов на вагоны, накопление вагонов в соответствии со специализацией путей сортировочного парка, формирование новых составов в соответствии с планом формирования; при этом правила формирования составов представлены управляемым параметром, имеют сложную структуру и используют информацию о логистических характеристиках вагонов.

Литература. **1.** Ерофеева Е.А. Применение эвристических принципов проектирования при разработке средств автоматизации имитационного моделирования // Информационные системы и технологии (IST'2009): материалы V междунар. конф.-форума: в 2 т., Минск, 16–17 ноября 2009 г. / Академия управления при Президенте Республики Беларусь, БГУ. Минск, 2009. Т. 1. С. 70–73. **2.** Ерофеева Е.А., Ратобыльская Д.В. Определение резервов пропускной и перерабатывающей способностей железнодорожной сети на основе имитационного моделирования // Известия Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины. 2010. № 5. С. 26–31. **3.** 3–А. Ерофеева Е.А. Этапы применения имитационных моделей станций для расчета нормативных значений простоев вагонов // Проблемы физики, математики и техники. 2013. № 1. С. 96–100.

Заворотный Е.В. *— рецензент Шубенкова И.А.*
Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина

Применение временных рядов для оценки возможности прогнозирования случайных процессов

Для того чтобы принимать решение по управлению ликвидностью, рисками, торговыми операциями необходимо прогнозировать динамику хода финансовых процессов.

Возникает необходимость разработки методики анализа процессов с целью оценки возможности и эффективности применения тех или иных методов для прогнозирования поведения процессов.

В последнее время разработана теория нескольких методов фрактального анализа случайных процессов, позволяющих определять локальные стационарности временных рядов[1]. Это определило необходимость разработки программного продукта и самой методики интегрального анализа временных рядов.

Целью работы является решение задачи предпрогнозного анализа случайных процессов для принятия решения относительно самой возможности прогнозирования их поведения. Для этого необходимо разработать прикладную методику оценки возможности прогнозирования случайных процессов. На основе разработанного программного продукта осуществить экспериментальную проверку предложенной методики, и оценку перспектив прогнозирования курсов валют и остатков на корреспондентских счетах клиентов конкретных банков.

Объект исследования являются временные ряды курсов валют, остатки на корреспондентских счетах физических и юридических лиц.

Предмет исследования - идентификация и анализ локальной фрактальности временных рядов с помощью известных методов: R/S-анализа[2] и Дубовикова-Старченко[3] и разработанных вариационных методов.

Разработан программный продукт позволяющий использовать в комплексе методики R/S анализа, Дубовикова-Старченко, разработанных методов и определять:

- участки фрактальной стационарности, то есть участков, на которых процесс сохраняет структуру поведения (существуют ли такие участки в исследуемом временном ряде);
- долю стационарных участков в общей длине временного ряда;
- длину участков фрактальной стационарности временного ряда.

В основу разработанных методов положено вариацию функции как меру волатильности. Волатильность или изменчивость процесса определятся двумя показателями: размахом процесса - разницей между максимальными и минимальными значениями амплитуд процесса и частотой смены амплитуд на некотором интервале наблюдений. Волатильность является важнейшим показателем при управлении рисками и при торговле финансовыми инструментами так как именно она определяет степень риска использования финансового инструмента в течение некоторого временного интервала.

Все три метода фрактального анализа показали, что исследуемые временные ряды интервально стационарные, при этом длины интервалов стационарности даже для одного и того же ряда разные. Отсюда следует, что для принятия решений о возможности прогнозирования поведения любого процесса и выборе методов прогноза необходим предпрогнозный анализ стационарности его поведения.

В связи с этим, следует необходимость системных исследований свойств случайных процессов для разработки эффективной комплексной методики оценки фрактальности временных рядов, которые генерируют объекты изменяющие свои глобальные свойства.

Литература. **1.** Э. Петерс, Фрактальный анализ финансовых рынков. Применение теории Хаоса в инвестициях и экономике, М.: Интернет-трейдинг, 2004. **2.** Э.Петерс, Хаос и порядок на рынках капитала, Издательство: Мир ISBN 5-03-003356-4, 0-471-13938-6, 2000. **3.** Старченко Н.В., Индекс фрактальности и локальный анализ хаотических временных рядов, диссертация Москва 2005

Зайченко Е.Ю.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Оперативное управление потоками в компьютерных сетях с технологией MPLS

В последние годы задачи разработки моделей и методов для оптимального управления трафиком (Traffic engineering-TE) в сетях с перспективной технологией многопротокольной коммутации меток (MPLS) представляют большой интерес в связи с широким практическим внедрением этой технологии в глобальных компьютерных сетях в развитых странах, в том числе и в Украине. Оперативное управление трафиками различных классов сервиса в сетях MPLS реализуется маршрутизаторах сети, так называемых LSR (Label switching routers), в которых реализованы дополнительные функции TE. LSR с функциями инжиниринга трафика имеют две отдельные базы данных: традиционную Link-state Database (LSD) и специальную Traffic Engineering Database (TED) для реализации функций управления трафиком. Управление трафиком осуществляется путем ремаршрутизации потоков, передаваемых по виртуальным путям, так называемым LSP (Label switching pathes) в случае перегрузок, вызванных отказами оборудования или каналов связи.

В работе сформулирована постановка задачи оптимальной ремаршрутизации трафиков в сети MPLS, приводится ее математическая модель и алгоритм решения.

Пусть задана сеть MPLS, ее структура, заданы также пропускные способности (ПС) всех каналов связи(КС), матрица требований H_Σ в передаче информации между всеми узлами сети, распределение потоков всех классов $F(k) = [f_{rs}(k)]$, где $F_{rs}(k)$ - величина потока класса k, передаваемого по КС (r, s) и соответствующего матрице $H_\Sigma(k)$.

Введены также ограничения на значения показателя качества (QoS) для всех классов в виде ограничения на среднюю задержку пакетов k-го класса (сек.).

Известны также маршруты коммутации меток LSP $\{\Pi_{ij}(k)\}$ для каждого соединения (пары) (i, j), которые устанавливаются с помощью протокола RSVP или SNMP [1].

Допустим, что отказал некоторый КС. Требуется реконфигурировать все маршруты отказавшего соединения КС таким образом, чтобы в максимальной степени удовлетворить соответствующие требования, получившие отказ в обслуживании при сохранении остальных соединений по объему трафика и заданному качеству QoS.

Математическая модель данной задачи имеет следующий вид.

Требуется найти такое распределение потоков $[f_{rs}(k)]$, при котором обеспечивается:

$$H_\Sigma = \sum_{(i,j):(r_i,s_j)\in\Pi_{ij}} h_{ij}^{corr} \longrightarrow max \tag{1}$$

при ограничениях на среднюю задержку для всех классов потоков:

$$T_{cp}(F_{corr}^{(}k)) \leqslant T_{given}, k = 1,\bar{K} \tag{2}$$

$F_{corr}^{(k)}$ - скорректированный поток k-го класса сервиса после реконфигурации.

Алгоритм состоит из двух этапов

На первом этапе определяются все требования (соединение) (i, j), которые использовали КС (r_i, s_i) и отключаются временно от сети и пересчитываются потоки в КС $F^{(k)} = [f_{rs}^{(k)}], (r, s) \in E$.

На втором этапе определяются резервы по ПС всех КС и оптимальным образом перераспределяются потоки отказанных требований так, чтобы обеспечить достижение критерия $H_\Sigma \longrightarrow max$ (назовём их отказовыми требованиями).

В докладе приводится описание предложенного алгоритма решения этой задачи ремаршрутизации и результатов его применения для сети с заданной структурой.

Литература. 1. Зайченко О.Ю., Зайченко Ю.П. Сети с технологией MPLS: Моделирование, анализ и оптимизация. - К.: Изд. «Политехника»,-2008.

Зайченко Ю.П., Ови Нафас Агаи аг Гамиш
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Анализ кредитоспособности заёмщиков-юридических лиц в условиях неопределённости

В современной экономике проблема анализа финансового состояния корпораций и оценка их кредитоспособности играет исключительно важную роль. На основе этого анализа должен решаться вопрос о предоставлении или не предоставлении соответствующего кредита банком. При этом неизбежно возникают риски кредитования. При определении кредитоспособности корпораций возможны два вида ошибок. Ошибка первого рода – когда предприятию с хорошим финансовым состоянием отказывают в кредите. Соответствующий риск называется коммерческим и представляет собой упущенную выгоду банков-кредиторов. Ошибки второго рода возникают в случаях, когда предприятие–потенциальный банкрот получает кредит, соответствующий риск носит название кредитного и представляет прямые потери банка-кредитора. В настоящее время существует несколько общепризнанных классических методов и методик оценки кредитоспособности заемщиков-юридических лиц. Наиболее известной и общепринятой является скоринговая модель, основанная на оценке финансового состояния заемщиков и оценке вероятности дефолта. Количество групп риска выбирается произвольно с учетом числа градаций, по которым необходимо осуществить распределение кредитов (например, 10, 8, 6 групп и т. п.) При этом нежелательно выбирать большое количество групп, поскольку грани между ними стираются, и возникают трудности при классификации групп.

Согласно этому подходу, процесс оценивания кредитного риска заемщика заключается в оценке:

- кредитоспособности заемщика;
- риска кредитного продукта.

При анализе кредитоспособности заемщика можно выделить несколько этапов [1].

Первый этап (самый важный) Комплексный анализ финансового состояния заемщика. Он включает:

1. Анализ структуры активов и пассивов (заемные средства предприятия группируются по степени их напряженности, а активы — по степени их ликвидности. Осуществляется оценка изменений структуры активов и пассивов в динамике).
2. Анализ денежных потоков.
3. Анализ финансовой устойчивости предприятия.
4. Оценка эффективности деятельности предприятия.

Для оценки финансового состояния предприятия используются следующие основные аналитические показатели: коэффициент текущей ликвидности или коэффициент покрытия, коэффициент быстрой ликвидности, коэффициент напряженности обязательств, коэффициент финансовой независимости, коэффициент обеспеченности покрытия, коэффициент рентабельности продаж, коэффициент оборачиваемости, срок кредита, величина кредита.

На основании проведенного комплексного анализа заемщик относится к одной из групп риска, другими словами, заемщику присваивается кредитный рейтинг. Кредитный рейтинг представляет собой интегральную оценку финансовой устойчивости и платежеспособности страны, заемщика или отдельного кредитного продукта.

После этого оценивается группа риска кредитного продукта.

Основной недостаток скоринговой модели состоит в том, что базируется на достоверной информации о финансовом состоянии заемщиков, что характерно для условий экономики развитых западных стран. В то же время условия экономики Украины таковы, что информация о финансовом состоянии являяется не всегда достоверной, поскольку руководство предприятий сознательно подправляет свои показатели, чтобы получить кредит. Таким образом задачу оценки кредитоспособности отечественных предприятий приходится решать в условиях неопределенной и недостоверной информации.

Поэтому для решения указанной задачи предлагается использовать соответствующий метод, позволяющий работать в условиях неопределенности, а именно-системы с нечеткой логикой и нечеткие нейронные сети с выводом Мамдани и Цукамото ([1]). Были выбраны в качестве входных 9 вышеприведенных показателей, которые рассматриваются как лингвистические переменные, принимающие следующие значения: Предельно Низкий (ПН), Очень Низкий (ОН), Низкий (Н), Средний (Ср), Высокий (В), Очень Высокий (ОВ), Предельно Высокий (ПВ).

Кроме того, были использованы две четкие переменные: величина кредита и срок кредита. В качестве выходной переменной использовалась вероятность возвращения кредита, которая также рассматривалась как лингвистическая переменная.

Была разработана база нечетких правил с выводами Мамдани и Цукамото. Правила имели следующий вид [1, 2]:

Если X_1 - “ОН”, и X_2 - “ОН”, и X_3 - “ОН”, и X_4 - “ОН”, и X_5 - “ОН”, и X_8 - “ОН”, то риск невозвращения “ОВ”;

Если X_1 - “В”, и X_2 - “В”, и X_3 - “”, и X_4 - “Ср”, и X_5 - “Ср”, и X_9 - “В”, то риск невозвращения “Ср”.

Были реализованы скоринговый метод оценки риска кредитоспособности заемщиков–юридических лиц, а также нечеткие нейронные сети с выводом Мамдани и Цукамото ([2]). Были проведены сравнительные экспериментальные исследования кредитоспособности предприятий Украины. Вся выборка содержала 56 предприятий. Поскольку окончательное решение принимает ЛПР, то он вводил пороговое значение вероятности отсутствия дефолта, и если полученное значение вероятности возврата кредита превышало порог, то принималось решение о выдачи кредита, в противном случае - отказ в выдаче. Соответствующие результаты для ННС с выводами Мамдани и Цукамото приведены в следующей таблице для разных значений порога отсева.

Таблица 1. Результаты оценки кредитоспособности заемщиков с помощью ННС Мамдани и Цукамото

Пороговое значение отсева	Показатели качества классификации	ННС Мамдани	ННС Цукамото
	Общая точность принимаемого решения	0,8487	0,8394
0,7	Ошибка 1 рода	0,1414	0,1487
	Ошибка 2 рода	0,0073	0.093
	Общая точность принимаемого решения	0,8054	0,8088
0,8	Ошибка 1 рода	0,0146	0,1168
	Ошибка 2 рода	0,1898	0,0803
	Общая точность принимаемого решения	0,7507	0.6816
0,9	Ошибка 1 рода	0.0000	0.0073
	Ошибка 2 рода	0,2487	0,3066

Как видно из приведенных данных, с ростом порога отсева ошибка первого рода падает, а второго рода - возрастает. При этом общая точность метода (% правильной классификации) - падает. При этом для скоринговой модели точность классификации (% правильной классификации) составил всего 0,71. Как видим, точность классификации с помощью ННС Мамдани и Цукамото оказалась выше, что подтверждает теоретические положения. В докладе приводятся подробные результаты экспериментальных исследований и обсуждаются возможные направления развития предлагаемого подхода.

Литература. **1.** Згуровский М.З., Зайченко Ю.П. Основы вычислительного интеллекта. - К.: Изд. «Наукова думка», 2013.- 408 с.

2. Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах. - К.: Изд. дом «Слово». 2008.-344 с.

Зайченко Ю.П., Сидорук І.А.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Задача оптимізації інвестиційного портфеля протягом заданого періоду

Інвестиційний процес є ухваленням інвестором рішення щодо цінних паперів, в які здійснюються інвестиції, а також об'ємів і термінів інвестування. Наступна процедура, що включає п'ять етапів, складає основу інвестиційного процесу:

1. вибір інвестиційної політики;
2. аналіз ринку цінних паперів (ЦП);
3. формування портфеля ЦП;
4. перегляд портфеля ЦП;
5. оцінка ефективності портфеля ЦП.

Основна задача портфельного інвестування — покращити умови інвестування, надаючи сукупності цінних паперів такі інвестиційні характеристики, які недосяжні з позиції окремо взятого цінного паперу, і можливі лише при їх комбінації. Нестабільність економічних процесів сучасного світу породжує невизначеність в процесі прийняття інвестіційних рішень. В зв'язку з потребою в боротьбі з невизначеністю в роботі застосовується нечітко-множинний підхід, де

- ризик портфеля – це не його волатильність, а можливість того, що очікувана прибутковість портфеля виявиться нижчою за деяку встановлену планову величину;
- кореляція активів в портфелі не розглядається і не враховується;
- прибутковість кожного активу – це невипадкове нечітке число (наприклад, трикутного або інтервального виду). Аналогічно, обмеження на дуже низький рівень прибутковості може бути як звичайним скалярним, так і нечітким числом довільного виду [1].

В попередніх дослідженнях було наведено пряму задачу оптимізації [2], двоїсту та багатокритеріальну [3]. З метою вдосконалення існуючої системи було використано нечіткий метод групового врахування аргументів, який дозволяє спрогнозувати прибутковість компонент портфеля у вигляді нечітких чисел, і на основі отриманих результатів побудувати оптимальний портфель. В поточній роботі розглянуто пряму задачу оптимізації інвестиційного портфеля протягом заданого періоду. Потрібно визначити структуру портфеля, який забезпечить максимальний рівень середньої прибутковості при заданому рівні ризику, для цього вирішуємо наступну задачу:

$\{x_{opt}\} = \{x\}|\widetilde{r} \to \max$, $\beta = const$, де β — рівень ризику, $\widetilde{r}$ — середня прибутковість портфеля, яка визначається за формулою $\widetilde{r} = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}\sum_{i=1}^{N} x_{ti}\widetilde{r}_{ti}$, де $\widetilde{r}_{ti}$ — очікувана прибутковість i-го ЦП на кінець періоду t. T — задана кількість періодів, а x задовольняє умові $\sum_{i=1}^{N} x_{ti} = 1$, $x_i \geqslant 0$, $i=\overline{1,N}$, $t=\overline{1,T}$.

Таким чином, в роботі продовжено дослідження в області управління інвестіційною діяльністю з використанням якісно нового нечітко-множінного підходу. На основі математичної моделі було програмно реалізовано пошук оптимального портфеля для заданого періоду та проаналізовано отримані результати.

Література. **1.** Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах: учебное пособие [для студентов высших учебных заведений] — К.: Слово, 2008. — С.341. — Библиогр. : с. 334—342.— ISBN 978-966-8407-79-6 **2.** Використання нечітко-множинного підходу з різними функціями приналежності для формування оптимального інвестиційного портфеля: матеріали міжнар. наук. конф. ISDMCI'2010, (Херсон, 17-21 трав. 2010 р.) / М-во освіти і науки, молоді та спорту України [та ін.]. —Х. : ХНТУ, 2010.— С.394–398. — Бібліогр. в кінці доп. **3.** Пряма та багатокритеріальна задачі оптимізації інвестиційного портфеля в умовах невизначеності: матеріали IV Всеукр. науково-практичної конф. ITEA-2011, (Одеса, 12-14 жовтня 2011р.) / М-во освіти і науки, молоді та спорту України. — О.: ОНАПТ, 2011. — С.51 . — Бібліогр. в кінці доп.

Зайченко Ю.П., Четырбок П.В.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Распознавание объектов в условиях помех с использованием критерия на основе векторной меры близости в пространстве ошибок

Постановка задачи. Построить отображение множества распознаваемых образов (векторов параметров образов) на множество векторов ошибок распознавания образов нейронною сетью, которое позволяет связать классификацию образов с анализом векторов в пространстве ошибок.

Формулировка критерия близости векторов в пространстве ошибок. Переход из пространства параметров в пространство ошибок. Для распознавания образов построим функцию

$$F = E_2 \cdot x_1 + E_3 \cdot x_2 + E_4 \cdot x_3, \tag{1}$$

где E_2 - среднеквадратическая ошибка, полученная при распознавании образа:

$$E_2 = \frac{1}{n}\sqrt{\sum_{j=1}^{n}(y_j - d_j)^2}, \tag{2}$$

y_j - реальное значение j-го нейрона выходного слоя нейронной сети, при подаче на её входы образа; d_j - желаемое выходное состояние этого нейрона. Суммирование ведётся по всем нейронам выходного слоя N.

E_3 - линейная ошибка сети, полученная как сумма модулей поразрядного отклонения образа от эталона:

$$E_3 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^{n} |y_j - d_j|, \tag{3}$$

где обозначения соответствуют введённым выше.

$$E_4 = \max_{j=1,\ldots,n} |y_j - d_j|, \tag{4}$$

а x_1, x_2, x_3 - весовые коефициенты выходного слоя, полученные при обучении сети.

Построение решающего правила. Каждому образу, распознаваемому многослойным персептроном в многофакторном пространстве ошибок, соответствует свой вектор ошибок. Впервые построено решающее правило для классификации образов в виде утверждения: каждому образу, распознаваемому многослойным персептроном в многофакторном пространстве ошибок будет соответствовать свой вектор ошибок и образ тем ближе к эталону, чем больше $\cos(\lambda)$, определяемый следующей формулой:

$$\cos(\lambda) = \frac{(\vec{E}, \vec{X})}{||\vec{E}||_c ||\vec{X}||_c}, \tag{5}$$

где $\vec{E}$ - вектор ошибок в пространстве ошибок, полученный при распознавании нейронной сетью входного образа, а $\vec{X}$ - вектор весовых коэфициентов выходного слоя, полученный при обучении сети. Предложенное решающее правило (критерий для распознавания образов) позволяет создать модель распределенной памяти.

Литература. **1.** Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1104 с. **2.** Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах. –К.: Издательский дом «Слово», 2008. – 344 с. **3.** Горбань А.Н. Обучение нейронных сетей. - М.: изд. СССР-США СП «ПараГраф», 1990. - 160 с. **4.** Кохонен Т. Ассоциативная память. - М.: Мир, 1980.

Иевлева С.Н.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

Методы анализа статистических свойств величины дисбаланса природного газа в газотранспортных системах

Повышение эффективности работы топливно-энергетического комплекса Украины в существенной степени зависит от надежного функционирования ее газотранспортной системы (ГТС), связанного в свою очередь с минимизацией непроизводительных потерь природного газа (ПГ) в ГТС. Эффективным инструментом снижения неучтенных потерь ПГ является контроль дисбаланса ПГ в реальном масштабе времени. Это делает актуальным исследование статистических свойств дисбаланса газа в ГТС с целью оценки объемов неучтенных расходов, их локализации и определения источников потерь.

На содержательном уровне, дисбаланс природного газа в ГТС можно определить как разницу между поступающим газом на входах ГТС (газ из соседних ГТС, в том числе транзитный, из месторождений, подземных хранилищ) и расходом газа на выходах ГТС (транзитный и отобранный потребителями газ, газ для закачки в хранилища, газ на собственные нужды объектов ГТС, учтенный технологический расход и учтенные потери газа). Учитывая, что информация о составляющих баланса характеризуется неточностью, то величину дисбаланса можно представить как условную случайную величину, статистические свойства которой зависят от статистических свойств оценок фактического объема поступающего и отбираемого ПГ в ГТС, рассчитанных на основе данных от средств измерений и статистических свойств оценок фактического запаса ПГ в ГТС в фиксированный момент времени.

При решении задач оценивания фактического объема ПГ поступающего на вход/выход ГТС, а также при решении задачи оценивания запаса ПГ в ГТС, нас интересует не только точность (статистические свойства) получаемых оценок, но и оперативность их получения. Когда необходимо достичь максимальной оперативности, то прямые измерения без фильтрации используются в дальнейших косвенных, совокупных, совместных измерениях. Если же точность важнее оперативности, то прямые измерения предварительно фильтруются, что уменьшает дисперсию случайной составляющей и согласно центральной предельной теореме при определенной глубине фильтрации закон распределения случайной составляющей становится практически нормальным. Ко всем задачам из любого класса для определения статистических свойств могут быть применены аналитический метод, численный метод или метод статистического моделирования [1].

Отметим, что по критерию «точности» аналитические методы предпочтительнее численных, поскольку позволяют получить абсолютно точные искомые значения. Однако сложные аналитические выражения, получаемые при применении методов этого класса, требуют больших временных затрат на обработку. Численные методы позволяют определить приближенные значения оценок статистических свойств выходных переменных и работают, при сложных постановках задач, оперативнее.

Применение перечисленных методов получения оценки статистических свойств позволяет оценивать не только математическое ожидание, но и строить границы доверительных интервалов для величины дисбаланса ПГ в ГТС : $\Delta m(T)$ (к примеру, правилом «3σ»). Это позволяет при выходе оценки величины дисбаланса за пределы доверительного интервала говорить о существовании неучтенных потерь и подключать в работу интеллектуальную систему обнаружения потерь [2].

В качестве примера в работе был построен доверительный интервал для величины дисбаланса ПГ по данным, взятым на входах и выходах локальной подсистемы (ЛП) ГТС Украины «Уренгой-Новопсков» УМГ «Донбасстрансгаз» за период с 16.06.13 по 20.06.13. Дисперсия оценки величины дисбаланса $\sigma(\Delta(\hat{m}(T)) = 0.276941$. Используя правило «трех сигм», получили доверительные границы: $\Delta\hat{m}_{max} = 0.867128$ и $\Delta\hat{m}_{min} = -0.794516$ (рис.1). По экспериментальным данным значения оценок $\Delta\hat{m}_{max}$ и $\Delta\hat{m}_{min}$ при всех режимах работы

рассматриваемой ЛП ГТС находятся в пределах 2% от среднечасового значения массового расхода ПГ транспортируемого по ЛП ГТС.

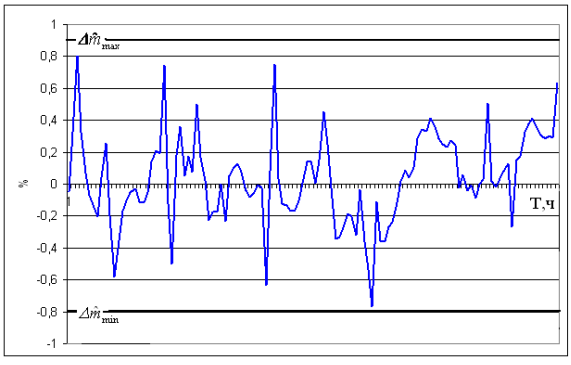


Рис. 1. Доверительные границы для величины дисбаланса

Для исследования чувствительности метода динамического баланса к обнаружению дисбаланса на ЛП ГТС в течение 1 часа была смоделирована утечка в 3

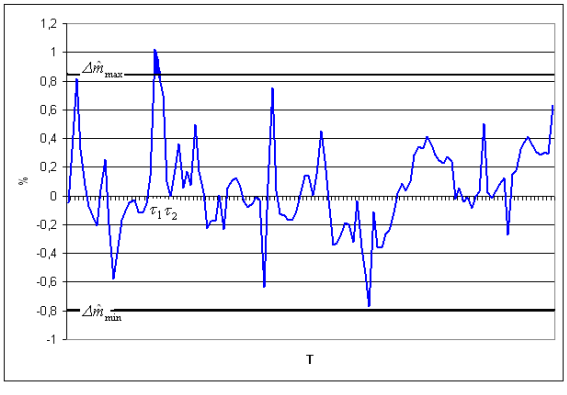


Рис. 2. Дисбаланс ПГ для ЛП ГТС на рассматриваемом интервале времени с утечкой

По результатам имитационного моделирования, приведенным на рис.2, метод динамического баланса масс в ГТС показал достаточную чувствительность, позволяющую идентифицировать факт, моменты времени и объемы непроизводительных потерь, утечек или несанкционированных отборов ПГ на фрагментах ГТС.

Таким образом, в работе проведена оценка эффективности одного из методов анализа статистических свойств величины дисбаланса природного газа в газотранспортных системах, для которых задача расчета динамического баланса природного газа имеет принципиальное значение. Установлено, что применение метода динамического баланса природного газа в газотранспортных системах позволяет осуществлять непрерывный мониторинг режима транспорта и распределения природного газа, идентификации объемов и времени возникновения разбаланса, связанного с утечками, несанкционированными отборами или неэффективным использованием природного газа на компрессорной станции магистрального газопровода, что повышает качество и эффективность функционирования газотранспортной системы.

Литература. **1.** 60. Романовский В. Математическая статистика / Романовский В. – [3-е изд.]. – М. : гос. издат. тех.-теор. литературы,2006. – 528 с. **2.** Тевяшев А. Д. Метод динамического баланса в газотранспортных системах / А. Д. Тевяшев, С. Н. Набатова, Ю. В. Пономарев, М. И. Фык // Математические модели и методы анализа и оптимального синтеза развивающихся трубопроводных и гидравлических систем. – Иркутск, 2008. – №9. – С. 298–313.

Каниовская И.Ю., Зубарева П.К.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Модель выбора альтернативных решений на основе марковской цепи

Изучается дихотомический выбор модели с использованием дискретных цепей Маркова. Рассмотрим N субъектов, которые выбирают из двух продуктов А и В. Состояние i - суть количества субъектов, выбравших продукт А. Считаем время t дискретным. Предположим, что при $t = 0$ существует $i_0 > 0$ субъектов, выбравших продукт А и соответственно $N - i_0 > 0$ субъектов, выбравших продукт В.

В какой-то момент времени t субъект выбирается случайно. Он является пользователем продукта А с вероятностью $\frac{i_t}{N}$ или пользователем продукта В с вероятностью $1 - \frac{i_t}{N}$, где i_t - состояние цепи в момент времени t. Если субъект является пользователем продукта А (или пользователем продукта В), то он выбирает r_A (или r_B) субъектов, чтобы узнать, какие продукты они используют. Ясно, что $1 \leqslant r_A \leqslant N - 1$ ($1 \leqslant r_B \leqslant N - 1$). Величины r_A и r_B показывают результат принятия субъектами решений о пользовании того или иного продукта. Большие значения величин r_A (или r_B) соответствуют субъектам, которые избегают риска. Соответственно малые значения r_A (или r_B) соответствуют тем субъектам, которые рискуют. В дальнейшем фиксируем все параметры N, i_0, r_A и r_B. Анализируя выборку, субъект может поменять продукт или оставить тот же самый. Это мотивируется двумя возможными линиями поведения: а) имитация – сделать то, что делают другие; б) инновация – перемена продукта. Иными словами: если большинство в выборке использует альтернативный продукт, субъект может поменять продукт на альтернативный, т.е. он имитирует выбор большинства в выборке. Если же большинство в выборке использует тот же самый продукт, то существует ненулевая вероятность, что субъект все-таки продукту изменит. Параметры r_A и r_B выбираем нечетными, чтобы исключить ничью при выборе.

Рассмотрим случай в выборке с возвращением. Вероятность того, что в выборке с возвращением r субъектов из N содержат не менее s пользователей продукта А совпадает с вероятностью как минимум s успехов в r испытаниях Бернулли с вероятностью успеха $\frac{i_t}{N}$, т.е. равна $\sum_{j=s}^{r} \binom{r}{j} \left(\frac{i_t}{N}\right)^j \left(1 - \frac{i_t}{N}\right)^{r-j}$. Если r - нечетное, то положим

$$f_r^{1/2}(x) = \sum_{j=\frac{r+1}{2}}^{r} \binom{r}{j} x^j (1-x)^{r-j} \tag{1}$$

$$g_r^{1/2}(x) = \sum_{j=0}^{\frac{r-1}{2}} \binom{r}{j} x^j (1-x)^{r-j} \tag{2}$$

Функция $f_r^{1/2}(x)$ является вероятностью того, что имеем как минимум $\frac{r+1}{2}$ успехов в r испытаниях Бернулли с вероятностью успеха x. Аналогично функция $g_r^{1/2}(x)$ есть вероятность того, что количество успехов не более $\frac{r-1}{2}$. Ясно, что $f_r^{1/2}(x) + g_r^{1/2}(x) = 1$ и $f_r^{1/2}(x) = g_r^{1/2}(1-x)$. Вероятность того, что количество пользователей продукта А вырастет на 1, т.е. вероятность перехода из i в $i+1$ состояние находится по формуле

$$p_i = \left(1 - \frac{i}{N}\right)\left(\beta_B f_{r_B}^{1/2}\left(\frac{i}{N-1}\right) + \alpha_B g_{r_B}^{1/2}\left(\frac{i}{N-1}\right)\right) \tag{3}$$

Здесь $\left(1 - \frac{i}{N}\right)$ есть вероятность того, что субъект является пользователем продукта В.

Если большинство в выборке есть пользователями продукта A, то субъект меняет свой продукт на A с вероятностью β_B, имитируя выбор большинства. Если же меньшинство в выборке есть пользователями продукта A, то субъект меняет свой продукт на A с вероятностью α_B. Знаменатель $N-1$ обусловлен тем, что сам субъект есть пользователем продукта A, но в выборку не включен. Аналогично вероятность того, что количество пользователей продукта A уменьшится на 1, т.е произойдет переход из состояния i в $i-1$ найдем по формуле

$$g_i = \frac{i}{N}\left(\beta_A f_{r_A}^{1/2}\left(1-\frac{i-1}{N-1}\right)+\alpha_A g_{r_A}^{1/2}\left(1-\frac{i-1}{N-1}\right)\right) \tag{4}$$

Множитель $(i-1)$ ставим потому, что субъект, который пересматривает свой выбор не включен в выборку.

И наконец, с вероятностью $r_i = 1-p_i-g_i$ субъект свой продукт не меняет. В этом случае количество потребителей соответствующих продуктов не меняется. Формально переход из состояния i в состояние i имеет место с вероятностью $r_i = 1-p_i-g_i$. В этом случае субъект не имитирует большинство и не примыкает к меньшинству, т.е. он остается пользователем своего продукта.

Рассмотрена цепь Маркова является неприводимой и у нее есть стационарное распределение.

Заметим, что вероятности p_i и g_i точнее записываются так

$$p_i = \left(1-\frac{i}{N}\right)\left(\beta_B f_{r_B}^{1/2}\left(\frac{i}{N-1}\right)+\alpha_B g_{r_B}^{1/2}\left(\frac{i}{N-1}\right)\right)+\gamma_i \tag{5}$$

$$g_i = \frac{i}{N}\left(\beta_A f_{r_A}^{1/2}\left(1-\frac{i-1}{N-1}\right)+\alpha_A g_{r_A}^{1/2}\left(1-\frac{i-1}{N-1}\right)\right)+\mu_i, \tag{6}$$

где $max_{0\leqslant i\leqslant N}(|\gamma_i|+|\mu_i|) \leqslant \dfrac{C(r_A,r_B)}{N} \to 0, N\to\infty$. Величина $C(r_A,r_B)$ зависит от объема выборки. Эта оценка позволяет отбросить γ_i и μ_i в интегральной сумме потенциала Гиббса, который в данной модели принимает вид:

$$\Phi(x) = -\int_0^x \ln\left(\frac{(1-y)\left((\beta_B-\alpha_B)f_{r_B}^{1/2}(x)+\alpha_B\right)}{y\left((\beta_A-\alpha_A)g_{r_A}^{1/2}(x)+\alpha_A\right)}\right)dy \tag{7}$$

Точки глобального минимума функции $\Phi(x)$ принадлежащие $(0,1)$ есть решения уравнения

$$\frac{(1-x)\left((\beta_B-\alpha_B)f_{r_B}^{1/2}(x)+\alpha_B\right)}{x\left((\beta_A-\alpha_A)g_{r_A}^{1/2}(x)+\alpha_A\right)} = 1 \tag{8}$$

В самом просто случае, когда $r_A = r_B = 1$, это уравнение становится квадратным

$$(\alpha_B-\beta_B-\alpha_A+\beta_A)x^2+(\beta_B-2\alpha_B-\beta_A)x+\alpha_B = 0 \tag{9}$$

В общем случае, когда $r_A > 1$ и $r_B > 1$, гиббсовский потенциал этой модели достигает своего минимума в нескольких точках, следовательно, стационарные вероятностные распределения могут быть разными. В случае, когда $r_A = r_B = 1$, минимум будет один. Это означает, если субъект выбирает выборку размером 1, то часть всего рынка N, которая является пользователем продукта A, сходится к соответствующему значению корня уравнения (9) при $t\to\infty$.

Литература. **1.** A.Kirman. Ants, rationaly and recruitment. Quaterly Journal of Economics, 1993, 108, p.140. **2.** Каниовская И.Ю. Модель взаимноиндуктивного влияния групп при выборе альтернативных решений. III Международная научно-практическая Интернет-конференция "Открытые эволюционируя системы". Киев. 2006.

Карасюк В.В., Гвозденко М.В.
Национальный юридический университет им. Ярослава Мудрого, Харьков, Украина

Разработка онтологии правовых знаний

Рассмотрена методика построения онтологии правовых знаний. Обращено внимание на особенности и назначение правовой онтологии. Приведен краткий обзор существующих в мире правовых онтологий. Описаны шаги онтологического инжиниринга. В качестве технологии работы с онтологией предполагается использовать метод краудсорсинга. Указаны особенности реализации программного пакета, построенного по рассмотренной методике.

Область права является достаточно интересным объектом для применения онтологических конструкций к описанию знаний. Этому способствует формализация знаний в праве, которая определена структурой нормативных документов. Само понятие онтологии, в широком смысле, будем воспринимать следующим образом: онтология есть специфическое, формальное представление распределенной концептуализации проблемной области [1].

Некоторые исследователи в качестве свойства правовой информации отмечают ее самоорганизацию [2], которая опирается на структуру нормативных документов.

Отличительной чертой правовых интеллектуальных систем является необходимость соотнесения получаемых выводов с оригинальными текстами правовых прецедентов или документов. Юридические онтологии являются составной частью аналитических систем поддержки принятия решений в праве. На сегодняшний день онтологический принцип описания данных является наиболее подходящим механизмом для моделирования выводов в правовых системах [3, 4].

Можно сделать вывод, что для проектирования структуры онтологии правовой информации следует учесть основные особенности:

- синонимичность определений (концептов, узлов онтологии);
- ограниченность конкретных формулировок нормативных документов во времени;
- наличие обязательной связи определений (узлов онтологии) со строгими формулировками нормативных документов.

То есть предлагается структуру правовых знаний представить онтологией, которая организует структуру связанных понятий и относящихся к ним описаний [5].

В качестве примеров правовых онтологий можно назвать такие известные системы: FOLaw (Functional Ontology of Law), LRI Core, Frame - based Ontology, CLO (Core Legal Ontology), которая интегрировалась в в Italian Legal Wordnet, Jurwordnet. Следует также упомянуть системы юридического вывода на основе прецедентов LCBR (legal case - based reasoning). Для разрешения онлайн споров используется платформа Ontomedia, которая работает с Core Mediation Ontology и онтологическая проблемная область используется для посреднических функций. Также стоит упомянуть основополагающие онтологии DOLCE, SUMO, YAMATO, и UFO, которые представляют понятия и знания верхнего уровня. В Украине известно о работах в направлении создания онтологии правового направления на базе технологии METHONTOLOGY [6] и правовой онтологии учебного направления JurOnt [7].

Алгоритм онтологического инжиниринга можно представить в виде последовательности операций:

- выделение концептов - базовых понятий данной предметной области;
- определение «высоты дерева онтологий» - числа уровней абстракции;
- распределение концептов по уровням;
- построение связей между концептами - определение отношений и взаимодействий базовых понятий.

Преимуществом онтологического инжиниринга является целостный подход к рассмотрению объекта, особенно с распределенными и предварительно невзаимосвязанными ресурсами. Для работы с онтологией (в том числе для ее заполнения) применяется технология анализа и визуализации содержания текста. Используется тезаурус естественного языка (в нашем случае - украинского) для отождествления близких по смыслу слов и словосочетаний. К каждому

из понятий формируется набор предложений, с фиксацией документального источника для обратного отслеживания. Понятия (концепты) и текстовые фрагменты формируются экспертом в автоматизированном режиме.

В Национальном юридическом университете имени Ярослава Мудрого разработан информационный учебный комплекс, в котором используется разработанная структура хранения онтологии (база данных) и собственно программная среда для работы с ней. Комплекс состоит из 4 программных продуктов, выполняющих соответственно задачи: наполнение данных онтологии и индексация текстов; просмотр индексированных текстов с возможностью перехода по связям между используемыми понятиями и поиск текста по ключевой фразе; интерактивное взаимодействие с человеком с целью обучения и проверки знаний; подготовка текстов для внесения в базу. Разработка выполнена с использованием современных технологий объектно-ориентированного визуального программирования, в среде Eclipce 3.4 на языке Java с поддержкой JDK версии 1.6. Графическая часть реализуется в виде java приложения. Части для просмотра и обучения реализованы в виде web-приложений.

Mortensen J. и соавторы отмечают [8], что одним из путей преодоления трудностей развития больших, комплексных онтологий есть краудсорсинг. В технологии наполнения базы знаний системы использованы эти принципы, в соответствии с которыми каждый пользователь (студент, преподаватель, посторонний пользователь) имеет возможность дополнять и править базу знаний правовой информации. Цель данного подхода заключается в объединении усилий многих пользователей для совершенствования онтологии предметной области на основе начальной онтологи и включения в нее понятий и их связей из доступных источников электронной информации, в том числе на web-сайтах.

Таким образом, разработана методика построения онтологии правовых знаний и реализован программный комплекс на этой основе. Перспективными считаются следующие направления исследований: разработка средств сравнения онтологий для оценки полноты, непротиворечивости онтологий, созданных разными пользователями, за счет разработки метрики близости; исследование влияния принципов самоорганизации на качество создаваемой множеством пользователей онтологии в предметной области правоведения.

Литература. **1.** Studer, R. Knowledge Engineering: Principles and Methods / R. Studer, V. Benjamins, D. Fensel // Data and Knowlege Enginneering.- 1998. - Vol.25. - P. 161-197. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.it.iitb.ac.in/ palwencha/ES/Knowledge **2.** Trujillo, B. Self-Organizing Legal Systems: Precedent and Variation in Bankruptcy / B. Trujillo // UTAH LAW REVIEW. – 2004. - Vol. 483. - P. 483-562. **3.** Ashley, K. Emerging AI and Law approaches to automating analysis and retrieval of electronically stored information in discovery proceedings / K. D. Ashley, W.Bridewell // Artificial Intelligence and Law. - 2010. - Vol. 18(4). - P. 311-320. **4.** Sartor, G Legal concepts as inferential nodes and ontological categories / G. Sartor // Artificial Intelligence and Law. - 2009. - Vol. 17(3). - P. 217-251. **5.** Іванов, С. Семантична модель системи знань для навчання / С.М. Іванов, В.В. Карасюк // Системний аналіз та інформаційні технології: матеріали 15-ї Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2013, Київ, 27-31 травня 2013 р. / ННК "ІПСА" НТУУ "КПІ". – К.: ННК "ІПСА" НТУУ "КПІ". - 2013. – С. 240 – 241. **6.** Хала, Е. О построении онтологии для правовой области с применением технологии METHONTOLOGY / Е.А. Хала // Збірник наукових праць. К.: Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є.Пухова. – 2012. – Випуск 64. – С. 64 – 71. **7.** Tatsyi, V. Semantic network of knowledge in science of law / V. Y. Tatsyi, A. P. Getman, S. M. Ivanov, V. V. Karasiuk, O. S. Lugoviy, O. Y. Sokolov // Automation, Control, and Information Technology (ACIT 2010): Proceedings of the IASTED International Conference on Automation, Control, and Information Technology, Novosibirsk, Russia / The International Association of Science and Technology for Development. – Anaheim, USA, Zurich, Switzerland: ACTA Press. - 2010. - P. 218 – 222. **8.** Mortensen, J. Crowdsourcing Ontology Verification / J. Mortensen, P. Alexander, M. Musen, N. Noy // The 12th International Semantic Web Conference (ISWC2013). [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.stanford.edu/ natalya/papers/mortensen.pdf

Караюз І.В., Бідюк П.І.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Проектування та реалізація технології підтримки прийняття рішень при прогнозуванні процесів різної природи у паливно-енергетичному комплексі України

Паливно-енергетичний комплекс України (ПЕК) складається з електроенергетичного, ядерно-промислового, вугільно-промислового, торфодобувного та нафтогазового комплексів [1]. ПЕК включає видобування, виробництво, збагачення, переробку та транспортування (газотранспортну, нафтотранспортну систему) паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР). Функція ПЕК – своєчасне забезпечення потреби країни в ПЕР у якості, яка відповідає затвердженим вітчизняним та міжнародним стандартам, а також у достатній кількості. З метою коригування енергетичної політики країни, яка визначає розвиток ПЕК на перспективу потрібно складати продуктові баланси (вугілля та торфу, сирої нафти тощо) [2] та енергетичний баланс України (ЕБ). ЕБ – це основа взаємоузгодженої та прозорої системи обліку виробництва (добування), надходження, транспортування, зберігання, розподілу та споживання (використання) енергоресурсів (включаючи витрати та втрати при їх транспортуванні, перетворення, зберігання і залишки) для обґрунтованого прийняття рішень під час формування і реалізації ефективної державної політики для задоволення потреб національної економіки в ПЕР [3].

При проектуванні та реалізації технології необхідно дотримуватись таких принципів [4]: 1) принцип включення – узгодження параметрів з складнішими, що стоять на вищому ієрархічному рівні; 2) принцип системної єдності – тісні зв'язки між всіма підсистемами; 3) принцип розвитку – нарощування та удосконалення компонентів; 4) принцип комплексності – забезпечення зв'язності моделювання окремих елементів та всього об'єкта в цілому; 5) принцип інформаційної єдності – використання в підсистемах регламентованих нормативно-методичними документами проблемно-орієнтованих вхідних мов, способів представлення інформації, термінів, символів тощо; 6) принцип узгодженості – функціонування всіх підсистем при збереженні відкритої структури в цілому; 7) принцип інваріантності – універсальність підсистем і компонентів, тобто інваріантність до окремих складових об'єкта; 8) принцип моральної живучості – адаптивність на системному, процедурному та параметричному рівнях налаштування.

У технології реалізовані такі елементи системи і функції: 1) структура бази даних; 2) обробка та зберігання вхідних даних; 3) вибрані методи аналізу даних і критерії якості даних; 4) оцінювання параметрів математичних і статистичних моделей; 5) критерії вибору кращих моделей з множини оцінених кандидатів; 6) критерії оцінювання якості прогнозу.

У процесі реалізації знаходяться такі функції: 1) прогнозування ЕБ та аналіз звітного ЕБ [5]; 2) прогноз можливих загроз енергетичного забезпечення ПЕК та моделювання сценаріїв для їхнього попередження; 3) оцінка ефективності програм енергозбереження.

Питання, які не включені до проекту: 1) екологічна ситуація в ПЕК; 2) ціноутворення і регулювання тарифів; 3) податкові пільги та інші стимулюючі заходи для виробників; 4) субсидії для споживачів.

Література. **1.** Указ Президента України від 6 квітня 2011 року № 382/2011 "Про Положення про Міністерство енергетики та вугільної промисловості України". **2.** Методологічні положеннях із формування енергетичного балансу / Наказ Державного комітету статистики України від 23.12.2011 № 374 : [Електрон. ресурс]. – Режим доступу : http://lv.ukrstat.gov.ua/ukr/themes/24/metod_374.pdf. **3.** Розпорядження Кабінету міністрів України від 28.11.2007 № 1058-р "Про схвалення Концепції формування енергетичного балансу". **4.** Паливно-енергетичний комплекс України на порозі третього тисячоліття / Під загальною редакцією А.К. Шидловського, М.П. Ковалка. – К.: Українські енциклопедичні знання, 2001. – С. 292. **5.** Енергетичний баланс України [Електронний ресурс] / Держ. Ком. статистики України. Режим доступу: http//www.ukrstat.gov.ua.

Карпенко С.О., Бідюк П.І.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Сучасні методи аналізу кредитоспроможності позичальників кредиту

В роботі виконується огляд сучасних методів та моделей аналізу кредитоспроможності клієнтів банківських установ (фізичних та юридичних осіб) з метою визначення можливості їх використання в комплексній методиці аналізу кредитоспроможності, виконується порівняльний аналіз результатів, отриманих з використанням фактичних статистичних даних.

Процес аналізу кредитоспроможності складається з кількох етапів: (1) – вибір ключових характеристик позичальників; (2) – побудова альтернативних математичних моделей класифікаційного типу за статистичними даними; (3) – застосування ефективної методики аналізу стану клієнта на основі скорингової моделі; (4) – застосування методики внутрішнього рейтингу до характеристик позичальника; (5) – порівняння результатів, отриманих за допомогою альтернативних методів аналізу; (6) – прийняття остаточного рішення на основі результатів порівняння. Перелік обов'язкових характеристик, що мають враховуватися банками, може бути закріплений в нормативних документах центрального банку. Додаткові характеристики визначаються кожним банком окремо, відповідно до його кредитної політики. Для аналізу підприємств використовується уся сукупність звітної документації та результати зовнішнього аудиту не менше ніж за три останні роки діяльності із врахуванням галузі господарства, в якій функціонує підприємство. Аналіз фізичних осіб включає значний за обсягом перелік характеристик, ключовими є дані про доходи та кредитна історія позичальника. Результати аналізу та оцінки кредитоспроможності використовуються кредитними відділами для прийняття рішення про видачу кредиту, та його умови (обсяг, строк і т. ін.).

Кредитні відділи банківських установ використовують класифікаційні та прогнозні методики. Серед класифікаційних моделей широко використовуються рейтингові та скорингові. Рейтингові моделі – прості у використанні, вони ґрунтуються на експертному підході, а тому суб'єктивні. Скорингові формуються на основі історичних даних, використовуючи статистичні методи та математичні моделі, однак позбавлені гнучкості. Серед прогнозних поширеними є методи дискримінантного аналізу (вимагають велику вибірку клієнтів, з яких 50% мають бути банкрутами), нелінійна регресія (логіт і пробіт), дерева рішень, нечіткі та нейронечіткі моделі, нейронні мережі та мережі Байєса.

Мережі Байєса мають певну складність побудови структури та визначення значень умовних ймовірностей, проте поєднують переваги інших методів і моделей: високу обчислювальну швидкодію та характеризуються обґрунтованістю результатів. В комплексі з іншими методами, що ґрунтуються на історичних даних та враховують знання експертів, мережі Байєса дають можливість значно підвищити точність аналізу кредитоспроможності клієнтів-позичальників, особливо фізичних осіб. Згідно з виконаними обчислювальними експериментами стосовно прогнозування кредитоспроможності встановлено, що кращі результати, як правило, можна отримати за допомогою логістичної регресії, байєсівських мереж та нейронечітких моделей, тобто за допомогою методів інтелектуального аналізу даних. Застосування нових методів аналізу на етапі відбору характеристик, у тому числі методів data mining, сприяє зменшенню суб'єктивного втручання в кредитну політику і підвищує стійкість комерційного банку, за рахунок зменшення кредитних ризиків.

Література. **1.** Вальравен К.Д. Управление рисками в комерческом банке. [Текст] / К. Д. Вальравен – Вашингтон: ИЭР Мирового банка, 1991. – 212 с. **2.** Методы оценки финансового состояния и кредитоспособности заемщика в отечественной и зарубежной практике [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.rae.ru/monographs/198-6219 **3.** Бідюк П.І., Кузнєцова Н.В. Використання імовірнісних мереж Байєса при створенні систем підтримки прийняття рішень // Матеріали сьомої міжнародної конференції «Інформаційні технології і безпека». Зб. наук. праць. – Вип. 10. – К.: НАН України. – 2007. – С.157-159.

Карчева О.Я., Хардіков О.Є. *— рецензент Терентьєв О.М.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Моделювання і прогнозування динаміки активів банку

У зв'язку з сьогоднішньою нестабільною ситуацією на фінансовому ринку України зростає роль і значення аналізу банківської діяльності як для самого банку, так і для державних органів, що відповідають за банківський нагляд. Прогнозування результатів діяльності банку є суттєвою складовою аналізу банківської діяльності та допомагає попередити можливі кризові ситуації [1]. Прогнозування на основі моделей, побудованих за експериментальними даними, є одним з найпопулярніших підходів до прогнозування динаміки процесів у фінансових системах, зокрема прогнозування на основі використання часового ряду однієї змінної, тобто на основі авторегресії (АР), авторегресії з ковзним середнім (АРКС) та авторегресії з інтегрованим ковзним середнім (АРІКС). При моделюванні та прогнозуванні будуються оптимальні за параметрами математичні моделі. При цьому оптимізація стосується коефіцієнтів моделі та параметрів якості.

Аналіз та побудова моделей були виконані на основі статистичних даних (динаміка активів банку, всі дані – в тис. грн.), отриманих при аналізі фінансової звітності комерційного банку України ПАТ «Приватбанк» [2] за часовий проміжок з 01.01.2009 по 31.03.2013 за допомогою програми Eviews 6. Дані з 01.04.2013 по 01.10.2013 було використано для оцінки побудованих прогнозних моделей.

Модель АР(1).

$$\log y(k) = -0.175372 + 1.012052 \log y(k-1), \tag{1}$$

де $\log y(k)$ - залежна змінна величина нормованих активів.

Модель АРКС(1,8).

$$\begin{aligned}\log y(k) = 17.66491 + 1.053171 \log y(k-1) + 0.38571 ma(k-1) + \\ + 0.139575 ma(k-6) - 0.739506 ma(k-8),\end{aligned} \tag{2}$$

де $\log y(k)$ - залежна змінна величина нормованих активів, а $ma(k)$ - ковзне середнє.

Модель тренду 1-го порядку.

$$\log y(k) = 18.03384 + 0.057269k, \tag{3}$$

де $\log y(k)$ - залежна змінна величина нормованих активів, а k - змінна, що приймає значення від 1 до 20 (значення $k = 1$ відповідає 1 кварталу 2009 року, $k = 20$ відповідає 4 кварталу 2013 року).

АРІКС(8,1,1).

$$\log y(k) = d \log y(k) + \log y(k-1) \tag{4}$$

де $d \log y(k) = 0.049106 - 0.619030 \log y(k-1) - 5.369742 ma(k-1)$, $d \log y(k)$ - перша різниця вихідного ряду, а $ma(k)$ - ковзне середнє.

Модель множинної регресії.

$$\begin{aligned}\log y(k) = 0,519383 + 0.427896 \log y(k-1) + 0.054214 \log money(k-1) + \\ + 0.215394 \log fix(k-1) + 0.098788 \log loan(k-1) + 0.260970 \log(-res(k-1)),\end{aligned} \tag{5}$$

де $\log y(k)$ - залежна змінна величина активів, $\log money(k-1)$ - грошові кошти та їх еквіваленти, $\log fix(k-1)$ - основні засоби та нематеріальні активи, $\log loan(k-1)$ - кредити та заборгованість клієнтів, а $\log(-res(k-1))$ - загальна сума резервів [3].

В результаті аналізу статистичних характеристик якості моделі та оцінок прогнозів визначено адекватні моделі процесів. Зроблено оцінку якості отриманих результатів прогнозів за множиною статистичних характеристик якості. За результатами статичного прогнозування динаміки активів найкращою моделлю процесу виявилася модель множинної регресії та модель АРІКС(8,1,1).

Табл. 1. Результати статичного прогнозування на 3 кроки вперед [3]

Час k	Реальне значення ряду "y"	Математична модель				
		Тренд 1-го порядку	АРІКС (8,1,1)	АР(1)	АРКС(1,8)	Множинна регресія
2013/2	174929579	190409702	172454646	181849964	181697853	181202774
2013/3	190924454	201632659	182962389	184519494	183350670	180752615
2013/4	202551282	213517109	201594811	201603707	211393877	192193755
СКПП		12577086	4845431	5471537	7775243	4196545
САПП		6.62394	2.01910	2.59288	4.06722	1.94269
Коефіцієнт Тейла		0.03209	0.01289	0.01442	0.02033	0.01534

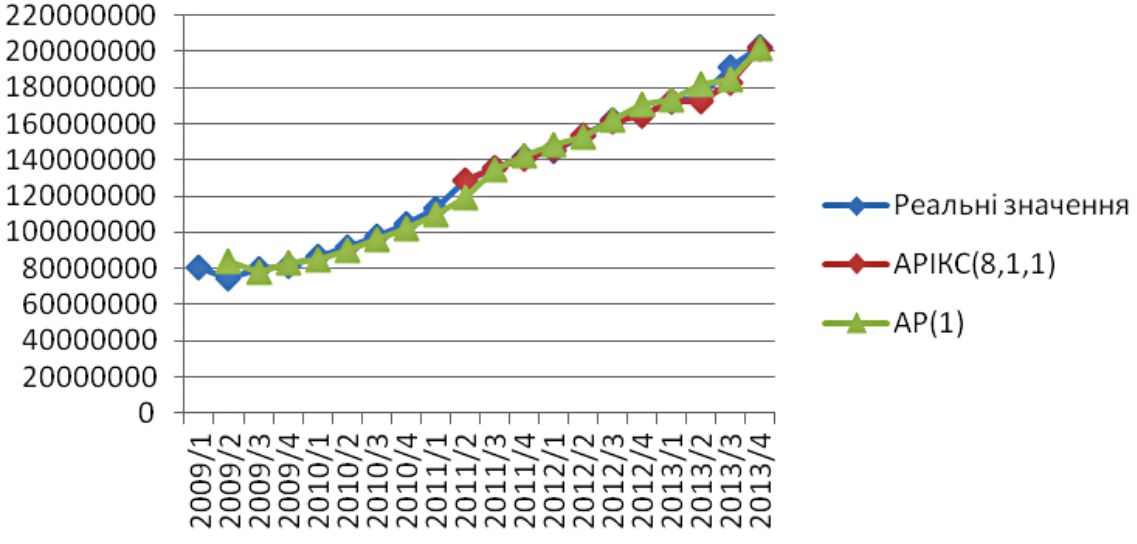


Рис. 1. Графіки реальних та прогнозних значень, побудованих за моделями АРІКС(8,1,1) та АР(1)

Література. **1.** Герасимович А.М., Парасій-Вергуненко І.М., Кочетков В.М. та ін. Аналіз банківської діяльності/ підручник. – К.:КНЕУ, 2010. – с. 5-9. **2.** Офіційний сайт НБУ [Електронний ресурс] – Доступний з: www.bank.gov.ua. **3.** Бідюк П.І., Романенко В.Д., Тимощук О.Л. Аналіз часових рядів/ навчальний посібник. – Київ: НТУУ «КПІ», 2010. - с. 108-123.

Козловская В.А., Котова А.Б.
Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украини, Киев, Украина

Алгоритмизация мышления исследователя как необходимый этап создания полиалгоритмических экспертных систем

В последнее время довольно быстрыми темпами происходит внедрение информационных технологий в диагностику и мониторинг процессов лечения. Одним из приоритетных направлений в сфере медицины остается информационная поддержка принятия решений врачом при постановке диагноза, что способствует повышению качества медицинского обслуживания. Скорость и корректность постановки диагноза в большинстве случаев определяет успех дальнейшего лечения пациента, поэтому разработка и внедрение информационных систем является одной из самых актуальных задач.

Одной из разновидностей медицинских информационных систем выступают экспертные системы. В самом общем определении, экспертные системы – это прикладные системы искусственного интеллекта, в которых база знаний представляет собой формализованные эмпирические знания высококвалифицированных специалистов (экспертов). Программное обеспечение экспертных медицинских систем отражает алгоритм конечного результата консилиума врачей. Однако процесс получения этого результата, т.е. алгоритм постановки диагноза каждым врачом, участвующим в консилиуме, остается за кадром и не раскрывает алгоритмов мышления исследователей. Отсюда вытекает необходимость перехода к новому классу экспертных систем – *полиалгоритмическим экспертным системам.*

Полиалгоритмическая экспертная система – это компьютерная система, программное обеспечение которой отражает алгоритм процесса постановки диагноза каждым врачом консилиума, зависящим от его типа мышления, и алгоритм процесса конечного результата постановки диагноза [1]. Таким образом, полиалгоритмическая экспертная медицинская система выступает как своеобразный информационный компьютерный консилиум.

Процесс постановки диагноза во многом определяется мышлением исследователя. Необходимость осознания процесса постановки диагноза выдвинула на первый план проблему алгоритмизации мышления врача при решении данной задачи. Именно алгоритмизация процесса постановки диагноза поднимает программное обеспечение на качественно новый уровень. Отметим также, что при создании полиалгоритмических экспертных систем в виртуальный консилиум целесообразно включать специалистов с различными типами мышления.

К проблеме типологизации мышления обращались многие исследователи. Среди них: К. Юнг, А. Эйнштейн, Р. Вудвортс, Г. Селье, Э. Кречмер, А. Шамис, Э. Грегорк и др. Анализ существующих подходов к классификации типов мышления позволил остановиться на классификации, предложенной учеными Международного научно-учебного центра информационных технологий и систем [2]. Согласно данной классификации многообразие мышления исследователей можно условно разделить на 7 типов: глобально-ассоциативный, абстрактно-ассоциативный, ассоциативно-синтетический, системно-ассоциативный, ассоциативно-аналитический, системно-аналитический и конкретно-аналитический типы. Разумеется, данная классификация не охватывает всего многообразия типов мышления исследователей, а каждый исследователь может обладать несколькими типами мышления одновременно. Также необходимо отметить, что разработка теста для определения типов мышления является крайне сложной, но необходимой задачей.

Таким образом, разработка информационной технологии классификации типов мышления исследователей – стратегическая задача создания полиалгоритмических экспертных систем, являющихся следующим шагом в оптимизации компьютерной постановки диагноза.

Литература. 1. Биоэкомедицина. Эдиное информационное пространство / [Гриценко В. И. и др.]. – К. : Наукова думка, 2001. – 277 с. **2.** Гриценко В. И. Типы интеллекта в моделировании наук о здоровье / В. И. Гриценко, М. И. Вовк, А. Б. Котова // Кибернетика и вычислительная техника. – 2000. – № 127. – С. 37-40.

Колябина Д.А., Мазуркевич Н.Ф., Бугаева Л.Н., Безносик Ю.А.
Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина

Оценка экологического риска на объекте обращения с радиоактивными отходами

Авария на Чернобыльской АЭС привела к необходимости создания пунктов захоронения радиоактивных отходов. Такие пункты предназначены для хранения твердых низко- и среднеактивных отходов. Но для таких пунктов необходимо проводить анализ безопасности, оценивать их влияние на окружающую среду и оценивать экологический риск объекта, на который влияет множество факторов.

При оценке безопасности технических объектов, информация о различных составляющих риска всегда имеет некоторую степень неопределенности. Когда комплексная система включает различные распределенные элементы риска с неопределенными источниками и величинами, то ее нельзя обработать с математической точностью во время начальной или отборочной фазы принятия решения. При вычислении величин элементов риска, в основном рассматривают риск в терминах лингвистических переменных подобно таким как "очень высокий", "высокий", "очень низкий", "низкий" и т.д. Поэтому логичным является использование теории нечетких множеств при определении сложного экологического риска. Для представления лингвистических переменных используются треугольные или трапециедальные нечеткие числа.

В работе для представления лингвистических переменных используются треугольные и трапециевидные функции принадлежности. Составляющие риска *g(r,i)* определяются двумя параметрами - степенью r и значимостью i, где каждый параметр представлен треугольными функциями принадлежности. Численное определение риска для заданной степени и важности составляющей риска выполняется дефаззификацией с использованием метода центроида [1]. Далее строится общий показатель составного риска, где для определения матрицы приоритетов (весов) различных составляющих риска используется метод анализа иерархий [2]. Наконец, определяется составной риск с использованием трехступенчатой методики оценки.

Элементы риска могут быть разделены на различные качественные или лингвистические классы. Одной только качественной классификации, описывающей степень риска, недостаточно для объяснения влияния элементов риска, поскольку значимость элементов риска является также ключевым моментом при определении составного риска в жизненном цикле системы.

Оценки риска являются лингвистическими переменными *L1*, *L2*, *L3*, *L4*, *L5*, *L6*, и *L7*. Эти лингвистические переменные были определены как "чрезвычайно низкий", "очень низкий", "низкий", "нормальный", "высокий", "очень высокий", "чрезвычайно высокий" соответственно. Эти лингвистические переменные были определены треугольными функциями принадлежности.

Каждый качественный уровень n=1, 2, ... , 7 (и для степени, и для значимости риска) описывает неопределенности и нечеткости в лингвистическом толковании и выражен треугольным термом функции принадлежности.

Чтобы определить риск данной степени и интенсивности, эти два фактора могут быть перемножены: *R(риск) = r (степень риска) * i (значимость риска).*

Методика реализована в виде пошаговой процедуры, которая использует понятие нечетких множеств и иерархический анализ, для оценки составного экологического риска на различных уровнях иерархической модели. Для расчета составного риска было разработано программное обеспечение в системе MATLAB с использованием приложения Fuzzy Logic Toolbox. Программное обеспечение не ограничено расчетом составного риска одной определенной иерархической структуры. В структуру составного риска на втором уровне могут быть включены другие виды риска, например экономические, транспортные и др. Разработанная программа расчета может быть использована и приспособлена для большого количества структур риска.

Литература. **1.** Yager, R.R. A general class of fuzzy connectives. Fuzzy Sets and Systems, 1980, 4. – p. 235-242. **2.** Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. // Пер. с англ.- М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.

Кондратенко Н.Р., Снігур О.О.
Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

Нечітке моделювання в задачах гідрогеології

Моніторинг підземних водних об'єктів як напрямок прикладних гідрогеологічних досліджень полягає в систематичному (багаторічному) спостереженні за станом та зміною режиму та балансу підземних вод, їхнього складу і якості.

Величина запасів і характеристики підземних вод визначаються рядом факторів - гідрологогеологічних, фізико-географічних, а також антропогенних, із водогосподарською діяльністю, що визначають зміни умов живлення, якості та відбору підземних вод. Підземні води мають цілий ряд специфічних особливостей [1], що докорінним чином відрізняють їх від інших корисних копалин. Серед них - повна або часткова відновлюваність, формування балансу водовідбору за рахунок різних генетичних складових та зміна їхньої величини і співвідношення в часі; тісний взаємозв'язок підземних вод із зовнішнім середовищем; можливість зміни якості підземних вод в процесі експлуатації; залежність величини водовідбору та положення динамічних рівнів підземних вод на одній із ділянок водоносного горизонту від умов та масштабів експлуатації на інших ділянках тощо.

Ці та інші фактори (як, наприклад, похибки вимірювань кількісних параметрів, якісний (лінгвістичний) характер деяких ознак, недостатність вхідних даних, коли частина значень у матриці вихідних даних відсутня, або ж наявність у вхідних даних шумів та аномалій) вносять невизначеності у процес прийняття рішень про якість води, що видобувається з тієї чи іншої свердловини. Для врахування та моделювання цих невизначеностей доцільно оперувати математичним апаратом теорії нечітких множин.

При цьому представлення функцій належності нечітких множин, що використовуються для представлення переважної більшості величин у системі, в чіткій формі також викликає сумніви, адже воно суперечить інтуїтивному уявленню про природу невизначеності, що підводить до необхідності використання нечітких множин типу 2. З цієї позиції останні також можна піддати критиці з тих самих міркувань, адже, строго кажучи, повний формалізований опис усіх без винятку невизначеностей, присутніх у вхідних даних, можливий лише за допомогою моделі на основі нечітких множин нескінченного порядку. Проте застосування нечітких множин вищих порядків веде до зростання складності нечіткої логічної системи та обчислювальної складності операцій із такими множинами [2].

Виходячи з цього, пропонується нечітка логічна система типу 2 для класифікації зразків води за можливим призначенням (для використання в сільському господарстві, вода технологічного призначення, питна вода тощо.)

Вхідний вектор системи складається з хімічних (вміст мікро- та макроелементів - алюмінію, берилію, молібдену; заліза, марганцю, міді, сульфатів, поліфосфатів тощо - всього близько 20) та мікробіологічних (загальна кількість бактерій в одиниці об'єму, кількість бактерій групи кишкової палички, об'єм води, що припадає на одну бактерію вказаної групи) показників. Додатково до цього набору параметрів також враховуються характеристики зони санітарної охорони водойми, з якої здійснюється забір води. Сюди належать геометричні характеристики першого (зона строгого режиму) та другого (зона обмежень) поясів охорони, а також наявність або відсутність джерел бактеріального, хімічного, радіоактивного або механічного забруднення на їхній території або поблизу [2]. Розмір зони строгого режиму визначається, як правило, лише типом водойми. Другий же пояс встановлюється таким чином, щоб забруднення не могло досягти водозабору протягом усього періоду його експлуатації. Якщо джерело забруднення так чи інакше знаходиться в межах зони санітарної охорони, цей фактор також необхідно врахувати.

Кожен із обох груп параметрів являє собою лінгвістичну змінну x_i з множини $W = X_1 \times X_2 \times ... \times X_p$, що може приймати значення з набору якісних термів: Н - низький, нС - нижче середнього, С - середній, вС - вище середнього, В - високий. Кожен із цих термів

являє собою нечітку множину типу 2, задану за допомогою відповідної інтервальної функції належності [3, 4].

Класи за використанням води (лінгвістична змінна $Q = L_1 \times L_2 \times ... \times L_n$) будемо вимірювати нечіткими класами L_1, ... L_n:

L_1 - питна вода;

L_2 - вода, що використовується в сільському господарстві;

L_3 - вода для паросилового господарства;

L_4 - вода для технологічних цілей;

L_5 - вода, що використовується для заводнення нафтових пластів.

Задача класифікації полягає в тому, щоб кожному конкретному вхідному вектору X поставити у відповідність один із класів-розв'язків L_j.

Природно, що вода з однієї й тієї самої водойми може задовольняти більш ніж одному з перерахованих вище класів, що позначиться як на абсолютному значенні вихідної змінної Q, так і на ширині інтервалу. Таким чином, результатом роботи системи є віднесення вектора вхідних даних до одного або більше класів за призначенням, а також кількісна оцінка невизначеності, пов'язаної з отриманим результатом.

На початковому етапі рооти системи здійснюється її налаштування (навчання) за допомогою набору даних, сформованого на основі попередніх досліджень складу води та параметрів зон санітарної охорони водойм Вінницької області, та за участі експерта-гідрогеолога. Перевірка правильності роботи системи відбувається на наборі даних, схожих за характером, але який не є підмножиною навчального набору.

Частинним випадком застосування системи по завершенні процедури навчання може бути аналіз кількісних та якісних характеристик підземних вод на предмет їхньї придатності для споживання, зокрема, як питної води.

Отримана модель може використовуватись як система підтримки прийняття рішень наряду з традиційними методами оцінки фізико-хімічного, мікро- та макробіологічного складу води на предмет його відповідності нормативним вимогам. При цьому, на відміну від останньої, запропонована система акумулює емпіричні знання експерта, що носять нечіткий, неформалізований та певною мірою інтуїтивний характер.

Вихід системи дає змогу не лише зробити висновок про відповідність характеристик води санітарно-гігієнічним нормам, але й судити про доцільність подальшого використання свердловини, або ж вжиття заходів для корекції потенційно небажаних показників.

Введення в систему параметрів поясів санітарної охорони дає змогу встановити та візуалізувати їхній вплив на якість води, що видобувається, та змоделювати тенденції зміни характеристик води залежно від розмірів і конфігурації поясів саніторної охорони. Геометричні характеристики поясів санітарної охорони, зокрема другого поясу, визначаються самостійно експертом у кожному конкретному випадку залежно від гідрогеологічних умов водозабірної ділянки й типу водозабірної споруди [2]. Тому запропонований інтервальний нечіткий класифікатор, а саме його база правил, окрім своєї основної функції підтримки прийняття рішень, також має цінність як формалізована база експертних знань про особливості побудови зон санітарної охорони в різних гідрогеологічних та екологічних умовах.

Література. **1.** Боревский Б.В. Оценка запасов подземных вод. / Б.В. Боревский, Н.И. Дробноход, Л.С. Язвин - 2-е изд., перераб. и доп. - К.: Выща шк. Головное изд-во, 1989. - 407 с.: ил. ISBN: 5-11-001204-0. **2.** J.M. Mendel, Uncertain Rule-Based Fuzzy Logic Systems: Introduction and New Directions, Prentice-Hall, Upper-Saddle River, NJ, 2001. **3.** Кондратенко Н.Р. Використання інтервальних функцій належності в задачах класифікації ендокринних захворювань / Н.Р. Кондратенко, С.М. Куземко, О.В. Чеборака // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2005. – № 3. – С. 85-90. **4.** Целых А.Н. Некоторые теоретико-множественные операции над интервальными нечеткими множествами в моделях искусственного интеллекта / А. Н. Целых, Р. П. Тимошенко // Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы. - 2001. - №2. - С. 69-76.

Корнійчук Д.П., Олефір О.С.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Прогнозування динаміки протікання економічних процесів на базі адитивних методів і непараметричного оцінювання

Вступ. Управління акціями на фондовому ринку схильне до високого ризику. В основі багатьох методів управління акціями лежить інформація, що дохідності активів мають нормальний розподіл. Для коректного застосування методів таких як Шарпа, Марковіца необхідна перевірка нормальності дохідностей даних компаній. Методи адаптивного моделювання та прогнозування економічної статистики на сьогодні є надзвичайно важливими, адже вони цілком і повністю підходять для урахування динаміки протікання економічних процесів.

Опис дослідження. Методи математичної статистики, засновані на припущенні про вигляд закону розподілу спостережуваної випадкової величини X, називають параметричними. Однак у параметричних методів є істотні недоліки. По–перше, на практиці вид розподілу спостережуваної випадкової величини дуже часто невідомий. По-друге, експериментальні дані при збиранні та обробці інформації майже завжди спотворюються, що змінює їх вигляд розподілу. Непараметричні методи не вимагають знання закону розподілу спостережуваної випадкової величини і використовують лише мінімальну апріорну інформацію типу інформації про безперервність або симетрію функції розподілу. В основі багатьох методів управління акціями або портфелями лежить ключова гіпотеза про "ефективність ринку", яка стверджує, що на ринку існує велика кількість учасників, ціни на акції відображають всю існуючу інформацію, що дохідності активів мають нормальний розподіл. Критерій Колмогорова-Смірнова про перевірку гіпотези про однорідність двох емпіричних законів розподілу є одним з основних і найбільш широко використовуваних непараметричних методів, так як досить чутливий до відмінностей у досліджуваних вибірках [1]. Методи адаптивного і регресійного моделювання та прогнозування даних (економетричних, медичних і т.п.), що представляються у вигляді часових наборів даних на сьогодні є надзвичайно важливими, адже вони цілком і повністю підходять для урахування динаміки протікання економічних процесів [2].

Одними з найпопулярніших методів прогнозування часових рядів є методи :

1. Експоненційного згладжування
2. Тейла-Вейджа
3. Брауна

Ці методи дозволяють розробити програмний апарат моделювання динаміки протікання економічних процесів. Для перевірки на адекватність отриманих результатів доцільно використовувати наступні критерії :

- Сума квадратів похибок моделі
- Коефіцієнт детермінації
- Критерій Акаіке
- Коефіцієнт Дурбіна-Уотсона

Висновки. Результатом дослідження можна вважати той факт, що не існує єдиного універсального методу для моделювання будь-яких економетричних даних. На різних наборах статистичних даних необхідно використовувати якомога ширший спектр методів та професійних знань аналітика-дослідника для побудови адекватної моделі процесу. За цих умов великого значення набуває автоматизована система моделювання і візуалізації отриманих результатів, робота якої дозволить більш точно і якісно передбачати результати, підбирати найкращий метод для того чи іншого випадку.

Література. 1. Тюрин Ю.Н. Исследования по непараметрической статистике : Автореф. дисс. на присв. канд. техн. наук: спец. 5.060785 "Математическая статистика" / Тюрин Ю.Н. – М., 1985. – 33 с. **2.** Лукашин Ю. П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов: учебн. пособ. / Лукашин Ю. П. – М. : Финансы и статистика, 2003. – 416 с.

Кравець І.О., Крикунова К.Г., Ковальчук Є.О., Форманюк А.А.
Чорноморський державний університет ім. П.Могили, Миколаїв, Україна

Системи підтримки прийняття рішень для фінансового менеджменту підприємств на базі нечітких нейронних мереж

Процес фінансового менеджменту є досить складним та вимагає великих трудових затрат. Це задачі пов'язані з вибором стратегії розвитку фірм, рішення про надання кредиту. Існують скорингові програми, які розв'язують задачі надання кредиту особистим клієнтам, але нема програмного забезпечення, яке розв'язує питання о наданні кредиту приватному підприємству, враховуючі прогноз показників. Тому розробка програмного забезпечення для полегшення процесу прийняття рішень у цих сферах є актуальною задачею. Нечіткі нейронні мережі, які включають переваги як нейронних мереж так і систем нечіткої логіки, дуже придатні для цього. Таким системам притаманна властивість до навчання новим даним, яка є властивістю нейронних мереж, так і можливість утворення бази правил у формі зрозумілої експертам. Але в відомих нечітких нейронних мережах є певні моменти, які потребують доробки. Так, база правил або формується експертом, або використовується повна база правил, що є надмірним та не завжди відповідає дійсності. Алгоритми навчання нейронної мережі розроблені для Гауссовської функції належності [2] або мають емпіричний характер.

Запропоновано систему підтримки прийняття рішення для вибору стратегії розвитку підприємства на основі нечіткого нейроконтролера для вибору оптимальної стратегії і керуючого впливу та нечіткої нейронної мережі Такагі-Сугено-Канга [1,2] для задачі прогнозування зовнішніх факторів та внутрішніх показників підприємства. У нечіткому нейроконтролері реалізовано алгоритми нечітких логічних висновків Мамдані і Цукамото для оцінки і вибору оптимальної стратегії; проведено порівняння результатів застосування алгоритмів різних нечітких логічних висновків

Розроблено алгоритм автоматичного формування нечіткої бази правил для нечіткої нейронної мережі TSK та нейроконтролера. Запропоновано використання чисельних алгоритмів для розрахунку частинних похідних виходу нечітких правил по параметрам різних функції належності.

Також розроблено СППР для кредитування банком приватного підприємства, яка поєднує розв'язок задач прогнозування та класифікації. Для прогнозування булі використані адаптивні методи, які є найбільш придатними для нестаціонарних часових рядів фінансових показників країни та підприємства, для класифікації була використана нечітка нейронна мережа NEFClass.

Реалізовано ієрархічну базу правил для поєднання декотрих вхідних факторів, у якої перший рівень виконує кластеризаційний алгоритм Fuzzy-C-Means, другий рівень – база правил нечіткої нейронної мережі TSK або NEFClass. Проведено порівняння адаптивних методів прогнозування фінансових показників з прогнозуванням за допомогою нечітких нейронних мереж.

Проаналізовано методологічний підхід оцінювання та вибору оптимальної стратегії на базі апаратів нечіткої логіки та нейронних мереж, що дозволяють мінімізувати грошові і часові витрати на цей процес, точно та якісно оцінювати привабливість стратегій розвитку.

Література. **1.** Takagi T., Sugeno M. Fuzzy identification of system and its application for modeling and control. IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics. 1995 V.15 N1P.116-132. **2.** Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методи в интеллектуальних системах.-К., „Слово", 2008.-333 с. **3.** О классификациях стратегий компаний [Текст] / Ю. А Маленков // "Эмитент. Существенные факты, события, действия. Единое информационно-аналитическое обеспечение промышленности и предпринимательства Северо-Западного региона РФ". – N42(173) – 2006. **4.** 4. Кравець І.О., Крикунова К.Г., Ковальчук Є.О. Система підтримки прийняття рішень для вибору оптимальної стратегії фірми на базі нечітких нейронних мереж. // Збірка наукових праць міжнародної конференції «Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту», ISDMCI -2013, Євпаторія 2013.- С 360-361.

Лаптюк А.М. *— рецензент Недашківська Н.І.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Система підтримки прийняття рішень для розв'язання слабо структурованих задач на основі методів аналізу ієрархій

В різних сферах людської діяльності часто виникають складні багатокритеріальні задачі прийняття рішень. Для розв'язання таких задач використовується метод аналізу ієрархій (МАІ), який визначає коефіцієнти пріоритетності (ваги) альтернатив рішень за ієрархією якісних та кількісних факторів рішень (характеристик альтернатив, цілей акторів тощо), враховуючи оцінки експертів та вподобання особи, яка приймає рішення [1]. Перший етап МАІ – декомпозиція проблеми в ієрархічну структуру, вершиною якої є сама проблема (головна ціль), на останньому рівні розміщуються альтернативи рішень. На наступному етапі здійснюється оцінювання елементів побудованої ієрархії методом парних порівнянь на основі суджень експертів/ ОПР в шкалі відношень. Цей етап включає розрахунок локальних ваг елементів ієрархії та оцінювання узгодженості оцінок експертів/ ОПР. Третій етап полягає в агрегуванні локальних ваг елементів ієрархії по всім рівням ієрархії.

В умовах невизначеності різної природи людина-експерт не завжди може дати точну оцінку у вигляді скалярного значення. Тому використовують модифікації методу аналізу ієрархій – нечіткі методи аналізу ієрархій (НМАІ) [1–3], які визначають ваги альтернатив рішень на основі нечітких оцінок експертів. Ці НМАІ базуються на декомпозиційному представленні нечітких матриць парних порівнянь (НМПП). Кожна НМПП розкладається за множинами рівня і здійснюється перехід до інтервальних матриць парних порівнянь (ІМПП). Використання декомпозиційного методу обробки НМПП дозволяє однаково обробляти всі нечіткі оцінки, незалежно від форми та виду нечіткої множини. Тому стає можливим розв'язувати задачі розрахунку ваг зі змішаними типами оцінок, такими як нечіткі множини різного виду, інтервальні чи точкові оцінки.

В даній роботі виконано дослідження НМАІ [1–3] і розроблено алгоритм обробки нечітких експертних оцінок. Досліджено властивості методу нечіткого програмування переваг, який використовується в НМАІ [2] на етапі розрахунку локальних ваг з ІМПП.

Спроектовано та реалізовано СППР (рис. 1), що дає можливість ОПР прискорити і полегшити процедуру прийняття рішень. Детальніше розглянемо модулі розробленої СППР.

1. Модуль ініціалізації задачі
   a) Задання структури задачі, шляхом введення назв критеріїв та альтернатив рішень та зв'язків між ними
   b) Задання лінгвістичних оцінок експертом, побудова нечітких матриць парних порівнянь (НМПП)
2. Модуль налаштування розрахункових параметрів
   a) Вибір нечіткої шкали для побудови числових НМПП
   b) Задання кроку дискретизації для a рівнів
   c) Налаштування методу обробки ІМПП
3. Модуль обробки інтервальних матриць парних порівнянь (ІМПП)
   a) Декомпозиція НМПП на ІМПП a рівнях
   b) Розрахунок локальних ваг з ІМПП
   c) Розрахунок показника узгодженості ІМПП
4. Модуль агрегації ваг
   a) Агрегація локальних ваг по a рівнях
   b) Розрахунок глобальних ваг елементів мережі по a рівнях за допомогою методу «суперматриці»
   c) Агрегація глобальних ваг по a рівнях для всіх елементів мережі
5. Модуль представлення результатів

a) Оцінювання чутливості до вибору нечіткої шкали парних порівнянь
b) Можливість перегляду проміжних та кінцевих результатів

6. Модуль збереження результатів до сховища даних

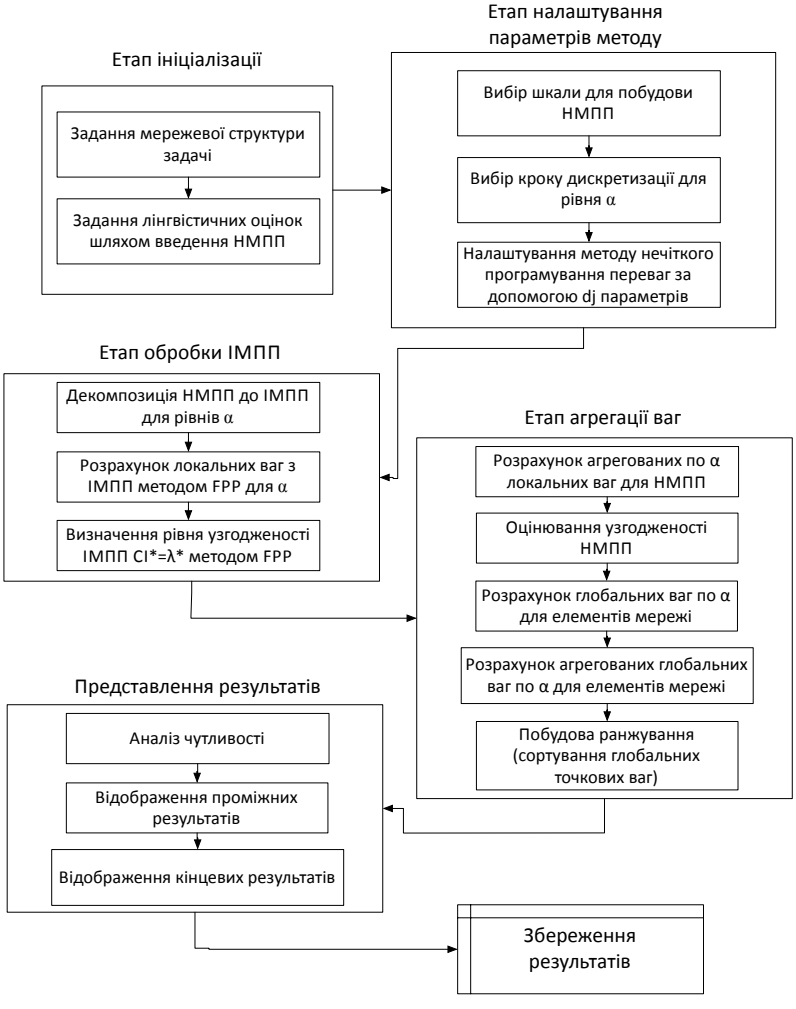


Рис. 1. Алгоритм обробки нечітких експертних оцінок

СППР реалізовано в програмному середовищі $C\#$ із залученням Wolfram Mathematica. За допомогою мови програмування $C\#$ та Windows Presentation Foundation розроблено інтерфейс користувача, а за допомогою онлайн сервісу Wolfram Alpha, який буде вимагати від користувача лише наявність підключення до мережі, проведено реалізацію та дослідження методів обробки експертних оцінок.

Література. **1.** Панкратова Н.Д., Недашківська Н.І. Моделі і методи аналізу ієрархій: Теорія. Застосування: Навчальний посібник. – К: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2010. – 371 с. **2.** Недашковская Н.И. Гибридный метод поддержки принятия решений в нечетких условиях при взаимозависимых критериях // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2012 (24 квітня 2012 р., м. Київ). – К.: ННК "ІПСА" НТУУ "КПІ", 2012. – С. 95 – 96. Режим доступу: http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf/view. **3.** Недашковская Н.И. Оценивание чувствительности спектрального коэффициента согласованности нечетких экспертных оценок парных сравнений // Збірка праць XII міжнародної конференції Інтелектуальний аналіз інформації ІАІ-2012 (16 – 18 травня 2012 р., Київ). – К.: «Просвіта», 2012. - С. 226 – 232.

Максименко Г.В., Селин А.Н.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

О методе машинного обучения на основе систем классификаторов и нейронных сетей

Обучающиеся системы классификаторов (*LCS – Learning Classifier Systems*) — это основанные на правилах самообучающиеся алгоритмы, тесно связанные с такими технологиями, как обучение с подкреплением и генетические алгоритмы. Актуальность рассматриваемой технологии в том, что она может быть применена для решения широкого спектра задач в различных прикладных областях: робототехника и навигация, распознавание образов, интеллектуальный анализ данных, медицина и диагностирование и др. [1]

Обучающиеся системы классификаторов учатся, взаимодействуя со средой, от которой они получают вознаграждение, выраженное в численном виде. Обучение достигается максимизацией получаемого из среды вознаграждения путем реорганизации внутренней структуры системы в процессе ее работы. Существует множество различных реализаций систем классификаторов, каждая из которых приспособлена для решения определенного спектра задач: XCS (*eXtended Classifier System*), ACS (*Anticipatory Classifier System*), GCS (*Grammar-based Classifier System*) и др.

Основными компонентами каждой системы классификаторов являются [1, 2]:

- конечная популяция правил (*классификаторов*);
- *действующий компонент*, отвечающий за выбор действия;
- *подкрепляющий компонент*, отвечающий за распределение вознаграждения между классификаторами;
- *эволюционный компонент*, ответственный за создание новых правил (представлен *генетическим алгоритмом*).

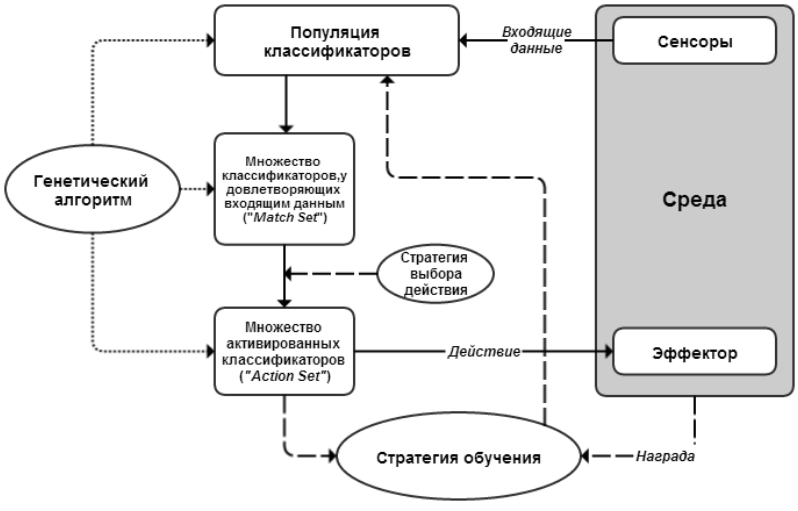


Рис. 1. Структура обучающейся системы классификаторов

Обучение системы носит итеративный характер. Каждая итерация включает в себя следующие действия:

1. Считывание входящих данных с сенсора и формирование множества правил $[M]$ из популяции, условиям которых удовлетворяют входящие данные («*Match Set*»).
2. Выбор действия a_j, которое будет отправлено системой на выход.
3. Формирование активного множества $[A]$ («*Action Set*») из правил множества $[M]$, соответсвующих действию a_j.
4. Отправка действия a_j, во внешнюю среду посредством эффектора.

При получении вознаграждения r, подкрепляющий компонент распространяет его на все классификаторы, ответственные за принятие системой решения. На каждой итерации с некоторой вероятностью может может быть задействован генетический алгоритм и сформированы новые правила из уже существующих в популяции.

В зависимости от конкретной реализации представление правил, набор характеристик классификаторов, область применения генетического алгоритма, а также алгоритм распространения вознаграждения могут отличаться.

Целью представленной работы является исследование искусственной нейронной сети на основе обучающейся системы классификаторов (*CLCS – Connectionist Learning Classifier System*) [3]. В такой системе каждый классификатор C_i связан с каждым возможным действием a_j некоторым весовым коэффициентом w_{ij}. Кроме того, как и в классических системах классификаторов, каждому классификатору C_i приписывается числовая характеристика его приспособленности s_i.

Подкрепляющий компонент активируется при получении системой вознаграждения r из среды и состоит из двух независимых процедур:

- корректировка весовых коэффициентов w связей классификаторов с действиями;
- корректировка характеристики приспособленности классификаторов s.

Характеристика приспособленности классификатора s используется генетическим алгоритмом. Чем больше ее значение, тем больше вероятность того, что классификатор будет использован для создания новых правил.

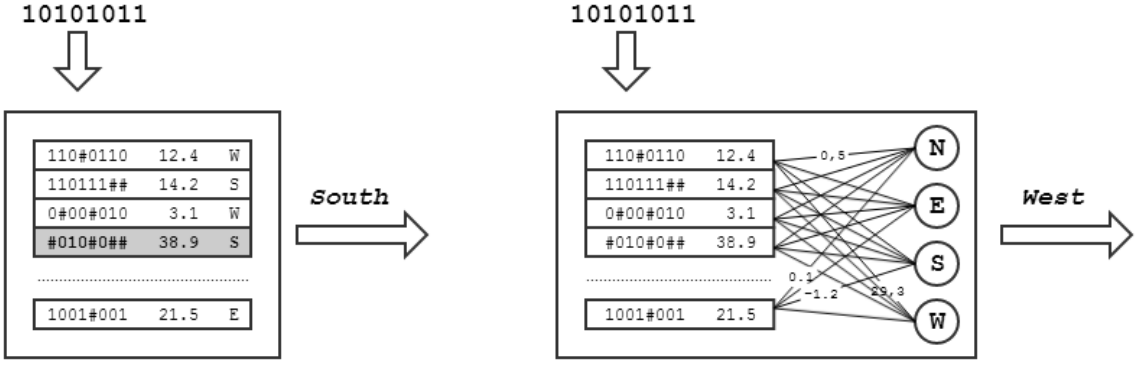


Рис. 2. Классическая обучающаяся система классификаторов (слева) и построенная на ее основе CLCS (справа)

Хотя CLCS структурно сложнее классических систем классификаторов, такой подход на практике показывает множество преимуществ: увеличивается скорость обучения системы, уменьшается зависимость качества обучения от результатов работы генетического алгоритма и начального множества правил, уменьшается размер популяции при сохранении качества обучения.

В работе проводится сравнивнение следующих свойств классической LCS и построенной на ее базе CLCS: скорость обучения, ее зависимость от размера популяции классификаторов, способность системы адаптироваться к динамическим изменениям в среде.

Литература. **1.** Ryan J. Urbanowicz and Jason H. Moore, “Learning Classifier Systems: A Complete Introduction, Review, and Roadmap”, Journal of Artificial Evolution and Applications, Volume 2009, pp. 1-25, Jun. 2009. **2.** L. B. Booker, D. E. Goldberg, J. H. Holland, “Classifier systems and genetic algorithms”, Artificial Intelligence, Volume 40 Issue 1-3, pp. 235-282, Sep. 1989. **3.** A. Vasilyev, “Connectionist Learning Classifier System” Proc. Traditional And Innovations In Sustainable Development Of Society, Rezekne, Latvia, pp.288-297, 2002.

Малышевская Е.Н.
Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина

Предварительная обработка данных для задачи классификации типов эпителия по мультиспектральным изображениям

Предварительная обработка данных для задачи классификации типов эпителия по мультиспектральным изображениям. В качестве исходных данных есть информация о 185 пациентках, которые проходили обследование. Во время кольпоскопического осмотра проводилось снятие многоканальных электронных изображений тканей шейки матки, брались образцы подозрительных тканей (биопсия), которые затем отправлялись на исследование цитологу. Расположения биопсий были зафиксированы на снятых изображениях. Изображения снимались применяя 16 фильтров. В работе рассматривается гипотеза, о том, что похожие типы эпителия имеют похожие оптические свойства. Отличие между разными типами эпителия больше, чем отличие между одинаковыми типами эпителия у разных пациентов. Таким образом, имея 16- канальные изображения можно более точно определить похожие оптические свойства тканей. Для задачи классификации типов эпителия используются нейронные сети [1]. Выбор данных для обучения сети и их обработка является самым сложным этапом решения задачи. Набор данных для обучения должен удовлетворять нескольким критериям: Репрезентативность — данные должны иллюстрировать истинное по-ложение вещей в предметной области; Непротиворечивость — противоречивые данные в обучающей выборке приведут к плохому качеству обучения сети [2]. Исходные данные преобразуются к виду, в котором их можно подать на входы сети. Каждая запись в файле данных называется обучающей парой или обучающим вектором. Обучающий вектор содержит по одному значению на каждый вход сети и, в зависимости от типа обучения (с учителем или без), по одному значению для каждого выхода сети. Обучение сети на "сыром" наборе, как правило, не даёт качественных результатов. Существует ряд способов улучшить "восприятие" сети.

В работе приведен анализ способов предварительной обработки данных для используемой системы, таких как нормировка, которая выполняется, когда на различные входы подаются данные разной размерности; квантование выполняется над непрерывными величинами, для которых выделяется конечный набор дискретных значений. Например, квантование используют для задания частот звуковых сигналов при распознавании речи; фильтрация выполняется для "зашумленных" данных [3]. Изображения обрабатываются применяя фильтр Винера [4]. В работе данные – матрицы значений яркости пикселей. Данные нормированы. Как входы для нейронных сетей будут подаваться блоки, выделенные в месте, где была сделана биопсия 20x20 пикселей. Для каждого случая формируется 16*20*20 = 6400 входных переменных. Существует много способов понижения размерности данных. Такие как метод главных компонент, многомерное шкалирование, а также многочисленные нелинейные обобщения: метод главных кривых и многообразий, метод упругих карт, поиск наилучшей проекции и др. Метод главных компонент [5] выделяется из множества способов высокой эффективностью и простотой реализации. Метод применяется во многих областях, таких как распознавание образов, компьютерное зрение, сжатие данных и т. п. Для понижения размерности данных используется метод главных компонент.

Литература. **1.** *Malyshevska K.* The usage of neural networks for the medical diagnosis // Suplement to the international journal "Information Technologies & Knowledge" of 9th international conference KDS-2009 .- Sofia.- June.- 2009.- P. 77. **2.** *Haralick R.M., Shamnmugan K., Dinstein I.H.* Texture features for image classification // IEEE Trans. Syst., Man. Cyber. – 1973. – Vol. SMC-3. – P. 610-620 **3.** *Brown Robert Grover and Hwang Patrick Y.C.* Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering (3 ed.), New York: John Wiley & Sons. ISBN 0-471-12839-2, 1996 **4.** *Wiener Norbert* Extrapolation, Interpolation, and Smoothing of Stationary Time Series. New York: Wiley. ISBN 0-262-73005-7, 1994 **5.** *Jolliffe I.T.* Principal Component Analysis, second edition (Springer), 2002

Мейтус В.Ю.
Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украини, Киев, Украина

Интеллектуализация систем управления производством

Идея создания АСУ, в основе которых лежит использование компьютерной техники для сбора, обработки и формирования в едином комплексе основной производственной информации, необходимой для принятия решений в управлении предприятием, появилась раньше, чем возникла эффективная возможность применения этой идеи на практике. Первые АСУ только демонстрировали возможности вычислительной техники.

Последующий переход к широкой компьютеризации производственных бизнес-процессов (БП) стал возможным в условиях перехода к компьютеризованным АСУ. И именно такие системы являются сейчас наиболее распространенными и эффективными.

Методы разработки современных АСУ основаны на автоматизации стандартных функций управления бизнес-процессами. Сначала функция планирования рассчитывает основные показатели, которые должны быть получены при ожидаемом выполнении БП. Затем эти показатели сравниваются с реальными значениями, полученными при выполнении БП в реальных условиях. В случае различия между реальными и планируемыми значениями показателей используются методы воздействия (управления) на БП, чтобы добиться приближения реальных показателей к плановым. При этом для представления информации о БП используются сети, состоящие из персональных компьютеров.

Но в реальных условиях не всегда удается, разрабатывая вычислительную модель БП, свести необходимую корректировку к решению конкретной математической задачи. Да и сама задача может оказаться сложной и плохо формализуемой. Поэтому как составная часть АСУ в нее включается человек, который на основании своего опыта и знаний должен найти приемлемое решение и скорректировать выполнение БП в нужном направлении. Вписанный в систему управления, человек реализует интеллектуальную составляющую системы, решая за счет своего интеллекта неформальные или сложные задачи, связанные с выполнением БП.

Формально **интеллект – это неотъемлемое качество субъекта, ориентированного на взаимодействие с различными ПО, составляющими внешнюю среду. Это качество, представляется в виде заданных и сформированных субъектом методов анализа и синтеза информации, связываемой с ПО. Оно позволяет субъекту, воспринимающему внешнюю среду, виртуально концептуализировать ее, организовывать, сохранять и модифицировать полученное концептуальное представление (интеллектуальное отражение) как форму своего когнитивного опыта, и использовать его при организации взаимодействия со средой (решения задач) в рассматриваемой ПО.**

Применительно к производственным БП, ПО – это то пространство, в котором выполняется БП. Но каждая система управления, которая строится для этой ПО, имеет свои особенности. Они должны учитываться архитектурой системы и всей структурой руководителей, которые управляют системой, адаптируя свое поведения под условия конкретной работы, корректируя неполноту описания БП.

По мере развития компьютерной техники и соответствующего программного обеспечения возник вопрос совершенствования АСУ за счет повышения их интеллекта. Речь идет о создании новых систем управления, в которых интеллект был бы свойством самой системы, а не только связывался с ее управляющим персоналом. Такая система должна подстраиваться под ПО, учитывать ее особенности, решая большинство задач, закрепленных сейчас за человеком.

Интеллектуализация систем управления сейчас идет двумя путями. *Первый путь* – это увеличение объема информации, связываемой с выполнением БП. Выполнение действий, которые связаны с БП, зависит от совокупности согласованных операций, из которых состоит отдельное действие. А каждая операция зависит не только от ее технологического решения,

но и от того кто, в каких условиях, с какими индивидуальными характеристиками выполняет эту операцию.

В обычных системах управления эта функция возлагается на отдельного управленца, который с доступной ему точностью учитывает конкретные условия. В интеллектуализированной системе существуют специальные датчики, которые выдадут информацию о деталях выполнения БП также, как это происходит в АСУТП.

Собранная информация позволяет, во-первых, повысить эффективность управления, и, во-вторых, одновременно поступать к различным уровням администрирования управления, обеспечивая дополнительно многократный контроль.

Второй путь – это совершенствование алгоритмов обработки собранной информации, за счет пополнения их интеллектуальными алгоритмами обработки данных. Новые данные, получаемые системой управления из ПО, отражают динамические изменения управляемого объекта – предприятия.

В этих условиях возникают новые задачи. Например, может измениться список оборудования, используемого при обработке деталей, или измениться фактическая квалификация рабочих. Не говоря уже о изменяющихся внешних условиях. Отдельной составляющей системы управления является текущий анализ рисков, связанных с производством и выпуском определенного продукта.

В качестве интеллектуальных алгоритмов обработки данных могут быть использованы предлагаемые Майкрософт алгоритмы кластеризации, дерева принятия решений, временных рядов, упрощенный алгоритм Байеса.

Общий подход заключается в том, что модифицируемой и изменяемой в ходе постоянного и многократного выполнения БП является сама среда, относительно которой построена АСУ. Это новый подход к созданию системы управления, при котором процесс управления ориентирован не только на выполнение БП, но и на динамику изменений ПО, в которой БП выполняется. Сам подход актуален в условиях как недостаточной стабильности ПО, так и постоянного изменения выпускаемой продукции. Этот подход учитывает изменяемые внутренние условия и дополнительные требования к выполнению бизнес-процессов (надежность, качество, точность, риски).

Все эти факторы могут модифицировать систему управления по двум направлениям.

Первое направление связано с динамическими изменениями самой ПО, расширением и детализацией ее представления, структуризацией отдельных свойств, определяющих выполнение БП. В интеллектуализированной системе управления это направление представляется повышенным уровнем информационного отражения области, в которой выполняются бизнес-процессы. Снимаемая с датчиков и вводимая в систему информация анализируется интеллектуальными алгоритмами. На основании этой информации строится актуальная модель ПО. А затем уже эта модель используется при принятии решения на всех уровнях.

При этом предполагается, что вводимая в управляющую систему информация представляется в виде знаний о ПО. Эти знания основаны на данных, полученных из ПО. Но само представление имеет вид утверждений о соотношениях и связях элементов ПО между собой. А затем эти знания трансформируются в ограничения и условия выполнения действий, связанных с БП.

Второе направление определяется изменениями, которое интеллектуальная система вносит в множество решаемых задач, меняя их параметры и условия, способствуя возникновению новых задач в системе управления. Именно в этом проявляется та характеристика системы управления, которую связываем с ее интеллектом. Возможные задачи могут быть спроектированы еще при создании системы, но они подключаются к управлению или подготовке информации только тогда, когда в этом возникают дополнительные потребности.

Мейтус В.Ю. [1], ***Зубачева Е.В.*** [2]
[1] *Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украини, Киев, Украина;* [2] *Национальный университет "Киево-Могилянская академия", Киев, Украина*

Знания: онтологические представления и интеллектуальные алгоритмы формирования

Онтология – это формальное описание понятий (классов) в рассматриваемой предметной области, свойств каждого понятия, описывающих различные характеристики и атрибуты этого понятия (слотов) и ограничений, наложенных на слоты (фацетов). Отметим, что понятия могут соответствовать как некоторым объектам, так и отношениям (преобразованиям) между этими объектами.

Задача построения онтологии заключается в представлении предметной области (ПО) в некотором языке, позволяющем строить модели этой области и решать в ней задачи, определимые в этих моделях. В зависимости от того, насколько онтология соответствует реальному миру (адекватна ему), решаемые в ней задачи отвечают реальным вопросам, которые относятся к ПО.

С другой стороны, онтология – это совокупность имен, присвоенных элементам предметной области, и представляющих эти элементы в языковой форме. Эти имена позволяют оперировать с ПО на содержательном уровне, задаваемом семантическими связями и семантической близостью понятий, используемых в естественном или формальном языке. Языковое представление онтологических понятий имеет свою семантику, выражаемую через другие онтологические понятия и отношения.

Семантика отражает содержательные представления о том мире, в котором сформировался язык, содержащий введенные в онтологии понятия. Существующие в этом языке отношения и понятия связываются с ПО как истины или, например, как гипотезы, нуждающиеся в доказательстве и в расшифровке на уровне объектов, структур и отношений ПО.

Как и каждый объект, с которым необходимо оперировать на уровне модели, онтология может быть формализована. Рассмотрим один из вариантов такой формализации, когда онтология Ω представляется в виде семерки символов $\Omega = (E, N, R, Pr, \Lambda, I, \lambda)$, где

- E – представление предметной области, для которой строится онтология, в пространстве признаков $\mathcal{V}$,
- N – спецификация понятий области E, их онтологических свойств и признаков,
- R – спецификация отношений между понятиями области E,
- Pr – правила порождения в онтологии новых понятий из исходных понятий и отношений,
- Λ – логика, выбранная для оценки характера соответствия между онтологическими спецификациями и предметной областью,
- I – оператор интерпретации, $I : N \cup R \to E$,
- λ – логическая функция.

В докладе показано как классическое представление онтологии на уровне понятий, слотов и фацетов вкладывается в формальную Ω-модель.

Одной из существенных проблем, связываемых с каждой онтологией, является формирование новых понятий и связей между ними для заданной онтологии, т.е. описание или представление множества Pr. Эти правила могут быть сформулированы различным образом. Например, можно задавать правила построения иерархии понятий, или расширения классов за счет введения новых слотов, или заданием свойства «важность», которое позволяет оценить создание нового понятия в плане общей онтологии для данной ПО. В этом случае, понятия, отличающиеся по существенной важности от других понятий могут объединяться в одно новое понятие. Экземпляры этого понятия также должны иметь высокую оценку по критерию важности.

16-th International conference on System Analysis and Information Technologies SAIT 2014
Institute for Applied System Analysis, National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine, May 26–30, 2014
ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

В докладе предлагается использовать при формировании новых понятий в заданной онтологии интеллектуальные алгоритмы.

Исследование вариантов использования алгоритмов основывалось на применении алгоритма кластеризации и алгоритма дерева принятия решения, предложенные в системе Майкрософт SQL Server (Analysis Services). Это новый подход, который позволяет найти формально не заданные в явном виде взаимосвязи в анализируемой онтологии. Поиск этих взаимосвязей как раз и отражает зависимости, существующие в онтологии между различными понятиями и областями понятий. В действительности поиск таких связей - это тот самый процесс, который определяет логику вывода одниз понятий из других. При этом с помощью алгоритмов интеллектуального анализа можно задавать фильтры моделей интеллектуального анализа и детализировать структуры, полученные в результате работы алгоритмов. Это позволяет получить дополнительный аппарат работы с онтологиями, характеризующими ПО.

Так, например, алгоритм кластеризации создает группы объектов, связанных между собой на основе определенных связей. Это позволяет рассматривать последовательные переходы между различными объектами вводя дополнительное отношение k - эквивалентности на основе принадлежности разных объектов одному кластеру. Или рассматривать аналогии между объектами на основе вхождения в один и тот же кластер.

Исследование пространств значение слов, с одной стороны, является достаточно сложным процессом, потому что на этом уровне могут быть описаны сложнейшие процессы, протекающие в человеческом обществе. С другой стороны, на языке, состоящем из слов, происходит взаимодействие людей между собой, описывается поведение людей и всего связанного с ними окружения, внешней среды, мира. Поэтому использование онтологии - это способ найти адекватное соответствие этим сложным процессам, включая процесс, определяемый интеллектуальным поведением человека. Использование онтологии и онтологических пространств - это способ создания формальных структур, с помощью которых можно исследовать решение задач, напрямую связанных с интеллектуальным поведением. Точно также как, скажем, литература отражает процессы, протекающие в окружающем нас мире. И это является основным обоснованием ее существования.

Онтология вместе с алгоритмами ее анализа составляет развернутую базу знаний, построенную на последовательно расширяемом представлении понятий-классов и взаимосвязей между ними. Такая база строится на основании итерационного подхода, при котором на каждой итерации онтология пополняется за счет новых понятий, полученных применением интеллектуальных алгоритмов, а затемна следующем шаге интеллектуальные алгоритмы применяются к уже расширенной онтологии. Каждый такой шаг представляет собой отдельную итерацию, приводящую к новой расширенной базе знаний.

Отметим также, что на основании рассмотренных алгоритмов могут быть также разработаны инструментальные средства проверки и контроля онтологий, диагностики возможных ошибок в ее построении. Кроме того, как показывает практика, различные варианты применения интеллектуальных алгоритмов приводят к различным вариантам онтологий, относящимся к одной и той же предметной области.

Поэтому анализ онтологий с помощью интеллектуальных алгоритмов представляет собой дополнительное средство, которое дополнитлеьно пополняет саму разработку онтологии. Эти алгоритмы представляют собой процессный аппарат, позволяющий, в зависимости от направления использования онтологии, пополнить ее средствами развития. В некотором смысле это напоминает работу математика, который из совокупности заданных свойств на основании логики и интуиции получает новые результаты в виде теорем и утверждений, тем самым вводя новые поняти и свойства структур в рассматриваемой области.

Морозенко С.В. *— рецензент Бідюк П.І.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Дослідження фінансових ризиків популяційними методами

Постановка задачі. На основі соціально-демографічних і кредитних параметрів позичальників (у вигляді навчальної вибірки) розробити модель оцінювання наявності заборгованості у клієнта через 3 місяці. Розробка скорингової моделі здійснюється за допомогою популяційних методів. Необхідно розробити модель обробки даних популяційними методами (генетичним алгоритмом) з метою отримання оцінки кредитоспроможності клієнта, а також провести порівняльний аналіз результатів з методами множинної регресії та найближчих сусідів.

Опис вхідних даних. Для побудови скорингових моделей використовується база даних, що надана компанією Zoral Labs. Навчальна вибірка спеціально створена з 10000 записів про клієнтів. Для перевірки моделей використовується метод «утримання» тестових даних, тобто для визначення якості класифікації використовується 10% від усіх даних (1000 записів), які не були враховані при побудові скорингових моделей. В якості змінних для моделей обрані 10 атрибутів:1) загальний баланс на рахунках позичальника, окрім нерухомого майна і кредитів; 2) вік позичальника; 3) кількість прострочених платежів на 30-59 днів за останні 2 роки; 4) щомісячні виплати по кредитам, заборгованостям, витрати на проживання, аліменти, розділені на загальний дохід; 5) щомісячний дохід; 6) кількість відкритих кредитів (включаючи кредити на автомобілі, іпотечні кредити) і кредитних ліній; 7) кількість прострочених платежів на 90 або більше днів за останні 2 роки; 8) кількість іпотечних кредитів та кредитів на нерухоме майно; 9) кількість прострочених платежів на 60-89 днів за останні 2 роки; 10) кількість утриманців у сім'ї (дружина/чоловік, діти і т.д.).

Популяційні методи. Алгоритм (μ, λ) відноситься до еволюційних стратегій (ЕС) (Evolution Strategies, ES), що були розроблені Інго Рехенберг і Хансом-Паулем Швефелем в Берлінському технічному університеті в середині 1960-х.

Генетичний алгоритм (ГА) (Genetic Algorithm, GA) розроблений Джоном Холландом (John Holland) в університеті Мічиган в 1970-х роках. Різниця полягає в тому, як здійснюються селекція та розмноження: в еволюційних стратегіях спочатку вибираються батьківські особини, і тільки потім формуються всі нащадки, а в генетичному алгоритмі селекція і генерація нащадків відбуваються «малими порціями» [1, 2].

Для популяційних методів, що реалізовано в даній роботі використовується подання даних у вигляді бітових рядків за допомогою кодів Грея. Вводиться поняття функції пристосованості.

A_G - множина "хороших" особин; A_B - множина "поганих" особин;

$A = A_G \bigcup A_B$ - множина всіх особин популяції. Маємо справу з особинами $a, b \in A$:

$$a = \{a_1, a_2, \ldots, a_N\}, a_i \in \{0,1\} \forall i = \overline{1,N};\ b = \{b_1, b_2, \ldots, b_N\}, b_i \in \{0,1\} \forall i = \overline{1,N}$$

Введемо поняття відстані між двома особинами:

$$\rho(a,b) = \sum_{i=1}^{N} \delta_i;\ \delta_i = \begin{cases} 1, & a_i \neq b_i, \\ 0, & a_i = b_i. \end{cases}$$

Іншими словами, $\rho(a,b)$ – кількість неспівпадінь у бітових рядках a і b. Тому зразу можемо написати, що $\rho(a,b)$ має властивості: $\rho(a,b) \geqslant 0,\ \rho(a,b) \leqslant N$

Функція пристосованості полягає у порівнянні особини з еталоном:

$$e = \{e_1, e_2, \ldots, e_N\}, e_i \in \{0,1\} \forall i = \overline{1,N}$$

Еталон знаходиться за правилом:

$$\begin{cases} \min\limits_{b \in A_B} \rho(e,b) \to max \\ \max\limits_{a \in A_G} \rho(e,a) \to min. \end{cases}$$

Тобто маємо розв'язувати одночасно дві задачі оптимізації. Для спрощення обрахунків

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

зведемо до однієї оптимізаційної задачі :

$$\min_{b\in A_B, a\in A_G} \rho(e,b) + (N - \rho(e,a)) \to max$$

Далі для розв'язання задачі класифікації встановлюємо поріг c:

- Якщо $\rho(e,x) \geqslant c$, то x – "поганий" клієнт;
- Якщо $\rho(e,x) < c$, то x – "хороший" клієнт;

Множинна регресія. Один із спосібів отримати лінійну скорингову функцію - використовувати один з різновидів лінійної регресії. Визначається залежна змінна Y, що приймає значення 1 в разі «хорошого» (кредитоспроможного) клієнта, якщо ймовірність $p \geqslant 0,5$, або 0 – в разі «поганого», якщо $p < 0,5$. Далі використовується метод найменших квадратів для знаходження ваг w_i, що забезпечують найкраще передбачення значення Y. При використанні лінійної регресії фактично пов'язується ймовірність дефолту p зі значеннями анкетних даних лінійною функцією. Коефіцієнти наведеного нижче рівняння обчислені в програмі MATLAB.

$$p = 0,0364 + 0,1285x_1 + 0,0078x_2 - 0,0642x_3 - 0,0011x_4 + 0,0008x_5 - \\ - 0,0043x_6 - 0,1207x_7 - 0,0150x_8 + 0,1340x_9 + 0,0781x_{10}$$

Метод найближчих сусідів. Для реалізації методу найближчих сусідів на просторі анкетних даних вибирається деяка метрика, яка потім використовується для знаходження найближчих анкетних даних до даних нового клієнта. Використовуватимемо звичайну евклідову метрику для пошуку відстані між двома записами:

$$distance(a,b) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(a_i - b_i)^2},$$

a, b – записи; n – кількість змінних в скоринговій моделі;

$a = \{a_1, a_2, \ldots, a_n\}, a_i$ – значення i-ої змінної запису a (аналогічно для b).

При цьому клієнт класифікується в залежності від того, до якого класу належить більшість його сусідів по цій метриці.

Аналіз результатів. В табл. 1 наведені статистичні і прогнозні характеристики, отримані при використанні відповідних популяційних методів методів, методу множинної регресії та методу найближчих сусідів. Загальний рівень отриманих результатів характеризується специфічністю навчальної вибірки. Більшість змінних в моделі неперервні, а не дискретні, що ускладнює задачу точної класифікації. Найкращі результати отримані за популяційними методами, зокрема, при застосуванні генетичного алгоритму. Для цього методу відсоток похибок рівний 20, а це означає, що із 100 виданих кредитів 20 класифіковані неправильно, що значно краще в порівнянні з іншими методами.

Табл. 1. Порівняння результатів

Назва методу	Помилка			Точність моделі	Відсоток похибок при класифікації
	I-го роду	II-го роду	Загальна		
Популяційні методи					
Алгоритм (μ, λ)	1231	814	2045	0,795	21,5%
Генетичний алгоритм	1217	799	2016	0,8	20%
Стандартні методи					
Множинна регресія	1429	1189	2618	0,74	26%
Метод найближчих сусідів	1498	1231	2729	0,72	28%

Література. **1.** I. Rechenberg, Evolutions strategie: Optimierung technischer Systeme nach Prinzipien der biologischen Evolution. Stuttgart: Fromman-Holzboog, 1973. **2.** J. Holland, Adaptation in Natural and Artificial Systems. Michigan, Ann Arbor: Univ. of Michigan Press, 1975.

Мурга Н.А.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Модель диверсификации капитала между финансовыми инструментами во времени

Работа посвящена описанию и исследованию новой модели распределения капитала между финансовыми инструментами, которая, в отличие от существующих, позволяет определять оптимальные моменты времения для открытия и закрытия позиций по ним.

На данный момент существует большое количество моделей эффективного распределения наличного капитала между финансовыми инструментами. Первую математическую модель диверсификации предложил в 1952 Г. Марковиц и её описание можно найти в работах [1–3]. Однако в данных также работах подверглись критике основные недостатки данной модели, к которым были отнесены: класификация состояния как рискового, при отклонении цены финансового инструмента от наиболее ожидаемой; учёт взаимной корреляции значений цен финансовых инструментов в модели; описание процесса категориями математической статистики. Для устранения этого недостатка была развита теория нечёткой портфельной оптимизации, которая представлена в указаных работах. Кроме того, в работе [4] была представлена автоматическая система трейдинга, основанная на данной теории.

Недостатки существующих подходов. Большинство из предлагаемых моделей основано на распределении капитала на некоторый период времени. То есть, задавая этот период и прогнозируя значения цен финансовых инструментов, которые будут реализованы по его окончанию, производится диверсификация наличных средств по критериям доходности финансовых инструментов и риска неэффективности таких вложений.

Очевидно, что диверсификация капитала во времени в данных моделях не производится, что ведёт к потере потенциальной прибили от распределения. На данный момент в научно-практическом сообществе эта проблема осознана и предлагается ряд моделей диверсификации капитала во времени. Одна из таких моделей - мультиагентная - представлена в работе [4].

Мультиагентная модель диверсификации капитала является децентрализованой и, в связи с этим, возникает вопрос о централизованой модели диверсификации капитала между финансовыми инструментами во времени и проведения их сравнительного анализа.

Предлагаемые на данный момент централизованные модели диверсификации капитала во времени страдают от неразличия открытых позиций по одному и тому же финансовому инструменту в отдельные моменты времени. Они позволяют оценить объём капитала, инвестированный в финансовый инструмент, но не позволяют оценить количество открытых по нему позиций и соответственно вложенные объёмы капитала.

В работе [4] финансовый инструмент был определён как $FI =< T, P(T), PROF(T, P(T)) >$, где T - множество периодов времени на которых возможна торговля по финансовому инструменту, $P(T)$ - множество действительных чисел, которые зависят от T и традиционно ассоциируются с ценами финансового инструмента в отдельные периоды времени, $PROF(T, P(T))$ - множество технических средств получения дохода от вложения в финансовых инструмент в отдельные периоды времени.

Для дальнейшего изложения необходимо ввести понятие частичного финансового инструмента. Частичным финансовым инструментом называется кортеж: $PFI =< t_1, t_2, r_{12} >$, где $t_1 \leqslant t_2; t_1, t_2 \in T$ при упорядоченом T, а r_{12} - доходность частичного финансового инструмента, получаемая в результате открытия позиции по нему в момент времени t_1 и закрытия в момент времени t_2. По определению, r_{12} получается путём элементарных преобразований из соответствующих указанным моментам времени элементов множества $P(T)$

Предлагаемая математическая модель. Пусть x_{ijk} - количество лот (минилот, микролот) i-го частичного финансового инструмента, начальный период времени которого - t_j, а конечный - t_k. Цена одного лота (соответственно, минилота, микролота) частичного финансового инструмента - L_i. Пусть r_{ijk} введённая выше доходность частичного финансового инструмента.

16-th International conference on System Analysis and Information Technologies SAIT 2014
Institute for Applied System Analysis, National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine, May 26–30, 2014
ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

S - суммарный объём капитала отведённый под торговлю. $\rho(x_{ijk}, r_{ijk}, Li)$ - некоторая оценка уровня риска неэффективности вложений капитала согласно предлагаемой модели, а ρ_1 - некоторое критериальное значение уровня риска, выше которого его поднятие недопустимо. Тогда предлагаемая математическая модель выглядит следующим образом:

$$\sum_i L_i \cdot \sum_{j,k} r_{ijk} x_{jkk} \longrightarrow max, \tag{1}$$

$$x_{i0k} = 0, \forall i, k, \tag{2}$$

$$\sum_{i,k} L_i x_{itk} \leqslant S - \sum_i L_i \cdot \sum_{j \leqslant t, k \geqslant t} x_{ijk}, \forall t, \tag{3}$$

$$\rho(x_{ijk}, r_{ijk}, Li) \leqslant \rho_1, \tag{4}$$

$$x_{i,j,k} \in N \cup \{0\} \tag{5}$$

Пояснения к предложенной математической модели. Целевая функция задачи оптимизаций соответствует суммарному доходу от торговли частичными финансовыми инструментами. Отсюда и естественное желание максимизировать его.

Второе ограничение означает, что до момента решения данной задачи, никакая торговая деятельность по заданому объёму капитала не проводилась.

Следующее ограничение описывает факт распределения не вложенного капитала между частичными финансовыми инструментами в каждый рассматриваемый период времени.

Предпоследняя формула ограничивает уровень риска неэффективности торговой деятельности.

Последнее ограничение - условие целочисленности переменных, соответствующих количеству лот (минилот, микролот) частичных финансовых инструментов.

Данная задача является задачей целочисленного, нелинейного динамического программирования и решается соответствующими методами оптимизации.

Содержание доклада. В предлагаемом докладе будут представлены результаты теоретических исследований предложенной математической модели, а также сравнительный анализ с существующими моделями диверсификации капитала.

Литература. **1.** Зайченко Ю.П. Нечёткие модели и методы в интеллектуальных системах. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. - К.: «Издательский Дом «Слово»», 2008. - 344 с.

2. Згуровский М.З., Зайченко Ю.П. Модели и методы принятия решений в нечётких условиях. - К.: НВП «Видавництво «Наукова думка» НАН України», 2011. - 279 с.

3. Згуровский М.З., Зайченко Ю.П. Основы вычислительного интеллекта. - К.: НВП «Видавництво «Наукова думка» НАН України», 2013. - 408 с.

4. Мурга М.О. Інформаційні технології процесів інтрадей-трейдингу. Дисертація на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук - К.: НТУУ “КПІ”, 2013. - 243 с.

Мурга Н.А.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Выбор оптимальной структуры интеллектуальных агентов при проектировании мультиагентной системы

При проектировании мультиагентных систем возникает необходимость выбора структуры интеллектуальных агентов, которая позволила бы выполнять ставящиеся перед ними задачи, а также была как можно проще в реализации. В докладе будет представлен подход к такому выбору, который основывается на использовании информации о множестве необходимых управляющих воздействий, требуемых от агента и определении множества управляющих воздействий, которые агент способен производить. Кроме того, поскольку одно и то же множество управляющих воздействий могут производить агенты с разной структурой, возникает задача выбора простейшей среди них.

Разновидности структур агентов и их выбор при проектировании. Интеллектуальный агент - автономная интеллектуальная сущность, функционирующая в проблемной среде, способная воспринимать и изменять её состояние.

В работах [1, 2] выделется три основные класса интеллектуальных агентов: реактивные, планирующие и логические (дедуктивные). Кроме того, реализации интеллектуальных агентов могут объединять несколько из них. Такие агенты называются гибридными ([2]). Данные классы имеют большое число своих представителей (например, реактивные - на основе: нейронных сетей, логических схем и д.р; планировщики - на основе теорий автоматического планирования; дедуктивные - на основе: логики продукций, предикатов и д.р.).

При проектировании мультиагентной системы является очевидным факт возможности использования различных структур представителей указанных классов, откуда возникает задача выбора одной оптимальной реализации для каждого интеллектуального агента. К сожалению, автор данных тезисов не находил в доступной ему литературе описания подходов формализации и автоматизации этого процесса, хотя его актуальность очевидна, поскольку разработка методики такой автоматизации значительно ускорила и упростила бы процесс разработки мультиагентных систем.

Содержание предлагаемого подхода. В докладе будет представлено более подробное описание подхода к автоматизации процесса выбора оптимальной структуры интеллектуальных агентов при проектировании. В общем, подход основан на выполнении следующих шагов:

1. Выделение количества управляющих воздействий, требуемых от агента для выполнения задач, для которых он существует. Это возможно только после формализации проблемной среды агента путём определения её возможных состояний, а также подмножеств состояний, которые может воспринимать агент и в которые агент может переводить систему. Очевидно, что необходимо сформулировать критерии необходимости перевода системы в определнные состояния.
2. На основании полученного на предыдущем шаге числа, определить структуры доступных реализаций классов интеллектуальных агентов с минимальной сложностью, которые могли бы обеспечить генерацию заданного количества управляющих воздействий.
3. Выбрать структуру с минимальной сложностью из множества, полученного на предыдущем шаге.

В работе предлагается в качестве меры сложности структур интеллектуальных агентов использовать количество связей в них.

Литература. **1.** Рассел С., Норвинг П. Искусственный интеллект: современный под-ход, 2-е изд.. : Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1408 с.
2. Wooldridge M. An Introduction to Multiagent Systems. – West Sussex, England.: JOHN WILEY & SONS. LTD, 2002. – 348 p.

Надеран С.В.
Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина

Сравнительный анализ методов сегментации спутниковых изображений

Спутниковые изображения сверхвысокого разрешения обеспечивают средства для поддержания городских геодезических данных в актуальном состоянии и их документирования. Городские администрации, занимающиеся управлением и планированием окружающей среды, все чаще переходят к использованию географических информационных систем для создания планов роста и развития городов, и для изменения зонирования территории, реагируя на демографический рост. Возрастающие возможности получения спутниковых изображений сверхвысокого разрешения усиливают необходимость в разработке методов их автоматического анализа. Вследствие увеличения разрешения спутниковых данных, все большее развитие получает объектно-ориентированный подход к их обработке, одним из основных этапов которого является сегментация изображения, направленная на выделение объектов.

Сегментация является ключевым этапом обработки данных и влияет на эффективность всех дальнейших шагов анализа спутниковых изображений по причине зависимости качества получаемого в результате работы системы распознавания решения от правильно выделенных объектов. Чрезмерная или недостаточная сегментация могут привести к неправильному определению расположения и размеров объектов, что ведет к ошибочным результатам. К полученным в результате сегментации сегментам предъявляются следующие требования [1]:

1. Области должны быть однородны относительно определенных характеристик;
2. Внутренние части областей не должны содержать большое количество пустот;
3. Смежные области должны существенно отличаться по значению выбранных характеристик;
4. Границы каждого полученного сегмента должны быть четкими.

С целью выбора наиболее подходящего метода применительно к задаче обнаружения зданий на спутниковых изображениях проведен сравнительный анализ следующих методов сегментации изображений [2-3]:

1. Метод гистограмм.
2. Метод разбиения и слияния регионов.
3. Нечеткая кластеризация С-средних.
4. Метод роста регионов.
5. Комбинирование методов роста регионов и нечеткой кластеризации С-средних.

В работе использовались спутниковые изображения IKONOS и GeoEye-1. Пространственное разрешение спутниковых данных составляет 0.8 м и 0.5 м соответственно.

Для проведения сравнительного анализа методов сегментации были использованы критерии, основанные на вычислении меры отличия между результатом сегментации, полученным с помощью алгоритма, и сегментом, построенным экспертом на основе визуального анализа изображения. Оценивается качество сегментации зданий, а не всего спутникового изображения.

Для повышения качества сегментации спутниковых изображений проводится морфологическая обработка, которая состоит из последовательного применения двух морфологических операций: размыкание и наращивание. Постобработка изображений позволяет уменьшить количество анализируемых областей за счет слияния сегментов и удаления несущественных фрагментов с точки зрения рассматриваемой задачи обнаружения зданий на спутниковых изображениях.

Литература. **1.** Linda G. Shapiro and George C. Stockman. Computer Vision. - New Jersey, Prentice-Hall, 2001. - pp 279-325. **2.** Wang.Y. Tutorial: Image Segmentation. - National Taiwan University, Taipei. - pp 1-36. **3.** Тараскина А. С. Нечеткая кластеризация по модифицированному методу с-средних. – Новосибирск: Проблемы интеллектуализации и качества систем информатики, 2006. – с.217-228.

Надеран Э.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Подход к выделению информативных признаков рукописных символов

На сегодняшний день ввод математических выражений в ЭВМ является сложным и неудобным для пользователя ПК, поскольку осуществляется с помощью традиционных устройств ввода, таких как клавиатура и мышь. Взаимодействие пользователя с планшетным ПК с помощью сенсорной функциональности является наиболее естественной, простой и быстрой альтернативой для рукописного ввода в ЭВМ.

Центральной задачей проблемы распознавания рукописных математических выражений является создание эффективного метода распознавания рукописных символов. Основная сложность заключается в существовании большого количества вариаций написания одного и того же символа. Наиболее распространенными подходами к распознаванию рукописных символов являются: скрытые Марковские модели [1], алгоритмы на основе искусственных нейронных сетей [2].

Одним из основных этапов при построении искусственных нейронных сетей является выделение информативных признаков. При распознавании рукописных символов, вводимых в ЭВМ в режиме реального времени, можно проследить траекторию написания символа и определить точку касания пера (начальная точка) и точку отрыва пера (конечная точка) при написании.

В настоящее время одним из наиболее широко применяемых подходов к выделению информативных признаков рукописных символов является подход, основанный на нахождении доминантных точек [3-4]. Доминантные точки определяются по следующему правилу: начальная и конечная точки отрезка, точки локальных экстремумов, и точки, лежащие между точками двух типов, описанных выше.

Предложен подход для получения информативных признаков, основанный на использовании точек ломаной аппроксимирующей кривую символа. Для нахождения аппроксимирующих точек использован алгоритм Рамера - Дугласа – Пекера, который позволяет на несколько порядков уменьшить число точек кривой, максимально сохранив ее очертания с заданной точностью. Алгоритм применяется для обработки векторной графики и картографической генерализации. Предлагается применение данного алгоритма к аппроксимации кривой с целью выделения информативных признаков.

Проведен сравнительный анализ предлагаемого подхода, основанного на использовании аппроксимирующих точек, и существующего подхода, основанного на использовании доминантных точек, для нахождения значений следующих информативных признаков: максимальный угол, среднее значение углов, прямолинейность, топология, гистограмма углов, площадь сегментов [4]. Выборка для тестирования содержит строчные буквы латинского алфавита, наиболее часто встречаемые в математических выражениях буквы греческого алфавита, цифры и специальные математические символы.

Литература. **1.** Winkler H.-J., Fahrner H., Lang M. A soft-decision approach for structural analysis of handwritten mathematical expressions. – ICASSP, 1995. - pp. 2459-2462. **2.** Mouchère H., Viard-Gaudin C., Kim D. H., Kim J. H., Garain U. ICDAR 2013 CROHME: Third International Competition on Recognition of Online Handwritten Mathematical Expressions. – ICDAR, 2013. – pp. 1-5. **3.** Li X., Yeung D. On-line handwritten alphanumeric character recognition using dominant points in strokes. – Pattern Recognition, vol. 30, no. 1, 1997. - pp. 31-44. **4.** LaViola J. J., Zeleznik R. C. A Practical Approach for Write -Dependent Symbol Recognition Using a Writer-Independent Symbol Recognizer. - IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, vol. 29, №11, 2007. - pp. 1917-1926.

Негурица Д.С.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

Методы адаптации интерфейса пользователя в web-ориентированных системах

В современном программном обеспечении общего и частного характера важной составляющей является интерфейс пользователя. Пользователь взаимодействует с системой через интерфейс, качество и полнота которого позволяет пользователю судить о возможностях системы в целом.

WEB-интерфейсы сегодня – современное средство труда, инструмент бизнеса и просто человеческого общения, потому проблема построения удобных интерфейсов как никогда актуальна. На сегодняшний день сложность и набор функций WEB-систем становятся выше и порой пользователь, посетив необходимый ему интернет ресурс, должен потратить значительное время, чтобы разобраться с его интерфейсом, отыскивая необходимый ему модуль.

Для уменьшения времени серфинга по всемирной паутине и соответственно увеличения интереса конечного пользователя к конкретному WEB-ресурсу все больше и больше WEB систем стремятся адаптироваться к пользователю.

Адаптация на уровне содержания направлена на подстройку содержания страницы, к которой обращается отдельный пользователь, к текущему знанию, целям и другим характеристикам пользователя, то есть, зная пользователя, система подстраивается к нему. [1]

В данном докладе рассмотрены следующие методы адаптации на уровне содержания:

1. Дополнительные объяснения (Additional Explanations);
2. Предварительные объяснения (Prequisite Explanations);
3. Сравнительные объяснения (Comparative Explanations);
4. Варианты объяснения (Explanation Variants);
5. Сортировка фрагметов информации о понятии (Sorting).

Данные методы рассмотрены в контексте применимости их в технологиях адаптивного представления WEB-ресурса для текущего посетителя: технологии условного текста (Conditional text), расширяющегося текста (Stretch text), вариантов фрагмента (Fragment variants) и страницы (Page variants) [2], которые рассмотрены для следующих классов систем с анализом их преимуществ и недостатков [3]:

1. Системы дистанционного обучения;
2. Сетевые информационные системы;
3. Информационно-поисковые системы;
4. Институционные информационные системы;
5. Системы для управления индивидуализированными представлениями.

Результаты данного анализа могут быть использованы для построения комплексной модели пользователя, которая должна с одной стороны отражать субъективные особенности поведения пользователя, с другой – специфику предметной области. Определив класс системы, можно ограничить число методов адаптации, которые целесообразно применить в системе данного класса. В случае построения комплексной модели пользователя для любого класса системы, результаты работы могут быть использованы для формирования базы знаний методов, которые будут выбираться, исходя из дополнительных параметров работы системы.

Литература. **1.** Devedzic V. Semantic Web and Education. Springer, 2006. 366 pp. **2.** Studer R., Grimm S., Abecker A. Semantic Web Services: Concepts, Technol-ogies, and Applications. Springer, 2007, 412 pp. **3.** Mourlas C., Germanakos P. Intelligent User Interfaces: Adaptation and Perso-nalization Systems and Technologies. IGI Global Snippet, 2009 – 426 pp

Николаенко А.К., Зубенко И.Н. *— рецензент Артюхов В.Г.*
Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина

Формирование системы параметров для распознания музыкальных инструментов

Задачей данной работы является исследование существующих способов извлечения характеристик звукового сигнала применимых к музыкальным файлам. Полученные характеристики будут использованы в качестве классификаторов отличия звучащих на записи музыкальных инструментов.

В музыкальном записи можно выделить четыре характеристики, которые позволяют классифицировать сигнал, а именно: высота звука, громкость, длительность звучания и тембр. Эти четыре характеристики позволяют отличить один музыкальный звук от другого. Высота звука почти равна фундаментальной частоте сигнала, громкость звука представлена интенсивностью сигнала и пропорциональна квадрату амплитуды акустического давления, а длительность равна длине тонов. Тембр сигнала – наименее исследованная из всех четырех характеристик. Многочисленные исследования музыкальных сигналов не дают четкого сопоставления тембра с физическими характеристиками, но путем подбора различных параметров, можно попытаться разрешить данную проблему.

Одной из главных проблем исследования характеристик звучания музыкальных инструментов является зависимость высоты тона от тембра. Звуковой диапазон инструментов может быть очень широким, что усложняет задачу нахождения отличий между схожими инструментами.

Для извлечения спектральных характеристик используется ряд методов, которые кратко описаны ниже:

1. Кепстральные коэффициенты:
$$e(n) = F^{-1}\left\{\ln\left|F\left\{y(n)\right\}\right|\right\} \tag{1}$$
где y(n) – входной сигнал, F – быстрое преобразование Фурье, позволяет оптимизировать вычислительный процесс. [1]
2. Мел-частотные кепстральные коэффициенты. Исследования [2] показывают, что данная характеристика показывает хорошие результаты для духовых инструментов. Для вычисления кепстральной функции используются отчеты треугольного окна. [1]
$$m(n) = 1 - \left|\frac{n - \frac{N-1}{2}}{\frac{L}{2}}\right|, \tag{2}$$
$$e_{mel}(i) = \sum_{n=1}^{N} m(n)\cos\Big(\frac{\pi i}{N}(n - \frac{1}{2})\Big) \tag{3}$$
3. Спектральный центроид (яркость аудио сигнала), вычисляеться за следующим уравнением:
$$Centroid = \frac{\sum_{n=0}^{N-1} f(n)x(n)}{\sum_{n=0} N - 1x(n)} \tag{4}$$
где x(n) представляет взвешенное значение частоты или амплитуду, n – число образцов, f(n) – центральная частота образца. [3]
4. Относительные кумулятивные мощности: [3]
$$RCP(k) = \sum_{n=1}^{k} f(n) / \sum_{n=1}^{h} f(n), (k = 1, 2, \ldots, h-1) \tag{5}$$
5. Ширина спектральной линии: [4]
$$Bandwidth = \frac{\sum_{f=f_{min}}^{f_{max}} |centroid - f| \cdot E(f)}{\sum_{f=f_{min}}^{f_{max}} E(f)} \tag{6}$$
где $f_{min} = 80$ Hz, $f_{max} = 5000$ Hz, $E(f)$ - энергия спектральной компоненты на частоте f.

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Временные характеристики: [8]

1. Скорость затухания мощности. Данная характеристика позволит отделить инструменты с затухающим звуком (пианино) от инструментов с устойчивым звучанием (флейта).
2. Относительная мощность. Отношение мощностей на t-секундам после времени атаки (t=0.15; 0.20; . . . ; 0.95) к максимальной мощности:

$$RP(t) = \frac{A(t)}{\max_{0 \leqslant \tau \leqslant T} A(\tau)}$$

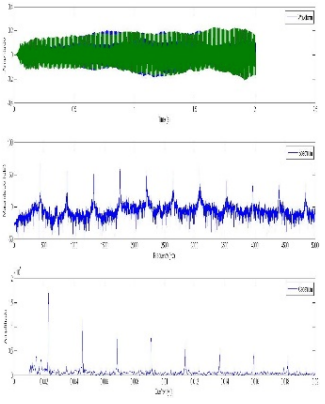


Рис. 1. Виолончель

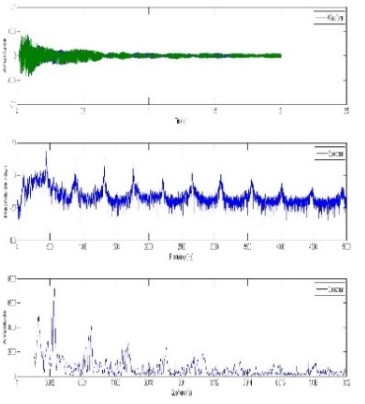


Рис. 2. Арфа

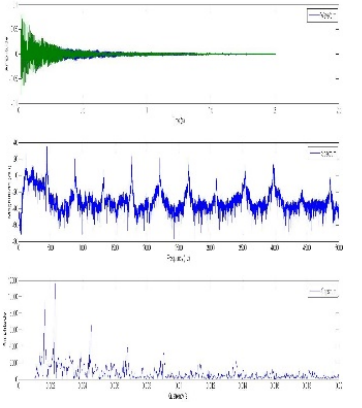


Рис. 3. Гитара

В качестве инструмента моделирования было выбрано Matlab 2012b. В качестве вспомогательных библиотек использовалась библиотека для выделения информации из звукового сигнала MIRToolbox. В результате данных исследований было промоделировано ряд функций для получения звуковых характеристик и выбрано набор параметров, которые будут использованы в дальнейшей разработке системы распознавания музыкальных инструментов. Результаты моделирования изображены на Рис. 1, 2 и 3, на которых отображено сравнение формы звукового сигнала, АЧХ и кепстральной функции звучания ноты «Ля» на трех разных инструментах: виолончель, арфа и гитара.

В дальнейших исследованиях планируется рассмотрение алгоритмов классификации звучания инструментов, а именно алгоритм опорных векторов и метод k ближайших соседей. [9]

Литература. **1.** Antti Eronen. "Automatic musical instrument recognition". Master of Science Thesis, Tampere, October 2001 **2.** Brown. "Feature dependence in the automatic identification of musical woodwind instruments". J. Acoust. Soc. Am. 109(3), March 2001. **3.** Tetsuro Kitahara, "Computational Musical Instrument Recognition and Its Application to Content-based Music Information Retrieval Kyoto University, Japan, March 2007 **4.** G. Agostini, M. Longari, E. Pollastri. "Musical instrument timbres classification with spectral features Dipartimento di Scienze dell'Informazione, 2002, Via Comelico 39, 20135 Milano – Italy **5.** Alicja Wieczorkowska, Elzbieta Kolczynska, "Identification of Dominating Instrument in Mixes of Sounds of the Same Pitch Polish-Japanese Institute of Information Technology, Koszykowa 86, 02-008 Warsaw, Poland, 2007 **6.** Slim Essid, Gael Richard, and Bertrand David, "Efficient musical instrument recognition on solo performance music using basic features GET-ENST (T´el´ecom Paris), 37-39 rue Dareau, 75014 Paris, France, 2004 **7.** G. Agostini, M. Longari, E. Pollastri. "Musical instrument timbres classification with spectral features", Dipartimento di Scienze dell'Informazione, 2002, Via Comelico 39, 20135 Milano – Italy **8.** Meinard Müller, Daniel P. W. Ellis, Anssi Klapuri, Gaël Richard "Signal Processing for Music Analysis 2011 **9.** Patrick Joseph Donnelly, "Bayesian approaches to musical instrument classification using timbre segmentation MONTANA STATE UNIVERSITY, Bozeman, Montana, 2012 **10.** Antti Eronen, "Signal Processing Methods for Audio Classification and Music Content Analysis Tampere University of Technology, Tampere, Finland, June 2009

Орлов І.А.[1,2] ***Баглай Д.В.***[1] ***Дідковська М.В.***[1]
[1] *Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна;* [2] *Universitetet i Oslo, Oslo, Norway*

Алгоритм розпізнавання сигналу світлофора для автоматичної фіксації порушень ПДР

В останні роки в задачах автоматичної фіксації порушень правил дорожнього руху відбулися значні зміни. На ринку з'являються більш потужні обчислювальні пристрої, алгоритми комп'ютерного зору реалізуються на графічних процесорах, що дозволяє використовувати камери машинного зору роздільністю до чотирьох МП та використовувати їх для розв'язання декількох задач водночас. В проектах на зразок «Розумного міста» не завжди є можливість напряму підключитися до світлофора, щоб отримати дані про поточний сигнал. Постала проблема одночасного розпізнавання номеру автомобіля та сигналу світлофора по відеозображенню для автоматичної фіксації проїзду на червоне світло. У даній роботі запропоновано один з підходів до алгоритму розпізнавання сигналу світлофора.

Зазвичай задача розпізнавання кольору світлофора поставала у задачі асистування водію у вбудованих в автомобіль комп'ютерах. На відміну від них, в даній роботі розглядається алгоритм для розпізнавання сигналу зі статично встановленої камери для заданого світлофора, що в деякій мірі полегшує задачу. Можна припускати, що 1) позиція світлофора в кадрі з часом значно не змінюватиметься, 2) тип світлофора (горизонтальний, вертикальний, з поворотними стрілками чи без) буде постійним, 3) приблизний нахил площини світлофора відносно перпендикуляру камери відомий. Стійка система для даної задачі має відповідати наступним вимогам:

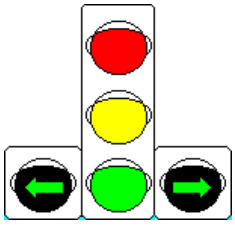


Рис. 1. Розташування ліхтарів світлофора

- підримка різних типів світлофорів (лише автомобільних, для пішохідних задача в даний час неактуальна)
- розпізнавання в реальному часі
- стійкість до зміни кута освітлення
- можливість розпізнавання вночі
- можливість нівелювати незначні вібрації та зсуви камери

Для задоволення першої вимоги було прийнято рішення зробити алгоритм гнучким до взаємного розташування ліхтарів світлофора – вони задаються за допомогою матриці, де 1 відповідає ліхтарю, а 0 – відсутності (Рис. 1).

Вхід системи (структура світлофора): $\begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}$

Вихід системи (при червоному кольорі): $\begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$

Алгоритм компенсації зсувів. Навіть за припущення, що камера буде зафіксована, алгоритм має бути стійким до вібрацій. Запропоновано, знаючи початкові та поточні координати знайти ключові точки на зображенні (кількість задається параметром, в даному разі було обрано 30), та відслідковувати зміни у їх координатах за допомогою алгоритму Лукаса-Канаде. Докладний опис алгоритму можна знайти у [4]. Цей алгоритм вже реалізовано у декілької бібліотеках, але слід зазначити, шо він потребує конвертацію зображення до напівтонового. Ключові точки було обрано з прямокутника, що включає область світлофора та деякий окіл (в реалізації – 50% від відповідного розміру). Таким чином, підраховується середнє зміщення області світлофора, та відповідно зміщуються координати лівого верхнього та правого нижнього кутів.

Алгоритм розпізнавання сигналу. Алгоритм складається з наступних кроків. Більш детально їх буде розглянуто у повній версії статті, тут наводяться лише основні кроки. Спочатку

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

користувач задає початкове положення світлофора (далі – ROI, region of interest). ROI конвертується до напівтонового формату та обробляється детектором границь Канні. Потім з границь фільтром виділяються лише ті, які утворюють замкнений контур, площа яких знаходиться в межах заданої (від 5% до 20% площі ROI), і тільки ті, середня яскравість в яких знаходиться в наступних межах при конвертації до кольорової моделі HSV:

- Зелений: h:53-90 s:74-147 v: 160-255
- Жовтий: h:112-124 s:100-255 v: 100-255
- Червоний: h:0-19 s:100-255 v: 100-255

Таким чином, вдається відкинути абсолютну більшість шуму, який утворився після застосування детектора Канні. Також, є можливість перевірити, чи дійсно позиція активного ліхтаря відповідає заданому кольору.

Результат. Алгоритм було протестовано на двох відеороликах по 3 хвилини, перший в умовах денного освітлення, другий в умовах нічного. Результати розпізнавання приведені у таблиці 1. Вищий результат для нічного відеоролика можна пояснити відсутністю іншого освітлення, окрім сигналу світлофора та, внаслідок цього, більшому контрасту у відповідній області.

Табл. 1. Результати роботи алгоритма

Час доби	Відсоток вірного розпізнавання
День	87%
Ніч	95%

Алгоритм може бути поширено на систему асистування водію (з динамічним розташуванням камери), додавши попередньо крок детекції світлофора та його типу. Це можна зробити, наприклад, за допомогою згорткових нейронних мереж (convolutional neural networks), навчивши їх розпізнавати об'єкт «світлофор» та основні його типи. Вже зараз було досягнуто значних успіхів у класифікації до 1000 класів на вибірках з декількох мільйонів зображень, тому навчання мережі на декількох класах не є складною задачею.

Недоліки. До недоліків алгоритму можна віднести невисоку якість розпізнавання стрілок та інших нестандартних форм ліхтаря. Це пов'язано з особливостями алгоритму детекції і може бути покращено введенням додаткових можливих «форм», на додачу до еліпсів. Також можна прискорити швідкість роботи алгоритму, шукаючи замість еліпсів кола. Кількість невідомих параметрів у перетворенні Хафа зменшиться з п'яти до трьох. Цього можна досягти, застосувавши один з алгоритмів калібрації камери з OpenCV [5], або вручну.

Висновок. Було розроблено та реалізовано алгоритм для розпізнавання сигналу світлофора в реальному часі, здатний розпізнавати сигнал як лампових, так і світлодіодних світлофорів, за рахунок алгоритму динаміки (компенсації мерехтіння). Алгоритм гнучкий до структури світлофора, можливі кольори – зелений, червоний та жовтий. За необхідності, зображення можна конвертувати до напівтонового та розпізнавати лише наявність або відсутність сигналу. Реалізація алгоритму є також ефективною за швидкістю, так як заснована на добре оптимізованих алгоритмах.

Література. **1.** K.-H. Lu, "Traffic Light Recognition". J. of the Chinese Institute of Engineers, Vol. 31, No. 6, pp. 1069-1075, Dec. 2007 **2.** C.-C. Chiang, "Detecting and recognizing traffic lights by genetic approximate ellipse detection and spatial texture layouts". I. J. of Innovative Computing, Information and Control, vol. 7, no. 12, pp. 6919-6934, Dec 2011 **3.** H.-K. Kim, "Effective Traffic Lights Recognition Method for Real Time Driving Assistance System in the Daytime". World Academy of Science, Engineering and Technology, 2011 **4.** J.-Y. Bouguet. Pyramidal Implementation of the Lucas Kanade Feature Tracker Description of the algorithm [Online]. Available: http://robots.stanford.edu/cs223b04/algo_tracking.pdf **5.** OpenCV dev team. (2012, Jul 04). Camera calibration With OpenCV [Online]. Available: http://docs.opencv.org/2.4.2/doc/tutorials/calib3d/camera_calibration/camera_calibration.html

Папуч Т.Ю. *— рецензент Бідюк П.І.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Дослідження фінансових ризиків методами інтелектуального аналізу даних

Вступ. Актуальність задачі. У банківській сфері ризик – це невизначеність фінансових результатів банку у майбутньому, тобто відхилення від запланованих показників прибутковості, поява додаткових непередбачуваних витрат. Оскільки після розпаду Радянського Союзу наша держава отримала статус країни з перехідною економікою і вперше зустрілася з поняттям фінансового ризику, то повністю відтворити управління ризиками у країнах з розвиненою економікою неможливо. Наприклад, деякі методи боротьби з ризиками недоцільно використовувати при значній інфляції та постійних коливаннях економіки. Саме тому так гостро постає питання адаптації існуючих у розвинених країнах методів управління ризиками до нашої країни. У роботі розглянуто нові та перспективні методи, а саме VaR (Value-at-Risk), CVaR (Conditional Value-at-Risk) та CDaR (Conditional Drawdown-at-Risk) для оцінки фінансових ризиків. Обидва останні методи управління ризиками використовують підходи стохастичного програмування і дозволяють створення стратегій відновлення лінійної портфельної рівноваги, і, як наслідок, доводять свою високу ефективність в управлінні портфелем [1]. Ці методи будуть розглянуті в контексті валютних ризиків з використанням теорії гетероскедастичних процесів. Для порівняння цих методів у роботі пропонується інтелектуальна система підтримки прийняття рішень для оцінки валютних ризиків.

Теоретичні відомості. Вартість під ризиком (VaR) є узагальнюючим кількісним статистичним виміром ризику, що дозволяє в одному числі узагальнити вплив різних факторів ризику та враховує кореляцію між впливом факторів ризику. З економічної точки зору показник VaR характеризує величину, яку не перевищать очікувані протягом визначеного періоду втрати із заданою імовірністю. В основі метода VaR лежить поняття волатильності. Волатильність – це показник, який характеризує норму мінливості (стандартне відхилення). В роботі розглядаються моделі прогнозу ринкових ризиків в рамках таких методів:

1. Варіаційно-коваріаційний VaR. Розраховується за показниками відкритої валютної позиції (ВВП) по кожній з валют та значенні волатильності для котирування кожної з валют. Розрахунок волатильності котирування валюти здійснюється таким чином:

$$\sigma_i = \sqrt{C_{i\,i}}, i = 1, 2, .., n, \tag{1}$$

де C_{ii} - елементи головної діагоналі матриці коваріацій.
Значення прогнозної волатильності розраховується за формулою:

$$\sigma_i^f = a_i \sigma_i, \tag{2}$$

де a_i підбирається за рахунок бектестингу.
Значення VaR для котирування валюти розраховується таким чином:

$$VaR_i = \alpha * \sigma_i^f * V_i, i = 1, 2, .., n. \tag{3}$$

Значення VaR для всього портфелю валют розраховується за формулою:

$$VaR_{gen} = \sqrt{VaR^T * K * VaR}, \tag{4}$$

де K — кореляційна матриця.

2. Експоненційний VaR. Експоненційна волатильність на відміну від варіаційно-коваріаційної в більшій мірі враховує недавні зміни цін і не враховує застарілі різкі зміни.

$$\sigma_t = \sqrt{\lambda * r_t^2 + (1 - \lambda) * \sigma_{t-1}}, \tag{5}$$

де $\sigma_1 = r_1$, r — логарифм темпів приросту, λ — коефіцієнт згладжування.

Значення λ підбирається за результатами послідовного експерименту перебору можливих значень.

3. АРУГ/УАРУГ VaR. Проблему обліку серій випадкових великих виключень прибутковостей фінансових інструментів при розрахунку волатильності можна вирішити за допомогою використання АРУГ/УАРУГ-моделей. АРУГ-модель моделює волатильність у вигляді суми константної базової волатильності і лінійної функції абсолютних значень декількох останніх змін цін [2].
4. Умовна вартість під ризиком (CVaR) – міра, що розвиває і поглиблює ідеї управління ризиками, які були окреслені в рамках оцінки вартості під ризиком (VaR). Нехай $f(x, y)$ – функція втрат, в залежності від вектора розв'язку $x = (x_1, x_2, \ldots, x_n)$, а також від випадкового вектора $y = (y_1, \ldots, y_m)$. $CVaR^+$ («верхній CVaR») — очікуванні втрати, що строго перевищують VaR (також називається середніми надлишковими втратами і очікуваним дефіцитом). $CVaR^-$ ("Нижній CVaR") — очікувані втрати, що слабо перевищують VaR, тобто очікувані втрати, які дорівнюють або перевищують VaR (також називається хвостом VaR). CVaR є середньозваженою VaR і $CVaR^+$.

$$CVaR = \lambda * VaR + (1 - \lambda) * CVaR^+, 0 \leqslant \lambda \leqslant 1. \quad (6)$$

5. Умовне зниження під ризиком (CDaR) є мірою продуктивності портфелю, що тісно пов'язана з CVaR. Математично функція CDaR описується таким чином:

$$f(x, t) = \max_{0 \leqslant \tau \leqslant t} (\nu_\tau(x)) - \nu_t(x), \quad (7)$$

де x є вектор портфельних позицій, і ν_t(x) є незмішана вартість портфелю в момент часу t [1].

Розв'язання задачі. Оцінювання банківських валютних ризиків виконується за алгоритмом, що показаний на блок-схемі (рис.1).

ІСППР, що функціонує за цим алгоритмом, призначена для розрахунку єдиного показника міри валютного ризику на основі методів VaR, CVaR, CDaR, аналізу моделей прогнозу втрат внаслідок реалізації ринкового ризику в рамках методів на прикладі валютного ризику, перевірки адекватності даних моделей, розробки критерію вибору оптимальної математичної моделі.

Розрахунки проводилися на основі рядів динаміки щоденних курсів валют до української гривні з довжиною періоду 20 вимірів (20 робочих днів). Оцінювалися позиції по валютах – USD(долар США) та EUR (ЄВРО).

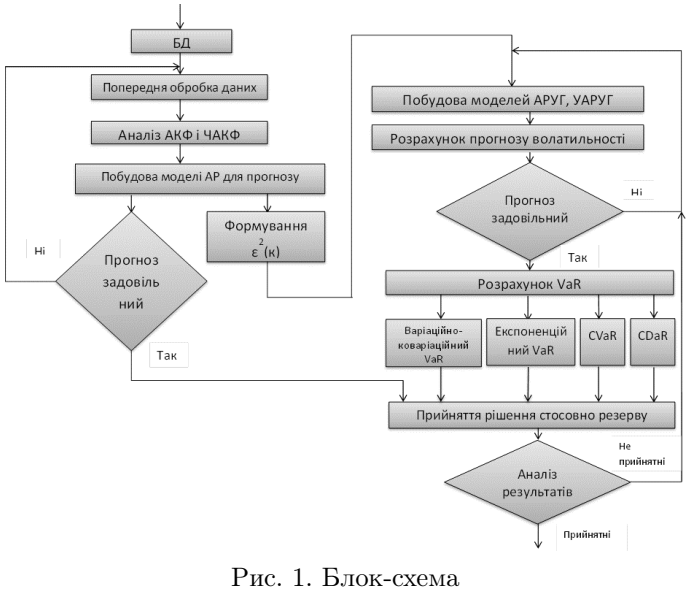


Рис. 1. Блок-схема

Література. **1.** Krokhmal P. Numerical Comparison of CVaR and CDaR Approaches: Application to Hedge Funds / P. Krokhmal, S. Uryasev, G. Zrazhevsky. — Gainesville: University of Florida, p 1. **2.** Барилюк М.М. Використання методології VaR для ризик-менеджменту / М.М. Барилюк, В.Я. Данілов, О.Л. Жиров [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/Npchdu/Computer_technology/2009_104/104-3.pdf

***Печурин Н.К.*[1], *Кондратова Л.П.*[2], *Печурин С.Н.*[1]**
[1] *Институт компьютерных информационных технологий Национального авиационного университета, Киев, Украина;* [2] *Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина*

Модель безопасного межуровневого взаимодействия протокольных модулей данных в беспроводной компьютерной сети

Конфиденциальность и целостность информации в беспроводных сетях стандартов IEEE 802.11, IEEE 802.16-2001, IEEE 802.16e-2005 обеспечивается средствами физического уровня, идентификации набора служб, управления доступом к среде передачи, механизмами WEP и WPA аутентификации и шифрования и тому подобными средствами [1]. С целью систематизации упомянутых средств в ряде работ предлагается введение дополнительных уровней в эталонную модель взаимодействия открытых систем. Так, из работ [2,3] следует целесообразность модификации эталонной модели путём введения дополнительного уровня как модификации сетевого. Повышение уровня безопасности компьютерных сетей, в частности – основанных на использовании радиоэфира, основанное на введении дополнительных преобразований протокольных единиц данных при переходе от уровня к уровню эталонной модели, приводит к необходимости пересмотра классической эталонной модели.

В докладе предлагается способ пересмотра (модификации) эталонной модели взаимодействия открытых систем на основе использования инструментария теории формальных языков и грамматик. В [4] рассмотрен подход к кластеризации функций эталонной модели на основе инструментария теории формальных языков и грамматик, вызванный необходимостью перераспределения состава функций между иерархическими уровнями. Предлагаемый авторами подход, как развитие описанного в [4], предназначен для адекватного представления безопасного межуровневого взаимодействия в беспроводной компьютерной сети.

Межуровневое взаимодействие в беспроводной компьютерной сети на нижних уровнях описывается моделью трансляции PPDU (модулей PDU подуровня PLCP) на основе регулярной грамматики $G = (V_T, V_H, \sigma, P)$ с множеством P леволинейных и праволинейных правил продукции метаязыка эталонной модели. Здесь V_T - алфавит терминальных символов, включающий обозначения для задаваемых параметров в заголовках фрейма, для контрольной суммы; V_H - вспомогательный алфавит нетерминальных символов, используемых в правилах множества P; $\sigma = PPDU \in V_H$ - начальный нетерминальный символ. Преобразование информации в направлении от надприкладного (смыслового) уровня к физическому представляется моделью порождения предложений регулярного языка с продукционными правилами P. Обратный переход от физического к высшим уровням на приёмной стороне представляется моделью грамматического разбора полученных предложений как обратного отображения информации надприкладного уровня в предложения физического уровня.

С применением предлагаемой модели трансляции на основе грамматики с леволинейными и праволинейными правилами получено адекватное представление протокольных модулей данных в процессе перехода между иерархическими уровнями эталонной модели. Предлагаемая модель обеспечивает адекватное описание межуровневого преобразования информации с учетом функций обеспечения безопасности в процессе перехода между соседними уровнями иерархии.

Литература. **1.** Романец Ю.В., Тимофеев П.А., Шаньгин В.Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях / Под ред. В.Ф.Шаньгина. – М.: Радио и связь, 1999. – 328 с. **2.** Лисецкий Ю.М., Бобров С.И. WiMAX сети. Реализации и перспективы // УСиМ.–2008.–№4. – С.88-92. **3.** Сумина Г.А., Кожанов Е.А., Степина А.Н. Защита информации в беспроводных сетях // Телематика-2008: труды XV Всероссийской научно-метод.конф., Санкт-Петербург, 23-26 июня 2008 г. – СПб, 2008. – С.187-188. **4.** Печурин Н.К., Кондратова Л.П., Печурин С.Н. Применение инструментария формальных грамматик для переклассификации функций эталонной модели взаимодействия открытых систем в беспроводной компьютерной сети // Проблеми інформатизації та управління: зб. наук. праць. – 2012. – Вип. 2 (38). – С. 19-26.

Поворознюк А.И.
Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", Харьков, Украина

Информационные технологии поддержки принятия решений при проведении лечебно-диагностических мероприятий

Формализована задача комплексной оценки этапов лечебно-диагностического процесса с целью минимизации рисков врачебных ошибок. Разработаны методы кластеризации диагнозов в пространстве терапевтических действий и коррекции порогов в диагностическом решающем правиле. Выполнена программная реализация системы и тестирование на реальных медицинских данных.

Ключевые слова: компьютерная система, диагностика, медикаментозное лечение, терапевтическое действие, врачебная ошибка.

Постановка проблемы. Комплекс лечебно-диагностических мероприятий (ЛДМ) состоит из взаимозависимых этапов диагностики и лечения выявленных патологий. В формализованном виде при проектировании компьютерных систем поддержки принятия решений в медицине (КСППРМ) задачей диагностики является задача классификации состояния i-го пациента D_i при анализе вектора диагностических признаков X_i [1]. При этом выполняется синтез иерархической структуры диагностируемых состояний в заданной предметной области медицины (бинарное дерево решений S_D), в каждой вершине которого применяется решающее правило (РП), которое реализует метод последовательного анализа при диагностике между состояниями D_q и D_l. На каждом i-м этапе РП анализируется очередной признак x_i и вычисляется отношение правдоподобия $\Theta = \prod_i P(x_{ik}/D_q)/P(x_{ik}/D_l)$, которое сравнивается с порогами $\Theta > A$, $\Theta < B$. При выполнении одного из условий принимается решение о D_q или D_l соответственно и выполняется переход на более низкий уровень иерархии S_D с целью уточнения диагноза. При невыполнении обеих неравенств добавляется следующий $i+1$ признак и процедура повторяется.

Для лечения большинства патологий применяется медикаментозное лечение, при этом каждому диагнозу D_i соответствует множество необходимых терапевтических действий f_{di}, на основании которых формируется комплекс лекарственных препаратов (КЛП) Y_i, который обеспечивает f_{di} с учетом непереносимости j-го пациента к отдельным препаратам и многокритериального сравнения препаратов-аналогов [2].

При этом задачи диагностики и лечебных мероприятий рассматриваются независимо друг от друга, при диагностике минимизируется риск неправильной постановки диагноза без учета этапа лечебных мероприятий, поэтому актуальной является задача минимизации риска врачебной ошибки при комплексной оценке всех этапов лечебно-диагностического процесса.

Целью работы является разработка информационных технологий комплексной оценки этапов ЛДМ с целью повышения их эффективности и минимизации риска врачебных ошибок.

Формализация задачи комплексной оценки этапов ЛДМ. Автором в [1] формализованы следующие этапы преобразования информации в КСППРМ: структурная идентификация биосигналов $F1 : x(t) \to X$ и медицинских изображений $F2 : x(j,k) \to X$; формализация описания разнородных диагностических признаков и синтез иерархических структур диагностируемых состояний $F3 : D \to S_D$ и диагностических признаков $F4 : X \to S_z$; синтез диагностических решающих правил (РП) при взаимодействии S_D и S_z $F5 : X_i \to D_i$; формирование КЛП Y_i $F6 : D_i \to Y_i$, которое состоит из этапов $F6_1 : D_i \to f_{D_i}$ и $F6_2 : f_{D_i} \to Y_i$.

Для минимизации риска неправильных медицинских мероприятий, которые возникают вследствие ошибочной диагностики, ищется зависимость между ошибкой диагностики (D_q вместо D_l) и ее последствий при назначении КЛП (Y_q вместо Y_l). Так как $Y_q \to Y_{D_q}$, а $Y_l \to Y_{D_l}$, то риск определяется расхождением компонентов множеств f_{dq} и f_{dl}, и для него минимизации выполняется переход от традиционного пространства признаков X в пространство терапевтических действий F, компонентами которого $f_m \in F$ являются бинарные переменные

(0 – отсутствует терапевтическое действие, 1 – присутствует), а каждое состояние D_i представляется i-й вершиной гиперкуба. Применение иерархической кластеризации по критерию минимума суммарной связи (минимальный разрез R) в пространстве F обеспечивает минимум риска принятия решения на этапе формирования КЛП при синтезе дерева решений S_D на этапе диагностики. Кроме того, в работе предлагается метод коррекции порогов A и B в РП, учитывая ошибки, которые возникают на этапе назначения КЛП. Получены зависимости между α, β и минимальным разрезом R: $\alpha = 0,5(1 - R_{ql})$, $\beta = 0,5(1 - R_{lq})$. Определенные таким образом α и β задают пороги $A = (1 - \beta)/\alpha$, $B = \beta/(1 - \alpha)$ в РП, что обеспечивает учет рисков при назначении КЛП в диагностическом РП.

Программная реализация. Успешность реализации информационной системы во многом зависит от выбора целевой платформы разработки, а также правильно спроектированной архитектуры, которые в будущем обеспечат масштабируемость, гибкость, а также простоту сопровождения системы. В качестве основной платформы обоснован выбор Java, в которой обеспечивается возможность развертывания системы в различных аппаратно-программных средах, непроприетарный характер платформы, наличие множества открытых библиотек, поддерживаемых сообществом разработчиков. Проектирование архитектуры выполнялось с использованием шаблонов проектирования [3]. В архитектуре системы выделены три основных модуля: модуль взаимодействия с пользователем, базу данных, включающую в себя базу знаний и модуль построения знаний.

Модуль взаимодействия с пользователем представлен графическим интерфейсом пользователя и позволяет осуществлять сбор данных обследований, административных данных, а также данных предоставляемых экспертами, которые используются при формировании знаний системы. Для хранения данных и фреймов знаний системы используется реляционная база данных (БД).

Модуль построения знаний отвечает за формирование фреймов знаний, представленных иерархической структурой S_D, параметрами РП, множествами f_{di}, описаниями лекарственных препаратов, експертными оценками относительно локальных и глобальных приоритетов препаратов-аналогов.

Развертывание системы в простейшем случае представляет собой развертывание всех структурных элементов на одном сервере. Вариант оптимальный для небольших организаций. Для повышения производительности и обслуживания крупных организаций модули системы размещаются на различных серверах. Если желаемая производительность не достигнута, то выполняется кластеризация наиболее нагруженных модулей, а также конфигурирование балансировщика нагрузки (loadbalancer). При развертывании системы возможен отказ от приобретения физических серверов и выполнение развертывания в облаке (Amazon EC2, Jelastic), если позволяет бюджет организации.

Работоспособность и эффективность работы системы подтверждается ее тестированим на реальных медицинских данных с использованием обучающей выборки из 100 пациентов.

Выводы. Разработана система поддержки принятия решений при проведении ЛДМ на основе формализации этапов проведения ЛДМ при их комплексной оценке, что позволяет минимизировать риски врачебных ошибок, повысить достоверность и обоснованность решений. Архитектура программного обеспечения системы позволяет легко адаптироваться к различным предметным областям медицины.

Литература. **1.** Поворознюк А.И. Системы поддержки принятия решений в медицинской диагностике. Синтез структурированных моделей и решающих правил – Saarbrücken Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2011. – 314 с. **2.** Поворознюк О.А. Біотехнічна система призначення лікарських препаратів в дерматології. Автореферат дис. на здоб. вч. ступ. к. т. н.: спец. 05.11.17 "Біологічні та медичні прилади і системи"– Харків, 2010. – 21 с. **3.** Бек К. Шаблоны реализации корпоративных приложений.: Пер. с англ.– М.: ООО “И.Д. Вильямс”, 2008. – 176 с.

Поліщук В.Ю. *— рецензент Бідюк П.І.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Застосування перестрахування для оптимізації структури страхового портфелю

Сучасний страховий ринок України вимагає від його учасників забезпечення фінансової стійкості. За умов фінансової нестабільності показник платоспроможності виступає ключовим критерієм конкурентоспроможності страховиків. Разом з тим, страхові компанії змушені брати відповідальність за передбачувані збиткові ризики, компенсувати які за рахунок високої вартості страхування неможливо. Накопичення страхових випадків за такими ризиками може призвести до несвоєчасності виплат, що негативно характеризує ефективність діяльності страховика. Тому особливого загострення останнім часом набула проблема виживання страхових компаній та забезпечення платоспроможності шляхом використання операцій з перестрахування.

Оскільки в задачах перестрахування прийняті рішення неминуче пов'язані з ризиком, то і постановка відповідних завдань має полягати у тому, щоб зводити цей ризик до мінімуму. Тому загальний підхід до їх розв'язання на основі теорії ризику та теорії прийняття рішень, має включати деякі нововведення в процесі обробки інформації, зокрема, давати в руки бізнес-аналітику критерії для керівництва при прийнятті рішення.

Пошук оптимальних стратегій перестрахування є важливим напрямом досліджень протягом декількох десятиліть і досі не втратив своєї значущості. Досліджується питання знаходження стратегій перестрахування, що мінімізують середні витрати та забезпечують необхідний рівень фінансової стійкості страховика.

Метою роботи є розробка методів і алгоритмів оптимізації ризику в задачах перестрахування та створення інструментального середовища аналізу моделей ризиків для підтримки прийняття рішення бізнес-аналітиком.

Предметом дослідження є математичні моделі та методи оптимізації ризику в задачах перестрахування. Визначивши предметну область дослідження, важливого значення набуває концептуальна постановка задачі перестрахування та розробка на її основі послідовності етапів дослідження. Виходячи з цього, можна поставити такі завдання:

1. Постановка завдання перестрахування як задачі прийняття рішень: класифікація ризиків та розробка на її основі узагальненої функції поділу ризику, що дозволяє параметризувати процедуру прийняття рішень.
2. Аналіз моделі індивідуального ризику в задачах перестрахування, у тому числі: розробка методів та алгоритмів оптимізації ризику за різними критеріями з урахуванням областей переваги, відповідним відношенню порядку стоп-лосс, ймовірності платоспроможності і прибутку. [1]
3. Аналіз моделі колективного ризику в задачах перестрахування, у тому числі: розробка методів та алгоритмів оптимізації ризику в динамічної моделі Крамера-Лундберга за різними критеріями, включаючи характеристичний коефіцієнт Лундберга, ймовірність платоспроможності страховика, обчислення значень VaR. [1]
4. Дослідження класичного процесу ризику (марковська модель колективного ризику Крамера-Лундберга) і запропонованої Діксоном і Уотерсом модифікації цієї моделі. [2]

Більшість розглянутих моделей відноситься до випадку безперервного часу. Однак на практиці розрахунки найчастіше проводяться методом дискретизації (метод дискретизації моделі Крамера-Лундберга був запропонований Діксоном і Уотерсом). Крім того, виплата дивідендів та укладання договорів перестрахування виконуються зазвичай в кінці фінансового року. Тому дослідження даних моделей в дискретному часі є актуальним завданням.

Література. **1.** Мак Т. Математика рискового страхования; пер. с нем. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. – 432 с. **2.** D. C. M. Dickson, H. R. Waters. Some Optimal Dividends Problems - Astin Bulletin, 2004, 34(1) – pp. 49-74.

Порушкевич А.Ю.
Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України, Київ, Україна

Розпізнавання об'єктів гіперспектрального аерокосмічного знімку з використанням марковської моделі зображення

Спосіб розпізнавання об'єктів на гіперспектральному аерокосмічному знімку, згідно з яким виконується спектральна фільтрація пікселів зображення і виявляються пікселі, які за своїми спектральними властивостями не співпадають з підстилаючим фоном, навколо кожного з виявлених пікселів формується апертура з центром у такому пікселі і з розмірами, що дозволяють охопити будь-який об'єкт з числа класів, які розглядаються, який відрізняється тим, що для об'єктів заданих класів заздалегідь формують еталони структурно-текстурних характеристик, після локалізації об'єкта на місцевості визначають для нього матрицю суміжних імовірностей, потім визначають функцію відповідності об'єкта еталонам для заданих класів (функція відповідності об'єкта) і відносять досліджуваний об'єкт до того або іншого класу за мінімальним значенням функції відповідності, остаточне рішення про клас об'єкта приймають на основі комплексування структурно-текстурних характеристик зі спектральною інформацією і даними про геометричні форми об'єктів заданих класів.

Незначні контрасти "об'єкт-фон" більшості панхроматичних аерокосмічних зображень, часто не гарантують можливості надійно виділити об'єкти на підстилаючому фоні земної поверхні та розпізнавати їх з достатньою достовірністю. Спосіб в роботі [1] не враховує структурно-текстурні характеристики (СТХ) зображення об'єктів, які є досить важливими в багатьох задачах. Метод, розглянутий в даній роботі, усуває цей недолік - рішення про виявлення та розпізнавання об'єктів приймаються на основі комплексування спектральної інформації і даних про геометричні форми об'єктів заданих класів та додатково структурно-текстурних характеристик об'єктів.

Схема методу.

1. Початкова обробка.
2. Спектральна фільтрація зображення.
3. Формування апертури з центром в об'єктовому пікселі.
4. Визначення спектрально еквівалентних пікселів в апертурі.
5. Формування опису об'єкта.
6. Формування структурно-текстурних характеристик класів об'єкта.
7. База даних (БД) з описами спектральної інформації і даних про геометричні форми еталонних об'єктів різних класів.
8. БД зі СТХ еталонних об'єктів різних класів.
9. Формування часткових рішень щодо класової належності об'єкта.
10. Остаточне рішення.

Метод. Вибирається фрагмент місцевості на гіперспектральному знімку (блок 1), і виконується його прив'язка. У загальному випадку спектральні характеристики об'єктів та підстильного фону можуть бути невідомі, але мають бути задані номенклатура класів і геометричні форми об'єктів (через їхні контури) та структурно-текстурні характеристики зображення об'єктів всіх класів, які розглядаються.

Спектральна фільтрація зображення (блок 2) проводиться з метою виділення на зображенні тих пікселів, які за своїми спектральними властивостями відрізняються від пікселів підстилаючого фону.

Щоб прийняти рішення щодо належності цього пікселя, використовується тестова статистика, яка базується на даних про спектральні властивості об'єктів та підстилаючого фону [1]. Далі, навколо кожного з пікселів, відібраного як об'єктовий, формується апертура з центром у цьому пікселі (блок 3) та визначаються спектрально еквівалентні пікселі в апертурі (блок 4).

Після локалізації об'єкта як елемента, який не відповідає спектральній інформації місцевості виконується формування геометричного опису (блок 5). Далі визначаються марковські моделі

та функції відповідності D_i^0 усім класам об'єктів, БД яких знаходиться в блоці 8. Рішення про клас об'єкта приймається за мінімальним значенням функції відповідності.

Принцип визначення марковських моделей та функції відповідності в межах апертури. Як стохастична модель зображень використовується випадковий двомірний марковський процес першого порядку. Математичною формою опису марковської моделі зображення є матриця суміжних імовірностей (МСІ) приростів яскравості космічного знімка [2] [3] [4].

Елемент $p(\Delta)$ матриці є оцінкою імовірності наявності в зображенні суміжних пікселів, які мають приріст оптичної яскравості $\Delta, \forall\Delta \in \overline{0, 2^N - 1}$, де $2^N \times 1$ - розмірність цих матриць, N - розрядність цифрового знімка.

Величина $p(\Delta)$ визначається як відношення кількості пар суміжних пікселів, які мають яскравості $L_1 \pm \Delta$ до загального числа можливих контрастів значень яскравості в аналізованому зображенні об'єкта.

Виходячи з того, що МСІ симетрична, для скорочення обчислень розраховувалися абсолютні значення в околі кожного пікселя за формулою

$$\Delta = \left| L(x,y) - \frac{1}{4}\left[L(x+1,y) + L(x-1,y) + L(x,y+1) + L(x,y-1)\right]\right|, \quad (1)$$

де $L(x,y)$ - яскравість пікселя, x і y - координати пікселя у зображенні.

Функції відповідності D_i^0 структурно-текстурних показників k-го досліджуваного об'єкта $p_k(\Delta)$ і показників еталонів класів об'єкта $p_i^0(\Delta)$ записуються у вигляді виразу:

$$D_i^0 = \sum_{\Delta=1}^{\Delta^*} \left[P_k(\Delta) - P_i^0(\Delta)\right]^2, \quad (2)$$

де Δ^* - найбільші значення контрастів імовірностей для об'єктів і місцевостей, які наявні в зображені.

Визначення класу об'єкта за структурно-текстурними характеристиками виконується у відповідності з виразом (2) за мінімальним значенням функції відповідності D_i^0 (блок 9).

Остаточне рішення про клас об'єкта приймається на основі комплексування рішення по функції відповідності (2) зі спектральною інформацією і даними про геометричні форми об'єктів заданих класів (блок 10).

Даний метод успішно застосовувався для дешифрування ландшафтних комплексів на гіперспектральному космічному знімку Київської області.

Література. **1.** Попов М.О., Станкевич С.А., Гунько Ю.І., Кондратов О.М., Андронов В.В., Топольницький М.В. Спосіб розпізнавання об'єктів на багатоспектральному/гіперспектральному аерокосмічному зображенні. Патент України № 90990 від 10.06.2010 р. **2.** Справочник по теории вероятностей и математической статистике. Под ред. В.С. Королюка. – Киев "Наук, думка", - 1978. 584с. **3.** А.Д. Федоровский, В.Г. Якимчук, С.А. Рябоконенко. Дешифрирование космических снимков ландшафтных комплексов с использованием марковської модели изображений //Космічна наука і технологія. - 2001, - Т.7, № 5-6, - С.80-84. **4.** Якимчук В.Г. Об использовании марковской модели изображений для дешифрирования космических снимков ландшафтов. // Доповіді національної академії наук. - 2002. № 8 - С. 110-114.

Резниченко Р.В.
Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украини, Киев, Украина

Применение теории игр для принятия решений относительно распределения прибыли виртуального машиностроительного альянса в условиях неопределенности

Рассматривается проблема распределения прибыли между участниками виртуального машиностроительного альянса, с использованием теории игр в условиях неопределенности. Полученные результаты позволяют решить проблему, распределение прибыли между участниками, в условиях неопределенности, в зависимости от приложенных усилий к достижению общей цели.

На сегодняшний день, популярны исследования в области организации виртуальных предприятий, управления рисками виртуальных предприятий, поиска партеров, управления расходами и доходами виртуального предприятия [1]. Однако недостаточно исследована проблема распределения прибыли участников машиностроительного альянса, поскольку прибыль является одной из главных целей создания виртуального альянса, и эта цель - максимизация прибыли.

Необходимо провести исследования распределения прибыли между учасниками виртуального альянса с использованием теории игр, а именно в этой проблеме актуально использовать решения Райфа [2]. Поскольку, модель принятия решений Райфа, позволяет решить проблему, справедливого распределения прибыли между участниками, в условиях неопределенности, в зависимости от приложенных усилий к достижению общей цели (например, сборку, монтаж и установку металлоконструкций и оборудования виртуального машиностроительного альянса).

Проведено исследование распределения прибыли между участниками виртуального машиностроительного альянса с применением решений Райфа, на примере шести украинских машиностроительных предприятий объединенных в виртуальный альянс.

Для каждого участника альянса распределение прибыли становится важным вопросом. Поскольку, неудовлетворенность участников в полученной прибыли вызовет их незаинтересованность в дальнейшем сотрудничестве.

Решения Райфа, показали прибыль каждого партнера в виртуальном машиностроительном альянсе. Но, в этой модели уровень обслуживания оценивается одинаково, что недопустимо, поэтому были внесены поправки в модели Х. Райфа предложенные Y. Jin [3], и применены для виртуального машиностроительного альянса.

Полученная модель распределение прибыли учитывает не только важность вклада каждого партнера в альянс, но также включает в себя стимул для каждого участника, который заключается в том, что каждый партнер будет улучшать свой уровень обслуживания. Результат примера показывает, что поправки, внесенные в модель распределении прибыли, являются более разумным и реалистичным, так как являются стимулом для партнеров и влияют на улучшение обслуживания, а также содействуют развитию логистики в машиностроительной отрасли соответственно.В результате, эта модель будет иметь большое теоретическое значение и потребительскую ценность.

Литература. **1.** Тимашова Л.А., Резниченко Р.В. Модель розподілу прибутку між партнерами віртуальних підприємств. Економіко-математичне моделювання соціально-економічних систем: Зб. наук. пр./НАН України, М-во освіти і науки України, Міжнар. наук.-навч. центр інформ. технологій та сисем; К., Вип 15. Редкол.: Л.А Пономаренко (відп.ред.) – 2010. – С. 74-78. **2.** Райфа Х. Анализ решений. Введение в проблему выбора в условиях неопределенности. — М.: Наука, 1977. — 408 с. **3.** Y. Jin. An Improved Profit Distribution Model for Iron and Steel Logistics Alliance. Advances in information Sciences and Service Sciences(AISS) Volume4, Number3, February 2012.

Рябенко А.Е., Терещенко Э.В., Качан И.И.
Запорожский национальный технический университет, Запорожье, Украина

Теоретико-графовое моделирование формирования малых рабочих групп

Целевые группы представляют собой форму горизонтального контакта для решения общих проблем подразделений разного профиля. В работе рассматривается проблема разбиения на малые подгруппы множества малознакомых между собой исполнителей с целью выполнения этими подгруппами единого задания с учетом психологической совместимости [1, 2]. Под психологической совместимостью понимают способность к совместной деятельности, в основе которой лежит оптимальное сочетание в коллективе личностных качеств участников. В данной работе предлагается математическая модель формирования малых рабочих групп из двух участников, представляющая собой многокритериальную задачу построения совершенного паросочетания на взвешенном графе [3].

При построении процедуры интерпретации тестов по определению психологической совместимости необходимо учитывают топологические и метрические особенности отображений, которые определяются в ходе разработки теста и включаются в теоретическое описание теста и в инструкцию экспериментатора [4].

При моделировании процесса формирования малых рабочих групп будем предполагать, что априори определено множество потенциальных исполнителей и имеются результаты психологического тестирования. Сформулируем математическую постановку многокритериальной задачи на полном графе $G = (V, E)$. Множество вершин $V = \{v_1, v_2, ..., v_n\}$, $n = 2l$, $l \in N$ графа G соответствует множеству потенциальных участников малых рабочих групп. Каждое ребро $e_{ij} \in E$ графа G взвешено числом ω_{ij}, $\omega_{ij} = \omega_{ji}$, $i, j = \overline{1,n}$, $i \neq j$, отражающим степень психологической совместимости i-го и j-го участника. При полном совпадении результатов тестирования i и j, $i, j = \overline{1,n}$, $i \neq j$ участников $\omega_{ij} = 0$. Допустимым решением формулируемой на полном графе $G = (V, E)$ задачи является совершенное паросочетание $x = (V, \widetilde{E})$, $\widetilde{E} \in E$ [3]. Множество всех допустимых решений (МДР) на графе $G = (V, E)$ обозначаем через $X = X(G) = \{x\}$. На МДР X определена векторная целевая функция(ВЦФ) $F = (F_1, F_2, F_3)$, где

$$MINSUM : F_1 = \sum_{e_{ij} \in \widetilde{E}} \omega_{ij} \to \min,$$

$$MINMAX : F_2 = \max_{e_{ij} \in \widetilde{E}} \omega_{ij} \to \min,$$

$$MINSUM : F_3 = \sum_{e_{ij} \in \widetilde{E}} k_{ij} \to \min,$$

где

$$k_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } \omega_{ij} = \max_{e_{ij} \in \widetilde{E}} \omega_{ij}, \\ 0, & \text{если } \omega_{ij} \neq \max_{e_{ij} \in \widetilde{E}} \omega_{ij}, \end{cases} \quad i \neq j, \quad \omega_{ij} = \omega_{ji}, \quad i, j = \overline{1,n}, \quad k_{ij} = k_{ji}.$$

Первый критерий F_1 оценивает совокупную успешность решения, то есть минимальная сумма всех расстояний подразумевает максимальную степень психологической совместимости в парах. Второй критерий F_2 оценивает «слабое звено». Третий критерий F_3 позволяет отобрать решение $x \in X(G)$ с минимальным количеством несовместимых пар эквивалентных «слабому звену».

ВЦФ F определяет собой в МДР X паретовское множество $\widetilde{X}$, состоящее из всех паретовских оптимумов $\widetilde{x} \in \widetilde{X}$. Всякая пара паретовских оптимумов $\widetilde{x}_1, \widetilde{x}_2 \in \widetilde{X}$ считается эквивалентной, если выполняется равенство значений ВЦФ: $F(\widetilde{x}_1) = F(\widetilde{x}_2)$. Поэтому будем рассматривать алгоритмическую проблему нахождения полного множества альтернатив (ПМА) [5]. Подмноже-

ство $X^0 \in \widetilde{X}$ называется ПМА, если его мощность $|X^0|$ минимальна при выполнении равенства $F(X^0) = F(\widetilde{X})$, где $F(X^*) = \{F(x) : x \in X^*\}$ $\forall X^* \subseteq X$. Здесь и далее подразумеваем, что ПМ $\widetilde{X}$ и ПМА X^0 определены для данного графа G, то есть $\widetilde{X} = \widetilde{X}(G)$, $X^0 = X^0(G)$.

Таким образом, формализация процесса формирования малых рабочих групп требует обсуждения вопроса об определении веса ω_{ij}, $i, j = \overline{1,n}$, $i \neq j$ ребра $e_{ij} \in E$ графа $G = (V, E)$. Выбор способа подсчета веса ω_{ij} ребра $e_{ij} \in E$ определяется типом данных, характеризующих психологическую совместимость, то есть необходимо учитывать возможные математические преобразования, присущие типу шкалы измерения. Например, большинство специалистов по теории психологических измерений полагает, что тесты измеряют психические свойства с помощью шкалы интервалов. В одном из способов определения психологической совместимости предлагается оценивать величину фазового рассогласования индивидуальных суточно-циклических характеристик кожно-гальванической реакции людей, что возможно с использованием либо шкалы отношений, либо разностей (Лобкаев Ю.Я.). В этих случаях вес ребра естественно задавать как меру расстояния. Тестирование личностных черт и способностей является классическим примером использования порядковых шкал. При различных способах проведения тестирования пары с наиболее схожими ответами должны быть наиболее близкими. Классификация мер близости, предложенная в [6]: 1) коэффициенты корреляции; 2) меры расстояния; 3) коэффициенты ассоциативности; 4) вероятностные коэффициенты сходства.

Учитывая вид целевых функций F_1, F_2, F_3 на шкале меры близости должны быть определены операция суммирования, отношение порядка, отношение эквивалентности, то есть это шкала отношений второго рода и абсолютная шкала. Согласно предложенной классификации этим требованиям отвечают меры расстояния. При использовании коэффициента корреляции или коэффициента ассоциативности в качестве меры близости непосредственное использование критерия F_1 невозможно. Поэтому представляется естественным отбор наилучшего решения $x \in X(G)$ по количеству психологически совместимых пар, что является аналогом критерия F_1. Таким образом, необходимо построить отображение вида $P : W \to \{1, 0\}$, где W - множество весов, а $\{0, 1\}$ - градации дихотомической шкалы. Учитывая вид целевой функций F_1, имеем

$$P = \left\{ (\omega_{ji}, p_{ij}) : \omega_{ji} \in W, \quad p_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } \omega_{ij} = \rho_{ij}, \quad 0 \leqslant \rho_{ij} < \rho_p, \\ 0, & \text{если } \omega_{ij} = \rho_{ij}, \quad \rho_p \leqslant \rho_{ij} \leqslant 1 \end{cases} , i \neq j, \quad i, j = \overline{1,n} \right\},$$

где ρ_{ij} - значение коэффициента корреляции или коэффициента ассоциативности в паре i-го и j-го участников, ρ_p - задаваемое экспертом пороговое значение коэффициента корреляции или коэффициента ассоциативности, которое отвечает наличию психологической совместимости в паре i-го и j-го участников.

В этом случае критерий F_1 приобретает вид

$$MINSUM : F_1 = \sum_{i,j=\overline{1,n}} p_{ij} \to \min .$$

Литература. **1.** Асеева И. Н., Сахарчук Е. А. Учет психологической совместимости сотрудников при комплектовании рабочих групп // Вестник Самарской гуманитарной академии. Серия: Психология. 2010. №2. С.168-180. **2.** Перепелиця В.О., Рябенко А.Є. Оцінки надійності в задачах формування цільових груп// Вісник Запорізького державного університету. Фізико-математичні науки. Біологічні науки. - 2000. - №1. - С. 90-93. **3.** Емеличев В.А., Мельников О. Н., Сарванов В.И., Тышкевич Р.И. Лекции по теории графов. – М.: Наука, 1990. – 384 с. **4.** Дружинин В.Н. Экспериментальная психология: Учеб. для вузов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2007. – 320 с. **5.** Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. – М.: Наука, 1982. – 256с. **6.** Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / Ким Дж-О., Мьюлер Ч.У., Клекка У.Р. и др. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 216 с.

Сергиенко А.М., Аракелян Г.А.
Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина

Определение зольности угля с помощью моделируемого отжига

The method for the estimation of the coal quality is proposed, which consists in the Fourier spectrum analysis of the acoustic transducer signal using the interpolation formula. The formula coefficients are searched by the simulated annealing method. The resulting formula provides the 7% precision of the coal ashes measurement.

В докладе изложен опыт использования метода моделируемого отжига для определения зольности топливного угля по косвенным измерениям. Такое определение необходимо, например, для отбраковки вагонов с некачественным углем, приходящих на тепловые электростанции. При этом содержание золы в угле, определяемое прямым стандартным методом, становится известным лишь через сутки, когда некачественный уголь уже поступил на склад. Поскольку число измерений при этом не превосходит количества вагонов, то обучающая последовательность для предполагаемых косвенных методов измерения оказывается существенно ограниченной.

Разработанный на факультете информатики и вычислительной техники НТУУ "КПИ" способ определения содержания золы в угле предназначен для определения качества угля, перевозимого в железнодорожных вагонах. Согласно способу, в уголь погружается акустический датчик, а в объеме вагона возбуждаются широкополосные акустические колебания. Сигнал с датчика записывается и анализируется с помощью ПЭВМ.

Опытным путем установлено, что существует связь между спектральным составом сигнала с датчика и качеством угля, т.е. с процентной долей золы в нем. Эта связь определяется с помощью функции:

$$x_i = \xi(\Theta_1, \Theta_2, ..., \Theta_{N'}, S_1, S_2, ..., S_N) + \Delta_i, \tag{1}$$

где x_i – фактическая доля золы в угле; ξ – интерполяционная функция; $S_1, S_2, \ldots, S_N$ – значения амплитуды спектра сигнала в N частотных полосах; $\Theta_1, \Theta_2, ..., \Theta_{N'}$ – коэффициенты функции ξ, $N' \geqslant N$; Δ_i – ошибка измерения.

Данный способ измерения относится к косвенным способам [1]. Сложность поиска интерполяционной функции ξ состоит в трудоемком накоплении измеренных данных $S_1, S_2, \ldots, S_N$, а также в сложности вычисления функции ξ, дающей минимизированное значение Δ_i.

Анализ измеренных данных и определение содержания золы в угле выполняет разработанная программа Spectr. Она реализует ввод данных, вычисление быстрого преобразования Фурье, отображение спектра сигнала, выделение полос $S_1, S_2, \ldots, S_N$, вычисление функции (1) и отображение результата.

На этапе обучения измеряют параметры $S_1, S_2, \ldots, S_N$ для проб угля, процентный состав которых известен по стандартным измерениям. На основе серии измерений вычисляют функцию ξ, которая вводится в программу Spectr.

В работе [2] показано, как моделирование остывания вещества переложить на задачи оптимизации. При этом приняты аналогии: энергия вещества - функция оптимальности решения Ф, его состояние - вектор решения $\Theta = (\Theta_1, \Theta_2, ..., \Theta_{N'})$, изменение состояния – переход к следующему решению Θ, температура t – параметр, изменяемый в процессе оптимизации.

Алгоритм моделируемого отжига реализован в программе UGOL-KRIT, которая составлена на языке VHDL. В программе функция ξ вычисляется по формуле:

$$\xi = 1 - \exp\left(-\frac{\Theta_{N+1}}{f(\Theta_1, \Theta_2, ..., \Theta_{N'}, S_1, S_2, ..., S_N) + \Theta_{N+2}}\right), \tag{2}$$

где f - нормированная линейная функция от N переменных.

Методика поиска оптимального вектора Θ состоит в следующем. С помощью измерительного стенда выполняют серию измерений характеристик угля $S_1, S_2, \ldots, S_N$. После этого измеряют процентный состав угля эталонным методом. Возможно также определение состава угля по документам поставщика или по субъективным оценкам экспертов. Измеренные данные, а

также процентный состав угля и степень доверия (коэффицент важности) измерения заносятся в программу UGOL-KRIT.

Эта программа находит оптимизированное значение коэффициентов Θ для функции (1). При этом сначала находится начальное приближение коэффициентов методом интерполяции с минимумом данных. Потом эти коэффициенты заносят в ту же программу и находят окончательное решение задачи интерполяции. На этапе проверки измеряют процентный состав золы в пробах угля с заранее неизвестным составом и сравнивают результаты с результатами стандартных измерений. При наличии новых серий достоверных измерений ими дополняют массив данных в программе поиска коэффициентов и расчитывают уточненную функцию ξ.

Экспериментальная установка, измеряющая состав угля, была испытана в 2003 г. на Трипольской ГРЭС. Было собрано более 40 измерений, которые вводились в программу UGOL-KRIT. Проверяемый уголь из Донецкого угольного бассейна содержал от 10% до 40% золы. Процесс оптимизации коэффициентов Θ показан на рисунке. Контрольные измерения показали

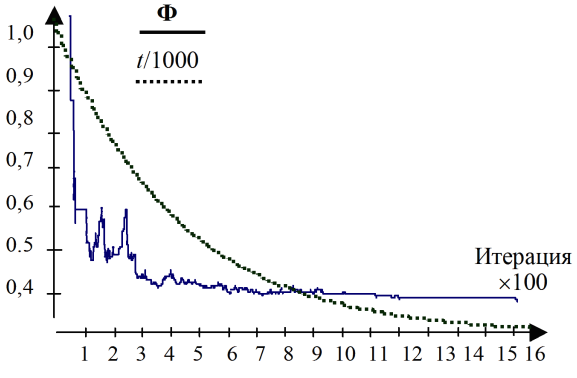


Рис. 1. Процесс моделируемого отжига

среднюю абсолютную ошибку, равную 7%, которая удовлетворяет требования пользователя [3].

Таким образом, экспериментальная проверка методики поиска коэффициентов интерполяционной функции показала ее эффективность и действенность даже для коротких учебных выборок. Благодаря этому, получена приемлемая точность измерения зольности угля, которая может быть увеличена при дальнейшем использовании методики после сбора дополнительных измерений с достоверными значениями.

Литература. **1.** Мудров В.И., Кушко В.Л. Методы обработки измерений. –М.: Сов.Радио, –1976. – 192с. **2.** Kirkpatrick S., Gellatt C.D., Vecchi Jr.M.P. Optimization by Simulated Annealing. –Science. –V.220. –1983. –N5. –P.671-680. **3.** Сергієнко А.М., Аракелян Г.А. Визначення зольності вугілля за допомогою модельованого відпалювання // Вісник НТУУ «КПІ», сер. Інформатика, управління та обчислювальна техніка. –Т.58. –2013. –С.70-74.

Сёмкин В.В., Чугай А.М.
Институт проблем машиностроения им. А.Н.Подгорного НАН Украины, Харьков, Украина

Решение задачи плотной упаковки неориентированных трехмерных объектов

Вопросы, связанные с моделированием плотного размещения трехмерных объектов, активно исследуются различными авторами во всем мире и широко используются в науке и промышленности. Следует отметить, что на сегодняшний день разработано большое количество методов моделирования упаковок сфер. Однако в реальности очень часто приходится сталкиваться с задачами, в которых необходимо рассматривать трехмерные объекты произвольных пространственных форм. Моделирование плотного размещения таких объектов является ресурсоемкой задачей.

Целью данного исследования является построение адекватной математической модели задачи плотного размещения неориентированных трехмерных объектов в кубоиде минимальной высоты и разработка метода поиска приближения к глобальному экстремуму данной задачи.

В качестве размещаемых объектов в работе рассматриваются следующие трехмерные объекты: сфероконусы, сфероцилиндры, цилиндры, конусы, усеченные конусы, шары, сферические сегменты, сферические диски, кубоиды. Размещаемые объекты допускают непрерывные повороты. Для построения математической модели поставленной задачи в работе используется метод квази Ф-функций [1]. Использование метода квази Ф-функций позволило записать условия взаимного непересечния объектов в виде набора систем неравенств, левые части которых являются бесконечно дифференцируемыми функциями.

Рассматриваемая задача является NP-трудной. Для поиска приближения к глобальному экстремуму такой задачи разработаны методы получения локальных экстремумов и их неполного перебора.

Поскольку математическая модель поставленной задачи строится в виде классической задачи нелинейного программирования, то для ее решения могут быть применены различные модификации методов нелинейной оптимизации (например, метод возможных направлений, метод внутренней точки и др.). Однако для применения численных методов нелинейной оптимизации необходимо иметь допустимую начальную точку. Среди методов, которые применяются для построения начальных точек, в задачах размещения объектов в основном используются различные модификации “жадных” алгоритмов. Применение “жадных” алгоритмов в рассматриваемой задаче представляет большую сложность. В нашей работе для получения начальных точек предлагается метод, который предполагает, что все метрические характеристики объектов являются переменными и принимают значения от некоторого минимального значения до изначально заданного.

Для поиска локальных экстремумов задачи использовался метод последовательного улучшения значения функции цели на последовательности подобластей, образуемых наборами систем неравенств из квази Ф-функций для каждой пары размещаемых объектов. При этом поиск локального экстремума на каждой подобласти осуществлялся с использованием библиотеки IPOPT [2]. В данной библиотеке реализованы алгоритмы внутренней точки, которые для поиска вектора движения используют матрицу Гессе левой части системы ограничений, описывающей область допустимых решений.

Литература. **1.** Панкратов О.В. Математичні моделі, методи та інформаційні технології розв’язання оптимізаційних задач розміщення геометричних об’єктів : автореф. дис. на здобуття наук. Ступеня доктора техн. наук : спец. 01.05.02 “Математичне моделювання та обчислювальні методи” / О. В. Панкратов. – Харків, 2013. - 40 с. **2.** A. Wachter. On the Implementation of a Primal-Dual Interior Point Filter Line Search Algorithm for Large-Scale Nonlinear Programming / A. Wachter and L. T. Biegler // Mathematical Programming. – 2006. – 106(1). – pp. 25-57

***Сіпко О.М.*[1], *Снитюк В.Є.*[2]**
[1] *Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна;* [2]*Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Київ, Україна*

Формування цільової функції в задачі складання розкладу занять у ВНЗ на основі суб'єктивних переваг

Задача складання розкладу розв'язується у багатьох галузях. Насамперед, при плануванні дискретного виробництва, організації пасажирських та товарних перевезень, проектуванні та проведенні навчальних занять у середній, професійно-технічній та вищій школі. В її основу покладено необхідність забезпечення оптимального розподілу робіт серед виконавців, враховуючи просторові та часові обмеження.

Відповідальні особи при складанні розкладу занять у ВНЗ виходять лише із навчальних планів та об'єктивних обмежень та працюють в режимі «реального часу», змінюючи розклад на вимогу чи прохання того чи іншого викладача. Очевидно, що одержаний таким чином розклад є далеким від оптимального і викликає нарікання як студентів так і викладачів. Зрозуміло також, що оптимальність розкладу є поняттям неформалізованим, залежним від того, який критерій буде покладений в його основу.

На відміну від досліджень, які проводились раніше, пропонуємо вважати критеріальною функцією визначення оптимальності розкладу його відповідність запитам студентів і викладачів. Оскільки у такому випадку присутні суб'єктивні оцінки в композиції з об'єктивними даними, та формування такої функції є слабко структурованою задачею. Здійснимо її формалізацію.

Нехай, $R = \{r_1, r_2, \ldots, r_n\}$ – скінченна множина можливих розкладів. Її скінченність гарантована скінченністю множини навчальних дисциплін $P = \{p_1, p_2, \ldots, p_m\}$, сукупністю викладачів $L = \{l_1, l_2, \ldots, l_k\}$ та навчальних аудиторій $A = \{a_1, a_2, \ldots, a_v\}$. Задача формування оптимального розкладу з урахуванням вищенаведеного полягає у знаходженні:

$$\max_{r \in R} F(r), r \in \Omega(P, S, L, A), \tag{1}$$

де Ω - сукупність обмежень, які визначаються наявністю і спеціалізацією аудиторій, розподілом викладачів по дисциплінах, дисциплін по аудиторіях тощо. Виходячи з інтересів двох основних суб'єктних множин навчального процесу, – студентів і викладачів, цільову функцію F вважатимемо векторною і представляємо як $F = (F_S, F_L)$, де F_S – цільова функція студентів, F_L – цільова функція викладачів.

Тоді задача (1) трансформується в таку:

$$\max_{r \in R} F_S(r), \max_{r \in R} F_L(r), r \in \Omega(P, S, L, A). \tag{2}$$

Згідно з теорією прийняття рішень, найчастіше задачі (2) розв'язують, використовуючи метод головного критерію, максимінний метод і метод адитивної згортки. У відповідності до методу головного критерію потрібно з множини критеріїв визначити основний, знайти його оптимум за умови, що значення інших критеріїв будуть не меншими за певне значення. Тоді задача (2) набуде виду:

$$\max_{r \in R} F_S(r), F_L(r) \geqslant d_L, r \in \Omega(P, S, L, A), \tag{3}$$

де d_L – константа, значення якої залежить від розмірності задачі, даних і встановлюється ОПР.

За іншим, максимінним критерієм, необхідно знайти такий критерій оптимальності, який має найменші значення на підмножині розкладів Ω_1 , що задовольняють умову (2), а далі серед розкладів $r = \Omega_1$ знайти такий, якому відповідає максимальне значення іншого критерію.

Задачу (2) запишемо так:

$$\max_{r\in\Omega_1}\min_{i\in(S,L)} F_i(r), \Omega_1 \subset \Omega. \tag{4}$$

Максимінний критерій дозволяє здійснити й іншу інтерпретацію. Зокрема, можна знайти підмножину розкладів, які є допустимими та яким відповідає мінімальне значення одного з критеріїв, на цій підмножині знайти розклад, який є оптимальним за іншим критерієм. Задача (2) тоді буде такою:

$$r_* = \arg\min_{r\in\Omega} F_S(r) \in \Omega_1, r^* = \max_{r\in\Omega_1} F_L(r), \tag{5}$$

або

$$r_* = \arg\min_{r\in\Omega} F_L(r) \in \Omega_1, r^* = \max_{r\in\Omega_1} F_S(r). \tag{6}$$

Очевидно, що розв'язуючи задачі (5)-(6), орієнтуються на «найгірший» випадок і визначають гарантовану нижню оцінку для F_L чи F_S. Максимінний критерій у порівнянні з методом головного критерію є більш детермінованим.

Третій критерій, який може бути використаний для розв'язання задачі складання розкладів, записується у вигляді адитивної згортки

$$\alpha_S F_S(r) + \alpha_L F_L(r) \to \max, r \in \Omega(P, S, L, A). \tag{7}$$

Позначимо N_S - кількість студентів у ВНЗ, N_S - кількість викладачів, Nom – номінальне значення відношення кількості студентів до кількості викладачів, визначене керівним органом. Тоді, якщо виконується нерівність:

$$\frac{1}{2}Nom \leqslant \frac{N_S}{N_L} \leqslant Nom, \text{то } \alpha_S = 0.6 - \frac{1}{2}Nom\left(\frac{N_S}{N_L} - \frac{1}{2}Nom\right)\cdot 0.4 \tag{8}$$

в іншому випадку, якщо:

$$Nom \leqslant \frac{N_S}{N_L} \leqslant \frac{3}{2}Nom, \text{то } \alpha_S = 0.6 + \frac{1}{2}Nom\left(\frac{N_S}{N_L} - Nom\right)\cdot 0.3 \tag{9}$$

Одержуючи вирази (8) і (9), припускаємо, що реальне співвідношення між кількістю студентів та кількістю викладачів

$$\frac{N_S}{N_L} \in \left[\frac{1}{2}Nom, \frac{3}{2}Nom\right]. \tag{10}$$

Так, якщо нормативне значення відношення $\frac{N_S}{N_L} = 10$, то вважатимемо, що на практиці $\frac{N_S}{N_L} \in [5; 15]$ і це відповідає дійсному стану речей. При $\frac{N_S}{N_L} > Nom$, очевидно, що кількість студентів є порівняно більшою і їх пріоритет у цільовій функції має збільшуватись. Тому, у цьому випадку $\alpha_S \in [0.6; 0.9]$, а $\alpha_L \in [0.1; 0.4]$. У протилежному випадку, при $\frac{N_S}{N_L} < Nom$, вважатимемо, що $\alpha_S \in [0.2; 0.6]$ і $\alpha_L \in [0.4; 0.8]$. Таким чином, використання виразів (8)-(9) дозволить адекватно реагувати на динаміку контингенту викладачів і студентів.

У доповіді розглянуто й інші аспекти формування і оптимізації цільової функції в задачі складання розкладу занять у ВНЗ. Зокрема, визначено принципи формування цільових функцій студентів і викладачів, виходячи із нормативних вимог і суб'єктивних переваг.

Скачко И.О.
Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украини, Киев, Украина

Инструменты информационных технологий поддержки принятия решений при прогнозировании рынка ценных бумаг

На сегодняшний день инвестирование в инструменты украинского рынка ценных бумаг становится все более распространенным способом сохранения и приумножения капитала. Однако эти действия связаны с рисками, реализация которых может свести на нет ожидаемый эффект. На протяжении длительного периода времени широкое распространение получили подходы, модели и метод, позволяющие в той или иной степени учитывать влияние сопутствующих рисков через их количественную оценку и прогнозировать изменение цен активов. Такие возможности предоставляют: нейронные сети, регрессионный анализ, технический анализ, методы сценарного прогнозирования и другие. Основным направлением работы было создание программного продукт с интеграций перечисленных выше методов для получения стабильного и качественного дохода на финансовых рынках. Система следующим образом, берет последовательно временной ряд длиной N-точек, и используя предысторию из L-точек (L<N) прогнозирует на период N-L. Автоматически делается прогноз каждым заложеным методом. По результатам прогноза выбирается метод прогноза, лучший по критерию минимальной ошибки. Актуальность этой задачи обусловлена необходимостью перехода участников рынка на качественно новые подходы в принятии решений при совершении как «быстрых» спекулятивных сделок, так и долгосрочных инвестиций. Опробирование продукта проходились на следующей задаче. Фондовый портфель, состоящий из N=10 компонент. Каждая из компонент портфеля характеризуется своей финансовой доходностью (оцененной в точке T как относительное приращение цены актива за период). Капитал инвестора считаем равным 1. Задача оптимизации фондового портфеля заключается в нахождении вектора долевого распределения бумаг в портфеле $x = x_i i = 1, N$, который максимизирует доход инвестора. При работе с алгоритмами и их обучением было выявлено ряд недостатков и возникающих проблем:

- Проблема оценки достоверности прогнозов. Важным моментом получения прогноза с помощью МНК является оценка достоверности полученного результата. Для этой цели используется целый ряд статистических характеристик: 1. Оценка стандартной ошибки; 2. Средняя относительная ошибка оценки; 3. Среднее линейное отклонение; 4. Корреляционное отношение для оценки надежности модели; 5. Оценка достоверности выбранной модели через значимость индекса корреляции по Z-критерию Фишера; 6. Оценка достоверности модели по F-критерий Фишера; 7. Наличие автокорреляций (критерий Дарбина – Уотсона).
- Неопределенность в выборе числа слоев и количества нейронных элементов в слое;
- Медленная сходимость градиентного метода с постоянным шагом обучения;
- Сложность выбора подходящей скорости обучения α. Так как маленькая скорость обучения приводит к скатыванию НС в локальный минимум, а большая скорость обучения может привести к пропуску глобального минимума и сделать процесс обучения расходящимся;
- Невозможность определения точек локального и глобального минимума, так как градиентный метод их не различает;
- Влияние случайной инициализации весовых коэффициентов НС на поиск минимума функции среднеквадратической ошибки.

При построении реальных прогнозов всегда необходимо учитывать не только специфические особенности применяемых методов, но и их ограничения и недостатки.

Скрипник А.А. *— рецензент Дидковская М.В.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

ИСППР в сфере тайм-менеджмента

Глобальные цели тайм-менеджмента – помощь человеку в вопросе организации своего времени, обучение умению достигать целей с меньшими потерями энергии и нервов, но за более короткие сроки. Таким образом, можно выделить основные задачи тайм-менеджмента: постоянный анализ распорядка дня, а также дел, которые за день выполняются, и оптимизация этого распорядка; изучение и применение на практике техники рационального использования времени; умение отказываться от деятельности, которая не приносит значимых результатов и занимает много времени; умение планировать время рационально, уделяя повышенное внимание наиболее важным и значимым делам.

Существующие СППР в сфере тайм менеджмент обеспечивают слежение за событиями, определение задач, и осуществление контроля за их исполнением. Использование такого программного обеспечения станет отличным решением проблемы тайм менеджмента для людей, которым трудно организовать свое время, не успевая сделать всю запланированную работу. [1]

Однако большинство решений, представленных на текущий момент на рынке, позволяет лишь использовать знания в сфере тайм-менеджмента в удобной форме и всегда держать их под рукой. Большим преимуществом будет разработка приложения, которое будет не только отображать план на определенный срок времени, но и помогать его составить с помощью механизмов искусственного интеллекта.

Сформулируем задачу. У каждого пользователя СППР есть множество $N = 1, ..., n$ заданий. Каждое задание $j \in N$ характеризуют следующие параметры: длительность выполнения задания $p_j > 0$; время поступления задания в систему $r_j > 0$; крайний срок $D_j > 0$, к которому задание должно быть выполнено.

Пользователь готов к выполнению заданий с момента времени T и может выполнять одновременно только одно задание. Прерывания при выполнении любого задания запрещены. Необходимо построить допустимое расписание выполнения заданий, при котором все условия задачи соблюдены. То есть необходимо для каждого требования $j \in N$ определить момент начала выполнения S_j такой, что $r_j \leqslant S_j$ и момент окончания выполнения $C_j = S_j + p_j \leqslant D_j$. Причем если $S_j < S_j$, то $S_j + p_j \leqslant S_j$, где S_i – момент начала выполнения другого задания $i \in N$. При этом целевая функция f_j требования j зависит от времени окончания выполнения C_j. Главная цель – минимизировать целевую функцию, то есть время выполнения задания. Такого рода проблемы относятся к задачам, которые решает теория расписаний. [2]

Параметры заданий r_j (момент поступления требования на обслуживание), p_j (продолжительность обслуживания требования), d_j (директивный срок завершения обслуживания) не всегда однозначны, очевидны и задаваемы. Чаще всего они непостоянны и меняются в зависимости от ситуации, но для определенного рода задач прослеживается некоторая закономерность, которая может быть выявлена и определена методами искусственного интеллекта. Возможность обучения нейронных сетей - главное преимущество при выборе инструментария перед традиционными алгоритмами. Технически обучение заключается в нахождении коэффициентов связей между нейронами. В процессе обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными данными и выходными, а также выполнять обобщение. Это значит, что в случае успешного обучения сеть сможет вернуть верный результат на основании данных, которые отсутствовали в обучающей выборке, а также неполных и/или «зашумленных», частично искаженных данных, что характерно для задач тайм-менеджмента. [3]

Литература. **1.** Архангельский Глеб Тайм-драйв. Как успевать жить и работать; Манн, Иванов и Фербер, 2007. - 199 с. **2.** Танаев В.С., Гордон В.С., Шафранский Я.М. Теория расписаний. Одностадийные системы.- М.: Наука, 1984. - 132с. **3.** Ясницкий Л. Н. Введение в искусственный интеллект. — 1-е. — М.: Издательский центр «Академия», 2005. — 176 с.

Слободюк А.Ю. *— рецензент Зайченко Е.Ю.*
Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина

Нечеткий метод группового учета аргументов для прогнозирования деятельности предприятия

Устойчивое развитие предприятия невозможно без взвешенных принимаемых решений по экономическому управлению на основе всестороннего анализа информации о состоянии внешней и внутренней среды рынка. Такие задачи можно решить при помощи прогнозирования. Прогнозирование деятельности предприятия – это процесс разработки научно обоснованного суждения о качественном состоянии экономики фирмы и возможном ее изменении в будущем, альтернативных путях и сроках достижения этого состояния. Т.е. прогнозирование является основой формирования экономической политики предприятия. Процесс прогнозирования предполагает получение необходимой информации, ее обработку, оценку и анализ, определение перспектив и вероятность реализации прогноза.

Пусть задано множество исходных данных: входные переменные $\{X(1), X(2), \ldots, X(N)\}$ и выходные переменные $\{Y(1), Y(2), \ldots, Y(N)\}$, где $X = [x_1, x_2, \ldots, x_n]$ - n-мерный вектор, N – число точек наблюдения.

Требуется на основе наблюдаемых данных построить модель $Y = F(x_1, x_2, \ldots, x_n)$, адекватную наблюдаемым данным, причем полученная модель должна быть наименьшей сложности. В частном случае при решении задачи прогнозирования в качестве выходной переменной можно использовать модель $X(N + K) = f(X(1), \ldots, X(N))$, где K – величина интервала упреждения. [1]

Одним из наиболее точных методов, которые дают возможность найти неизвестную функциональную зависимость между прогнозируемой величиной и заданным набором экономических показателей по экспериментальным данным, является метод индуктивного моделирования МГУА.

Главным преимуществом этого метода является то, что метод не требует задания модели в явном виде, модель конструируется сама в процессе работы алгоритма. Также МГУА работает на коротких выборках (когда число определяемых коэффициентов модели n больше числа точек наблюдения). Важным отличием нечеткого МГУА является получение интервальных оценок для прогнозируемой переменной, что позволяет судить о точности получаемого прогноза.

Кроме этого, данный метод обеспечивает высокую точность в решении задач, вид функциональной зависимости которых не известен, а определен только класс моделей, например, полиномов произвольной степени нелинейности или гармонический ряд Фурье. [2]

В данной работе проводились исследования алгоритмов нечеткого МГУА в задаче прогнозирования объёмов продаж исследуемой фирмы, специализирующейся на производстве мебели. В качестве выходной прогнозируемой величины были выбраны объёмы продаж. В качестве существенных входных переменных были выбраны объёмы продаж текущего периода, официальный обменный курс доллара на текущий период, закупочные цены на комплектующие, средства, вложенные компанией в рекламную деятельность.

Были получены следующие результаты. Во-первых, был разработан модифицированный алгоритм нечеткого МГУА с целью применения для прогнозирования деятельности предприятия. Во-вторых, был разработан программный продукт для получения прогноза значений объёмов продаж исследуемой фирмы. Полученные значения были сопоставлены с экспериментальными данными и отличаются менее чем на 4%.

Литература. **1.** Зайченко, Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах [Текст]: учеб. для вузов / Ю.П. Зайченко. - К.: Слово, 2008. -10 с. **2.** Зайченко, Ю.П. Нечеткий метод индуктивного моделирования в задачах прогнозирования макроэкономических показателей [Текст]/ Ю.П. Зайченко //Системні дослідження та інформаційні технології.-2008.-№3.

Соловйов В.М., Чабаненко Д.М.
Черкаський національний університет ім. Богдана Хмельницького, Черкаси, Україна

Динаміка параметрів моделі Леві для розподілу прибутковостей часових рядів світових фондових індексів

Задачі моніторингу стану складних фінансово-економічних систем є дуже актуальними насьогодні. Аналіз часових рядів, які є характеристиками таких систем, зокрема індексів фондових ринків, на наш погляд, є одним з ефективних методів розвязування такої задачі з огляду на доступність часового ряду в режимі реального часу. Відомо, що розподіли прибутковостей фінансово-економічних часових рядів мають так звані "важкі хвости", які не дозволяють моделювати дані випадкові процеси класичними статистичними методам. Однією з моделей, яка здатна описувати процеси з "важкими хвостами", є α-стійкі процеси Леві [2]. В даній роботі пропонується використання процедури оцінювання параметрів моделі α-стійкого процесу Леві для для моніторингу стану складних систем [1, 2].

Випадкова величина X називається α-стійкою, якщо для будь-яких двох додатних дійсних чисел a та b знайдеться дійсне число $c > 0$ таке, що $Law(aX_1 + bX_2) = Law(cX)$, де $Law(\cdot)$ позначає закон розподілу, X_1 та X_2 – незалежні випадкові величини.

Параметр α називається індексом стійкості та визначає вираженість "важкого хвіста" розподілу. Стійкі випадкові процеси мають хвости, які спадають за степеневим законом. При α близькому до 2, розподіл випадкового процесу є близьким до гаусового ($0 < \alpha < 2$). В даній роботі використовується метод [1, 2] для оцінювання параметрів $(\alpha, Skew, \sigma, mean)$ розподілу α-стійкого процесу в динамці для рухомого вікна індексу фондового ринку.

На рисунку 1 зображено динаміку індексу DJIA для під час кризи 1987 року та динаміку показника α за той же період при використанні рухомого вікна довжиною 500 днів. З графіка видно, що перед кризою показник α дещо зростає, а в момент кризи - різко падає. Така закономірність прослідковується на відомих крахах фондового ринку 1929, 1987 та 2008 років (рис. 2 значення 500 на вісі x відповідає моменту кризи).

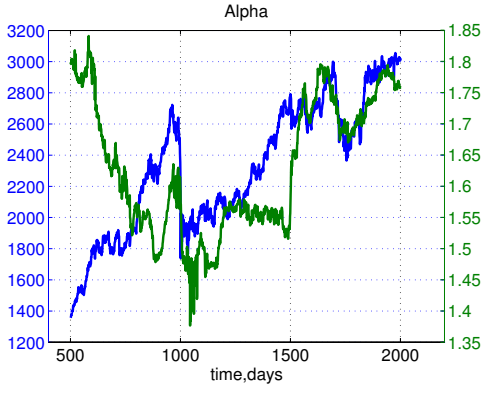


Рис. 1. Параметр α в рухомому вікні для індексу DJIA під час кризи 1987 року

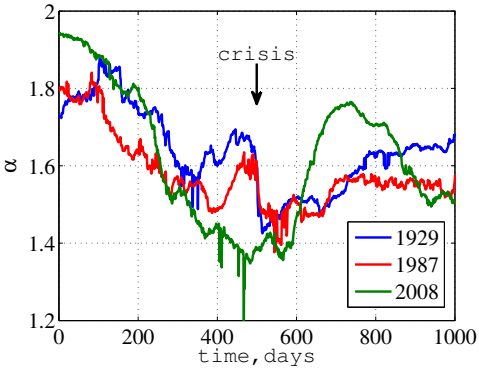


Рис. 2. Параметр α в рухомому вікні для індексу DJIA під час фінансових криз

Характеристики α, $mean$, σ реагують на кризові явища в системі та можуть бути використані для моніторингу стану системи та побудови передвісників кризових явищ.

Література. **1.** I. A. Koutrouvelis (1981) "An Iterative Procedure for the estimation of the Parameters of Stable Laws". – Commun. Stat. – Simul. Comput. 10(1), pages 17-28 **2.** Кириченко Л. О. Моделирование финансовых рядов с помощью фрактального движения Леви / Л. О. Кириченко, В. В. Кирий, А. В. Стороженко // Інформаційні технології та моделювання в економіці: III-тя міжнар. наук.-практ. конф., 23-25 квіт. 2013 р.: зб. наук. праць. - Черкаси, 2013. - С. 117-118.

Токар Я.С. *— рецензент Свирин П.В.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Использование методов кластеризации в CRM-системах

CRM-система (Customer Relationship Management System) – корпоративная информационная система, предназначенная для автоматизации управления взаимоотношений с клиентами компании.

Важность CRM-систем для бизнеса с точки зрения топ-менеджмента компаний не ставится под сомнение, поскольку подобные решения позволяют автоматизировать работу отделов продаж, сделать ее более прозрачной, а также реализуют функциональность, способствующую повышению уровня продаж за счет использования новых методов взаимоотношений с клиентами.

Момент развития отношений системы и клиента начинается со сбора информации. Для этого нужно хранить и обрабатывать информацию. Данные могут добываться из разрозненных источников различными путями, в своей совокупности нередко характеризуются противоречивостью, слабой связанностью и неоднородностью.

Использование нечеткой логики для решения задачи обработки данных значительно облегчает задачу анализа данных, позволяет определить и классифицировать поведение пользователя, а также уровень его удовлетворенности предоставляемого продукта. В отличие от статистического анализа, нечеткая логика позволяет использовать нечисловые значения. В результате оба, качественные и количественные атрибуты, могут быть использованы для развития маркетинга, удержания покупателя и дополнительной продажи. Важным различием между нечеткой кластеризацией и четкой является тот факт, что пользователь может принадлежать более чем к одному нечеткому классу. В рамках обычного маркетинга программы, группы или сегменты пользователей строго принадлежат какому-либо небольшому количественному атрибуту. Если запрашиваемые данные подобны для двух пользователей, их действия будут также подобными. Однако, при использовании четкой кластеризации эти два пользователя могут попасть в разные классы и обрабатываться разными путями.

На данный момент среди множества подходов к задаче кластеризации не существует универсальных методов. Результат кластеризации достаточно сильно зависит от выбора системы значений, метрик близости, способов формализации представлений об объектах и кластерах. Каждый подход имеет свои преимущества и недостатки. Используя наугад отдельно выбранный метод, можно достичь неверного результата.

Чаще всего методы кластеризации делят на две категории: иерархические и неиерархические. Иерархические алгоритмы кластеризации, называемые также алгоритмами таксономии, строят не одно разбиение выборки на непересекающиеся классы, а систему вложенных разбиений. Результат таксономии обычно представляется в виде дерева - дендрограммы. Неиерархические алгоритмы основаны на оптимизации некоторой целевой функции, определяющей оптимальное в определенном смысле разбиение множества объектов на кластеры. В этой группе популярны алгоритмы семейства k-средних (k-means, fuzzy c-means, Густафсон-Кесселя), которые в качестве целевой функции используют сумму квадратов взвешенных отклонений координат объектов от центров искомых кластеров.

Целью данной работы является анализ методов кластеризации нечетких данных и оценки их эффективности, что позволит определить наиболее оптимальный метод обработки данных для анализа лояльности пользователя и оценки его поведения.

Литература. **1.** Glenn Fung,A Comprehensive Overview of Basic Clustering Algorithms., June 22, 2001 **2.** P.Isakki alias Devi, Analysis of Customer Behavior using Clustering and Association Rules.,International Journal of Computer Applications, April 2012 **3.** Bradley, P., Fayyad, U., Reina, C. Scaling Clustering Algorithms to Large Databases, Proc. 4th Int'l Conf. Knowledge Discovery and Data Mining, AAAI Press, Menlo Park, Calif., 1998.

Трачук И.Ю. *— рецензент Россошинский Д.А.*
Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина

Когнитивное моделирование слабоструктурированной системы «Рекреационная зона»

Такие области, как социально-административная сфера, внешнеполитическая ситуация, ситуация на рынке высокотехнологичной продукции, социальные, межнациональные и межгосударственные конфликты и т.п., относятся к типу слабоструктурированных областей. Исследования психологических аспектов принятия решений позволили выявить основные проблемы лица, принимающего решение (ЛПР) в подобных областях. Эти проблемы заключаются в том, что ЛПР вынужден учитывать большое количество разнородных и взаимосвязанных между собой факторов в условиях, когда эти взаимосвязи неясны и не все факторы очевидны.

В связи с этим для автоматизации управленческой деятельности в слабоструктурированных областях целесообразно создавать систему поддержки принятия решений, ориентированную на субъекта – ЛПР. Субъектно-ориентированные системы піддержки принятия решений (СППР) строятся на основе методов, учитывающих индивидуальные представления, предпочтения и субъективный опыт ЛПР. Основной целью функционирования такой системы являются формирование, исследование и анализ субъективных моделей управленческих ситуаций и управленческой деятельности в целом. Одним из подходов к созданию субъектно-ориентированной СППР является когнитивное моделирование ситуации [1].

Основной задачей построения когнитивных моделей является выявление зависимостей между факторами, характеризующими исследуемое событие, явление, процесс. Когнитивная структуризация (cognitive mapping) или концептуализация состоит из: разработки структуры полученных знаний о предметной области (определяется список основных понятий о предметной области), выявлении отношений между понятиями, определении связи данной предметной области с окружающим миром. Цель когнитивной структуризации состоит в формировании и уточнении гипотезы о функционировании исследуемого объекта, рассматриваемого как сложная система, которая состоит из отдельных, но взаимосвязанных между собою элементов и подсистем. Система характеризуется, прежде всего, набором базисных факторов X =X(V, i), i=1,2,. . . ,k, с помощью которых описываются процессы смены состояний в ситуации [2]. В качестве исследуемой ситуации было выбрано функционирование рекреационной зоны и находящегося в ней гостиничного комплекса. Рассматриваются пять основных точек зрения участников этой системы:

1. Владелец гостиничного комплекса.
2. Отдыхающий.
3. Сотрудник гостиничного комплекса.
4. Партнер гостиничного комплекса.
5. Местный житель (региона, в котором находится гостиничный комплекс).

В качестве демонстрационного примера рассмотрим множества выделенных факторов для когнитивных карт с точек зрения владельца гостиничного комплекса и отдыхающего. Для каждой из них было выделено более 6 факторов.

Владелец гостиничного комплекса:

1. Прибыль.
2. Количество клиентов.
3. Цены на проживание/оздоровление.
4. Удовлетворение отдыхающих.
5. Затраты на содержание территории, зарплаты работникам, коммунальные расходы, рекламу, предоставляемые услуги.
6. Спрос.
7. Конкуренция и др. факторы.

Отдыхающий:

1. Месторасположение.
2. Цены на проживание/оздоровление.
3. Комфортность пребывания.
4. Сервис, количество и качество предоставляемых услуг.
5. Наличие трансфера к аэропорту/вокзалу.

Видно, что выделенных факторов, влияющих на функционирование и развитие рекреационной зоны, много и при рассматривании разных точек зрения они могут совпадать, но в это же время иметь немного другое значение.

Число ребер в такой когнитивной карте (КК) может достигать большого количества и их взаиморасположение быть очень запутанным. Даже связность графа КК может быть не очевидной. Например, из-за того, что некоторые факторы повторяются для разных частей когнитивной карты (при рассмотрении с различных точек зрения образуются несколько карт, которые затем объединяются в одну) достаточно сложно выделить самые важные связи из всех присутствующих. На этом этапе структурный анализ помогает выделить наименее значимые факторы и ребра когнитивной карты, которыми можно пренебречь.

Структурный анализ позволяет выявить то, что неочевидно при визуальном восприятии КК, то, что не зависит от случайного расположения элементов графа КК. Структурный анализ абстрагируется от содержательной сущности задачи. Он является по существу анонимным, что важно при рассмотрении задач конфиденциального характера. Структурный анализ можно применять при различных уровнях детализации КК: с учетом или без учета знаков и весов влияния. Его можно применять к когнитивным картам самого различного типа, статическим или динамическим, четким или нечетким. [3]

В результате после проведения структурного анализа определяются важнейшие связи между факторами, их характер и веса соответствующих дуг. Например, увеличение цен на проживание приведет к потере значительного количества клиентов, которые не будут в состоянии отдыхать по новой цене. Уменьшение количества клиентов отразится на общей прибыли предприятия, которая также уменьшится, и, в свою очередь, заставит администрацию гостиницы увеличить количество услуг, предоставляемых гостиницей, чтобы заработать больше денег. Для этого понадобится увеличить штат работников, которые будут выполнять эти услуги. Новым сотрудникам, в свою очередь, придется платить зарплату, что снова приведет к потере прибыли, ради повышения которой управляющие вновь поднимут цены на проживание. Полученный цикл отражает работу предприятия гостиничного хозяйства.

Построив полную когнитивную карту совершается переход к моделированию, при котором решается два вида задач: прямая и обратная. Прямая задача определяет следствия влияний одного фактора на связанные с ним при подаче импульса на фактор-исток. Пример прямой задачи по представлен выше при описании цикла карты.

Наряду с получением прогноза ситуации при моделировании решается обратная задача – задача поиска управляющих воздействий, которые способны перевести системы из текущего (исходного) состояния в некоторое заданное целевое состояние.

Для выполнения перечисленных выше задач используется программный комплекс КАНВА, с помощью которого были выполнены определенные сценарии работы системы и получены прогнозы развития в виде графиков, позволяющие оценить разработанные сценарии и принять решения для ведения гостиничного бизнеса в рекреационной зоне.

Литература. **1.** Т.А.Таран, В.Н.Шемаев Обобщенные оценки факторов в задачах когнитивного моделирования. **2.** Г.В.Горелова, Е.Н.Захарова, Л.А.Гинис Когнитивный анализ и моделирование устойчивого развития социально-экономических систем, Таганрог, 2005, с.76-80. **3.** Марковский А.В. Использование структурного анализа при формировании когнитивных карт.

Туровський В.Л., Олефір О.С.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Швидкий пошук подібностей у базі музичних творів

Через те, що значно зросла кількість музичного контенту в мережі інтернет, акутальною стала задача пошуку подібностей у базі у музичних творів. Користувачу важко фільтрувати контент, що цікавий саме йому і для цього необхідна система рекомендацій музчиних творів. У даній роботі пропонується варіант алгоритму, що працює із кількістю творів, що перевищує півмільйона.

Алгоритм. Для обробки музичиних творів, необхідно виділити їхні характеристики, за допомогою яких і буде проводитись порівняння. Для вирішення задачі пошуку подібностей найбільше підходять тембральні характеристики звуку, адже їх простіше розрахувати, ніж чисто ритмічні або частотні характеристики звуку [1]. Із усіх характеристик було обрано перші 25 кепстра-коефіцієнтів мел-частоти, як ті що є найбільш характерними для твору та не потребують занадто великих затрат для обчислення. Отже, для побудови моделі музичного твору використовується Гаусіан $X \sim N(\mu, \epsilon)$, що розрахувається з векторів кепстра-коефіцієнтів мел-частоти.

Після того, як моделі музичних творів отримані – необхідно ввести якусь метрику для порівняння. Зазвичай для цього використовується дивергенція Кулбека-Лейблера, що виглядає наступним чином [2]:

$$KL(x_1, x_2) = \frac{1}{2}(\log \frac{|\epsilon_2|}{|\epsilon_1|} + tr(\epsilon_2^{(} - 1)\epsilon_1) - (\mu_1 - \mu_2)^T \epsilon_2^{(} - 1)(\mu_1 - \mu_2) - D), \quad (1)$$

де x_1 $N(\mu_1, \epsilon_1)$ та x_2 $N(\mu_2, \epsilon_2)$ – два нормальних розподіли розмірності D. Але в неї є недоліки [1]: по-перше, її дуже складно розрахувати, по-друге, вона не є метрикою, по-третє, виділені властивості музики мають великий степінь свободи, що також ускладнює розрахування дивергенції. [2] [3]. Для того, щоб уникнути проблем з індексацією, використовується симетрична дивергенцію Кулбека-Лейблера:

$$SKL(x_1, x_2) = \frac{1}{2}KL(x_1, x_2) + \frac{1}{2}KL(x_2, x_1), \quad (2)$$

де KL – дивергенція Кулбека-Лейблера. Для кластеризації творів використано алгоритм FastMap[1]. Метод FastMap працює у два етапи. Спочатку, фільтрується вся база за допомогою звичайної квадратичної метрики Евклідового простору, щоб знайти кандидатів у близькі сусіди для цільового твору [3]. Кількість знайдених векторів назвемо розміром фільтрації. Далі очищення результатів виконується за допомогою метрики SKL серед знайдених у минулому кроці векторів. Це дозволяє знайти найближчих сусідів із більшою точністю, ніж продовження пошуку за допомогою евклідової метрики.

Висновки. В результаті реалізації даного алгоритму, було виявлено, що даний алгоритм оброблює базу із 500000 творів приблизно за 0.02 с, повертає приблизно 94% правильних найближчих сусідів при розмірі фільтрації 30, тоді як повний перебір проходить по даній базі за 5с. Також алгоритм був перевірений за допомогою колекції "Ismir 2004 Magnatune", що складається з 729 творів 6 різних жанрів. Це є стандартним способом перевірки для алгоритмів рекомендацій музичних творів. Точність класифікації сягнула 63.45%, при максимальному результаті 78%, але швидкість обробки була майже у 3 рази швидшою.

Література. **1.** Schnitzer, D., Flexer, A., Widmer, G. (2009) A filter-and-refine indexing method for fast similarity search in millions of music tracks. International Society for Music Information Retrieval. (pp. 465-78). **2.** Mandel, M., Ellis, D. (2005) Song-level features and support vector machines for music classification. In Proceedings of the 6th International Conference on Music Information Retrieval (pp. 3-14). **3.** Clarkson, K. (2006) Nearest-neighbor searching and metric space dimensions. Nearest-Neighbor Methods for Learning and Vision.(pp. 3-20).

Филатова А.Е.
Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", Харьков, Украина

Метод структурной идентификации биомедицинских сигналов и изображений с локально сосредоточенными признаками

Рассматривается научно-техническая проблема синтеза интеллектуальных систем поддержки принятия решений при обработке биомедицинских сигналов и изображений. В работе используются методы цифровой обработки сигналов и изображений, многокритериальные оценки, методы выделения новых знаний с целью повышения качества принятия решений в условиях априорной неопределенности.

Ключевые слова: интеллектуальная система поддержки принятия решений, цифровая обработка сигналов и изображений, многокритериальная оценка.

Постановка проблемы. В настоящее время одной из основных тенденций развития общества является его тотальная информатизация. Медицинская информация имеет свою специфику, и увеличение ее объемов сопровождается определенными проблемами, которые обосновывают необходимость создания медицинских систем поддержки принятия решений (СППР). Из-за априорной неопределенности медицинские знания обладают сложной структурой и тяжело поддаются формализации. При этом большое количество информации о состоянии пациента формируется из анализа биомедицинских сигналов (БМС) и изображений (БМИ), полученных в результате инструментальных методов обследования. Обрабатываемые БМС и БМИ являются сигналами с локально сосредоточенными признаками (ЛСП). При этом для синтеза диагностических правил используются диагностические признаки, которые выделяются в результате структурной идентификации БМС и БМИ. Т.о., синтез интеллектуальных СППР (ИСППР) в медицинской диагностике на основе анализа БМС и БМИ является актуальной научно-технической проблемой. В [1] выполнена общая постановка проблемы и предложена обобщенная схема СИ БМС с ЛСП на основе нелинейного фильтра (НФ). В [2] предложен критерий качества структурной идентификации БМС с ЛСП на основе нелинейного фильтра, а также выполнен сравнительный анализ качества структурной идентификации (СИ) при различных параметрах НФ.

Цель работы – адаптация метода структурной идентификации БМС с ЛСП на основе НФ для выделения структурных элементов (СЭ) БМИ в задаче синтеза медицинских ИСППР.

Структурная идентификация БМИ с ЛСП. На основе разработанного метода СИ БМС с ЛСП предлагается метод СИ БМС, структурная схема которого изображена на рис. 1.

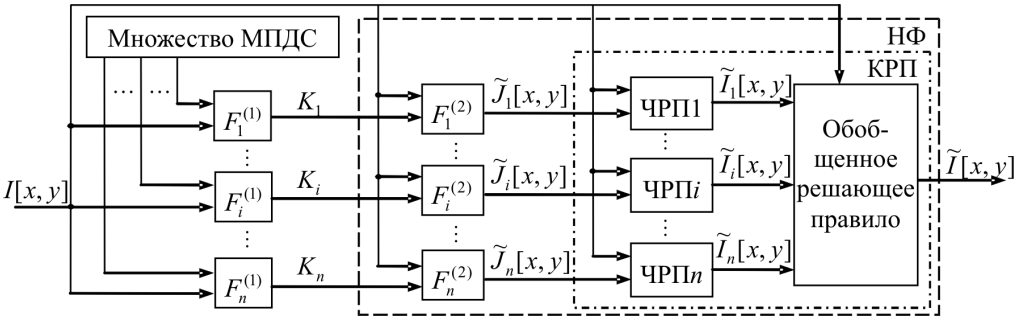


Рис. 1. Обобщенная схема структурной идентификации БМИ с ЛСП на основе НФ

Входное БМИ $I[x,y]$ параллельно подается на вход блоков преобразований 1-го уровня $F_i^{(1)}$ ($i=\overline{1;n}$), которые реализуют методы преобразования $I[x,y]$ на основе моделей полезного двумерного сигнала (МПДС).Были выделены основные свойства МПДС: инвариантность признаков к всевозможным преобразованиям изображения; простота вычисления выбранных признаков; чувствительность признаков к мешающим воздействиям, т.е. помехоустойчивость.

В качестве МПДС могут выступать коэффициенты разложения по полным ортогональным системам функций (тригонометрические многочлены, полиномы Лежандра, полиномы Чебышева, функции Радемахера, Хаара, Уолша и другие), квазиортогональные системы функций (например, двумерные бинарные случайные функции), спектральное описание и другие. На выходе каждого блока $F_i^{(1)}$ формируются кортежи $K_i = \langle I_0[x,y], \vec{p_i}, f_i(I[x,y], \vec{p_i})\rangle$, где $I_0[x,y]$ – эталонное изображение (эталон СЭ заданного класса); $\vec{p_i}$ – вектор параметров i-го преобразования; $f_i(I[x,y], \vec{p_i})$ – функция i-го преобразования изображения $I[x,y]$ в пределах апертуры. В результате каждого i-го преобразований 2-го уровня $F_i^{(2)}$ вычисляются двумерные функции обнаружения i-го преобразования $\widetilde{I}_i[x,y] \in [0;1]$ по выражению $\widetilde{I}_i[x,y] = \frac{1}{1+\alpha_i D^2(J_i^э, J_i^t)}$, где α_i – коэффициент, отражающий чувствительность к изменениям СЭ одного класса за счет наложения помех и вариации параметров; $D^2(\cdot)$ – квадрат меры расстояния между двумя изображениями; $J_i^э[x',y'] = f_{i,x',y'}(I_0[x,y], \vec{p_i})$ – признаки i-го эталона в пределах апертуры; $J_i^t[x',y'] = f_{i,x',y'}(I[x,y], \vec{p_i})$ – признаки текущего фрагмента изображения i-го преобразования в пределах апертуры. В зависимости от выбранной МПДС могут быть использованы различные виды расстояний. Если необходимо учитывать неоднородность признаков, описывающих изображения, то целесообразно использовать метрику вида

$$D(J_i^э, J_i^t) = \sqrt{\frac{1}{N_x N_y}\sum_{x'=1}^{N_x}\sum_{y'=1}^{N_y} w[x',y'](J_i^э[x',y'] - J_i^t[x',y'])^2},$$

где $w[x',y']$ – весовые коэффициенты; N_x, N_y – линейные размеры изображений.

Для вычисления робастных к изменениям яркости и контраста расстояний можно использовать следующую метрику:

$$D(J_i^э, J_i^t) = \sqrt{\frac{1}{N_x N_y}\sum_{x'=1}^{N_x}\sum_{y'=1}^{N_y} (J_i^э[x',y'] - \overline{J_i^э} - (J_i^t[x',y'] - \overline{J_i^t})K)^2},$$

где

$$K = \max\left|\frac{\sum\limits_{x'=1}^{N_x}\sum\limits_{y'=1}^{N_y}(J_i^э[x',y'] - \overline{J_i^э})(J_i^t[x',y'] - \overline{J_i^t})}{\sum\limits_{x'=1}^{N_x}\sum\limits_{y'=1}^{N_y}(J_i^э[x',y'] - \overline{J_i^э})^2}, 0\right|.$$

На основании функций $\widetilde{I}_i[x,y]$ с помощью частных решающих правил (ЧРП) определяются частные отклики фильтра $\widetilde{I}_i[x,y]$, т.е. выполняется СИ. Т.к. адекватность определенной МПДС для каждого СЭ различна, то при проектировании НФ предлагается объединять ЧРП в коллектив решающих правил (КРП). Т.о., отклик фильтра определяется видом преобразования и видом КРП. В свою очередь вид функций в результате преобразований напрямую зависит от описания эталона искомого класса СЭ.

Выводы. В данной работе рассмотрена проблема синтеза ИСППР в медицине для обработки БМС и БМИ, а также предложена адаптация обобщенного метода структурной идентификации БМС с ЛСП на основе многоканального нелинейного фильтра для выделения структурных элементов на БМИ. Дальнейшая работа направлена на создание исследовательской системы для проверки эффективности разработанного метода на реальных БМС и БМИ.

Литература. **1.** Povoroznyuk A., Filatova A., Myrgorod Y. Design of non-linear filter in the problem of structural identification of biomedical signals with locally concentrated properties // Science Journal of Circuits, Systems and Signal Processing. – 2013. – 2(3). – P. 85-92. **2.** Филатова А.Е. Оценка качества структурной идентификации биомедицинских сигналов с локально сосредоточенными признаками на основе нелинейного фильтра // Тези доповідей 14 міжнародної науково-практичної конференції «Современные информационные и электронные технологии» (СИЭТ-2013), 27-31 травня 2013, м. Одеса. – Україна, Одеса. – 2013. – С. 34-37.

Хала Е.А.
Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украини, Киев, Украина

Особенности и сложности построения онтологии для прикладной правовой области

Введение. Онтологии могут быть разработаны с помощью различных методологий [1], охватывая нисходящий сбор информации экспертных знаний от людей, восходящее приобретение знаний из документов и среднее применение контента шаблонов (специализированного для независимых от области онтологий, выявляемых нисходящим способом, или обучаясь через шаблоны, найденные в документах экспертов), КШПО (концептуальные шаблоны проектирования онтологий) [1].

Правовая область является очень сложной по сравнению с другими, потому что она включает знания о физических и социальных мирах, а также типовые правовые знания, которые фактически создают новый слой по социальному миру [1, 2].

Прикладная правовая онтология: функциональность и методы. Разработчик онтологии имеет дело с проектированием, управлением и эксплуатацией онтологий в пределах информационных систем. Обычно онтологии смешиваются с другими компонентами, чтобы построить семантически-явные приложения; например, когда используются совместно с:

- доказательством теорем, тогда проверка согласованности может быть выполнена, чтобы логически утвердить ряд допущений, закодированных в онтологии
- категоризацией и классификаторами экземпляра логического языка известной и управляемой сложности, автоматические выводы могут быть получены из таксономического рассуждения, а также для классификации случаев и фактов [2]
- вычислительными словарями, с NLP инструментами и алгоритмы машинного обучения, правовые онтологии могут повысить извлечение информации из слабоструктурированных и неструктурированных данных, добавляя новое измерение в управление знаниями и открытия в области права [2, 3]
- алгоритмами планирования, онтологии могут помочь автоматизировать или обсуждение условий, или выполнение, например для соглашений, положений, услуг и т.д. [1, 3]
- случаем основанным на рассуждениях, онтологии могут формализовать абстракции случая в более общих рамках, или могут классифицировать случаи согласно предварительно разработанным описаниям [4]
- системами основанными на правилах, где факты могут выводиться, например, для причинной оценки ответственности, проверки соответствия, обнаружения конфликта и в целом для состава факта [3, 4].

Концептуальные шаблоны проектирования онтологии. Семантически-явные приложения в правовой области дают нам концептуальный анализ и проблемы интеграции, которые требуют соответственно разработанных правовых формальных онтологий. Часть задач проектирования можно упростить путем создания или извлечения «концептуальных шаблонов проектирования онтологий» (КШПО) для прикладной области [5]. Интуитивно понятная характеристика КШПО обеспечивается:

- КШПО является шаблоном для представления, и, возможно, решения проблем моделирования.
- КШПО "извлекает"связный фрагмент справочной онтологии, которая составляет его «фон».
- Отображение и композиция шаблонов требуют справочной онтологии для того, чтобы проверить непротиворечивость композиций, или сравнить наборы аксиом, которые должны быть отображены. Операции на КШПО зависят от операций на справочных онтологиях

- КШПО может быть представлен на языке представления онтологии (в зависимости от его справочной онтологии), но его интуитивная и компактная визуализация является важным требованием. Это требует критического размера, так, чтобы его схематическая визуализация была эстетически приемлема и легко запоминающаяся.
- КШПО может быть элементом в частном порядке, где отношение упорядочивания требует, чтобы, по крайней мере, один из классов или отношений в шаблоне был специализирован. Иерархия КШПО может быть построена путем специализации или обобщения некоторых элементов (или классов, или отношений).
- КШПО должен интуитивно иллюстрироваться и уловить соответствующие “базовые” понятия области. Независимо от общности, в которой выбран КШПО, он должен содержать центральные понятия и методы наиболее успешной практики, которые "делают ход рациональному мышлению"для эксперта в данной области, для данной задачи.
- КШПО может часто создаваться из неформальных или упрощенных схем, используемых экспертам в этой области, вместе с поддержкой другого допускающего повторное использование КШПО или справочных онтологий и методологий для анализа онтологии предметной области [4–6].
- КШПО могут быть похожи на схемы базы данных, но шаблон определяется по отношению к справочной онтологии, и имеет общий характе, независимо от конструкции системы [5, 6].

Базовая правовая онтология и связанные с ней шаблоны. Две опоры БПО (базовая правовая онтология) это: стратификация (наслаивание) и материализация.

Исходя из принципа стратификации, БПО обеспечивает модели и отношения для разнородных объектов из правовой области, будь они из материаоного, когнитивного, социального, или собственно правового мира. Согласно стратификации, объекты из разных слоев могут быть совмещены пространственно-временным образом, но все же быть совершенно различными и (взаимно или односторонне) зависимыми. Например, объект принадлежит к материальному миру как биологический организм, но свойства организма не являются достаточными, чтобы характеризировать его как социальное лицо. В свою очередь, свойства социальное лица не являются достаточными, чтобы характеризировать его как юридическое лицо.

Основанный на принципе материализации, БПО позволяет инженеру онтологии определить количественный анализ на правовых нормах или на отношениях (типовая материализации) [7], или на правовых фактах (символическая материализация) [7]. БПО расширяет словарь Описаний и Ситуаций для материализации. Например, интенсиональные технические требования как нормы, соглашения, предметы и нормативные тексты могут быть представлены в той же самой области как их пространственная реализация случаев, выполнение соглашений, агентов, физические документы.

Литература. **1.** Gangemi, A., Sagri M.T., Tiscornia D.: A Constructive Framework for Legal Ontologies. In R. Benjamins, P. Casanovas, J. Breuke, A. Gangemi (eds.): Law and the Semantic Web, Springer, Berlin (2004). **2.** Gangemi, A., F. Fisseha, J. Keizer, J. Lehmann, A. Liang, I. Pettma, M. Sini, M. Taconet: A Core Ontology of Fishery and its Use in the FOS Project, in (Gangemi and Borgo, 2004) (2004). **3.** Sagri M.T., Tiscornia D., Gangemi A., An Ontology-based Approach for Representing “Bundle-of-rights”, M. Jarrar & A. Gangemi (ed.), 2nd International Workshop on Regulatory Ontologies, in OTM Workshop, Springer, 2004. **4.** Motta, E., Domingue, J., Cabral, L., Gaspari, M. (2003) IR-II: A Framework and Infrastructure for Semantic Web Services. 2nd International Semantic Web Conference (ISWC2003) 20-23 October 2003, Florida, USA (2003). **5.** McGuinness D.L. and van Harmelen F. (editors), OWL Web Ontology Language Overview, W3C Recommendation, 10 February 2004, http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-features-20040210. **6.** Moore M.S. Legal Reality: A Naturalist Approach to Legal Ontology. Law and Philosophy 21: 619–705, 2002. **7.** Gangemi A., Mika P. Understanding the Semantic Web through Descriptions and Situation, Meersman R, et al. (eds.), Proceedings of ODBASE03, Springer, Berlin, 2003.

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Шаповалова С.І., Мажара О.О.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Формалізація представлення продукційної моделі

Продукційна модель представлення (ПМ) знань широко застосовується в системах штучного інтелекту. Проте наразі формалізація продукційної системи (ПС) представлена лише в загальному абстрактному вигляді. Формалізація ПС для специфічної області усуває невизначеності в процесі опису поведінки механізму виведення, а саме розв'язання конфлікту та співставлення зі зразком. Актуальними є дослідження існуючих підходів до формалізації ПМ та створення на їх основі формального опису оболонок ПС. Це дозволить користувачам обрати доцільне спеціалізоване програмне забезпечення та природним чином формалізувати свою задачу, створювати актуальні оболонки ПС та покращувати існуючі.

Продукції, з одного боку, близькі до логічних моделей, що дозволяє організовувати ефективні процедури виведення, а з іншого боку, більш наочно відображають знання. Кожна конкретна реалізація ПС має свій власний синтаксис, властивості та поведінку. Визначення продукції, що наводяться в різних джерелах, іноді суттєво відрізняються одне від одного. Проте, незалежно від різних інтерпретацій терміну, будь-яка продукція визначає деяке правило поведінкового чи перетворюючого характеру в конкретній предметній області.

Термін "продукція" вперше був введений Е. Постом [1]. В його роботі модель продукційних правил запропонована в якості формальної теорії обчислень. Продукція представлена як деяке перетворення рядку символів:

$$a_1, a_2, \ldots, a_n \to b_1, b_2, \ldots, b_m, \tag{1}$$

де a_i, b_j – будь-які, можливо повторювані, символи деякого заданого алфавіту.

Правило варто розуміти наступним чином: якщо рядок містить $a_1, a_2, \ldots, a_n$, то його варто замінити на $b_1, b_2, \ldots, b_m$. Ця теорія тісно пов'язана з алгоритмами Маркова і подібно до них еквівалентна машині Тюрінга.

У Поспєлова Д.А. [2] визначає ПС через множину правил, робочу пам'ять та процедуру управління продукціями. В загальному випадку продукція – правило виду:

$$(i)Q; P; A_1, A_2, \ldots, A_n \to B_1, B_2, \ldots, B_k; N, \tag{2}$$

де i – ім'я продукції; Q – сфера застосування продукції; $A_1, A_2, \ldots, A_n \to B_1, B_2, \ldots, B_k$ – ядро продукції; P – умова застосовності ядра продукції; N – постумови продукції.

В робочій пам'яті містяться передумови (факти) та результати заключень, які на них ґрунтуються.

Такого ж підходу дотримуються й російські науковці [3, 4].

Інші дослідники [5] не включають механізм виведення в визначення ПС. Продукційна система представляється наступним чином:

$$PS =< P, S_0, Con >, \tag{3}$$

де P – набір продукційних правил; S_0 – початковий стан робочої пам'яті; Con – стратегія вирішення конфліктів. Використовуються правила загального вигляду *Умова* $\to$ *Дія*. В робочій пам'яті містяться факти, які відображають поточний стан бази даних, та цільові факти, які відображають бажаний стан.

Новіков у своїй роботі [6] пропонує розглядати систему продукцій як формальну теорію, яка складається з наступних компонентів:

1. Початкова база фактів - набір аксіом виду $\dashv A\,(c_1, \ldots, c_k)$, де A - предикативний символ, c_i - константні терми.
2. Продукція – доповнення набору проблемно-орієнтованих аксіом в імплікативній формі.
3. Єдине правило виведення - Modus Ponens.
4. Проміжний стан бази фактів – набори виведених формул.
5. Стан бази даних, який задовольняє умовам закінчення - цільова теорема.

При цьому продукція визначається наступним чином:

$$\dashv d \& p(d) \rightarrow M(f(d)), \tag{4}$$

де p - предикат; d - набір фактів; $M(f(d))$ предикат, що набуває істинного значення у разі коректного виконання дій визначених функцією $f(d)$ над базою фактів D.

Формалізацію в термінах термів та логіки першого порядку представлено в роботі [7]. Загальна продукційна система:

$$GPS = (F; P; X; L; WM_0; R; S; T), \tag{5}$$

де F – множина функціональних символів, P – множина предикативних символів, X – множина змінних, L – множина міток, WM_0 - початковий стан робочої пам'яті, R – множина продукцій, S - стратегія вирішення, T - метод співставлення за зразком.

Правила в базі знань представлено за форматом:

$$[l]\, p, c \Rightarrow r, a, \tag{6}$$

де $[l]$ - назва продукції, l - ім'я з множини міток $l \in L$; $p = p^+ \cup p^-$ - множина позитивних чи негативних шаблонів, де шаблон p_i належить до базових термів, негативний шаблон є запереченням позитивного, p^- - множина усіх негативних шаблонів, p^+ - множина решти шаблонів; c – висловлювання, множина вільних змінних якого є підмножиною змінних шаблону p; r – множина термів, які мають бути видалені з робочої пам'яті; a – множина термів, які мають бути додані до робочої пам'яті після запуску правила.

Робоча пам'ять містить множину базових термів, які відображають факти.

Наклавши деякі обмеження на це визначення, автори [7] крім опису моделі також дають також дають формальний опис виведення в ПС та rete- алгоритм співставлення за зразком.

В даному дослідженні розглянуто основні підходи до формалізації ПС. На його основі зроблено висновки щодо спецефічних випадків доцільності застосування розглянутих підходів до формалізації ПС. Частина з них представлена в таблиці 1.

Табл. 1. Рекомендації щодо використання формалізації представлення продукційної моделі

№	Тип виведення заключень	Посилання на продукційну модель
1	Еквівалент пошуку у просторі станів	1
2	Пошук по дереву рішень	2
3	Визначення об'єктів онтології	4
4	Доведення теорем в деякій формальній теорії	3

Запропоноване єдине представлення для різних підходів до формалізації дозволяє провести порівняльний аналіз та обрати один із них для подальшого дослідження. Такий вибір зумовлюється термінами, якими оперує система.

Література. **1.** E. Post, «Formal reductions of the general combinatorical problem,» Americal Jornal of Mathematics, № 65, pp. 197-268, 1943. **2.** Д. Поспелов, Иискуственный интеллект в трех книгах. Модели и методы, т. 2, Москва: Радио и связь, 1990. **3.** Л. Жежко, А. Карпик и В. С. Хорошилов, Системы искусственного интеллекта.Представление знаний в информационных системах, т. 1, Новосибирск: СГГА, 2005, p. 84. **4.** В. Булкин и Н. В. Шаронова, «Формальное представление знаний в продукционных системах,» Искусственный интеллект, № 1, pp. 147-157, 2006. **5.** R. Kowalski и F. Sadri, «Towards a Logic-based Production System Language,» 2010. [В Интернеті]. Available: http://www.doc.ic.ac.uk/~fs/Papers/Reactive%20systems/LPS%20technical%20report.pdf [Дата звернення: 17 02 2014]. **6.** Ф. А. Новиков, Системы представления знаний, Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2010. **7.** H. Cirstea, C. Kirchner, M. Moossen и P.-E. Moreau, «Production Systems and Rete Algorithm Formalisation» 2004.

Шовгун Н.В.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Особливості оцінки кредитоспроможност позичальника за допомогою нечітких нейронних мереж

Для зниження кредитного ризику банку традиційно виконують оцінку кредитоспроможності позичальника. Інформація, на основі якої приймається рішення, може бути неточною, неповною, чи такою, що важко формалізується. Для врахування цих факторів доцільно використовувати нечітку логіку, де процес прийняття рішень базується на певній базі правил. Але недоліком систем нечіткого логічного висновку є те, що вони не здатні автоматично навчатися, і параметри та вид функцій належності (ФН), які описують фактори кредитоспроможності задаються експертом та можуть бути неадекватними. Нечіткі нейронні мережі (ННМ) мають такі переваги, як здатність до адаптації та автоматичного навчання, а також можливість інтерпретації процесу отримання результату.

Постановка задачі. Процес аналізу кредитопроможності позичальника та побудови ННМ можна представити такими етапами: 1) попередня обробка даних; 2) вибір способу побудови мережі (чи за допомогою експерту чи за допомогою алгоритмів адаптації); 3) оцінка якості моделі; 4) оцінюється кредитоспроможність позичальника. На другому етапі необхідно визначити вид функцій належності ННМ, їх початкові параметри, а також кількість правил, яка визначає структуру мережі - наприклад, кількість нейронів другого і третього шару в ННМ з висновком Сугено. Отримана структура може бути надмірною, або отримана база правил може бути неповною. На цьому етапі доцільно використовувати алгоритми адаптації нейронних мереж. Після того, як структура мережі визначена відбувається етап навчання мережі. Найбільш відомі алгоритми навчання - градієнтний і генетичний. Ці алгоритми мають свої недоліки: градієнтний алгоритм сильно залежить від початкових умов, а генетичний часто сходиться до локальних оптимумів

Підхід, що пропонується. Для вирішення завдання оцінки кредитоспроможності позичальника пропонується використовувати такі ННМ, як ННМ з висновком Сугено і Мамдані, та каскадну неофаззі мережу [1]. Для підвищення якості навчання пропонується використовувати комбінацію генетичного і градієнтного алгоритмів. На першому етапі навчання початкові значення параметрів ФН, знаходиться за допомогою генетичного алгоритму, а вже на другому етапі вони розглядаються як відправна точка для алгоритму градієнтного спуску. Автором пропонується два модифікованих адгоритми адаптації. У першому алгоритмі, нове правило додається якщо жодне з вже існуючих правил не описує достатньо добре поточний вхідний вектор та якщо відстань між центрами ФН кожного правила та поточною точкою більше заданого порогу. В другому алгоритмі нове правило додається якщо існуюча база правил дає завелику помилку для поточної точки та якщо відстань між центрами ФН кожного правила та поточною точкою більше заданого порогу.

Висновки. ННМ це зручний засіб для аналізу кредитоспроможності позичальника завдяки можливості інтерпритіції процесу отримання результату і здатності до автоматичної побудови бази правил. Запропонована комбінація генетичного і градієнтного алгоритмів навчання дозволяє поліпшити відсоток вірних класифікацій. Запропонована модифікація алгоритмів адаптації дозволяє побудувати оптимальну структуру мережі і як наслідок зменшити час навчання мережі.

Література. **1.** Бодянский Е.В. Каскадная эволюционная нейронная сеть с неофаззи нейронами в качестве узлов//Восточно-Европейский журнал передовых технологий – 2011. – Вып. 4/3 (52). – с. 55–58. **2.** Круглов В.В., Борисов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. -2-е изд., стереотип.- М.:Горячая линия-Телеком, 2002. -382 с. **3.** Зайченко Ю.П. Оценка кредитних банковских рисков с использованием нечеткой логики//Intelligent Information and Engineering Systems. – 2008. - №13 – с. 190-20.

Щелкалін В.М.
Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Модель авторегресії – спектрально інтегрованого ковзного середнього для прогнозування нестаціонарних часових рядів

У статті розглядається розвиток методу Бокса-Дженкінса, заснований на спільному використанні ідей методів «Гусениця»-SSA і Бокса-Дженкінса. Запропоновано модель авторегресії – спектрально інтегрованого ковзного середнього, що реалізує трендовий підхід, який полягає в моделюванні процесу як відхилення фактичних значень щодо трендової складової, у ролі якої виступає лінійна рекурентна формула методу «Гусениця»-SSA.

У методі Бокса-Дженкінса особливу увагу приділено проблемам вибору моделі та її оцінювання. У цьому методі використовуються ідеї, що нестаціонарні часові ряди (ч.р.) можна перетворити в стаціонарні шляхом переходу від вихідного ч.р. до його разностей відповідного порядку $d = 1, 2$, тощо. І перетворений таким чином ч.р. далі описується моделями авторегресії (АР), ковзного середнього (КС) або змішаною АРКС моделлю відповідних порядків.

Аналіз літератури дозволяє зробити висновок про те, що подальшим поширенням моделей методу Бокса-Дженкінса для моделювання нестаціонарних ч.р. є моделі авторегресії – дробно інтегрованого ковзного середнього та моделі методу ОЛІМП.

Модель авторегресії – спектрально інтегрованого ковзного середнього $\texttt{APCIKC}(p^+, L, r, q^*)$ має наступний вигляд:

$$y_t = \frac{\Theta^*{}_{q^*}(B)}{g'(B)\,\Phi^+{}_{p^+}(B)} a_t, \tag{1}$$

де $g'(B) = 1 - g(B), g(B) = \sum_{i=1}^{L-1} g_{L-i} B^i$ – поліном від оператора затримки B і його коефіцієнти визначаються як і коефіцієнти лінійної рекурентної формули (ЛРФ) методу «Гусениця»-SSA [1]; L – довжина вікна методу «Гусениця»-SSA, r – кількість перших власних трійок сингулярного розкладання траєкторной матриці ч.р., відібраних на етапі угрупування методу «Гусениця»-SSA. Інші позначення моделі (1) наведені в [2].

Зручність введення оператора затримки за часом B полягає в тому, що в багатьох випадках з ним можна працювати також, як зі звичайним дійсним або комплексним числом x. Так, наприклад, для моделі $\texttt{APIKC}(p, 1, q)$ маємо: $\varphi_p(B)(1-B)y_t = \theta_q(B)a_t$; $\varphi_p(B)y_t = \frac{\theta_q(B)}{(1-B)}a_t$. Використовуючи формулу геометричної прогресії $\frac{1}{1-x} = 1 + x + x^2 + ...$ отримаємо: $\varphi_p(B)y_t = \theta_q(B)(a_t + a_{t-1} + a_{t-2} + ...)$. Звідси і в назві моделі поняття "інтегрованого ковзного середнього".

Рівняння $\varphi_p(B) = 0$, $\theta_q(B) = 0$ називаються характеристичними рівняннями авторегресії і ковзного середнього відповідно. Корені характеристичного рівняння $\varphi_p(B) = 0$ визначаються з рівнянь $1 - \varphi_1 B^{-1} - \varphi_2 B^{-2} - ... - \varphi_p B^{-p} = 0$ або $B^p - \varphi_1 B^{p-1} - \varphi_2 B^{p-2} - ... - \varphi_p = 0$ [3, 4]. Для того щоб знайти корені характеристичного рівняння авторегресії $B^p - \varphi_1 B^{p-1} - \varphi_2 B^{p-2} - ... - \varphi_p = 0$ представимо його ліву частину у вигляді розкладання на множники: $\varphi_p(B) = (1 - h_1 B)(1 - h_2 B)...(1 - h_p B)$. Кажуть, що характеристичне рівняння $\varphi_p(B) = 0$ має корінь $B = h^{-1}$, якщо його розкладання має множник $(1 - hB)$. Аналогічно визначаються корені характеристичного рівняння ковзного середнього. Алгебраїчне рівняння $\varphi_p(B)y_t = 0$ має вигляд $y_t = \sum_{i=1}^{p} c_i h_i^t$, де c_i – довільні постійні. Якщо ж який-небудь корінь j має кратність m, то замість доданка $c_i h_i^t$ в суму увійде комбінація виду $(c_j + t c_{j+1} + t^2 c_{j+2} + ... + t^{m-1} c_{j+m-1}) h_j^t$. Якщо серед коренів містяться пари комплексно-спряжених чисел, то в суму $y_t = \sum_{i=1}^{p} c_i h_i^t$ повинна входити комбінація $ch^t + c^* h^{*t} = |c|\,|h|^t \left(e^{i(\omega t + \varphi)} + e^{-i(\omega t + \varphi)}\right) = 2\,|c|\,|h|^t\, cos(\omega t + \varphi)$, де $c = |c|\, e^{i\varphi}$ і $*$ – знак комплексного спряження; $c^* = |c|\, e^{-i\varphi}$, ω – фаза комплекного числа [3].

У таких моделях мінімальний за модулем корінь характеристичного полінома є індикатором поведінки прогнозуючої функції при великих l (l – глибина прогнозу). Прогнозуюча функція спадає експоненційно, якщо всі корені характеристичного рівняння за модулем більше одиниці. Якщо мінімальний корінь за модулем дорівнює одиниці, то такий ряд називається слабо

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

нестаціонарним [3]. Якщо хоча б один корінь за модулем менше одиниці, то прогнозуюча функція експоненційно зростає і може бути застосовна для прогнозування нестаціонарних ч.р.. Такі ч.р. називаються сильнонестаціонарними. Саме такі випадки можуть бути розглянуті в методі «Гусениця»-SSA.

Поліном в (1) $g'(B)$ можна розглядати як поліном порядку L щодо B, тому $g'(B)$ можна представити у вигляді $g'(B) = (1-h_1B)(1-h_2B)...(1-h_LB)$. Для отримання характеристичних рівнянь, як було сказано вище, потрібна заміна оператора зсуву назад на комплексну змінну. Тоді подання для зворотного оператора можна отримати розкладаючи $[g'(B)]^{-1}$ на елементарні дроби $[g'(B)]^{-1} = \frac{k_1}{1-h_1B} + \frac{k_2}{1-h_2B} + ... + \frac{k_L}{1-h_LB}$. Отже, $y_t = [g'(B)]^{-1} a_t = \sum_{i=0}^{L} \frac{k_i}{1-h_iB} a_t$; $\frac{k_i}{1-h_iB} = k_i \sum_{n=0}^{\infty} (h_iB)^n$; $y_t = \sum_{i=1}^{L} (k_i \sum_{j=0}^{\infty} h_i^j B^j) a_t$. Звідси і походить в назві поняття "спектрально інтегрованого ковзного середнього".

Автокореляційна функція ч.р. $\mathtt{APCIKC}(0, L, r, 0)$ визначається наступним чином:

$$\rho_k = \frac{-(\sum_{i=1}^{L} k_i)(\sum_{i=1}^{L} k_i g_i^k) + \sum_{j=1}^{\infty}((\sum_{i=1}^{L} k_i g_i^j)(\sum_{i=1}^{L} k_i g_i^{k+j}))}{\sum_{j=0}^{\infty}(\sum_{i=1}^{L} k_i g_i^j)^2}, k = 1, 2, ...$$

Продемонструємо застосування моделі АРСІКС на прикладі прогнозу часового ряду споживання природного газу (обсяги щоденного споживання (рис. 1)). Довжина вікна є основним параметром базового алгоритму SSA. Найбільш детальне розкладання і краща роздільність детермінованої складової від шумової досягається при виборі довжини вікна, що приблизно дорівнює половині довжини ряду $n = 950$. Виберемо $L = 469$. На рис. 2 зображені одинична окружність і корені характеристичного рівняння $g'(B) = 0$. Аналіз власних значень траєкторної матриці часового ряду показав, що до детермінованої складової можна віднести перші п'ять власних трійок $r = 5$ сингулярного розкладання траєкторної матриці ряду. У результаті отримано прогноз з глибиною $l = 145$, що представлений на рис. 1.

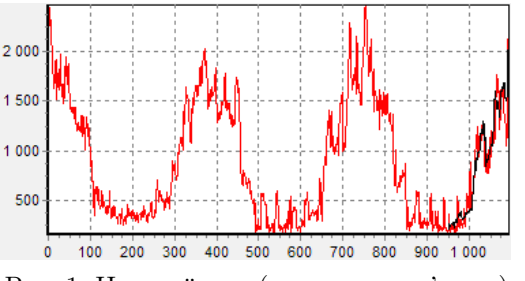


Рис. 1. Часовий ряд (з довгою пам'яттю) споживання природного газу та прогноз із глибиною $l = 145$

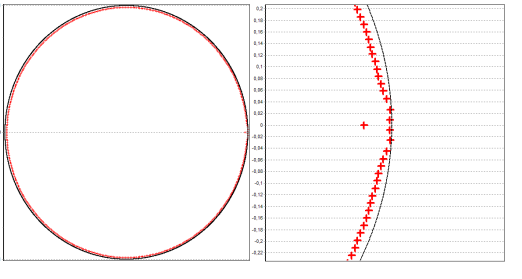


Рис. 2. Одинична окружність і корені характеристичного рівняння g'(B)=0 поблизу точки (1, 0i)

В [5] показано, що ігнорування довгої пам'яті, коли вона насправді має місце, призводить до більш серйозного погіршення результатів, ніж її накладення за відсутності такої. Схожий результат можна отримати і моделями АРКС високого порядку. Однак, за кількістю параметрів модель стає низькосортною згідно з критеріями Акайке та Шварца. Запропонована ж модель АРСІКС ідентифікує довгострокову залежність процесу лише двома параметрами L і r.

Литература. **1.** Голяндина, Н. Э. Метод «Гусеница»-SSA: прогноз временных рядов [Текст]: учеб. пособие / Н. Э. Голяндина – СПб. : С.-Петербургский государственный университет, 2004. – 52 с. **2.** Евдокимов, А. Г. Оперативное управление потокораспределением в инженерных сетях [Текст] / А. Г. Евдокимов, А. Д. Тевяшев. – Х. : Вища школа, 1980. – 144 с. **3.** Безрукова, Е. Г. Прогнозирование статистических временных рядов: Учебное пособие [Текст] / Е. Г. Безрукова, Е. А. Руденчик. – Ярославль. : Яросл. гос. техн. ун-т, 1997. – 94 с. **4.** Горелова, В. Л. Основы прогнозирования систем [Текст]: учеб. пособ. для инж.-экон. спец. вузов / В. Л. Горелова, Е. Н. Мельникова – М. : Высш. шк., 1986. – 287 с.: ил. **5.** Andersson, M. K. On the Effects of Imposing or Ignoring Long Memory When Forecasting [Text] / M. K. Andersson // Working Paper Series in Economics and Finance. – 1998. – T. 225. – P. 1-14.

Plenary talks

System analysis of complex systems of various nature

Intelligent systems for decision-making

High Performance Computing and Microsystems Engineering

Progressive information technologies

3 High Performance Computing and Microsystems Engineering



Section 3

High Performance Computing and Microsystems Engineering

1. High performance computing: Supercomputing, distributed, cloud, Grid, and quantum computing, high performance systems and networks..
2. Microsystems engineering and design.

Секция 3

Высокопроизводительные вычисления и разработка микросистем

1. Высокопроизводительные вычисления: Суперкомпьютерные, распределенные, облачные, Грид- и квантовые вычисления, высокопроизводительные системы и сети..
2. Разработка и проектирование микросистем.

Секція 3

Високопродуктивні обчислення та розробка мікросистем

1. Високопродуктивні обчислення: Суперкомпьютерні, хмарні, Грід- та квантові обчислення, високопродуктивні системи та мережі..
2. Розробка та проектування мікросистем.

Kucher V.O.
Institute for Applied System Analysis of NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine

Application of the discrete time simulator to develop Dataflow Management System for FLES (FLES DMS)

In CBM (compressed baryonic matter) experiment, events are selected in real time on the base of data flow with bandwidth 1 terabyte per second at a frequency of 10MHz. Event selection process requires high performing event generation and complete event reconstruction with the use of fast vectorized reconstruction algorithms of data flow channels [1]. In order to achieve high performance and computing efficiency computing systems equipped with multicore CPUs and GPUs are used. Such systems require computing algorithms to be as simple and transparent from the logical point of view as possible and still efficient enough. One of the important aspects is the control of high performance network structure and flow. A scheduling algorithm to redistribute data flow from data packages on input nodes within processing intervals has to be chosen. Classical construction based on "event" indicators on input nodes is replaced with construction based on "time layers" via interior network synchronization. Input data on FLES cluster of high performance computing are distributed within 1000 nodes. Time intervals correspondent to each other on all input lines have to be collected on one node. Data of different intervals are split onto different nodes. At the same time, data transfer from one node onto several nodes and/or data receiving on one node from several nodes are not allowed. In order to minimize input dataflow redistribution time, data flow time has to be uniformly distributed among the nodes.

Redistribution results depend severely on input data flow. It is very difficult to find an algorithm, which would provide similarly good results on all possible data flows. Nevertheless, if the characteristics of computing system and expected flow are known, modeling can be performed and an algorithm can be defined, which can provide the best results. In some cases, a simple heuristics can provide better results as a complex one. A discrete time simulator to choose a scheduling algorithm and to verify the data flow channels' efficiency is introduced. With the help of the simulator, a wide spectrum of flows and processes of unique experiments with vast statistical data can be modeled. In this work, data transfer independence is presumed, in other words, data transfer rate in one channel does not have to influence the data transfer rate on other channels. A full duplex network (InfiniBand FDR) is applied.

Redistribution scheduling is performed by a system broker, which is deployed on one of the cluster nodes -a control node. Scheduling service is devoted to transfers' scheduling, i.e. to display the list of nodes, which the input data are transmitted from and the list of nodes of data cumulating in one time interval. For every new experiment the simulator is using a cluster size parameter and its own generator of random numbers, which generates binary distributed sequence of random numbers with probability of success P in each of the n independent random experiments.

Simulator allows real time process modeling and data flow redistribution time estimation for the following scheduling algorithms: cyclic transfer, packed cyclic transfer, packing with ascending data ordering, packing with descending data ordering, binary tree of connections' packing etc. Algorithm based on cycle transfer assumes determined organization of data transfer in accordance with a certain scheme. Herewith, the idle duration on channels with a smaller load is not impacted. Algorithms based on packing with ascending data sorting and with descending data sorting provide more even distribution of data flow time among the nodes. Having estimated data flow redistribution time on each competitive heuristics, we construct distribution of performance time, after that we numerically investigate resemblance-distinction of results for heuristics. A heuristics with minimal execution time and limits on dispersion toward execution time growth is chosen.

References. **1.** J de Cuveland A First-level Event Selector for the CBM Experiment at FAIR / J de Cuveland, V Lindenstruth // International Conference on Computing in High Energy and Nuclear Physics (CHEP 2010). - pp.1-6..

Tsegelyk G.G., Krasniuk R.P.
Ivan Franko National University of L'viv, L'viv, Ukraine

The problem optimum utilization of computers in a computer network and method of solving this issues

This paper considers the construction of a mathematical model of optimal utilization of computers in computer network and the numerical method of implementation this issue.

Introduction. One of the main problems of design and implementation of a distributed information processing is problem of optimal (in terms of certain criteria) information resources allocation among the nodes of the computer network [1]. However, the operation of the computer network may provide not only access to information resources of each node, but also the use of computer facilities at the nodes of the computer network. In this regard, there is a need constructing mathematical models of optimum utilization of computers and computer network methods for their implementation. Thus, we assume that computers are nodes of the computer network may have different power and different software.

Problem. Suppose that for solution n tasks allocated n computer of computer network. Known for solving time of each task on each computer. We must so distribute tasks among computers computer network to every computer dealt with only one task at a time and the total time for solving all tasks would be minimal.

The solution of the problem. Let t_{ij} – time solution of i -th task on the computer j -th node of the computer network, x_{ij} – value, defined by the formula

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if } i \text{ -th those tasks solved on a computer } j \text{ -th node,} \\ 0, & \text{in other cases.} \end{cases} \tag{1}$$

Then the mathematical model of the problem is as follows:

$$L = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} t_{ij} x_{ij} \to \min \tag{2}$$

under conditions

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1, & j = 1, 2, ..., n; \\ \sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1, & i = 1, 2, ..., n; \\ x_{ij} \in 0, 1, & i, j = 1, 2, ..., n. \end{cases} \tag{3}$$

This problem is a classical problem of assignment. For its solution could be to use the Hungarian method [2], proposed by the Hungarian mathematician Yeharvari. However, this method is not practical for calculation implementation. Therefore, we use the method of solving potential [3], which is used for solving transportation problems. Largest c_{ij}, a_i, b_j, used in transport problems and therefore defining the cost of transportation, supply capacity and capacity needs, we take: $c_{ij} = t_{ij}$, $a_1 = 1$ $(i = 1, 2, ..., n)$, $b_j = 1$ $(j = 1, 2, ..., n)$.

And initial support plan (initial distribution) will find the minimum element method. With this initial support plan will degenerate. With initial support plan, determine the basis for plan, and continue to solve problems using method of potentials.

Example. Consider the example that discussed in [2]. We write the problem in terms of a table and for constructing a solution of the problem we will be use the method of potential.

After using the potential method, we have optimal plan of problem: $x_{14} = x_{23} = x_{32} = x_{41} = 1$, different $x_{ij} = 0$. The optimal value of function of goal are 17.

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Table 1. The table of problem

$a_i \setminus b_j$	1	1	1	1
1	8	6	9	10
1	3	5	2	7
1	6	2	4	8
1	3	4	2	5

Table 2. The table of first step of method

$u_i \setminus v_j$	2	3	5	10
0	8	6	9	10
3	3	5	2	7
1	6	2	4	8
-1	3	4	2	5

Table 3. The table of second step of method

$u_i \setminus v_j$	6	3	5	10
0	8	6	9	10
3	3	5	2	7
1	6	2	4	8
3	3	4	2	5

Table 4. The table of last step of method

$u_i \setminus v_j$	8	5	7	10
0	8	6	9	10
5	3	5	2	7
3	6	2	4	8
5	3	4	2	5

References. **1.** Tsegelyk G.G. The distributed database systems - L'viv: Svit, 1990. - 420 p. **2.** Borsuk V.A. The mathematical methods of planning and management in the economy of communications - Moscow, Communication, 1966 - 526 p. **3.** Tsegelyk G.G. The mathematical programming - L'viv: L'viv University Publisher, 2011. - 338 p.

Абрамова О.О., Гребенко П.А., Гіоргізова-Гай В.Ш.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Сервіс дистанційного відео навчання на основі «хмарної» технології

«Хмарна» технологія використання серверних ресурсів дозволяє задіяти всю доступну потужність процесорів і об'єм оперативної пам'яті, розділяючи їх між різними незалежними завданнями.

Однією з головних переваг «хмари» є можливість використання для вирішення конкретного завдання тільки тих ресурсів, які їй дійсно необхідні. Метою даної роботи є аналіз засобів створення сервісу дистанційного відео навчання в «хмарі». Сервіс являє собою Веб додаток, ресурси якого розташовуються в «хмарі».

Сервіс дистанційного відео навчання передбачає використання відео серверів, які в штатному режимі роботи споживають значну кількість ресурсів. Розміщення такого роду сервісу в « хмарі» забезпечує зниження навантаження на мережеву інфраструктуру, обчислювальні ресурси і сховища даних у порівнянні з розміщенням на фізичних сервера. Це досягається завдяки виділенню поточному завданні тільки необхідних їй ресурсів. Так само з'являється можливість масштабувати сервіс в разі перевищення рівня навантаження на окремі вузли.

Моделі обслуговування сервісів в «хмарі»[1]:

- Програмне забезпечення як послуга (SaaS)
- Платформа як послуга (PaaS)
- Інфраструктура як послуга (IaaS)

В даний час існує відомий інструментарій в моделях Paas і Saas, який надає розробнику готовий API для створення прикладних сервісів (Amazon EC2, Windows Azure, Google Cloud Platform). Проте жоден з них не містить засобів використання медіа серверів, які необхідні для організації сервісу віддаленого відео навчання. Тому доцільним видається рішення побудови сервісу на основі моделі IaaS [1,2,3].

Для реалізації Веб додатка доцільно розташовувати всі складові проекту на різних віртуаьних серверах. У цьому випадку вузли системи будуть дублюватися з метою забезпечення відмовостійкості і балансування навантаження. Така схема забезпечить гарне масштабування сервісу, дозволяючи за допомогою збільшення кількості однотипних серверів використовувати його для великої кількості користувачів.

Для створення сервісу необхідно вибрати певне системне і прикладне програмне забезпечення. Виходячи з критеріїв вільного розповсюдження програмного забезпечення, наявності у нього високих показників надійності та раціонального використання системних ресурсів, можна рекомендувати ПЗ:

- OS: Freebsd, Centos
- WEB Servers: nginx
- Balancer : HProxy
- App Servers: Залежить, від мови на якій пишуть проект.
- BD: MySQL.

У доповіді представлена схема взаємодії компонентів сервісу дистанційного відео навчання, побудованого на базі ресурсів кафедри СП ННК "ІПСА"НТУУ "КПІ".

Литература. **1.** Windows azure documentation, https://www.windowsazure.com/documentation/.
2. Amazon Elastic Compute Cloud Documentation, http://aws.amazon.com/documentation/ec2/.
3. Google App Engine Developer's Guide, https://developers.google.com/appengine/docs/.

Биков С.С. *— рецензент Петренко А.І.*
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Гетерогенна архітектура апаратних прискорювачів та їх програмування

Сьогодні в сфері обчислювальної електроніки виділяється кілька основних принципів розробки продуктів. Перший – зниження енергоспоживання. У пріоритетах споживачів час автономної роботи, малі розміри і вага пристроїв. Водночас через складні алгоритми машинного навчання та великі обсяги даних зростають вимоги до швидкодії центрів обробки даних, а отже і витрати на їх охолодження.

Багато новітніх суперкомп'ютерів містять апаратні прискорювачі обчислень, включаючи дві найшвидші системи у TOP500 [1]. Прискорювачі поширюються також у звичайних та портативних PC, що ще більше сприяє зростанню інтересу до них. Широке застосування прискорювачів є результатом їх високої продуктивності, енергоефективності та низької вартості.

У прискорювачів є два головні недоліки. По-перше, вони можуть ефективно виконувати лише певні класи програм, де є: достатній паралелізм, повторне використання даних, неперервність потоку управління і структури доступу до пам'яті. По-друге, ефективні програми для прискорювачів складніші, ніж для звичайних CPU, через архітектурні відмінності: масивний паралелізм (massive parallelism), відкрита (без апаратних кешів) ієрархія пам'яті, жорсткість виконання і об'єднання доступів до пам'яті [2].

За останні роки було створено кілька програмних інтерфейсів для роботи з прискорювачами: OpenCL, C++ AMP і OpenACC. OpenCL - портований, підтримує графічні процесори NVidia і AMD, багатоядерні CPU, MIC (Intel Xeon Phi), DSP і FPGA. Однак, він вимагає безпосереднього керування над переміщенням даних в ієрархії пам'яті і ручної реалізації паралелізму. C++ AMP працює на "середньому"рівні. Паралельні алгоритми описуються на C++ і приховують низькорівневий код. OpenACC – високорівневий підхід програмування прискорювачів. Він дозволяє програмістам наповнювати код директивами для компілятора, що вказують, які частини коду потрібно прискорити, наприклад, передавши їх на графічний процесор [3]. Схожим чином OpenMP використовується для CPU-програм. OpenACC знаходиться на етапі зародження і на разі підтримується лише декількома компіляторами.

Для розуміння розвитку апаратних прискорювачів варто звернутися до процесів у минулому. Перші PC мали окремий співпроцесор для обчислень з плаваючою комою, пізніші SIMD – розширення процесорів (MMX, SSE, AltiVec і AVX). Зараз усі вони повністю інтегровані в ядро CPU. Деякі нові прискорювачі вже поєднані на кристалі з традиційними процесорами – це AMD APU, Intel CPU з інтегрованою HD-графікою і Tegra SoC від NVIDIA. Але вони залишаються окремим ядром, бо важко поєднувані з традиційними CPU. Їх найважливіші переваги випливають з відмінних від CPU архітектурних рішень: незв'язний кеш, принципово інший конвеєр, пам'ять GDDR5, більша кількість регістрів і багатопотоковість [2].

Архітектура гетерогенних систем. Для розвитку та спрощення моделей прискорювачів у 2012 році був утворений фонд HSA Foundation, що займається розробкою специфікацій Heterogeneous System Architecture (HSA). Завданням HSA є створення архітектури, що об'єднує скалярні обчислення CPU, паралельні обчислення GPU і оптимізовану обробку сигналів DSP. Всі обчислювальні блоки будуть об'єднані на рівні архітектури і матимуть загальну область пам'яті, що дозволить підняти швидкодію і знизити енергоспоживання. Саме з цієї причини архітектура HSA фізично буде представлена у вигляді системи-на-кристалі (SoC) . До ключових можливостей HSA, над якими зараз ведеться робота, належать: [4]

- Уніфікована адресація для всіх процесорів;
- Повна когерентність пам'яті;
- Керування чергами виконання на рівні архітектури;
- Високорівнева мовна підтримка для обчислювальних процесорів GPU;
- Зміна контексту і витісняюча багатозадачність.

Загальна віртуальна пам'ять. Для спрощення роботи ОС і додатків на платформі HSA використовується єдиний набір таблиць віртуальних сторінок для всіх типів процесорів. Платформа надає повністю когерентну пам'ять. Однак підтримується і некогерентна пам'ять для отримання максимальної продуктивності, коли немає необхідності спільного використання даних процесорами різного типу. Єдиний простір адрес і сторінкові переривання дозволять виконувати задачі, що вимагають великих обсягів пам'яті [5].

Черги і диспетчеризація завдань. HSA дозволяє знизити час, що витрачається на диспетчеризацію обчислювальних задач. Процеси зможуть безпосередньо працювати з чергами завдань, мінімізуючи накладні витрати системних драйверів. Є можливість апаратного перемикання контексту завдань, що стоять в черзі – апаратний планувальник прискорює перемикання і зменшує енерговитрати. Це дозволяє додатку бачити прискорювачі як співпроцесори – розробники можуть не боятися за зниження швидкодії через переміщення даних на інший обчислювальний пристрій та за завдання малого розміру. Черги можуть бути також і у CPU, що дозволяє будь-якому обчислювальному пристрою посилати завдання на виконання на будь-який інший обчислювальний пристрій. Можливі варіанти: процесор посилає завдання на прискорювач (OpenCL, CUDA), прискорювач посилає задачу іншому прискорювачу без участі диспетчеризації CPU, прискорювач посилає завдання на CPU (системні функції, виділення пам'яті, тощо) [5].

Важливою вимогою HSA є витіснення завдань (preemption), що не дозволяє задачі зайняти пристрій на довільний проміжок часу, блокуючи інші завдання в черзі.

Програмні компоненти HSA. Архітектура визначає не лише необхідні апаратні можливості системи, але і її програмну частину - систему компіляції та завантаження виконуваних файлів і компоненти, що працюють в режимі користувача і на рівні ядра ОС (рис. 1).

HSA націлена на підтримку розмаїття обладнання і збереження незалежності додатків від конкретної апаратної платформи. Для цієї мети використовується стандартизований інтерфейс у вигляді мови низького рівня – HSAIL (HSA Intermediate Language). Перед виконанням фіналізатор (finalizer), специфічний для кожного виду пристроїв, перетворює код HSAIL у код системи команд цільового акселератора [6]. Це перетворення може проводитися як у момент компіляції, так і під час виконання програми.

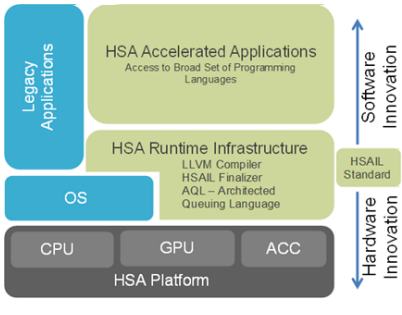


Рис. 1. Стек рішень HSA

Перспективи. Завдання майбутніх гетерогенних архітектур – ліквідація бар'єру складності програмування між CPU, GPU і DSP різних типів, зниження затримок при їх взаємодії, забезпечення підтримки широкого набору програмних платформ і технологій програмування. Сьогодні прискорювачі GPU/DSP ще не володіють достатньою гнучкістю для вирішення багатьох завдань, тоді як нові архітектури нададуть доступ до єдиного адресного простору для всіх обчислювальних пристроїв, механізм управління чергами, перемикання контекстів з можливістю витіснення завдань [6].

Література. **1.** November 2013 | TOP500 Supercomputer Sites - Режим доступу: www.top500.org/lists/2013/11/. **2.** K. Rocki, M. Burtscher - The Future of Accelerator Programming - HPCwire - 09.01.2014 - Режим доступу: www.hpcwire.com/2014/01/09/future-accelerator-programming/. **3.** OpenACC Home | openacc.org - Режим доступу: www.openacc-standard.org/. **4.** О. Коленченко - Начало новой эпохи? Обзор архитектуры HSA - 09.09.2013 - Режим доступу: www.ferra.ru/ru/system/review/AMD-HSA-architecture/. **5.** Т. Палташев, И. Перминов - Гетерогенная архитектура для CPU, GPU и DSP - "Открытые системы 08 - 2013 - Режим доступу: www.osp.ru/os/2013/08/13037850/. **6.** What is Heterogeneous System Architecture? - AMD Development Central - Режим доступу: developer.amd.com/resources/heterogeneous-computing/.

Бондарь К.А. *— рецензент Киселёв Г.Д.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Электронные медицинские карты в мобильной медицине

В современном мире все стремительно «электронизируется» во многих сферах. Не исключением стало и здравоохранение, хотя понятие Медицинской Электронной Карты еще не звучит привычно. К сожалению, к этому времени, проблемы, связанные с переходом от бумажного способа заполнения и управления медицинской информации к электронному, полностью еще не решены нигде в мире.

При решении задачи по внедрению электронных медицинских карт, разработчики сталкиваются с проблемами связанными с особенностями системы здравоохранения в различных организациях. Также сейчас стоит проблема соответствия при переводе терминов и их согласования с уже существующими. Основной задачей Электронных Медицинских Карт является обеспечение сбора большого объема медицинской информации о пациенте. Для обеспечения обмена между врачами и медицинскими организациями электронной медицинской информацией о пациенте используются Персональные Электронные Медицинские Карты и Интегрированные Электронные медицинские карты. При разработке этих карт необходимо решить ряд задач связанных с проблемами идентификации пользователей в системе, организации и стандартизации информационных потоков и форматов обмена, прав доступа. Важным моментом электронных медицинских карт является то, что пациенты привлечены к сбору и управлению медицинской информацией. Для осуществления этих задач необходимо пациентам предоставить персональные сервисы[1].

Облачные вычисления являются новой развивающейся технологией, которая была использована в других отраслях и показала в них большой успех. Несмотря на широкий набор возможностей облачных вычислений, они не были в полной мере использованы в медицинской отрасли.

Наиболее значительным преимуществом размещения Электронной Медицинской Карты в облаке является низкая затратность проекта. Используя облачные сервисы пропадает необходимость приобретения дополнительных лицензий на программное обеспечение для разных пользователей и рабочих станций. Также требуется минимальное количество аппаратных средств. Таким образом процесс получения доступа к данным, их хранение и извлечение будет простым. Также преимуществом при размещении Электронных Медицинских Карт в облаке является их доступность и предоставление свободного обслуживания. Нужны только базовые системы для использование программного обеспечения и получить данные можно будет в любое время с любого устройства.

Развивающиеся модели облачных вычислений основаны на потребностях пользователя. Программное обеспечение как услуга (SaaS) и инфраструктура в качестве услуги (IaaS) эти модели становятся все более популярными. Модель SaaS обеспечивает Электронно Медицинскую Карту и базу данных с доступом, который обычно поставляется через интернет. Режим IaaS заботится о сети, маршрутизации, хранении и поиске данных, но программное обеспечение находится на компьютерах пользователей и при этом не является частью службы. Для небольших медицинских организаций, с ограниченным финансированием и ИТ-поддержкой больше всего подойдет модель SaaS. Поставщик облачных технологий обеспечит безопасность, резервное копирования, доступность и аварийного восстановление. Для больших медицинских организаций лучше выбрать системы IaaS, которая предоставит больше контроля над данными. Очевидно, что единого решения, которое подойдет всем, пока нет.

Литература. **1.** Б. Зингерман. Электронная медицинская карта и принципы ее организации. ИТ в здравоохранении. http://www.osp.ru/medit/blogs/bz/bz_109.html, дата обращения к источнику 10.02.2014.

Булах Б.В.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Програмне забезпечення для науки та інженерії як «екосистема» сервісів

Науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи (НДДКР) можна розглядати як ієрархічну сукупність атомарних і складних підрядних робіт, що формують певний маршрут вирішення головної задачі. Сучасне апаратно-програмне забезпечення НДДКР, таке як системи автоматизованого проектування (САПР) або автоматизовані системи наукових досліджень (АСНД), як правило, включає цілий комплекс прикладних програм, для вирішення атомарних задач. Розробка та розвиток такого ПЗ потребує постійного узгодження зв'язків між численними програмними складовими. В умовах, коли від системи вимагається покриття широкого кола практичних задач (часто не врахованих розробниками системи) та миттєва адаптація під задачі кінцевих користувачів, варто закладати адаптивні можливості в саму програмну архітектуру системи. Тут доцільним може бути максимальне послаблення зв'язності програмних складових, аж до побудови динамічної архітектури, яка допускає заміну структурних компонентів та їх зв'язків вже під час використання ПЗ.

Для побудови ПЗ для НДДКР пропонується скористатися принципами сервісно-орієнтованої архітектури (СОА) та агентно-орієнтованого підходу. При цьому архітектура системи з традиційної монолітної перетвориться на розподілену «екосистему» сервісів, що здатні взаємодіяти один з одним для обслуговування задач користувачів. Сервіси допускають незалежну розробку та розгортання, а потрібна функціональність синтезується з них прямо під час роботи на вимогу користувача та згідно його прав.

Рис.1 ілюструє можливі взаємозв'язки між сутностями «екосистеми», які можуть належати як до сервісів (обслуговують запити), так і до клієнтів (надсилають запити-повідомлення). Пунктиром показані динамічні зв'язки, також показані середовище користувача (клієнт) та ресурси, з якими взаємодіють сервіси (формуючи високопродуктивні, хмарні та грід-сервіси). Можна також виділити такі особливі підкласи: S^R – сервіси-реєстри (зберігають дані, необхідні для організації виклику інших сервісів), S^C – композитні сервіси (викликають інші сервіси, тобто є також клієнтами), $S^O \subset S^C$ – сервіси-компонувальники (викликають довільні сервіси згідно отриманого завдання на композицію), $S^A \subset S^C$ – сервіси-агенти (викликають довільні сервіси згідно власних міркувань для вирішення завдання). Суттєве підвищення гнучкості можна отримати, спираючись на клас S^O (напр. застосувати BPEL-процесори для окрестрування SOAP-веб-сервісів). Однак більшого ефекту можна очікувати від автономних сервісів класу S^A, які здатні власноруч шукати потрібні сервіси в реєстрах та взаємодіяти з ними. Така динамічна поведінка має спиратися на розширені семантичні реєстри, бази знань та здатність сервісів до здійснення логічних висновків (напр. [1]).

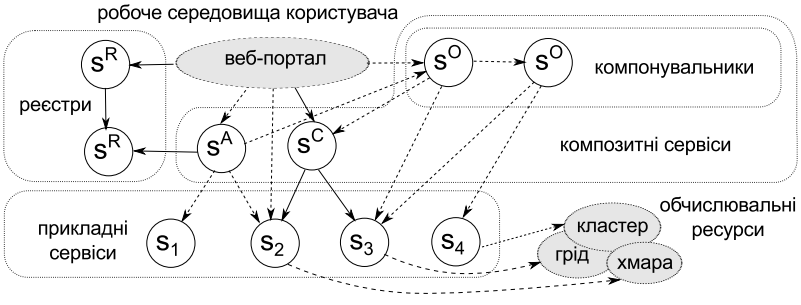


Рис. 1. Взаємозв'язки в «екосистемі» сервісів

Література. **1.** Shen, J., Beydoun, G., Low, G.C. A multi agent system based implementation for semantic web services // Information Systems Development: Reflections, Challenges and New Directions. – UK: Springer. – 2013. – pp. 231-241.

Володін М.С. *— рецензент Кисельов Г.Д.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Робоче місце користувача хмарної системи дистаційного навчання для сучасних мобільних платформ

Введення. Використання в наукових дослідженнях засобів Інформаційно-комунікаційної системи (ІКС), мереж і засобів масової інформації , для того щоб зробити дослідження більш відкритими, глобальними, спільними, творчими і ближчими до суспільства, набуло назву "Цифрова наука". Цифрова наука розробляє інструменти нового покоління та програмне забезпечення для допомоги зацікавленим сторонам в наукових дослідженнях - починаючи від спрощення процесів і полегшення обміну даних, до переосмислення того, як вимірюється і оцінюється вплив дослідника, спираючись на комбінування ефектів технологічного розвитку і культурних змін, їх співпраці та відкритості в галузі наукових досліджень.

Постановка задачі. Використання мобільних платформ в системі дистанційного навчання у хмарі, в основі якої побудова, що сприяє доступу користувачів у будь-який час з будь-якого місця, та надання зручного інтерфейсу до виділених ресурсів за допомогою створення робочого місця користувача хмарної системи дистаційного навчання задовільняє парадигми Цифрової науки.

Інструменти вирішення. Оскільки мобільне робоче місце повино мати високий рівень гнучкості, необхідно визначити програмні засоби і компоненти для його створення. Майбутнє мобільних систем пов'язано з використанням веб-технологій, а саме використовувати Web API і HTML5/JavaScript/CSS. Використовуючи технології HTML5 розробники отримають можливість створювати крос-платформені програми, котрі однаково добре працюють на широкому спектрі пристроїв, не вимагаючи складання окремої версії для кожної апаратної і програмної платформи. Tizen — це цілісна, повністю відкрита мобільна платформа для широкого спектру мобільних пристроїв. Web API платформи Tizen формується з використанням як вже відомих веб-стандартів і HTML5-технологій, так і розширених інтерфейсів для управління пристроєм. Середовище розробки Tizen надає змогу:

- Розробити просту і зручну систему мобільного клієнт-доступу до контенту навчальних матеріалів в хмарі;
- Використовувати засоби керування навчальним відео контентом;
- Працювати з системою тестування знань користувачів створенною на базі хмарної системи та мати відповідну звітність.

Пунктами створення мобільного робочого місця є: забезпечення мобільного доступу до контенту MediaWiki (концепції LCMS) та надання можливості роботи з Google Forms.

Висновки. Для створенної інфраструктури приватної Хмари, в якій реалізовані повнофункціональні сервіси дистанційного навчання для підвищення кваліфікації та тренінгу користувачів грід-інфраструктури України необхідно створення робочого місця користувача на базі сучасних мобільних платформ.

Література. **1.** Кисельов Г.Д. Застосування хмарних технологій в дистанційному навчанні / Кисельов Г.Д., Харченко К.В. // Системный анализ и информационные технологии : 15-я международная научно-техническая конференция "САИТ-2013 27-31 мая 2013, Киев, Украина : материалы. – К. : УНК "ИПСА"НТУУ "КПИ 2013. – С. 351. **2.** Кисельов Г.Д. Управління знаннями в віртуальному освітньому середовищі / Кисельов Г.Д. // Системный анализ и информационные технологии: 14-я международная научно-техническая конференция «САИТ-2012», 24 апреля 2012, Киев, Украина : материалы. – К. : УНК "ИПСА"НТУУ "КПИ 2012. – С. 281–282. **3.** European Commission, Digital Agenda for Europe , Science & Technology. http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/science-and-technology/digital-science **4.** https://www.tizen.org

Голубова И.А. *— рецензент Киселёв Г.Д.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Построение мобильного репозитория для разных облачных хранилищ данных

Так как, мобильность, в современном мире, является одной из приоритетных составляющих ведения бизнеса, возникает потребность в постоянном доступе к информации и оперативном поиске данных, хранящихся в облаках. Многие компании, предоставляющие услуги облачных хранилищ также обеспечивают пользователя возможностью использовать мобильное приложение, предоставляющее доступ к его данным на облаке. Неудобство для пользователя при этом заключается в том, что данные могут хранится в разных облаках, а следовательно усложняется поиск необходимой информации. Это является первопричиной возникновения необходимости создания универсального репозитория с возможностью посматривать файлы, расположенные в разных облачных хранилищах. Для организации такого репозитория, изначально была выбрана сервис-ориентированная архитектура, так как в этом случае программа обретает большую мобильность, и гибкость. Данный выбор мотивируется тем что, результаты работы каждого компонента проекта доступны не зависимо от местоположения и архитектуры потребительской программы (клиента). То есть, клиент и сервис слабо связаны, и их отношения декларируются с помощью интерфейсов и протоколов, обеспечивая масштабируемость задачи. В связи с развитием мобильности рынка приложений, не лишено смысла, рассматривать преимущества сервис-ориентированной архитектуры реализованной через web-сервис. Так как в таком случае пользователь сможет иметь доступ к клиентской части программы с любого устройства предоставляющего выход в Интернет. Для передачи данных от веб-сервиса до сервиса выполняющего задачу используются стандарты протоколов http get, http post, http soap. [1] Основным отличием сервис-ориентированной архитектуры от многоуровневой клиент серверной архитектурой является отсутствие различий между потребителями сервисов и их поставщиками. То есть, сервис одновременно может выступать и поставщиком и потребителем для другого сервиса, как видим, это не входит в разрез с принципами доступности ресурсов принятыми в ОС Android. Для достижения поставленной задачи необходимо создать клиентское приложение на ОС-Android, при помощи которого пользователю будет доступен перечень всех файлов расположенных на разных облаках, перечень хранится на пользовательском устройстве и обновляется каждый раз когда устройство имеет доступ к интернету. Пользователь также, в приложении, имеет возможность ввода поискового запроса, который в дальнейшем перенаправляется менеджеру задач. Менеджер в свою очередь обладает доступом к облачным сервисам, которые непосредственно хранят файлы с данными, а также к сервису выполняющему семантический анализ поискового запроса с последующим поиском соответствующего файла в хранилищах данных. По сути, сервис семантического анализа, переформулирует размытый запрос, созданный пользователем в более формальную, приемлемую для менеджер форму, следовательно, шанс успешного поиска необходимого материала резко возрастает. Очевидно, с учетом модульности программы ее разработка порождает гораздо меньше проблем, так как реализация отдельно взятого сервиса менее сложная задача, чем реализация монолитной программы с таким же функционалом. Так отдельные сервисы, объединённые общим интерфейсом и управляемые при помощи менеджера задач, позволяют сделать приложение масштабируемым и легко модифицируемым. При этом, упрощается процесс обмена данными с менеджером задач, а также повышается мобильность приложения, так как в этом случае пользователь может использовать его вне зависимости от архитектуры устройства на котором он его запускает, для ОС Android будет запускаться Web-view, а для совместимости с другими ОС понадобится любой из возможных браузеров.

Литература. **1.** Информационные системы и технологии на предприятиях -[Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://uchebnikionline.ru/informatika/informatsiyni_sistemi_i_tehnologiyi_na_pidpriyemstvah_-_pleskach_vl/servis-oriyentovana_arhitektura.htm.

Кирюша Б.А.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Модель «луковой маршрутизации» для анализа устойчивости к атакам на раскрытие анонимности пользователей

Рассматривается модель анонимной «луковой маршрутизаци», которая используется в сетях: torrent, tor, pisces [1]. Каждый отдельный сервер может расшифровать только адрес следующего сервера, если он не является последним сервером в цепочке. Список пересылок формируется на стороне отправителя, из перечня доверенных серверов. Цель атаки -восстановить маршрут передачи данных. Развитием концепции является группировка пакетов (т.н. «чесночная маршрутизация» [2]. Для моделирования атак используется несколько способов задания моделей [3]: матричные, логические, графы и др. Существующие программные средства автоматизации моделирования атак, преимущественно, используют модели на основе графов. Наиболее полно отразить свойства абстрактной сети «луковой маршрутизации» могут вероятностные модели. Модель разрабатывается только для атак раскрытия анонимности внутри сети. Требовния к модели: 1. Модель должна быть применимой для реализации в виде нечетких сетей Петри; 2. Атаки и свойства модели за рамками множества серверов, участвующих в «луковой маршрутизации» не рассматриваются; 3. Множество параметров модели должно покрывать все возможные состояния сети изнутри; 4. Рассматриваются атаки только двух типов – восстановление маршрута и установление адреса отправителя пакета. Введем обозначения для элементов модели: G-граф сети, U-множество пользователей, R—множество маршрутизаторов (в «чесночной» маршрутизации R∪U). Тогда G=(U∪R, U×R), где U∪R-узлы, U×R-направленные верви. С каждой ветвью ассоциируется уровень доверия к соединению t(u×r). Функция t определяется алгоритмом, реализованным в исследуемой сети(например, в pisces это число общих друзей в социальной сети, в torrent-соотношение загрузки-отдачи данных и т.п.). Для заданной длины маршрута L уровень доверия будет рассчитываться для графа H=(U∪R, U×R^L). Для передачи данных от клиента C_0 к некоторому клиенту C_K уровень доверия рассчитывается как t(C_0,C_K)=$\prod_{k=1}^{K} t(C_{k-1}, C_k)$. С точки зрения атакующего, для множества маршрутизаторов выполняющих атаку A видимо подмножество маршрутизаторов O⊂R, которое определяется максимально допустимым числом одновременных соединений одного маршрутизатора и полнотой сведений о списке активных маршрутизаторов доступной пользователям и отдельным маршрутизаторам. Граф H разбивается на множество пересекающихся подмножеств O(могут быть уникальными для каждого пользователя), соединения через которые планирует пользователь при составлении маршрута, что сокращает размерность задачи составления маршрута и регламентируется особенностями конкретной реализации «луковой» сети. Вероятность пересечения с атакуемой областью рассчитывается по формуле: $P(u_i, C_0) = \frac{t(u_i,C_i)}{\sum_{u \subset A} t(C_0,u)}$. В случае использования «чесночной» маршрутизации, вероятность пересечения будет иметь вид: $P(u_i, C_0) = \frac{t(u_i,C_i)}{t(u_i,C_i)+\sum_{u \subset A} t(C_0,u)}$. Вероятность успеха атаки вскрытия маршрута зависит от равномерности загрузки узлов планировщиком маршрута. Описанное выше построение модели иллюстрирует применение инструментария анализа глобальных сетей для оценки безопасности применения анонимных виртуальных сетей. В частности, предложена модель «луковой маршрутизации», позволяющая численно оценить уязвимость данного подхода к защите анонимности для конкретной сетевой реализации.

Литература. **1.** Peng Zhou, Xiapu Luo, "SGor: Trust graph based onion routing", in *Computer Networks*, Elsevier 2013.-pp.522-544. **2.** Prateek Mittal, Matthew Wright, "Pisces: Anonymous Communication Using Social Networks"[Online] Available: http://www.hatswitch.org/~nikita/papers/pisces-ndss13.pdf **3.** Д.И. Котенко, И.В. Котенко, "Методы и средства моделирования атак в больших компьютерных сетях" *СПИИРАН* , вып. 3, 2012: Санкт-Петербург.-pp. 5-28

Киселев Г.Д.[1,2] ***Киселева А.Г.***[2]
[1]*Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина;* [2]*Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина*

Контекстно-зависимое управление для гетерогенных сетей микрогрид

Введение. Проникновение в различные области жизни технических систем, включающих интегрированные в них действия человека, характерно для энергетических сетей, которые управляются как со стороны потребителей, так и со стороны диспетчерского персонала. Эти особенности обуславливают необходимость развития методов управления такими системами базирующихся на теории, включающей когнитивные аспекты и аспекты системного [1]. Гетерогенная сеть, включающая генераторы электроэнергии, различного типа нагрузки и связывающие их полупроводниковые преобразователи электроэнергии получила название микрогрид [2]. Структуру микрогрид целесообразно рассматривать при наличии нескольких генераторов – электрической сети и альтернативных источников питания, в том числе возобновляемых, например, ФБ - фотобатарея, ВГ - ветрогенератор, ДГ - дизель-генератор, АБ - аккумулятор в режиме разряда, который подключаются к нагрузкам через коммутирующие устройства или через преобразователи электроэнергии. С другой стороны микрогрид, насыщен разнородным электротехническим оборудованием Zн – системами микроклимата (отопление, вентиляция, кондиционирование), сигнализации, освещения помещений, территории, оборудования бассейна, контроля доступа и т.п. В настоящее время насчитывается около 400 наименований электробытовых приборов различного назначения для применения в микрогрид, типичным примером которого является большой частный дом. Преобразователи параметров электрической энергии (Пр) – компенсаторы реактивной мощности, фильтры, корректоры, стабилизаторы, широтно-импульсные преобразователи, выпрямители, инверторы – и их системы управления осуществляют регуляцию режимов работы генераторов и нагрузок (Zн), стабилизацию и нормирование параметров электрической энергии в общей систе.

Решение проблемы. Задача управления сетью преобразователей состоит в том, чтобы адекватно учитывать многочисленные виды и параметры контекста, изменяющиеся как под влиянием внешней среды, так и в результате функционирования сети. Контекстом называется любая информация, которая используется для описания состояния, в которой находится микрогрид. При этом возникает проблема выбора наиболее рационального варианта управления, поскольку параметры контекста могут быть как независимыми, так и зависимыми и противоречивыми, а так же отсутствует возможности связать с каждым управляющим воздействием на преобразователи конкретного перечня параметров контекста. Контекстно-зависимая система управления преобразователями электроэнергии является интеллектуальной системой поддержки принятия решений, которая адаптируется к изменениям контекста микрогрид путем смены алгоритмов управления преобразователями и коммутаторами для достижения заданного уровня электропотребления. Принятой в работе концептуальной основой интеллектуального управления служит онтологическая модель базы знаний (БЗ), в которой аккумулируются знания и опыт экспертов и пользователей в виде иерархии сущностей микрогрид и отношений между сущностями, правил управления преобразователями и прецедентов проблемных ситуаций в микрогрид. Для автоматизации принятия решений создается онтология микрогрид (Ontodomain) и онтология прецедентов (Ontocbr) управления, которые образуют онтологическую Базу Знаний (БЗ) [3]. Онтология микрогрид содержит общие знания о среде микрогрид, а онтология прецедентов накапливает опыт экспертов по решению проблемных ситуаций, возникающих в среде микрогрид. Онтология прецедентов является абстрактным описанием процесса управления преобразователями в среде микрогрид и может быть интегрирована с онтологией любого доменного объекта (уровень района или дома) микрогрид, т.е. ее можно масштабировать. Онтология прецедентов описывает различные точки зрения экспертов на проблемные ситуации в микрогрид и позволяет учитывать знания, связь между которыми неочевидна, и проследить которую с использованием аксиом, присущих простой онтологии,

не представляется возможным. Кроме этого, в онтологической БЗ описываются правила классификации проблемных ситуаций (Ontorules), возникающих в микрогрид. Основное отличие предлагаемой онтологической БЗ от уже существующих - это интеграция методов искусственного интеллекта, позволяющих совместить логический вывод на основе Ontodomain с выводом на основе прецедентов Ontocbr и с правилами распознавания класса проблемной ситуации Ontorules. Онтологии (Ontodomain), (Ontocbr) и (Ontorules) образуют онтологическую Базу Знаний микрогрид (OntoDK). OntoDK=<Ontodomain, Ontocbr, Ontorules>. Изменение объективного состояния микрогрид происходит после выполнения соответствующих сервисов управления. При инициализации алгоритма реализующего метод принятия решений по выбору сервиса управления преобразователями создаётся запрос q, включающий набор экземпляров классов Ontorules, соответствующих заданным параметрам контекста (Ai). Определяется класс проблемной ситуации (ПС) с использованием разработанных правил классификации на основе процедуры отнесения запроса к одному из ранее определенных классов в Ontodomain. Выделяются все экземпляры (Icq) этого класса cq. После определения класса проблемной ситуации и выделения всех его экземпляров, алгоритм определения меры сходства производит сравнение запроса q с прецедентами-экземплярами, хранящимися в онтологической базе знаний Ontocbr с учётом отношений, заданных на онтологии Ontodomain. Прецедент описывается классами и их свойствами в онтологии Ontodomain, включающими параметры описания проблемной ситуации – Dsi, ее решения Sli. Для повышения уровня достоверности принимаемых решений по управлению преобразователями электроэнергии, применены модифицированные алгоритмы фильтрации и прогнозирования членов временных рядов, в которых прогнозирование выполняется с регуляризацией выборки, что позволило уменьшить погрешность прогнозирования с 6-5

Заключение. Современным подходом к реализации рассмотренного метода управления является использование технологии «Облачных вычислений» (Cloud Computing). Главным ее плюсом является существенная экономия средств на эксплуатацию одной или нескольких сетей микрогрид. В этом случае, КЗСУ преобразователями хранится на удаленных серверах «облачного» провайдера, исключая необходимость содержать собственную IT инфраструктуру и платить за вычислительные ресурсы, которые в большинстве случаев не задействованы на полную мощность.

Предложенный метод принятия решений по управлению гетерогенными сетями источников и потребителей электроэнергии математической и алгоритмической основой для построения программного обеспечения облачного SaaS сервиса, выполняющего функции контекстно-зависимой системы управления.

Литература. **1.** 1.Жуйков В.Я. Контекстно-зависимое управление преобразователями электроэнергии в микрогрид локального объекта/Жуйков В.Я., Ямненко Ю.С., Терещенко Т.А., Киселева А.Г.//Техническая электродинамика. – 2012.–Част.2. – С.95-100. **2.** Lasseter R. MicroGrids / Lasseter, R. // IEEE PES Winter Meeting. – 2002. – P.25-26. **3.** Киселева А.Г. Синтез логического вывода при управлении преобразователями электроэнергии в микрогрид /Киселева А.Г.//Технічна електродинаміка.–2012.–Част.4.–С.105-110.

Костенко О.В.[1,2] ***Капшук О.О.***[2]
[1]*Міністерство юстиції України, Київ, Україна;* [2]*Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна*

Проблеми інтероперабельності Національної системи електронного цифрового підпису в Україні та шляхи їх вирішення

Метою роботи є дослідження проблем створення інтероперабельної Національної системи електронного цифрового підпису в Україні (НСЕЦП) та інтеграції її з Європейським та світовим співтовариством. Для інтеграції та вигідної співпраці України з Європейським та світовим співтовариством, з метою євроінтеграції та розвитку експорту продукції всіх вітчизняних галузей виробництва, необхідно запровадити в нашій державі відповідні норми ООН, СОТ та ЄС, забезпечивши технологічну та юридичну підтримку при обміні електронними документами, засвідченими електронним цифровим підписом. Однією з ключових проблем, які постали сьогодні перед державою у сфері надання послуг електронного цифрового підпису (ЕЦП), є відсутність інтероперабельності Національної системи електронного цифрового підпису як у межах України, так і з іншими державами [1] .

Слід значити, що інтероперабельність становить одну із найважливіших властивостей відкритих систем, і в даний час все більша увага приділяється саме питанням забезпечення інтероперабельності для інформаційних систем (ІС) різного масштабу і призначення (від нано- до GRID і більш складних систем) і НСЕЦП, зокрема. Тривалий час регулювання у сфері ЕЦП здійснювалось в «ручному режимі», а просування нових форматів і технологій було ситуативним, що спричинило технологічну несумісність програмно-технічних комплексів, нерівнозначність різних електронних цифрових підписів у системі та унеможливило інтеграцію до європейської системи електронного цифрового підпису.

З розвитком програми електронного урядування в країнах Європейського співтовариства (ЄС) органи державного управління ЄС все ширше використовують електронні сертифікати для безпеки комунікацій, шифрування та електронного підпису, в тому числі в міждержавних відносинах в межах ЄС. Виникла необхідність встановлення відносини довіри між центрами сертифікації ключів іноземних держав (ЦСК або англ. CA), які використовуються національними органами державного управління. Це необхідно для того, щоб державні службовці держав ЄС могли використовувати електронні сертифікати, випущені їх національними ЦСК, в зальноєвропейській (pan-European) державній мережі.

Майбутнє розширення сфери використання ЕЦП в Україні та відповідне зростання кількості користувачів ставить також завдання кластерізації (спеціальні програмно – апаратні рішення для балансування навантаження доступу користувачів, підвищення доступності та зменшення часу відгуку), надійності, резервування до обладнання центрального засвідчувального органу. Ці завдання одночасно із створенням спеціального депозитарію списків довіри, а також веденням бази сертифікатів та списків відкликаних сертифікатів пропонується вирішувати в межах функціонування Довірчого Центру Міністерства юстиції України. До завдань, які вимагають виконання, для вирішення проблеми інтероперабельності НСЦЕП можна віднести необхідність вироблення єдиного підходу до її забезпечення шляхом створення єдиної технічної, організаційної та інтеграційної моделі НСЦЕП, уніфікації термінології та ключових інтерфейсів, визначення ключових інтерфейсів (об'єктів) стандартизації, а також створення нормативно-технічних документів, стандартів, профілів, рекомендацій, методик, правил тощо.

В роботі розглядаються алгоритми функціонування одного із ключових елементів в структурі сучасної інтероперабельної НСЦЕП (рис.1) - довірчого центру (ДЦ) міністерства юстиції, який сприятиме досягненню сумісності технічних рішень у сфері використання електронного цифрового підпису шляхом технологічної уніфікації компонентів НСЦЕП з використанням як міжнародних стандартів з національними особливостями, так і вітчизняних національних стандартів, а також взаємного визнання сертифікатів за двосторонніми та багатосторонніми угодами.

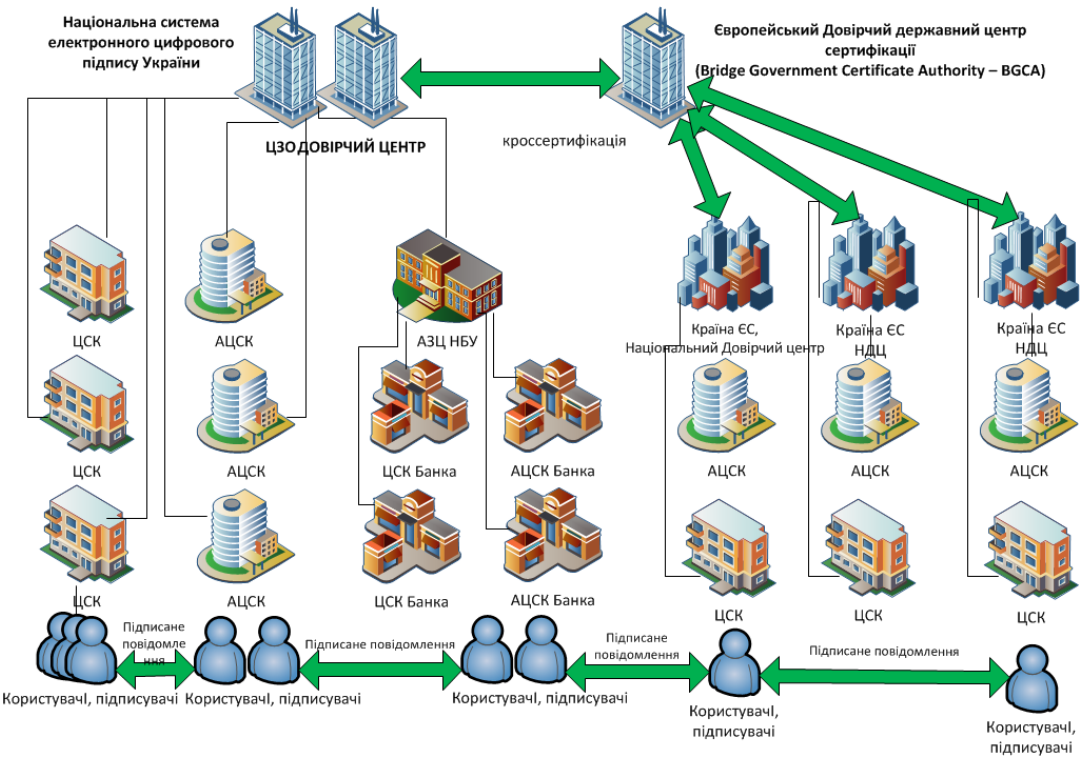


Рис. 1. Національна система електронного цифрового підпису України (ЦЗО - центральний засвідчувальний орган, АЦСК - акредитований центр сертифікації ключів, ЗЦ- засвідчувальний центр, АЗЦ - акредитований засвідчувальний центр)

Довірчий центр повинен забезпечити:

- випуск перехресних кросс-сертифікатів, обмін і оновлення належним чином сертифікатів з «Головним ЦСК» кожного члену PKI;
- регулярне розсилання сертифікатів «Списків довіри» членам PKI;
- ведення служби каталогу (репозиторію) випущених головних сертифікатів кожному члену PKI, а також відповідні Списки анулювання сертифікатів, які потрібно регулярно оновлювати;
- підтримання веб-вузла, що публікує меморандуми та інші документи щодо політик;
- on-line квитування статусу сертифікату через OCSP (Online Certificate Status Protocol);
- технічні інтерфейси взаємодії з Довірчим Центром;
- базові основи тестування інтерфейсу з вузлом BGCA, призначенні для нових претендентів на підключення.

Таким чином, Довірчий Центр Міністерства юстиції України об'єднає не тільки суб'єктів Національної системи електронного цифрового підпису але й вирішить головне питання інтероперабельності – адаптацію НСЕЦП України в європейську та світову систему електронного документообігу та електронного цифрового підпису.

Література. **1.** Мелащенко А. О., Перевозчикова О. Л. Проблемы интероперабельности Национальной системы электронных цифровых подписей // Кибернетика и системный анализ. – 2009. – № 3. – с. 55-63.

Луцкий Г.М., Мухин В.Е.
Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина

Алгоритм адаптивной маршрутизации данных с учетом степени доверия к удаленным узлам

Предложен алгоритм адаптивной маршрутизации, который предусматривает передачу данных по определенному каналу связи, сформированному по критерию максимальной безопасности передачи данных по каждому из составляющих подканалов связи между узлами.

В общем случае, распределенная компьютерная система (РКС) состоит из узлов, в т.ч. серверов, узлов, коммутаторов и каналов связи, при этом коммутаторы играют весьма существенную роль. В распределенных КС и коммутируемых сетях большинство узлов-источников и приемников не связаны между собой непосредственно, и при обмене данными между ними они должны пройти через маршрутизаторы и коммутаторы. Поток данных и команд может перенаправляться (коммутироваться) от узла-источника на любой узел-приемник. Принцип коммутации, т.е. используемый алгоритм маршрутизации и стратегия буферизации пакетов данных определяет то, какие топологии каналов связи сети могут быть поддержаны с максимальной эффективностью с точки зрения параметров передачи данных по сети. Для формирования направленного безопасного канала связи требуется использовать специальные механизмы маршрутизации, которые позволяют направить поток данных через предопределенные узлы-маршрутизаторы, каналы связи между которыми наименее подвержены потенциальным угрозам со стороны агентов вторжений.

Механизмы маршрутизации в коммутируемых компьютерных сетях выполняют функции поддержки передачи сообщений между субъектами или узлами сети. В частности, данные механизмы определяют процедуру выделения, заполнения и освобождения буферов и портов маршрутизаторов, а также временные параметры передачи сообщений или их фрагментов на следующий маршрутизатор по пути назначения. Кроме того, механизмы маршрутизации определяют интервалы времени, на которые выделяются ресурсы в процессе маршрутизации: буферы и порты коммутатора маршрутизатора и параметры протоколов маршрутизации для различных сетевых топологий [1,2]. Таким образом, эти механизмы играют ключевую роль при разрешении конфликтных и тупиковых ситуаций при реализации протоколов маршрутизации. Следует отметить, что существенное влияние на задержки передачи данных и пропускную способность сети оказывают средства обработки потоков данных и характеристики трафика сети [3,4].

Алгоритм адаптивной маршрутизации данных по заданному безопасному пути с учетом критерия доверия к узлам системы. При реализации алгоритма направленной маршрутизации по безопасному пути вводится дополнительный параметр: вес канала передачи данных или канала связи с точки зрения его безопасности как величина, пропорциональная степени доверия к соответствующему узлу КС, и обратно пропорциональная вероятности реализации угроз безопасности по данному каналу и узлу. В каждом узле (маршрутизаторе) поддерживается вектор весов каналов связи, который периодически обновляется по данным других узлов, после чего происходит обновление таблиц маршрутизации. Таким образом, на каждом узле поддерживаются 3-и вектора.

Каждый узел n поддерживает SWn – вектор весов безопасности передачи данных по каналам связи:

$$SWn = (SW(n,1), ..., SW(n,M)) \quad (1)$$

где M – число сетей, к которым узел n подключен непосредственно, SW(n,i) – вес канала с точки зрения безопасности передачи данных.

Далее формируются еще два вектора: NLn – вектор расстояния (дистанции) для узла n:

$$NLn = (NL(n,1), ..., NL(n,N) \quad (2)$$

где NL(n,j) – текущая оценка веса безопасности канала от узла n к сети j; N – число сетей в конфигурации; NTn – вектор следующего транзитного участка для узла n:

$$NTn = (NT(n,1), ..., NT(n,N) \quad (3)$$

где NT(n,j) – следующий маршрутизатор в текущем маршруте с максимальным весом безопасности канала связи от узла n к сети j.

Периодически через короткий промежуток времени каждый узел обменивается весами безопасности каналов со всеми соседними узлами. На основе всех входящих векторов весов безопасности каналов узел x обновляет оба эти вектора следующим образом:

$$NL(n,j) = min(NL(n,j)), if SW(n,j) >= TLcrit \quad (4)$$

при этом NL(n,j) = y, где y – маршрутизатор, при котором NL(n,j) принимает минимальное значение, TLcrit – минимальное значение степени доверия к узлу, при которой данные могут быть переданы этому узлу.

При маршрутизации от источника в заголовок пакета добавляется поле адреса маршрутизаторов на пути следования пакетов. Принцип формирования адресов маршрутизаторов имеет решающее значение, например, при направленной маршрутизации необходимо обеспечить передачу пакетов по цепочке лишь доверенных маршрутизаторов. Таким образом, формат передаваемого пакета с учетом критериев надежности узла (NR) и доверия к нему (TL) имеет вид:

comments	version	IP-1	NL-1	NR-1	TL-1
		IP-2	NL-2	NR-2	TL-2
		...	...	...	...
		IP-n	NL-n	NR-n	TL-n

Рис. 1. Формат передаваемого пакета с учетом критериев надежности (NR) и доверия (TL)

Реализация предложенного выше алгоритма возможна как для протоколов пакетной передачи данных (например, MPLS) так и для протоколов на основе механизма червячной коммутации (например, с использованием протокола передачи данных стандарта Spaceware).

При начальном формировании маршрута передачи данных целесообразно учитывать коэффициент связности узлов РКС, и выбирать маршрут с наибольшим коэффициентом связности, соответствующим наибольшему числу связей с узлами альтернативных путей, что позволит поддержать оперативное изменение маршрута передачи данных.

Литература. **1.** Перепелкин Д.А., Перепелкин А.И. Разработка алгоритмов адаптивной маршрутизации в корпоративных вычислительных сетях // Информатика и прикладная математика: межвуз. сб. науч. тр. РГУ имени С.А. Есенина. 2008. С. 100- 105. **2.** Королев Д.Г. Разработка механизмов определения маршрутов между произвольными точками // Новые информационные технологии. 2001. с. 80-95. **3.** Perlman R. Interconnections, Second Edition: Bridges, Routers, Switches, and Internetworking Protocols. Addison-Wesley, Reading, MA, USA, 2000. **4.** Park V.D., Corson M.C. A highly adaptive distributed routing algorithm for mobile wireless networks.// IEEE Trans. on Communication, N5, 1997. – 9 p.

Мухин В.Е.
Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина

Структурная организация маршрутизатора для многоканальных компьютерных систем

Предложен специализированный маршрутизатор для распределенных компьютерных систем (РКС), в котором используются внутренние многоканальные связи, что позволяет устранить взаимные блокировки маршрутизируемых потоков данных при реализации различных механизмов маршрутизации.

Для повышения безопасности передачи данных в распределенных компьютерных системах эффективным является механизм т.н. направленной маршрутизации, который предусматривает передачу данных по определенному каналу связи, сформированному по критерию максимальной безопасности передачи данных по каждому из составляющих подканалов связи между узлами. Критерий безопасности определяется как вероятность реализации угроз безопасности передачи данных по конкретному подканалу. Эта вероятность фактически функционально связана с параметром уровня доверия к действиям узла РКС.

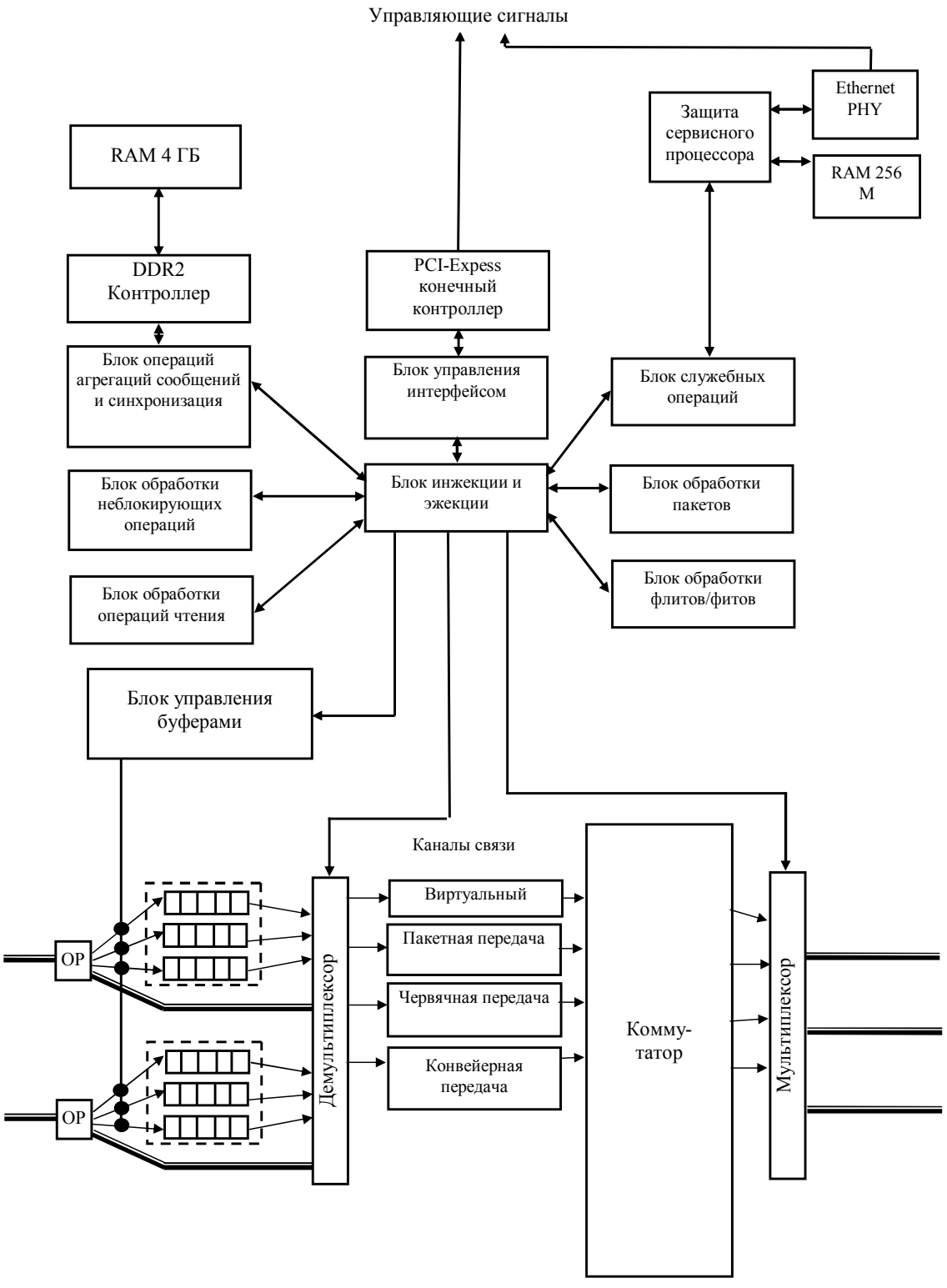
При реализации механизма направленной маршрутизации возникает еще одна проблема. Направленная маршрутизация предусматривает передачу данных по определенному каналу связи, который формируется по критерию максимальной безопасности передачи данных. Фактически, возникает классическая взаимная блокировка передачи данных, что существенно увеличивает время передачи данных по другим каналам. Кроме того, при интенсивном трафике существует вероятность того, что какой-либо пакет окажется заблокированным в буфере, заняв ряд буферов по своему маршруту, что, в свою очередь, вызовет увеличение времени доставки других пакетов Проблема взаимной блокировки каналов возникает также и при реализации механизма маршрутизации на основе виртуальных каналов связи [1-3]. Таким образом, актуальной является задача реализации специализированного маршрутизатора для РКС, позволяющего обслуживать одновременно несколько конкурентных потоков данных.

Для решения рассмотренной выше проблемы взаимного блокирования потоков данных (дейтаграмм) предлагается применить механизм многоканальных связей. Вместо одноканального буфера связи в маршрутизаторе предлагается установить ряд параллельно функционирующих буферов и многоканальную линию связи, которая позволит разбить канал передачи данных на определенное число подканалов, при этом подканалы являются независимыми и передача данных по ним может осуществляться в параллельном режиме, тем самым устраняя задержки, связанные взаимной блокировкой, которая вызвана захватом буфера пакетами или виртуальным каналом.

Схема маршрутизатора с многоканальными линиями связи представлена на рис. 1.

Применение предложенного механизма многоканальной буферизации трафика в процессе коммутации каналов позволяет разрешить проблему взаимной блокировки виртуальных каналов и блокировки пакетами буферов, что повышает эффективность процедуры маршрутизации в распределенных компьютерных системах. В результате, появляется возможность реализации множества одновременно функционирующих виртуальных безопасных каналов для передачи критичных данных, а также открытых каналов связи для передачи открытой информации без их взаимной блокировки, что повышает эффективность функционирования и защищенность обработки данных в распределенных компьютерных системах.

Литература. **1.** Nelakuditi S., Lee S., Yu Y., Zhang Z.-L., and Chuah C.-N. Fast local rerouting for handling transient link failures," IEEE/ACM Trans. Netw. 15(2), pp. 359-372. **2.** Labovitz C., Ahuja A., Bose A., and Jahanian F. Delayed internet routing convergence. IEEE/ACM Trans. Networking, 9(3), pp. 293–306. **3.** Yashpaul Singh E.R., and Swarup A. Analysis of Equal cost Adaptive Routing Algorithms using Connection-Oriented and Connectionless Protocols. World Academy of Science, Engineering and Technology 51 2009, pp.299-302.



ОР – оптический разветвитель

Рис. 1. Структурная схема маршрутизатора с внутренними многоканальными связями

Неупокоев М.О., Булах Б.В.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Workflow-системы для решения научных задач

Научные workflow-системы – это специализированные системы управления потоками работ, разработанные специально для выполнения комплекса вычислительных операций, необходимых для решения научных задач [1]. Растущий интерес к научным workflow-системам совпал с ростом интереса к e-Science технологиям и приложениям, и с развитием Грид-компьютинга. Видение e-Science заключается в том, что ученые, невзиря на разделяющие их расстояния, в состоянии сотрудничать при проведении крупномасштабных научных экспериментов и обмениваться новыми знаниями с использованием распределенных вычислительных систем. Научные workflow-системы играют важную роль в обеспечении этого подхода.

Находясь на высшем уровне промежуточного программного обеспечения, workflow-системы позволяют ученым моделировать, выполнять, реконфигурировать и перезапускать свои составные программы числовых экспериментов.

Существует множество научных workflow-систем. Такие специализированные научные workflow-системы, такие как Discovery Net, Taverna workbench и Kepler, предоставляют пользователю среду визуального программирования, позволяющую конструировать потоки работ в виде графа. Каждое направленное ребро такого графа демонстрирует соединение выводящего потока одного приложения, входящего в поток, со входным потоком последующего.

Приведем список прочих известных workflow-систем: Bioclipse -– графическая рабочая среда с поддержкой скриптов для выполнения сложных вычислений; Discovery Net -– одна из самых первых научных workflow-систем; Ergatis — интерфейс для создания и мониторинга рабочих потоков; Galaxy — система, ориентированная на использование в геномике; OnlineHPC -– достаточно распространенный онлайн workflow-дизайнер и набор высокопроизводительных вычислительных инструментов; OpenMOLE -– научная workflow-система с интуитивно понятным набором настроек, начиная от многопоточных вычислений и заканчивая работой в среде Грид; Orange -– среда для анализа и визуализации данных с открытым кодом; Tavaxy -– научная workflow-система, работающая в облачной среде и объединяющая в себе основные качества таких систем, как Taverna и Galaxy.

По результатам проведенного анализа существующих средств особо перспективными следует считать распределенные системы на основе веб-сервисов с привлечением облачных ресурсов или использующие Грид-компьютинг для снятия ограничения на используемые вычислительные ресурсы.

Полноценное использование вышеупомянутых систем предполагает наличие детальных и глубоких знаний семантики каждого workflow-языка, в том числе понимания выполнения потоков данных в узлах и дугах workflow-графа, понимание функциональных эквивалентностей между workflow-паттернами, подобности типов данных и т.д. С практической точки зрения, требуется создание интегрирующих инструментов пользовательского уровня с интуитивно понятным интерфейсом пользователя, способных взаимодействовать с различными workflow-системами и их компонентами. Это предполагает разработку прототипа универсального веб-редактора потоков задач, который является ключевым элементом виртуального рабочего пространства пользователя, и проверка его совместной работы с набором существующих движков выполнения потоков задач (BPEL, Taverna и др.) на примере учебных заданий. Это позволит продвинуться в решении проблемы функциональной совместимости различных workflow-систем.

Література. 1. Barker A., Van Hemert J. Scientific Workflow: A Survey and Research Directions // 7th International Conference Parallel Processing and Applied Mathematics, PPAM 2007, Revised Selected Papers, Lecture Notes in Computer Science 4967. – Gdansk, Poland: Springer Berlin / Heidelberg. – 2008. – pp. 746–753

Носацкий В.А., Романов В.В.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Разработка графического интерфейса измерителя профиля позвоночника человека

Для диагностики позвоночника человека в настоящее время используют весьма дорогостоящие и не совсем безвредные приборы: магнито-резонансный или компьютерный томографы. Поэтому возникла потребность в разработке простого, мобильного, дешевого, безопасного прибора для подобных целей [1], с повышенным требованием к пользовательскому графическому интерфейсу. Работа представляет собой описание основных этапов проектирования и разработки интерфейса на базе операционной системы Windows с использованием 3D графики, приводится алгоритм обработки данных, полученных с измерителя, представлен выбор современных технических средств и инструментов для разработки программного комплекса, при этом подробно излагается процесс интеграции графического визуализатора, (рендерера - graphics engine) в программный блок для объемного изображения искривления позвоночника человека. Программный проект был реализован на основе концепции "Документ – Вид". Архитектурный шаблон Model-View-Controller (MVC) делит программу на три самостоятельные части и распределяет ответственность между разными компонентами (рис.1).

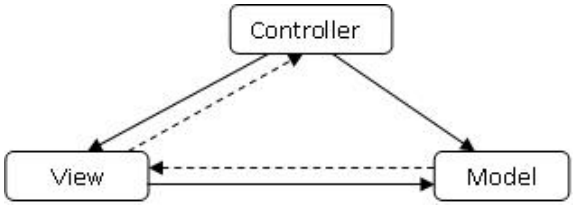


Рис. 1. Схематическое изображение взаимедействия компонентов шаблона MVC

В обязанности компонента Model входит сохранение данных, View ответственный за представление этих данных пользователю, Controller управляет компонентами, получая сигналы в виде реакции на действия пользователя, и сообщает про изменения компоненту Model. Для разработки графического интерфейса была выбрана библиотека MFC. При выборе из наиболее известных свободных графических визуализаторов OGRE, Irrlicht предпочтение было отдано последнему. Irrlicht – трехмерный графический визуализатор, который является бесплатным, свободным программным продуктом. Irrlicht использует возможности OpenGl и DirectX, прост в использовании. Пользователю предоставляются разные функциональные возможности по загрузке и управлению трехмерными (3D) объектами. Одна из важных особенностей Irrlicht - это его кросплатформенность. После выбора инструментов разработки, а именно рендерера Irrlicht и библиотеки для разработки интерфейса MFC были разработаны структурная схема программы, алгоритм обработки данных, снятых с измерителя, проведена интеграция рендерера в программный код. Библиотека MFC генерирует каркас программы, который представляет собой шаблон проектирования программного обеспечения. В данном проекте абстракции Model -View –Controller представлены классами. Компонент Model содержит в себе данные о пациенте, данные профиля позвоночника, данные о текущем открытом файле. Компонент View представляет детали графического интерфейса. Controller является связывающим элементом и представлен такими абстракциями как контроллер мыши и камеры.

Литература. 1. Мелешко В.В., Романов В.В. Характеристики измерителя профиля позвоночника X Международная НТК "Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии" ФРЭМЭ-2012, Россия, Владимир-Суздаль, 27-29 июня 2012 г.

Петренко А.А. *— рецензент Харченко К.В.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Кластеризация изображений по их аннотациям

Аннотация: Рассматривается латентно-семантический анализ описаний изображений, с помощью которого изображения и отдельные слова их описаний отображаются в так называемое «семантическое пространство», в котором и производятся дальнейшие сравнения изображений.

Вступление. Сегодня, с развитием информационных технологий, визуальная информация стала занимать не меньшую долю в общем количестве доступной информации, чем текстовая. Появились огромные базы данных изображений, как у отдельного пользователя, так и у различных организаций. Общее же количество изображений в Интернете оценивается сегодня величиной 1010 и с каждым годом удваивается. В этих условиях весьма актуальным становится вопрос навигации среди этой массы информации, о быстром и точном поиске нужных пользователю данных. На сегодняшний день существует два основных подхода к поиску изображений: поиск на основе текстового семантического запроса и поиск на основе визуального образца (контентный поиск -Content-based image retrieval, CBIR) [1]. Преимуществом текстовой формы описания изображения является возможность использования абстрактных понятий, обобщающих слов. Поэтому текстуальный поиск изображений позволяет искать целые классы изображений или объектов на них, что сложно реализовать, используя в качестве входа поисковой системы отдельные изображения, не обладающие обобщающей способностью. В дальнейшем внутри выделенного класса изображений (кластера) поиск продолжается применением методов контентного поиска.

Применение текстового описания для поиска требуемых изображений в качестве запроса позволяет использовать методы синтаксического и морфологического анализа, которые обычно внедряются в системы поиска текстовой информации. При этом анализируются семантические признаки текстового запроса, которые переводятся в числовой вид и сравниваются с признаками изображений, хранящихся в БД. Результат пользовательского запроса формируется на основе данных о таком сравнении.

Латентно-семантический анализ текстовых описаний. Для поиска текстовых описаний изображений одной тематики применяется латентно-семантический анализ (LSA), или же латентно-семантическое индексирование (LSI) [2]. При этом отборе документов учитывается не только наличие в них слов из запроса, но и смысловая близость к запросу (измеренная с использованием метода ЛСА). Семантический поиск находит изображения, которые соответствуют поисковым запросам пользователя, и выдает результаты, которые близки им по контексту. Описание изображения по результатом поиска может не содержать тех слов, которые были в запросе, но описание изображения будут близким по тематике к поисковому запросу. Латентно-семантический анализ отображает изображения и отдельные слова в так называемое «семантическое пространство», в котором и производятся все дальнейшие сравнения. При этом делаются следующие предположения:

- Описание изображений - это просто набор слов (лексических характеристик). Порядок слов в описании игнорируется. Важно только то, сколько раз то или иное слово встречается в аннотации изображения.
- Семантическое значение изображения определяется набором слов, которые, как правило, идут вместе. Например, в изображениях природы, часто встречаются слова: «небо», «дерево», «трава».
- Каждое слово имеет единственное значение. Это, безусловно, сильное упрощение, но именно оно делает проблему разрешимой.

Для примера выберем из базы изображений Washington Ground Truth Image Database [3] несколько изображений с различными аннотациями (рис.1).

Примем в переводе такие аннотации к выбранным изображениям:

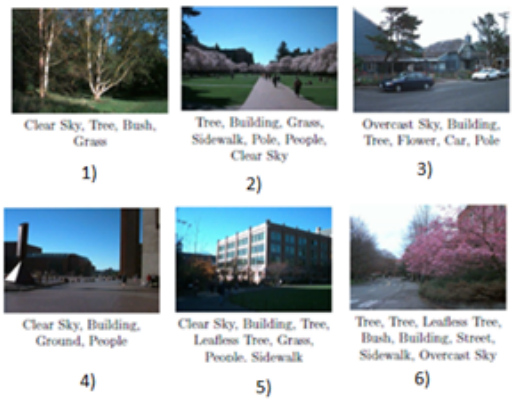


Рис. 1. Набор изображений, которые обрабатываются

	И1	И2	И3	И4	И5	И6
небо	1	1	1	1	1	1
дерев	1	1	1		2	3
кусты	1					1
трава	1	1			1	
строение		1	1	1	1	1
тропинка		1			1	1
люди		1		1	1	

Рис. 2

- И1: Чистое небо, дерево, кусты, трава
- И2: Дерево, строение, трава, тропинка, шест, люди, ясное небо
- И3: Ясное небо, строение, дерево, цветы, машина, шест
- И4: Чистое небо, строение, земля, люди
- И5: Чистое небо, строение, дерево, голое дерево, трава, люди, тропинка
- И6: Дерево, дерево, голое дерево, кусты, строение, тропинка, улица, ясное небо

Вначале необходимо составить частотную матрицу индексируемых слов. В этой матрице строки соответствуют индексированным словам, а столбцы — изображениям. В каждой ячейке матрицы указано, сколько раз слово встречается в соответствующем описании изображения:

	И1	И2	И3	И4	И5	И6
небо	1	1	1	1	1	1
дерев	1	1	1		2	3
кусты	1					1
трава	1	1			1	
строение		1	1	1	1	1
тропинка		1			1	1
люди		1		1	1	

Рис. 3

Далее проводится сингулярное разложение полученной матрицы. Сингулярное разложение - это математическая операция, раскладывающая матрицу на три составляющих $M = U \cdot W \cdot V^t$, где U и V^t – ортогональные матрицы, а W – диагональная матрица. Причем диагональные элементы матрицы W упорядочены в порядке убывания. Диагональные элементы матрицы W называются сингулярными числами:

Преимущество сингулярного разложения состоит в том, что оно выделяет ключевые составляющие матрицы, позволяя игнорировать шумы. Согласно простым правилам произведения матриц, видно, что столбцы и строки соответствующие меньшим сингулярным значениям, дают наименьший вклад в итоговое произведение. Например, мы можем отбросить последние столбцы матрицы U и последние строки матрицы Vt, оставив только первые 2. Важно, что при этом гарантируется, оптимальность полученного произведения. Разложение такого вида называют двумерным сингулярным разложением: Если теперь отметить на графике точки соответствующие отдельным изображениям и словам, выделенным в их описании (рис. 2), то можно сделать вывод о схожести (релевантности) выбранных изображений:

Из данного рис.2 видно, что изображения образуют несколько независимых групп, первая группа И1,И5 располагается рядом со словом «кусты» , и действительно, если мы посмотрим опи-

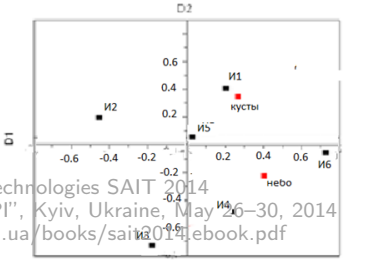


Рис. 5

16-th International conference on System Analysis and Information Technologies SAIT 2014
Institute for Applied System Analysis, National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine, May 26–30, 2014
ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014ebook.pdf

U=

небо	0.416176	-0.245063	-0.0682648	-0.604456	-0.121512	0.135322
дерев	0.704377	0.500949	0.117119	0.209767	-0.163969	-0.410241
кусты	0.162474	0.381447	-0.320847	-0.39976	0.663937	0.183379
трава	0.221246	-0.242904	-0.797216	0.132571	-0.377473	0.0743272
строение	0.365727	-0.33601	0.492101	-0.172485	-0.124666	0.319762
тропинка	0.282822	-0.0433515	0.00266942	0.596755	0.280156	0.626587

W=

5.46056					
	2.08252				
		1.38132			
			1.23783		
				0.558359	
					0.305492

Vt=

0.27548	0.1894	-0.774047	-0.534708	0.00176096	-0.056345
0.401828	-0.467901	-0.205977	0.264672	0.040568	0.71097
0.272185	-0.0384746	0.391621	-0.4582	-0.734557	0.14679
0.180524	-0.570994	0.284443	-0.493989	0.508521	-0.240523
0.530821	-0.227352	-0.121189	0.434136	-0.253094	-0.631919
0.611719	0.604973	0.330853	0.0398731	0.368954	0.112366

небо	0.416176	-0.245063
дерев	0.704377	0.500949
кусты	0.162474	0.381447
трава	0.221246	-0.242904
строение	0.365727	-0.33601
тропинка	0.282822	-0.0433515

5.46056	
	2.08252

И1	И2	И3	И4	И5	И6
0.27548	0.1894	-0.774047	-0.534708	0.00176096	-0.056345
0.401828	-0.467901	-0.205977	0.264672	0.040568	0.71097

Рис. 4

сания этих изображений становится понятно, что они имеют отношение к этой лексической характеристике. Другая группа статей образуется вокруг слова «премия», и действительно в них идет обсуждение нобелевской премии. Можно определять местоположения слов и изображений в нашем пространстве и использовать эту информацию для, например, определения тематики изображения. В примере использовалась двухмерная декомпозиция SVD-2, а в реальных примерах размерность может составлять несколько десятков и больше. Выбор размерности определяется конкретной задачей кластеризации изображений, но общее правило таково: чем меньше размерность тем меньше семантических групп можно обнаружить, чем больше размерность, тем большее влияние шумов. Таким образом, алгоритм кластеризации изображений по их аннотациям выглядит довольно просто:

- Составляется матрица нолей и единиц, соответственно представляющих отсутствие или наличие слова в описании изображения.
- Выполняем сингулярное разложение этой матрицы, в результате чего получаем три другие матрицы, в которых получим координаты изображений и слов в пространстве.
- На последнем этапе сравниваются между собой координаты изображений и/или слов: те, которые находятся ближе всего друг к другу, и есть нужный результат, и те, которые соответственно менее релевантные.

Алгоритм может быть реализован на языке Java или Python, пользуясь математическими библиотеками gensim (http://radimrehurek.com/gensim/tutorial.html)

Литература. **1.** Папулин С.Ю. Поиск электронных изображений по семантическим признакам.-// Международный журнал "Программные продукты и системы № 1, 2011, **2.** А. В. Заболеева-Зотова, А. Ю. Пастухов, П. В. Сердюков, Н. А. Козлова, С. А. Чернов Латентный семантический анализ: новые решения в Internet. Информационные технологии, 2001, номер 6. **3.** Databases or Datasets for Computer Vision Applications and Testing: http://datasets.visionbib.com/info-index.html

Петренко А.І.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Мобільна платформа взаємодії лікарів та хронічних хворих пацієнтів (платформа "Mobimed")

Анотація : Розглядається мобільна платформа, що забезпечує прийняття обґрунтованих рішень щодо лікування хронічних хворих шляхом моніторингу лікарями зі своїх смартфонів або планшетів електронних медичних записів пацієнтів. Ці записи, що містять життєво важливі дані про стан пацієнтів (такі як пульс і тиск , рівень цукру в крові тощо) , постійно оновлюються самі пацієнтами прямо з дому.

1.Вступ. У світі наростає бум мобільної охорони здоров'я (mHealth), або мобільної медицини, пов'язаної з використанням спеціалізованих додатків до мобільників, смартфонів, персональним комп'ютерам, планшетам, що дозволяють діагностувати різні захворювання, зв'язуватися з лікарями, передавати їм інформацію про здоров'я, отримувати попередній діагноз і рекомендації. За даними агентства Intelligence Compass до кінця 2013 року ринок IT- технологій в охороні здоров'я склав $78 млрд, а до 2016 року він досягне $92 млрд. За прогнозами компанії research2guidance в 2015 році більше третини з 1,4 млрд власників смартфонів будуть користуватися мобільними медичними додатками. Підраховано, що завдяки новим інформаційним технологіям можна знизити витрати на медичне обслуговування літніх людей на 25%, а материнську і дитячу смертність - на 30%. Крім того, ці технології дозволять підвищити ККД лікарів у сільській місцевості: кожен лікар зможе обслуговувати вдвічі більше пацієнтів, що при гострій нестачі лікарів на периферії серйозно поліпшить показники здоров'я населення.

2. Можливості платформи.

1). Зниження числа повторної госпіталізації пацієнтів що, хронічно хворіють на астму, діабет і гіпертонію (гіпотонією). При цьому пацієнтам не потрібно також часто відвідувати поліклініки і чекати там годинами в чергах перед кабінетом лікаря.

2). Віддалений моніторинг і діагностування пацієнтів, які, з одного боку, дозволяють лікарям в реальному часі стежити за здоров'ям пацієнтів незалежно від їх місцезнаходження без безпосереднього відвідування ними медичного закладу, виявляючи захворювання на ранній стадії і тим самим запобігаючи їх розвиток і скорочуючи витрати на подальше лікування. З іншого, - допомагають пацієнтам зв'язуватися з потрібними фахівцями і отримувати первинну консультацію, тим самим заощаджуючи не тільки час роботи лікаря, а й витрати на свої переїзди в медичні установи.

3). Можливість виконання на дому (self - monitoring) регулярних вимірювань рівня цукру в крові (BG), артеріального тиску (BP) або пікового значення обсягу повітря, що видихається (PFM). Для цього до смартфону або планшету пацієнта підключаються портативний глюкометр, тонометр або пікфлоуметр. Згадані пристрої за бездротовими каналами передають зібрану ними інформацію на смартфон (планшет) пацієнта, і одним натисненням кнопки він може відправити її на центральний сервер, де вона відразу ж стане доступна лікареві.

4). Дистанційний збір та його узагальнення даних про основні медичні показники пацієнтів (артеріальному тиску, рівня цукру в крові, ваги, фізичної активності, дієти, прийнятих ліках, самопочутті та інш), на основі яких формується рекомендації з правильного лікування, харчування та ведення здорового способу життя.

5). Можливість підтримки постійного контакту з лікарем, починаючи з узгодження дати і часу зустрічі в медичному закладі (або виклику лікаря додому) і кінчаючи отриманням консультацій та необхідних роз'яснень на дому.

6). Підвищення ефективності роботи лікарів, що проводять первинне обстеження своїх пацієнтів в клінічних умовах, відкриваючи на них персональні медичні електронні карти (personal health record), а потім взаємодіють з пацієнтами переважно через мобільний зв'язок . Надалі здійснюється синхронізація записів персональної електронної медичної карти з даними

медичних показників, виміряних пацієнтом вдома і переданих на центральний сервер.

7). Надання користувачеві медичної інформації, що дозволяє пацієнтам знаходити інструкції з надання першої допомоги, довідники з хвороб і ліків, розшифровувачі аналізів та інші відомості, потрібні їм у даний момент. Такі кишенькові помічники припадуть пацієнтам явно до речі, інформуючи їх про рекомендований спосіб життя: дієту, вправи, графіки прийому препаратів і т.д. Адже одне із завдань мобільної медицини полягає в тому, як навчити користуватися додатками не тільки лікаря, але і самого пацієнта.

8). Інтегрування пацієнтів в соціальні мережі, де вони мають можливість отримувати всебічну інформацію про методи лікування захворювання і ділитися своїм досвідом у цій сфері. Користувач може створювати свій обліковий запис, вступати в групи за інтересами, розміщувати свої матеріали і коментувати публікації інших учасників, завантажувати фотографії, обмінюватися електронними листами з іншими членами мережі. Цікавим може бути розділ, який розповідає про різні фізичні вправи для хворих і пояснює , як змусити себе займатися ними щодня. Крім того, в мережу можна ввести інтерактивний довідник кафе і ресторанів, де є лікувальні меню, і компаній, що надають їжу для хронічних хворих.

9). Підтримка щоденного здоров'я пацієнтів і їх активності:

- усунення симптомів і нападів хвороби,
- забезпечення нормального росту і розвитку дітей,
- забезпечення нормального протікання вагітності у жінок.

Пацієнти можуть прислухатися до порад медиків ще на початковій стадії захворювання і отримати необхідну профілактичну допомогу, уникнувши клінічного лікування. У випадку вже існуючого захворювання пацієнти може отримати за допомогою професіоналів охорони здоров'я ефективне лікування і відповідне коригування свого способу життя для уникнення криз і ускладнень.

10). Підтримка електронного рецепта (ePrescription), що прописує необхідні ліки пацієнту за допомогою електронного рецепта - ePrescription і який було складено лікарями та медичними працівниками на основі результатів аналізу даних електронних медичних карт і заміряних медичних показниках пацієнтів на дом. Пацієнти замовляють ці медикаменти на дому в будь-якій аптеці, при цьому не буде необхідності пред'являти рецепт від лікаря, тому що аптеки будуть мати доступ до ePrescription.

3. Архітектура мобільної платформи взаємодії лікарів та пацієнтів. Платформа Mobimed мобільного взаємодії лікарів та пацієнтів складається з трьох основних частин (рис.1): блоку сервісів пацієнтів, що включає портативні пристрої діагностики і вимірювання, підключені до смартфонів (планшетів) пацієнтів через Bluetooth, діючої в безпатентної групі частот 2.4-ГГц; блоку передачі, зберігання і обробки даних з центральним сервером і блоку сервісів лікарів і консультантів, оснащених засобами мобільного зв'язку та обчислювальної техніки. Основною ланкою платформи служить центральний сервер блоку передачі, зберігання і обробки даних з інформацією про стан і стадії захворювання пацієнтів. У ньому здійснюється агрегування даних про медичні параметри пацієнтів, що знімаються пацієнтами на дому за допомогою портативних пристроїв, підключених до їх смартфонів (планшетів). Дані від мобільного телефону до сервера пересилаються через захищений прошарок сокерів (secured sockets layer - SSL) веб-з'єднання, забезпечуючи стандартний для промисловості рівень безпеки, властивий мобільної мережі даних. У сервері же зберігаються персональні медичні електронні карти (ПМЕК) пацієнтів з індивідуальними рекомендаціями лікування, що складені і постійно корегуються лікарями. Безліч портативних пристроїв діагностики і вимірювань визначається типом захворювання і включає в себе, перш за все, глюкометри, тонометри, що вимірюють кров'яний тиск і пульс, або пікфлоуметри. Сюди відносяться також прилади, які використовуються пацієнтами при лікуванні вдома: інгалятори, пульсометри і інсулінові помпи. Більш багаті пацієнти при ускладненнях захворювання можуть придбати і використовувати вдома портативні пристрої, що підключаються до засобів зв'язку і дозволяють в домашніх умовах

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

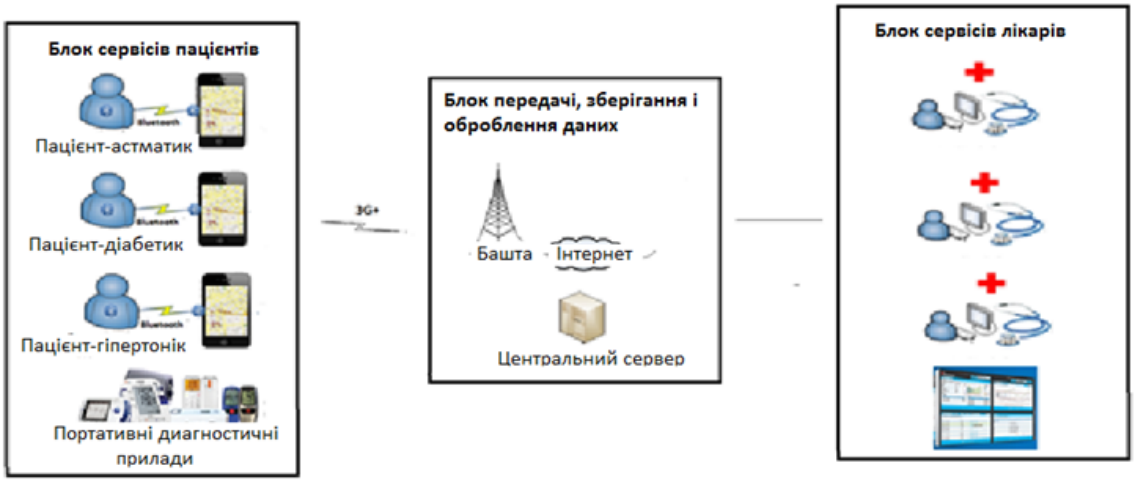


Рис. 1. Приклад векторного рисунка між абзацами тексту

зробити електрокардіограму або УЗД. Наприклад, мініатюрний кардіомонітор вагою близько 100 грамів кріпиться до тіла за допомогою одноразових електродів, і через Bluetooth-інтерфейс дані монітора і вбудованого в нього акселерометра після обробки додатком передаються у вигляді ЕКГ на мобільний телефон (планшет) пацієнта і лікаря. Для пацієнтів з важкими хронічними захворюваннями (такими як застійна серцева недостатність) розроблені для постійного носіння "розумні бандажі"з адгезивним пластиром, що містять кілька приладів, які вимірюють основні показники життєдіяльності. Бездротові передавачі в бандажі відправляють показання через смартфон на центральний сервер, лікарю або медсестрі. Платформа Mobimed може одночасно обслуговувати групи пацієнтів, хронічних хворих діабетом, астмою і серцевою недостатністю, або тільки одну з цих груп залежно від інсталяції одного або кількох спеціалізованих мобільних додатків. Для кожного блоку мобільної платформи Mobimed (рис.1) розробляються свої мобільні додатки для найбільш популярних платформ iOS і Android. Центральний сервер системи Mebimed може розташовуватися в медичному закладі, лікарі якого залучаються до лікування пацієнтів цієї установи, або розміщуватися в комп'ютерній грід-мережі , якщо задіяні медичні працівники, що проводять приватну практику. Платформа Mobimed орієнтована на існуючі формати баз даних для медичних установ типу Electronic Medical Records , EMR (http://en.wikipedia.org/wiki Electronic-medical-record) і будується на концепції сервісно- орієнтованої архітектури (SOA) , яка надає гнучкий і елегантний спосіб комбінування і багаторазового використання компонентів (сервісів) для побудови розподілених мобільних модульних медичних програм. Для цього розробники платформи Mobimed створюють і будуть підтримувати реєстр сервісів (відносно простих готових програм) і автоматично збирати з них необхідні мобільні додатки, подібно до того , як з уніфікованих деталей будуються різноманітні архітектурні споруди. До безлічі сервісів, що розміщуються в реєстрі, можна віднести:

- сервіс стандартизації вихідних даних різних портативних приладів діагностики при їх введенні в смартфон (планшет) пацієнта;
- сервіс агрегування результатів вимірювань різних портативних приладів діагностики в смартфоні (планшеті);
- сервіс передачі даних від смартфона і автоматичного їх розміщення у відповідних полях персональної медичної електронної карти (ПМЕК) пацієнта, яка зберігається в базі даних на центральному сервері;
- сервіс перегляду записів ПМЕК пацієнтом;
- сервіс внесення даних до ПМЕК пацієнтом (наприклад, про відчутні ним зміни симптомів

хвороби);
- сервіс внесення даних до ПМЕК лікарем (зокрема, дорожньої карти лікування пацієнта, або плану лікування);
- сервіс постійного контакту з лікарем для узгодження дати і часу зустрічі в медичному закладі (або виклику лікаря додому), а також отримання консультацій та необхідних роз'яснень на дому;
- сервіс перегляду записів ПМЕК лікарем для дистанційного моніторингу та діагностування пацієнтів;
- сервіс надання користувачеві медичної інформації, рекомендованої лікарем;
- сервіс інтегрування пацієнта в спеціалізовані соціальні мережі за характером його захворювання;
- сервіс контролю виконання плану лікування за даними приладів, використовуваних пацієнтом (інсулінової помпи, інгалятора та інш), які автоматично спрямовують дані для фіксації в ПМЕК;
- сервіс внесення до ПМЕК пацієнтом вручну інформації про проведені лікувальні процедури (наприклад, про прийняті ліках і їх дози).

Основна вимога при виборі сервісів для SOA полягає в їх незалежності, слабкій взаємопов'язаності, що забезпечує їх багаторазове використання. Сервіси можна далі розробляти паралельно і незалежно один від одного, їх легко міняти, включати в додатки при адаптації їх до нових умов і рекомендацій лікаря шляхом масштабування сервісів: виключення деяких з них, додавання нових, заміни одних на інші такого ж призначення. Мінімальна взаємопов'язаність забезпечується при діленні сервісів за функціональною ознакою.

Залежно від бажань і фінансових можливостей платформа Mebimed може масштабуватися від завдань корпоративного (національного) характеру обслуговування пацієнтів, які страждають різними хронічними захворюваннями, до специфічних завдань підтримки профільних хворих (скажімо, діабетиків) в окремо взятому регіоні та поліклініці.

Створення платформи Mebimed синхронізовано з виконанням проекту FI-STAR (2012-2015 рр.) Європейської програми FP-7 (www.fi-star.eu/), присвяченого розвитку технологій мобільної охорони здоров'я (e-Health Care). За своїми можливостями платформи Mebimed перевершує сервіси платформи Medistance (http://www.Medistance.hu/), функціонуючої зараз в Європі , і порівнянна з сервісами платформи AirStrip ONE EMR (http://www.airstriptech.com/enterprise-mobility-solutions), що діє в США.

Відомості про автора. Петренко Анатолій Іванович, Завідувач кафедрою, професор, доктор технічних наук, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України

Петренко О.О. *— рецензент Харченко К.В.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Семантичний пошук зображень за їх змістом

Анотація: Розглядається основна проблема , що ускладнює ефективне і однозначне рішення задачі пошуку зображень в колекції, - так звана проблема « семантичного розриву », пов'язана з відсутністю однозначного зв'язку між низькорівневими характеристиками і семантикою зображення. Критерій подібності , що вводиться на підставі числових значень пікселів зображень або отриманих на їх основі похідних характеристик , не в змозі вловити семантику запиту , что задається користувачем. Узагальнюються можливі підходи до передавання семантичного розриву.

Вступ. Пошук зображень в Інтернеті вже давно став звичним: користувач очікує від пошукової системи точної, швидкої і повної відповіді подібно до пошуку текстової інформації. Більшість популярних пошукових систем поруч з пошуком веб-сторінок з текстовою інформацією забезпечують можливість пошуку зображень. Першу пошукову систему пошуку зображеннях випустила компанія Picsearch у 2001 року. У тому ж році запустив свій пошук картинок Google. Серед російських пошуковиків, що реалізували сервіс пошуку зображення, став Яндекс в 2002 році. У 2003 р. цей сервіс додав Yahoo!. В сучасному Інтернеті існує кілька способів пошуку зображень.

Універсальний пошук за непрямими ознаками. Він є подібним до пошуку веб-сторінок, оскільки аналізуються різні елементи: назви файлів, теги HTML-розмітки, посилання, підписи і тексти, що знаходяться поряд з картинкою на веб-сторінці. Такий спосіб дозволяє використовувати накопичені індексні бази і забезпечує широке охоплення ресурсів. Пошуковий запит складається з ключових слів, що вводяться користувачем. Існують також додаткові можливості - фільтри, що дозволяють відібрати зображення за розміром, кольором чи іншими ознаками. При такому підході результат пошуку буде мати значний відсоток помилок та інформаційного шуму.

Долучення до процесу індексування людини. Такий підхід застосовується на численних фотохостингах і фотосервісах, коли опис вмісту зображень покладається безпосередньо на користувачів, наприклад, за допомогою детальних «анкет» зображень, що припускають якісний та детальний опис. Однак, більш поширеним є фолксономічний підхід з вільним індексуванням за допомогою тегів. В такому способі є свої переваги і недоліки. З одного боку, автор краще за інших може розповісти про фотографію. З іншого - далеко не в кожного автора вистачить бажання і вільного часу, щоб детально проіндексувати велику кількість фотографій.

Технологія автоматичного розпізнавання картинок). Загальною назвою є «контентний пошук зображень» (CBIR, Content Based Image Retrieval). Щоб описувати і порівнювати зображення CBIR-системи включають в себе різні методи сегментації зображень; виділення контурів та границь, кольору, текстури і форми різних регіонів, виявлення певних ознак та ідентифікації об'єктів. Отримані дані використовуються для формування запиту або ж для порівняння картинок, для виявлення візуально схожих зображень Більшість сучасних CBIR-систем відкритого доступу поки або знаходяться у стадії бета-версій, або грають роль демо-версій комерційних пакетів. До них слід віднести такі системи, як QBIC (IBM), Photobook (Массачусетський технологічний інститут, США), Virage (Університет Брайтона, Великобританія), VisualSEEK (Колумбійський Університет, Нью-Уорк), Netra (Університет Каліфорнії в Санта-Барбара), SIMPLIcity (Стенфордський Університет, США) і інші (рис.1).

Є три рівні запитів в CBIR системах:

- Рівень 1: Пошук з допомогою примітивних низькорівневих функцій, таких як колір,текстура, форма і просторове розташування елементів зображення. Типовий запит, наприклад, "знайти фотографії, як ця".
- Рівень 2: Пошук об'єктів даного типу, визначених через отримані властивості, з певним ступенем логічного висновку. Наприклад, "знайти фотографію квітки".

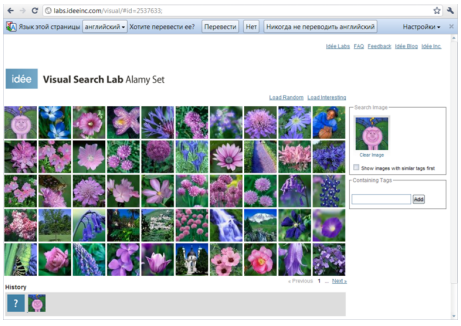


Рис. 1. Приклад результату пошуку зображення «серенева квітка»

- Рівень 3: Пошук через абстрактні атрибути, пов'язані зі значним обсягом розрахунків на високому рівні про призначення зображення об'єктів або сцен. Вони можуть включати в себе імена подій та зображення з емоційним або релігійним значенням. Наприклад, "знайти фотографії радісного натовпу".

Рівень 1 називають синтаксичним пошуком зображень, рівнів 2 і 3 разом називають семантичним пошуком зображень, різницю між рівнями 1 та 2 називають семантичним розривом (semantic gap).

Дослідження літературних джерел показує, що для скорочення «семантичного розриву» сьогодні можна застосувати в основному п'ять прийомів:

- (1) використання онтології об'єктів для визначення концептуального опису об'єктів високого рівня;
- (2) використання інструментарію машинного навчання, щоб зв'язати низько рівневі описи із запитом концептуального типу;
- (3) введення актуального зворотного зв'язку (RF) в цикл пошуку для безперервного вивчання намірів користувачів;
- (4) створення семантичних шаблонів (ST) для підтримки пошуку зображень високого рівня;
- (5) використання як візуального вмісту зображення, так і текстової інформації, отриманої від сайту пошуку зображень.

Потенційні області застосування алгоритмів пошуку за змістом включають каталогізацію зображень творів мистецтва; організацію роботи з архівами фотографічних знімків; організацію каталогів роздрібного продажу товарів; медичну діагностику захворювань; запобігання злочинам та заворушенням; військово-зброярні застосування та інше.

Пошук зображень за вмістом ґрунтується на технології комп'ютерного зору. Вона покликана навчити машину дивитися на зображення очима людини, розуміти й аналізувати його вміст: кольори та форми об'єктів, їх текстуру, взаємне розташування. Набір метаданих, що характеризують зображення, є обмеженим, а комп'ютерний зір дозволяє значно розширити кількість атрибутів, які враховуються при пошуку картинок і ранжируванні результатів.

Люди по-різному розуміють схожість зображень. Для одних - важливіше колірна схожість, для інших - схожість форм, для третіх - текстур, а іноді - все разом в однаковій пропорції. Які ж критерії є визначальними? Зазвичай, це сукупність факторів при певному домінуванні одного з них. Система має визначити, який чинник є важливішим в кожному конкретному випадку.

Список літератури. Smeulders A., Worring M., Santini S., Gupta A. and Jain R., Content-Based Image Retrieval at the End of the Early Years. IEEE Transactions on PAMI, vol. 22, n° 12, pp. 1349-1380, 2000.

Відомості про автора. Петренко Олексій, студент VI курсу "ИПСА"НТУУ "КПИ"

Савченко Я.М. *— рецензент Кучернюк П.В.*
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Порівняльний аналіз алгоритмів маршрутизації у MANET

Основна ідея технології мобільних ad hoc мереж (Mobile Ad Hoc Networks - MANET) полягає у застосуванні мобільних вузлів мережі (термінальних пристроїв користувачів) у якості маршрутизаторів для ретрансляції пакетів даних між вузлами. Такі вузли у рамках MANET можуть безперервно змінювати своє місцеположення, підключатись та відключатись від мережі, що спричиняє часті зміни її топології. У зв'язку з цим, виділяють наступні характерні проблеми таких мереж: необхідність підтримки маршрутів в умовах змінної топології, обмежене енергопостачання мобільних вузлів та відсутність цетралізованого управління.

Одним з головних питань технології MANET вважається розробка та реалізація ефективних методів маршрутизації, які можуть в динаміці відслідковувати зміни топології мережі та будувати маршрути передачі з урахуванням декількох характеристик каналів передачі (перш за все – пропускної здатності, затримки передачі, завантаженості вузлів та каналів).

Метою дослідження є аналіз існуючих протоколів маршрутизації у MANET та вибір найкращого, який забезпечує побудову квазіоптимального маршруту передачі за двома критеріями: пропускною здатністю (об'єм переданого трафіку за секунду) та затримками передачі.

У зв'язку зі своєю специфікою, MANET не підтримує традиційні протоколи маршрутизації IP-мереж. Натомість існуючі спеціалізовані протоколи для MANET поділяються на три класи:

- *проактивні або табличні*, які здійснюють розрахунок маршрутів заздалегідь та зберігають їх у таблицях, що постійно розповсюджуються серед вузлів мережі завдяки широкомовленню у відповідь на зміну топології або просто через певні проміжки часу;
- *реактивні протоколи*, які здійснють запит маршрутів у вузлів мережі лише за потреби, безпосередньо перед відправкою пакетів;
- *гібридні*, які різним чином поєднуть особливості перших двох.

Для порівняння було обрано три протоколи, які представляють вищезгадані групи - OLSR (Optimized Link State Routing), AODV (Ad Hoc On Demand Distance Vector) та TORA (Temporally Ordered Routing Algorithm). OLSR є проактивним протоколом, у якому для кожного вузла визначається обмежений набір сусідів, що мають право на подальшу ретрансляцію пакетів. Вузол в межах цього набору підтримує актуальну таблицю маршрутизації. Решта його суседів може лише читати та обробляти пакети. [1] AODV є класичним реактивним протоколом, який, завдяки нумерації пакетів та вузлів, надає можливість уникати циклічних "блукань" пакетів та досягати збіжності процесу пошуку маршруту. [2] TORA є гібридним протоколом, який на початковому етапі діє як проактивний протокол, формуючи таблиці маршрутизації та модифікуючи їх лише за умови зміни топології мережі, запрошуючи необхідну інформацію у вузлів мережі, причетних до змін маршрутів. [3]

Для дослідження властивостей обраних протоколів маршрутизації було проведено обчислювальні експерименти. У якості середовища симуляції мережі було обрано вільний для академічного використання пакет inOPNET, в якому було сконфігуровано 25 мобільних вузлів на площі 500 х 500 м, що обмінюються між собою даними.

Результати досліджень показали, що проактивний протокол OLSR у порівнянні з реактивним AODV та гібридним TORA дозволяє будувати маршрути передачі, які мають кращі показники пропускної здатності (на 10% та 18% відповідно) та затримок передачі (на 44% та 90% менше). Варто зауважити, що дані результати відображують ситуацію, в якій вузли мають низький рівень мобільності та знаходяться у постійно увімкненому стані. В подальших дослідженнях доцільно змоделювати ситуацію з підвищеним рівнем мобільності вузлів та їх випадковими підключеннями/відключеннями.

Література. **1.** Optimized Link State Routing Protocol (OLSR), http://www.ietf.org/rfc/rfc3626.txt. **2.** Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing, https://www.ietf.org/rfc/rfc3561.txt. **3.** Temporally-Ordered Routing Algorithm (TORA), http://ghost.lesiuk.org/AdHoc/adhoc.

Свистунов С.Я., Шевченко А.Ю.
Институт теоретической физики им. Н.Н.Боголюбова НАН Украины, Киев, Украина

Использование Service Level Agreements необходимое условие для развития Украинской грид инфраструктуры

Быстрое развитие грид и облачных технологий, а также их объединение ведет к появлению новых сервисов в объединенной вычислительной структуре, новых способов их предоставления, новых моделей взаимодействий и сотрудничества между провайдерами, предоставляющими как ресурсы, так и сервисы потребителям, и пользователями, которые используют такую инфраструктуру для своих расчетов. Для регулировании взаимоотношений между провайдерами ресурсов и потребителями и для определения основных условий предоставления сервисов используется Соглашение об уровне обслуживания (Service Level Agreements - SLA) которое обеспечивает фундаментальную основу для вышеупомянутых взаимодействий определяя: (1) перечень сервисов и условия их предоставления посредством определения количественных показателей качества обслуживания (QoS); (2) конфиденциальность и уровни безопасности посредством определения показателей безопасности (QoP); (3) перечень действий, которые необходимо предпринять для того, чтобы обеспечить предоставление сервисов заявленного качества обслуживания QoS (4) обязательство сторон, включая штрафы и условия прекращения предоставления сервисов; (5) дополнительные правила, которые обеспечивают адаптацию предоставления ресурсов и сервисов к требованиям конечных пользователей. В последние годы проводились интенсивные исследования в части применения SLA в грид инфраструктурах и в облачных вычислительных средах. В докладе представлен обзор международных и национальных проектов (SLA& SOI, PRACE, EGI, D-Grid, Pl-Grid) , в которых используется SLA для предоставления сервисов в объединенной грид и облачной инфраструктуре [1]. Рассмотрены основные модели применения SLA, используемое программное обеспечение и достигнутые результаты в обслуживании пользователей. Особое внимание уделено использованию SLA в польской грид инфраструктуре, опыту применения системы Bazaar [2] и полученным результатам от ее внедрения. В докладе представлена модель внедрения SLA, которая состоит из следующих основных этапов: обсуждения, согласования, заключение и выполнения. Особое внимание уделено определению количественных показателей SLA и мониторингу выполнения SLA, как основному элементу контроля предоставления заявленного уровня сервисов. В докладе приведены результаты анализа функционирования Украинской грид инфраструктуры в части предоставления сервисов зарегистрированным виртуальным организациям. Обосновывается утверждение, что на данном этапе развития украинской грид инфраструктуры отсутствует процедура обеспечения гарантированного доступу к вычислительным ресурсам и процедура поддержки необходимого уровня сервисов для пользователей входящих в состав виртуальных организаций. Рассмотрев тенденции и схемы гарантированного предоставления пользователям ресурсов при различной архитектуре инфраструктур, была выделена универсальная единица соглашения SLA, которая присутствует как в случае непосредственного предоставления пользователям ресурсов отдельным ресурсным центром, так и в случае создания пула ресурсов инфраструктуры с иерархической архитектурой и последующей процедурой их распределения среди пользователей. Предлагается вариант соглашения SLA и модель его внедрения, которая может быть реализована на нынешнем этапе развития грид инфраструктуры Украины.

Литература. **1.** Cloud Computing Service Level Agreements - Exploitation of Research Results/ Editor: Dimosthenis Kyriazis, Brussels, June 2013, http://ec.europa.eu/information_society/newsroom/cf/dae/document.cfm?doc_id=2496. **2.** Grid Resource Bazaar: Efficient SLA Management/ Tomasz Szepieniec, Ma lgorzata Tomanek, and Tomasz Twar´og. Academic Computer Center CYFRONET AGH, ul. Nawojki 11, 30-950 Krak´ow, Poland, Febrary 2010 , http://projekt.plgrid.pl/materialy_pr/publikacje_naukowe/pliki/cgw09/CGW09_Bazaar.pdf.

Тройна А.В., ***Гречко А.Э.*** — *рецензент Киселёв Г.Д.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Мультиагентные системы и платформы для их разработки

Мультиагентные системы (МАС) зародились на пересечении теории систем и распределенного искусственного интеллекта. С одной стороны, речь идет об открытых, активных, развивающихся системах, в которых главное внимание уделяется процессам взаимодействия агентов как причинам возникновения системы с новыми качествами. С другой стороны, достаточно часто МАС строятся как объединение отдельных интеллектуальных систем, основанных на знаниях [1].

Сегодня основными направлениями в разработке МАС являются распределенный искусственный интеллект (РИИ) и искусственная жизнь (в узком смысле этого термина) [3]. Ядро РИИ составляют исследования взаимодействия и кооперации небольшого числа интеллектуальных агентов, например, классических интеллектуальных систем, включающих базы знаний и решатели [4]. Главной проблемой в РИИ является разработка интеллектуальных групп и организаций, способных решать задачи путем рассуждений, связанных с обработкой символов. Иными словами, здесь коллективное интеллектуальное поведение образуется на основе индивидуальных интеллектуальных поведений. Это предполагает согласование целей, интересов и стратегий различных агентов, координацию действий, разрешение конфликтов путем переговоров [1]. Основной причиной немалого интереса к мультиагентным системам является то, что МАС имеют реальную возможность интегрировать в себе самые передовые достижения в области информационных технологий, искусственного интеллекта, распределенных информационных систем, компьютерных сетей и в компьютерной технике, демонстрируя принципиально новые качества [2]. Таким образом МАС являются инструментом цифровой науки: они упрощают реализация систем интеллектуальной поддержки принятия решений, предоставляют больше возможностей для обработки информации и выполнения междисциплинарных исследований.

В настоящее время существует множество мультиагентных систем, которые решают задачи в самых разных областях: поиск (как интеллектуальный так и обычная аггрегация), логистика, транспорт, моделирование, телекоммуникации. Однако, с увеличением объемов потребляемой информации и увеличением вычислительных мощностей увеличивается и сложность разработки мультиагентных систем. По этой причине начали разрабатываться и вводиться в эксплуатацию платформы разработки мультиагентных систем.

На данный момент уже разработаны десятки разных платформ для создания МАС. Самые известные из них - это JADE, JACK Intelligence Agents, MadKIT, AgentBuilder, Couggar и др. Все эти системы реализованы на разных языках программирования и для разных целей, некоторые из них платные и являются огромными программными комплексами, разработанными для создания, администрирования и наблюдения за жизнедеятельностью активных агентов, а некоторые из них бесплатны и являются лишь библиотеками для моделирования мультиагентных систем. При разработке МАС следует выбирать платформу в соответствии с поставленной задачей и преследуемой целью во избежание лишних возможных денежных и временных затрат.

Литература. **1.** Тарасов В.Б. Агенты, многоагентные системы, виртуальные сообщества: стратегическое направление в информатике и искусственном интеллекте // Новости искусственного интеллекта : Сб. — 1998. — № 2. — С. 5-63. **2.** Городецкий В.И., Грушинский М.С., Хабалов А.В. Многоагентные системы (обзор) // Новости искусственного интеллекта : Сб. — 1998. — № 2. — С. 64-117. **3.** Тарасов В.Б. Эволюционная семиотика и нечеткие многоагентные системы – основные теоретические подходы к построению интеллектуальных организаций // Информационные технологии и вычислительные системы. – 1998. – №1. – С.54-68. **4.** Поспелов Г.С. Искуственный интеллект – основа новой информационной технологии // М.: Наука. — 1988.

Хаткова И.В. *— рецензент Киселёв Г.Д.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Сравнительный анализ существующих платформ управления вычислительными ресурсами для построения частного облака

Одной из наиболее существенных технологических новаций, лежащих в основе облачных вычислений, является технология виртуализации. Предлагается несколько вариантов бесплатных платформ для построения облачных систем и управления виртуализацией.

Частное облако содержит три основные компоненты: серверы, системы хранения данных, клиентские рабочие места, сетевое оборудование; средства виртуализации, автоматизации, управления ресурсами; программное обеспечение длч управления учебными сервисами [2]. Среди множества доступных платформ для построения частного облака, были выбраны следующие платформы: Eucalyptus, OpenNebula, OpenStack, OpenQRM, XenServer, Oracle VM, CloudStack, ConVirt. На выбор влияло несколько факторов:

- все системы не требуют лицензию на установку
- предоставляются в бесплатное пользование
- поддерживают технологии виртуализации

Сравнительная таблица данных систем для управления облаком по критерию лицензионного соглашения и управления лицензиями представлена в Таблице1, где индекс цен первоначально имеет оценку 10 баллов при условии полного свободного доступа ко всем функциям Enterprise Edition данного программного обеспечения, и за каждые 500 долларов за физический сервер отнимается 1 балл. Под средствами связи имеется ввиду универсальность и доступность команд поэксплуатации, а также сообщество разработчиков и счет между сообществом пользователей.

Таблица 1. Сравнение лицензионного соглашения

Платформа	Лицензионное соглашение	Индекс цен	Операции команд (размер, фон, субъективные факторы	Разные факторы	Средства связи	Общий балл
Eucalyptus	9	8	9	9	10	45
OpenStack	10	10	8	8	7	43
OpenNebula	9	9	7	8	9	42
OpenQRM	9	8	6	7	8	37
XenServer	7	8	9	10	9	43
OracleVM	9	7	7	6	7	36
CloudStack	9	8	7	6	7	37
ConVirt	9	8	8	9	10	44

Большая часть предоставляемого сейчас программного обеспечения для управления виртуализацией имеет не высокий уровень активности. Исходя из технического и ценового фактора, лучшим вариантом, среди представленных, является программное обеспечение Eucalyptus и ConVirt. Оба проекта имеют самое большие и активное сообщество пользователей. В Eucalyptus пользователи создают экземпляры виртуальной машины при выборе системы EMI на основе соответствующей виртуальной копии. Eucalyptus автоматически определяет виртуальную машину пользователя на физическом сервере, который основан на алгоритме. XenServer также имеет неплохие показатели, но XenServer Community Edition [4] требует на каждый физический сервер лицензию, которая должна ежегодно обновляться. Поэтому для компаний с большим количеством физических серверов, управление и техническое обслуживание сотен тысяч лицензий может стать достаточно серьезной проблемой. Что же касается пользова-

тельского интерфейса и поодержки технологии виртуализации, то был проведен следующий сравнительный анализ, результаты которого сведены в Таблицу2.

Таблица 2. Поддержка технологии виртуализации

Платформа	Xen	KVM	XenServer XCP	VMWare	LXC	OpenVZ
Eucalyptus	+	+		+		
OpenStack	+	+	+	+	+	
OpenNebula	+	+		+		
OpenQRM	+	+	+	+	+	+
XenServer	+					
OracleVM	+					
CloudStack		+	+	+		
ConVirt	+	+				

При выборе программного обеспечения для управления виртуализацией, факторы, которые необходимо учитывать, включали в себя поддержку технологии виртуализации, простоту на уровне конфигурации установки детализации, разработка документов, интуитивный и удобный пользовательский интерфейс, а также степень сложности вторичного развития и обеспечение физическими и виртуальными ресурсами в отчетах по мониторингу [5].

Проведя сравнительный анализ функциональных возможностей можно говорить, что лучшим вариантом является ConVirt и XenServer [1]. Хотя ConVirt поддерживает только Xen и технологии виртуализации KVM, но он имеет относительно простую конфигурацию установки, подробную документацию, функциональный и красивый интерфейс, относительно легкий в использовании программного обеспечения для управления виртуализацией. Точно так же, XenServer поддерживает Xen, но в установке конфигурации, эксплуатационной документации и других аспектах пользотельского интерфейса он конечно немного уступает ConVirt. Если пользователь привык работать с интерфейсом Windows, то XenServer будет самым оптимальным вариантом.

Если же говорить о программном обеспечении для управления аппаратной виртуализацией и улучшения использования ресурсов при построении частного облака, то рекомендуется использовать ConVirt. Интерфейс браузера ConVirt имеет открытый исходный код, а также дает пользователю возможность управлять настройками, добавляя дополнительный функционал, необходимый для перехода к тому же пользовательскому интерфейсу [3].Авторизованные пользователи могут легко управлять жизненным циклом виртуальной машины с помощью графического интерфейса. Можно визуально контролировать вычислительные ресурсы физического сервера и виртуальной машины (процессора, памяти, хранения, сетевой активности). VNC на основе виртуальной машины обеспечивает консоль. XenCenter обеспечивает механизм плагина позволяющий пользователю самостоятельно подключаться к функциональности программного обеспечения.

Литература. **1.** Стив Балмер "Облачные сервисы. Факты, прогнозы и мнения". **2.** С.В.Абламейко "Облачные технологии в образовании". **3.** Mining top-K frequent item sets through progressive sampling. Data Mining and knowledge Discovery/[PIETRACAPRINA, RIONDATO,UPFAL],IEEE,2010. **4.** Ian Foster, Ypng Zhao. Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared.-Grid Computing Environments Workshop,.GCE 08 ,pp.1-10,12-16 Nov.,2008 **5.** Официальный сайт Learning Technology Standards Committee.- Режим доступа: http://www.ltsc.ieee.org.- дата доступа 27.02.2014

***Юрченко В.В.*[1], *Литовченко А.А.*[2], *Синюта С.Б.*[3]**
[1] *Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина;* [2] *Институт теоретической физики им. Н.Н.Боголюбова НАН Украины, Киев, Украина;* [3] *Институт ядерной медицины и лучевой диагностики НАМН Украины, Киев, Украина*

Портальная система для хранения и обработки медицинской информации

В докладе представлены результаты исследования принципов построения грид-ориентированной инфраструктуры информационной системы медицинского учреждения ГУ "Институт ядерной медицины и лучевой диагностики НАМН Украины"для хранения и обработки медицинской информации

Большие массивы визуальной информации, которые накапливаются в отделах лучевой диагностики, нуждаются не только классификации по нозологическим признакам, но и по целому ряду впервые определенных/углубленных показателей, а также в проведении более точной диагностики патологических состояний на основе математической обработки информации.

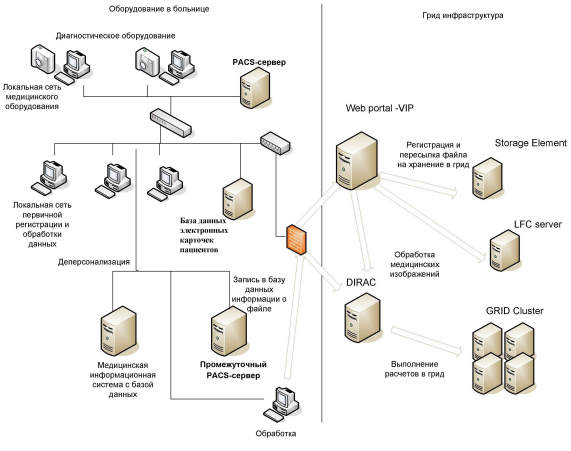


Рис. 1. Структурная схема разрабатываемой информационной системы

Объем работ. В 2013 году были разработаны грид-приложения и действующий прототип грид-системы, позволяющий копировать файлы данных, которые накоплены системой PACS медицинского учреждения «Институт ядерной медицины и лучевой диагностики НАМН Украины», в хранилище данных в Ресурсном грид центре НАН Украины в Институте теоретической физики им. Н.Н. Боголюбова, загружать файлы данных на локальный компьютер и вычислительный элемент, отправлять задания в грид-инфраструктуру для обработки медицинских данных.

В докладе представлены результаты исследований подключения, адаптации и модификации существующих методов и программных средств в структуру научного портала. Приведены результаты эксплуатации таких программных систем, как Virtual Imaging Platform (VIP) и DIRAC (Distributed Infrastructure with Remote Agent Control).

Рассматривается создание программных решений для реализации экспериментальных методов диагностики опухолей для получения результатов, которые расширяли бы возможности диагностических методов в плане определения новых критериев той или иной патологии.

Показана схема выполнения разработанного приложения и его взаимодействия с системами VIP и DIRAC.

В работе приводятся результаты интерграции одного программного грид приложения для реализации экспериментальных методов диагностики в виде веб-приложений в существующую портальную систему для обеспечения научной поддержки разработки практических рекомендаций по совершенствованию лечебного процесса ГУ «Институт ядерной медицины и лучевой диагностики НАМН Украины».

Литература.

1. T. Glatard. A Virtual Imaging Platform for multi-modality medical image simulation, IEEE Transactions on Medical Imaging, vol. 32, no. 1, pp. 110-118, 2013, http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=6310064.
2. DIRAC: A Community Grid Solution [Электронный ресурс], https://twiki.cern.ch/twiki/pub/LHCb/DiracProjectPage/DIRAC_CHEP07_mod5.pdf.

Plenary talks

System analysis of complex systems of various nature

Intelligent systems for decision-making

High Performance Computing and Microsystems Engineering

Progressive information technologies

4 Progressive information technologies



Section 4

Progressive information technologies

1. Support (mathematical, algorithmic, linguistic, informational-organizational, technical, software) of the control systems, information processing, and development technologies.
2. E-commerce.
3. Information security and guarding.
4. Highly productive operating systems and networks, telecommunication technologies.
5. Data and knowledge bases as the environment of information support for control and design.

Секция 4

Прогрессивные информационные технологии

1. Обеспечение систем управления (математическое, алгоритмическое, лингвистическое, информационно-организационное, техническое, программное), обработка информации и технологии их создания.
2. Электронная коммерция.
3. Информационная безопасность и защита информации.
4. Высокопродуктивные ОС и сети, телекоммуникационные технологии.
5. Базы данных и знаний как среда информационной поддержки управления и проектирования.

Секція 4

Прогресивні інформаційні технології

1. Забезпечення систем управління (математичне, алгоритмічне, лінгвістичне, інформаційно-організаційне, технічне, програмне), обробка інформації та технології їх створення.
2. Електронна комерція.
3. Інформаційна безпека та захист інформації.
4. Високопродуктивні ОС і мережі, телекомунікаційні технології.
5. Бази даних і знань як середовище інформаційної підтримки управління та проектування.

Litvinov V.A., Maistrenko S.Ya.
Institute of Problems of Mathematical Machines and Systems of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

About formation of the basic vocabulary in the system of automatic detection of user errors

The basis of the "spellchecking" systems while entering natural language data (generally, it is irregular alphabetical and digital codes) is the basic vocabulary BV of the acceptable words. BV's control properties are determined by the probability ρ of an undetected mistake, - i.e. probability of an accidental coincidence of a distorted word with some "irrelevant" acceptable word.

The results of the model simulating the process of distortion of the Russian and Ukrainian words by the typical user errors, demonstrate, among other things, the potential for optimizing BV volume on the basis of the frequency of used words [1, 2].

A model, developed on the basis the above said results of [1], is founded on admitting an exponential character of the function $p(x)$, approximating the density of the hypothetical distribution of probabilities of references to the BV words: $p(x) = c\lambda \exp(-\lambda x)$, where c - is a norming multiplier. The probability of a reference to a j word of BV ($j = 1, ..., N$) is determined by the following formula:

$$p_j = \int_{j-1}^{j} p(x)dx, where\ p(x) = \frac{\lambda \exp(-\lambda x))}{1 - \exp(-\lambda N))} \quad (1)$$

Let's call it a "reduced" basic BV with exclusion of Δ of the words with minimum probabilities of references p_j ($j = 1, \cdots, N$). The objective of this simulation model is experimental evaluation of dependencies $f(\lambda, \Delta, P^{(\Delta)}, \rho^{(\Delta)})$, where $P^{(\Delta)}$ is a summed up probability of references to the excluded words, and $\rho^{(\Delta)}$) - is a weighted (according to the typical user errors [1,2]) total probability of undetected errors. The table contains the results of the simulation model for the N normed Russian language vocabularies (Vocabulary by Zalizniak [2]) and Ukrainian language vocabularies (adapted equivalents of Zalizniak Vocabulary).

The selected definitions $\lambda = 8/N, 24/N$ correspond to Pareto principle, with the quantitative proportions 20/80 and 10/90. The above said tables illustrate expected gains in BV's control capabilities and losses in probability $P^{(\Delta)}$ in terms of false notifications of error detection, depending on reduction Δ. Evaluations of acceptability of risks related to the adopted Pareto-optimum decisions, selecting definition of Δ, are conditional on the relative importance of the related criteria in each given system.

Table 1. Results of the simulation model

$\Delta 10^{-3}$	$(N-\Delta)10^{-3}$	$\frac{N-\Delta}{N}$	$P^{(\Delta)}10^4$ ($\lambda = 8/N$)	$P^{(\Delta)}10^9$ ($\lambda = 24/N$)	Russian		Ukrainian	
					$\rho^{(\Delta)}10^2$	$\rho^{(\Delta)}/\rho^{(N)}$	$\rho^{(\Delta)}10^2$	$\rho^{(\Delta)}/\rho^{(N)}$
0	84.57	1	0	0	0.50	1	0.387	1
5.08	79.50	0.94	2.1	0.12	0.48	0.96	0.368	0.95
10.16	74.42	0.88	5.4	0.63	0.45	0.90	0.349	0.90
15.24	69.35	0.82	10.8	2.80	0.42	0.84	0.332	0.86
20.32	64.27	0.76	19.5	11.96	0.40	0.80	0.314	0.81
..	..	..	..	..	..	..	..	..
N	0	0	10^4	10^9	0	0	0	0

References. **1.** Litvinov V.A., Maistrenko S.Y. Control capabilities of methods of automatic detection of the typical user errors in the Russian and Ukrainian language vocabularies //Transactions of the International Science and Technology Conference "Support systems for decision making. Theoretical and practical aspects", June 3, 2013, Kyiv, Ukraine, p.46-48. **2.** Russian language vocabularies, http://speakrus.ru/dict/.

Sokolovskyy Ya.I., Kroshnyy I.M., Boretska I.B., Sykala O.P.
Ukrainian National Forestry University, L'viv, Ukraine

Mathematical modeling of capillary-porous materials elastic-viscous-plastic deformation in the drying process

In the paper there is described solving a current scientific problem of mathematical modeling of heat-mass transfer processes and elastic-viscous-plastic deformation taking into account the mechanics and sorption creep in hygroscopic capillary-porous materials with variable anisotropic heat and mechanics characteristics what is of importance for the rational choice and substantiation of energy conservative technologies of timber drying under the conditions of necessary qualitative production providing. There has been implemented the formulated mathematical model of timber deformation during the drying process which enables to identify two-dimensional intense-deforming state under the conditions of non-isothermal humidity transfer by means of the finite elements method[1.2.3]

For numeral realization of mathematical models of connected with each other processes of heat-mass transfer during wood drying the Finite element method (FEM) is used. Equivalent variation formulation of model is for this purpose got with assumption, that the change of humidity content in time is possible to show as a sum of constituents, related to the stream of mass transfer by the gradient of humidity content and temperature.This method has been developed for the research of the two-dimensional anisotropic intense-deforming state during the capillary-porous materials drying process in an elastic-viscous-plastic area of deformation taking into account the mechanics and sorption creep.There has been elaborated the applied software which consists of the documented classes and provides the possibility to automate the finite-elemental analysis of timber intense-deformation state during drying process[4].

Programmatic complex, developed with the help of programming language Java, contains an informative model and interface of the programmatic system, which looks like packages of classes and relations between them with the use of graphic diagrams of UML, components of programmatic code, calculative charts of FEM realization. Developed classes represent the essence of the object-oriented realization of Finite element method. It creates possibility of integration of the developed programs to the existent systems of the automated modeling with the purpose of expansion of their functional possibilities.The analysis of the conducted test calculations of the deformation fields and tensions testifies the satisfactory convergence of numeral and experimental definitions of the probed values.

The problem of timber drying process optimization has been formulated and solved which enables to define the parameters of the drying process conditions taking into consideration the restrictions on the intense-deforming state which does not exceed the solidity limit of the material.

References. **1.** Соколовський Я. І. Математична модель деформаційно-релаксаційних процесів у капілярно-пористих матеріалах з параметрами внутрішнього і зовнішнього тепломасоперенесення / Я. І. Соколовський, І. М. Крошний // Вісник Національного університету „Львівська політехніка" : Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2011. – № 710. – С. 274–279. **2.** Соколовський Я. І. Математичне моделювання впливу зовнішнього середовища на напружено-деформівний стан деревини у процесі сушіння / Я. І. Соколовський, І. М. Крошний//Вісник Національного університету „Львівська політехніка" : Комп'ютерні системи проектування. Теорія і практика. – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2011. – № 711 –С. 72–82. **3.** Крошний І.М. Чисельне моделювання впливу зовнішнього середовища на напружено-деформівний стан деревини у процесі сушіння / І. М. Крошний, Я.І. Соколовський//Вісник Національного університету „Львівська політех- ніка" : Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2011.– № 719.– С. 168–176. **4.** Соколовський Я.І. Алгоритмічне та програмне забезпечення системи моделювання та аналізу процесу сушіння капілярн-пористих матеріалів/ Я.І. Соколовський, І.М. Крошний//Вісник Національного університету „Львівська політехніка": Комп'ютерні науки та інформаційні технології.– Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2012.–№732.–С. 306–315.

Solonko K.V. *— reviewer Didkovska M.V.*
Institute for Applied System Analysis of NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine

Overview of Approaches to Emotion Detection in Written Texts For Expressive Speech-to-Text Synthesis

Automatic emotion detection from written text is a complex task that attracts growing attention because of its possible applications. For example, reliable emotion detection can help in building powerful human-computer interactive devices that could enable new dimension of cooperation; analysis of great amount of available data, also can help in analyzing human behavior and nature. Existing approaches to emotion detection form written text were overviewed for selecting the most appropriate for expressive text-to-speech synthesis. It describes the problems created by the nature of emotions expression along with different approaches' limitations and outlines the ways to work around them. In conclusion, the paper shows the performance of selected methods of emotion detection in the pursuit of selecting the approach for generation of expressive synthetic speech and outlines the directions of further research.

Emotions expression and evolving detection problems. Was analyzed the approach and features for text-based emotion prediction at the sentence level in fairy-tales for further expressive speech synthesis. 1) Fairy-tale are usually does not have as much characters as novels do and they are easy to identify. 2) The expressed emotions are pretty straightforward, there is rarely found hidden irony or sarcasm. Currently there are handful of approaches each of them has their benefits along with limitations.

Keyword-based approach. Text is classified into categories based on presence of specific affect words that obviously characterize one of the emotions in chosen emotion set (Bag of Words approach). The main weaknesses of keyword approach are: 1) Providing a bad recognition quality when emotion is negated. Negation also can be present in the form of negative adverbs like never, none, neither, so the separate task is to determine theirs scope of influence. 2) "Naivety", it relies on the assumption that each emotion is explicitly represented by some obvious affect words. Sentences often convey emotion through underlying sense rather than affective words.

Rule-based approaches. This approach uses linguistic rules to define language structure. System can take advantage of affective lexicons or can be built just on the set of various rules. [1] The main problem of the rule-based approach with affective lexicon is its limitation to the emotions listed in the lexicon. The linguistic rules are usually specific to the domain from which the knowledge was extracted. This approach is more useful when we do not have a big annotated corpus; in other case machine learning techniques tend to outperform this approach.

Machine learning approaches.. Determining emotion of a linguistic unit can be considered as a multiple class classification problem. Let T denote the text and s – an embedded unit – sentence, $s \in T$. Let k be the number of emotional classes $E = \{e_1, e_2, ..., e_k\}$, then the goal is to determine the mapping function $f : s \xrightarrow{e}_i$. The mapping is based on features derived from the text $F = \{f_1, \dots f_n\}$. The main drawback of supervised ML approach is that it requires a training corpora and is usually domain specific. Also this group of methods works much better on paragraph of large sentence level. Again there can be serious problems with negated emotions and of course with emotions that are hidden in the context.

Approach based on real world knowledge. This approach is the most sophisticated and complex among all aforementioned. It is based on building a hierarchy of concepts (so called USR Universal Semantic Hierarchy). There are few large commonsense knowledge databases: Cyc [2], Open Mind Common Sense (OMCS) [3], ThoughtTreasure [4], Yago [5], and EmotiNet specifically annotated with emotions' labels. Despite that it seem to be the ideal decision for this task it has its own drawbacks, it requires a significant amount of knowledge annotated with specific emotion. [8]

Experiment. The experiment has been performed using Alm's dataset[6] that is marked up with six emotions, however author chose to focus on four of them that are most suitable for further

expressive speech synthesis ("happiness", "anger", "sadness", "fear"). The Alm's dataset consists of 1207 sentences from 176 fairy tales. The F score for the specific class of emotion is calculated as $\frac{2*precision*recall}{precision+recall}$.For keyword approach was used NRC emotion Lexicon[7] includes 14177 words marked with binary labels positive, negative, anger, anticipation, disgust, fear, joy, sadness, surprise, trust. The SVM classifier with linear kernel was applied with these features automatically extracted from the text. N-gram model were built on the selected corpus. Uni- Bi- Trigram models and the combination of them were tested. Results are gained after performing 5-fold cross validation on the dataset. Then top relevant unigrams extracted from the fairy tales corpus were used as seeds for unsupervised approach using British National Corpus (BNC). Affective n-grams were expanded using terms that are related with the seed words in terms of PMI (Pointwise mutual information) calculated as follows:

$$PMI(x,y) = \frac{co-occurence(x,y)}{occurence(x) * occurence(y)} \quad (1)$$

The results of all approaches are presented in the Table 1. The values in the table cells are the F-score of the algorithm for specific emotion.

Table 1. Results on Alm dataset of four emotions.

Model/emotion	anger	fear	joy	sad
keyword	0,32	0,365	0,34	0,23
SVM	0,381	0,486	0,455	0,532
Unigram	0,399	0,459	0,381	0,435
Bigram	0,318	0,502	0,286	0,326
Trigram	0,364	0,427	0,312	0,300
Uni + bi + trigram	0,484	0,545	0,477	0,553
LSA	0,33	0,071	0,103	0,106
Unigram + BNC	0,518	0,542	0,524	0,51

The best performed method appears to be 1-3 gram model and semi-supervised approach based on PMI similarity performed on British National Corpus. Issues that need further work: 1) Negation scope should be detected, and it can be handled as inverting the emotion or setting it to "neutral". 2) Negations that are represented by adverbs should be taken into account. 3) Specifically for novels and fairy tales it may be of use taking into account affective words (adjectives or nouns) near the reported speech, e.g.: said John furiously, with rage he said, etc. 4) Emotions are not discrete objects, they tend to overlap and mix. 5) Some emotions tend to be prolonged more than other, that is also should be considered while performing the markup for text-to-speech engine.

References. **1.** Yat Mei Lee S., Chen Y., Huang C.: A Text-driven Rule-based System for Emotion Cause Detection, Proceedings of the NAACL HLT 2010 Workshop on Computational Approaches to Analysis and Generation of Emotion in Text, pages 45–53, Los Angeles, California, June 2010. **2.** Lenat, D.B. CYC: A large-scale investment in knowledge infrastructure. Communications of the ACM, 38(11):33-38, 1995. **3.** Singh, P., The public acquisition of commonsense knowledge. Proceedings of AAAI Spring Symposium. Palo Alto, CA, AAAI. 2002. . **4.** Mueller, E.T. ThoughtTreasure: A natural language/commonsense platform, Available from URL: http://www.signiform.com/tt/htm/overview.htm. 1998. **5.** YAGO2s:A High Quality knowledge base (Online) http://www.mpi-inf.mpg.de/yago-naga/yago/ **6.** Affect data, http://lrc.cornell.edu/swedish/dataset/af **7.** NRC Emotion Lexicon, Saif M. Mohammad and Peter D. Turney, NRC Technical Report, December 2013, Ottawa, Canada. **8.** Balahur A., Hermida J.: Extending the EmotiNet Knowledge Base to Improve the Automatic Detection of Implicitly Expressed Emotions from Text, Available from URL: http://www.lrec-conf.org/proceedings/lrec2012/pdf/945_Paper.pdf.

Stolbov D.V.
H.S.Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Kharkiv, Ukraine

Design of the logical model of a software tool for teaching students of Internet security

In this paper we focus our attention on design of the logical model of a software tool for teaching students Internet security. We define requirements to development the model's structure and describe model's components.

Introduction. Onrush of the Internet services not only makes students' life dynamic, more exciting and eventful but also raises for students a risk to face new threats in the Internet. This motivates to teach students of Internet security. The purpose of teaching students Internet security is a formation of students' skills to see, recognize and avoid threats during their Internet activity. One of a method of teaching students Internet security is use to special educational software tools. Development of a software tool for teaching students Internet security is a multistage process. One of such stages is design a logical model of the software tool.

Requirements to design the logical model of the software tool are important to define structure of the logical model and describe functionality of this software tool. The requirements depend on features of using the software tool in practice. Consider more detail such features.

First, the software tool for teaching Internet security have to give students an opportunity to carry out actions that they usually do in the Internet. For instance, those actions include: creation of new account in social network services, virtual meetings, send and receive e-mail etc. Working in the software tool's „environment", a student can face to any threats that simulate dangers of real Internet-space. But in this case he will not harm himself because a consequence of his actions in a certain threat's situation will be minimized.

Second, at some time point of working with the software tool a student can „stop" and „think" about his next steps and actions. An opportunity to get „extra time" from the software tool helps a student to make right decision in threat's situations.

Third, a student can repeat several times own actions. This feature allows the student to understand some point in the training of Internet security. An opportunity to „repeat play" learning situations helps the student to analyze own errors and gives him an attempt to correct those errors.

Those features are main advantages of using such software tool for teaching students Internet security. At the same time, in developing the software tool for teaching students Internet security must consider how to implement its training, behavior and demonstration capabilities and data integrity and consistency. Training capability means that forming of students Internet security skills through training students on situations that are described in similar to reality learning environment of the software tool. Behavior capability means that the value of software program model parameters and state of this model can change under the influence of user's actions. Demonstration capability means that during a student stay in software workspace an illusion of immerse in the reality Internet space arises in his mind. Capability of data integrity and consistency means that a user can send to the software program model „correct" data and received from this model „clear" reply.

Structure of the logical model was formed on the base of features described above. A prototype to the structure became the MARS-model [1]. The logical model consists of four components: a scenarios block, a user interface, an algorithmic block and a behavior model of software tool (fig. 1). Consider the logical model in more detail.

A block of scenarios contains learning active situations. Those situations form a core of the software tools for teaching Internet security. Every such situation describes a particular „field of activity" for a student in the Internet. For instance, field of activity will be a social network site, e-mail, chat, forum etc. Besides certain learning situation can have elements of dangers to a student or can set up conditions that motivate him to do missteps and actions in such situation. Based on the fact that the block of scenarios determines a content of software learning materials, it can be argued that it helps to realize in practice the learning potential of the software tool.

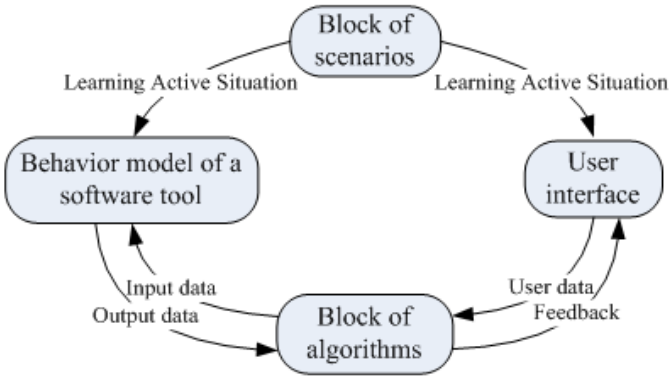


Figure 1. The logical model of a software tool for teaching students of Internet security

The user interface block describes a field of actions for students. A feature to create an illusion of immersion in the really Internet environment raises requirements to create an similar „interface model“ to real interface of certain Internet service. This model has to have identify functions and properties to real Internet service. The user interface block has set of „interface models“. Each of such models describes one workspace of Internet services. Every ”interface model” was designed on basis of one of learning active situations that were given from block of scenarios to current block. Set of interface model functions can be simplified compared to the real environment [2]. A level of this simplification (abstraction) depends on the situation that the interface „shows“ a student. In practice, such abstraction may be implemented using an „active“ or „passive“ menu options, user's fields, interface's buttons etc. The user interface block allows implementing in practice a demonstration potential of the software tools, based on the fact that this block shows a user the simulated Internet space for his activity.

The behavior model of the software tool describes changes of the software program model state and value of this model parameters. These changes depend on the user's actions in certain learning active situation.In practice, such changes can be in the form of information messages that are sent from software to a user as a reply of his activity. The behavior model cooperates with block of algorithms that „gives“ it user commands through input data and block of scenarios that „send“ it description of learning situations. Features of „changes“ behavior of tool prove that the software tool has a behavior capability.

The block of algorithms sets an association (interaction) between the software tool and a user. The block consists of a set of algorithms that describes the conditions of changes “behavior” of the software tool and the software tool reply to user activity. This block takes over user's data and after computing send it to the behavior model of the software tool. Then the algorithms block get output date from the behavior block. After that algorithm has analyzed behavior block date and gives a user a short message (feedback) that informs the user about successful or failed of his actions in certain learning situation. Ability algorithms of this block check the user date on the reliability and affordability to ensure the principle of data integrity and consistence.

Conclusion. Design of the logic model is an important stage in development the software tool because functionality and characteristics of the software tools are defined. Therefore features of using the software tool must be considered in a structure of the logical model and a description of model's components.

References. **1.** Pernin J-P and Lejeune A. „Models for the reuse of learning scenarios “ in *Imagining the future for ICT and Education*, IFIP conference Proceedings, Norway, 2006. **2.** Louise Sauve and David Kaufman „Games, Simulations, and Simulations Games for Learning: Definition and Distinctions“ in *Gaming and Simulations: Concepts, Methodologies, Tools and Applications*, Information Resources Management Association (USA), 2011, pp. 168-193.

Zorin Yu.M.
National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine

A genetic algorithm with implicit objective function

The paper presents a modified genetic algorithm applicable to the cases where the problem's objective function is given implicitly or can be evaluated only approximately. A modified procedure of chromosome fitness evaluation is proposed. This modification assumes that the definition of the fitness function changes between generations based on the information received from the current generation Results of computational experiment have proved a high efficiency of proposed algorithm. The ways of further improvements have been considered.

One of the prerequisites for the success of the genetic algorithm is its ability to compare the fitness function value of individuals in the population. There are no known versions of genetic algorithm that allow solution search in case where the fitness function is given only implicitly (for instance, via its reciprocal function). As exceptions may be considered systems where the fitness function is calculated only approximately, due to the complexity of its exact evaluation and interactive systems [1, 2].

The paper presents a modification of the canonical genetic algorithm, which can solve not only these problems, but also demonstrates better solution time as compared to the other methods of problems solution.The goal is to modify the canonical genetic algorithm, so that its implementation allows the evolutionary search in case where the fitness function is given implicitly.

A proposed algorithm modification, first of all, concerns the procedure of chromosome fitness evaluation. In canonical genetic algorithm the fitness function definition is invariable and does not change between generations. The only exception is an interactive system where in the role of fitness function serves human being. However, such systems have a very low speed and not suited for most problems solution. So in given modification it is assumed that the definition of the fitness function changes between generations based on the information received from the current generation (Fig. 1).

Such an approach can be considered as an improvement of the hybrid systems where the fitness function is represented by approximate values of the objective function due to the complexity of the evaluation of the latter. One of the varieties of such systems is the genetic algorithm, where the fitness function is represented by a neural network specifically designed for the approximate objective function evaluation [3]. Among the drawbacks of such systems is time required for the neural network training. With the use of the proposed modification, it is possible to perform simultaneously the evolutionary search and neural network training . That is, at each successive iteration of the genetic algorithm a certain number of iterations of a neural network training is performed. Thus, using the first rough approximation the search begins immediately. With each successive iteration this approximation improves. This increases the chances to find problem solution probably without exactly achieving the desired accuracy of approximation, but greatly reducing the solution time.

Another, and more significant, distinction of this modification is its ability to perform the evolutionary search even in case of absence of objective function when only just some information about it is available , for instance when a function reciprocal to objective function is known. Besides that, it makes possible to perform evolutionary search when objective function has many points of discontinuity. All of this expands the range of problems which can be solved by this algorithm.

To estimate the algorithm performance a computational experiment has been carried out. As a test problem the modified version of discrete logarithm has been used [4]. For instance, in a fairly simple case, when the sought value is defined by 3 bytes, an exhaustive search required 30 seconds, while the modified genetic algorithm reduced this time to 20 seconds. In fact this time can be reduced to less than 10 seconds, because in the experiment the number of generations was strictly limited in a way that it corresponded to about 70 seconds in case of failure. The rate of successful

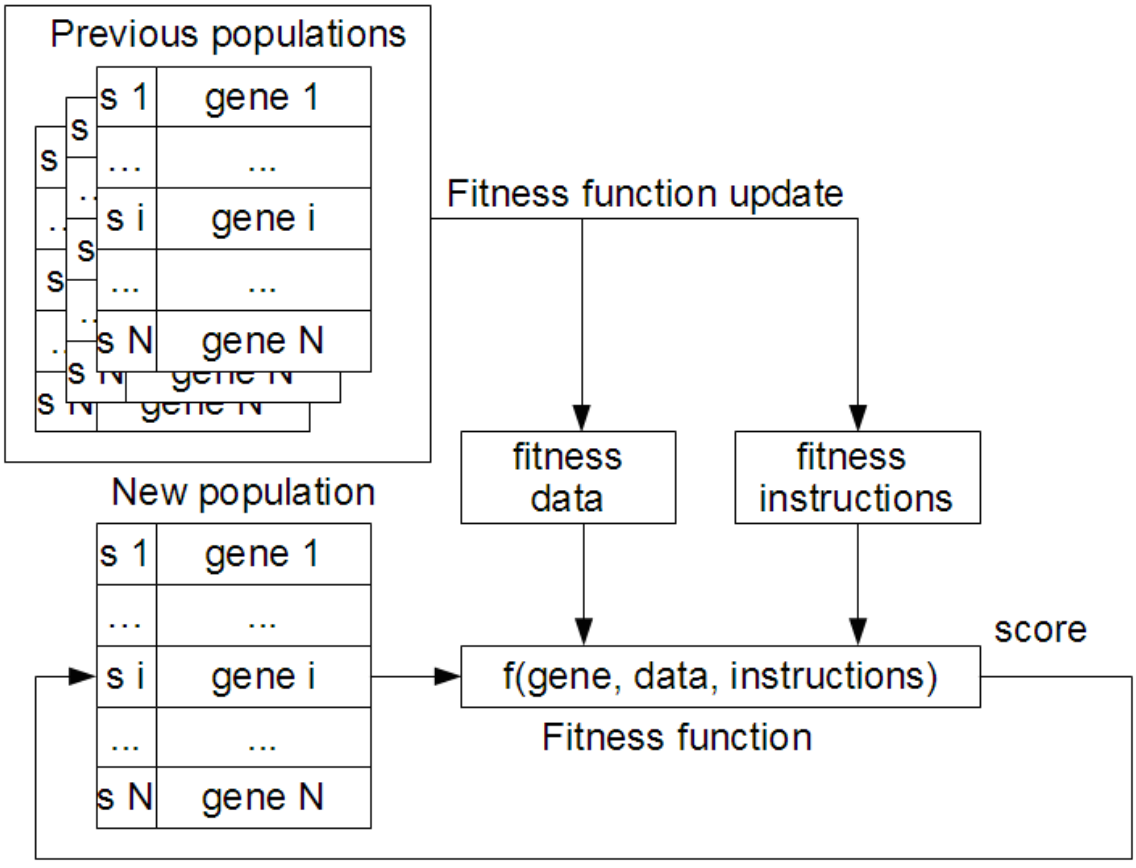


Figure 1. A modified procedure of fitness function evaluation

search was approximately75 percent.

More interesting are the results for the case of 4-byte input data. For them, the exhaustive search took 4 hours. The results obtained by the proposed genetic algorithm were as follows: 37 out of 44 tests have been completed successfully, the average time was 1 hour 54 minutes, the average time of successful tests was 31minutes 6 seconds.

Further possible significant speed up of the algorithm performance can be obtained by supplementation of the hashing to the the inverse discrete logarithm evaluation. Another interesting field of exploration is the effect of changing the basic characteristics of the genetic algorithm and neural network on algorithm efficiency.

References. **1.** Субботін С.О., Олійник А.О., Олійник О.О., "Неітеративні, еволюційні та мультиагентні методи синтезу нечіткологічних і нейромережних моделей," Запоріжжя: ЗНТУ, 2009. **2.** Yaochu Jin, Markus Olhofer,Bernhard Sendhoff, "A Framework for Evolutionary Optimization With Approximate Fitness Functions, " IEEE TRANSACTIONS ON EVOLUTIONARY COMPUTATION, v. 6, # 5. - pp.481-494, 2002. **3.** Скобцов Ю. А., "Основы эволюционных вичислений," Донецьк: ДонНТУ, 2008. **4.** Odlyzko A., "M. Discrete logarithms in finite fields and their cryptographic significance," Advances in Cryptology: Lecture Notes in Computer Science, v. 209, pp. 224-316, 1984.

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Алескеров Э.Р., Рагимов Р.М., Пашаев Н.М., Сулейманов Т.И.
Национальное аэрокосмическое агентство Азербайджана, Баку, Азербайджан

Объектно-ориентированный подход классификации городских территорий на основе космических снимок высокого пространственного разрешения

Спутниковые снимки являются важным источником данных для мониторинга быстро изменяющихся и расширяющихся застроенных территорий. Классификация земного покрытия городских территорий используя снимки сверхвысокого пространственного разрешения является актуальной проблемой. Городской ландшафт часто характеризуется гетерогенными типами земного покрытия. Эту гетерогенную композицию городских элементов трудно распознать используя традиционные методы классификации основанные на спектральных характеристиках объектов. Полученные карты земного покрытия из снимков высокого пространственного разрешения методом попиксельной классификации не обладают достаточной точностью. Объектно-ориентированный подход предлагает более эффективный путь для улучшения результатов классификации путем привлечения к процессу классификации не только спектральной информации, а так же информацию о форме и текстуре. В данном исследовании многоуровневый, иерархический объектно-ориентированный классификационный метод был разработан для классификации объектов сложной городской среды. Результаты классификации по снимкам GeoEye в области исследования показали общую точность порядка 86 процентов.

Ключевые слова: дистанционное зондирование городских территорий, объектно-ориентированная классификация, снимки сверхвысокого пространственного разрешения, сегментация снимков, классификация городских территорий, снимки GeoEye.

Дистанционное зондирование является основным методом для получения и эффективной обработки данных.

Данные дистанционного зондирования облегчают мониторинг динамических изменений в городской морфологии. Решающим моментом для мониторинга является применение оптимальных подходов классификации, что обеспечивает высокую точность распознавания классов и стабильность повторяемости результатов классификации. В последнее время благодаря спутниковым снимкам с высоким пространственным разрешением, таких как IKONOS, WorldView, QuickBird и GeoEye, появились новые приложения, основанные на высокой геометрической точности и способностью достичь высокого уровня тематического распознавания. В частности, улучшение пространственного разрешения уменьшает проблему появления смешанных пикселей характерных для изображений среднего разрешения. В то же время, увеличивается внутренняя спектральная изменчивость для каждого класса земельного покрова, а спектральная изменчивость между различными классами уменьшается.

Существующие методы классификации могут быт разделены на методы контролируемой, неконтролируемой и классификации включающей элементы искусственного интеллекта. Традиционные методы для извлечения информации на основе спутниковых данных высокого разрешения включают визуальную интерпретацию или основаны на методах пиксельной классификации. Алгоритмы классификации, основанные на статистических подходах, таких как метод максимального правдоподобия и нейронные сети, были часто использованы на пиксельном уровне. Кроме того, нечеткие классификаторы используются для определения степени принадлежности к определенному классу.

Тем не менее, существенная семантическая или контекстная информация, необходимая для интерпретации изображений не входит в алгоритмы попиксельной классификации. Из-за этих требований в связи с увеличением функциональных возможностей для классификации, объектно-ориентированный подход становится все более важным методом. Методы сегментации улучшают автоматическую классификацию, используя не только спектральные особенности, но и формы, текстуры, иерархические и контекстные информации. Развитие методов сегментации изображений и оценка их качеств продолжает активно развиваться. В последнее время в

литературе было представлено много разнообразных сложных объектно-ориентированных подходов для классификации оптических снимков дистанционного зондирования высокого разрешения.

Предлагаемое исследование представляет собой полуавтоматический, объектно-ориентированный, иерархический, многоуровневый метод классификации с использованием модульной концепции на основе космических снимков высокого пространственного разрешения оптического диапазона. Общее преимущество этого подхода заключается в заданной хронологической последовательности определенной пользователем и реализованной в виде конкретных методик. Модульность позволяет пользователю контролировать реализации отдельных процессов, и при необходимости интерактивно реагировать на определенные спектральные или пространственные характеристики данных для конкретной исследуемой области. Метод реализован в программной среде eCognition Developer.

Разработанная методология включает в себя два основных модуля: сегментации и классификации. В каждом модуле в зависимости от входных данных и среды приложение пользователь должен определить значения параметров. Процесс реализован в виде фиксированной структуры с автоматической хронологической последовательностью процедур, в среде программного обеспечения eCognition Developer (версия 8.0).

Предложенная структура классификации основана на использовании пользователями различных методологий. На фоне предложенного автоматического процесса классификации, хронологический мониторинг промежуточных результатов процесса объектно-ориентированной классификации, позволяет пользователю реализовать настройки зависающие от сцены и конкретных данных для достижения максимальной вероятности классификации и таким образом повысить ее точность. Различные входные данные, а также различные структурные элементы городских сцен, имеют различные спектральные характеристики. В связи с этим процесс классификации необходимо корректировать в целях достижения высокой точности классификации. Таким образом, основная цель заключается в разработке интерактивного и индивидуального управления отдельными суб-процедурами, с тем чтобы выполнить конкретные и систематические корректировки. Это включает в себя инициализацию или игнорирование различных субпроцедур, а также корректировку отдельных классификационных признаков. Рабочий процесс процедуры классификации состоит из двух основных модулей: сегментации и классификации.

В свою очередь, модули сегментации и классификации предусматривают выполнение ряда субпроцедур и использования различных методик для получения тематической карты почвенно-растительного покрова урбанизированных территорий. Процесс сегментации основан на концепции объединения пикселов входных данных с однородными спектральными значениями характеризующими конкретный объект и заключается в генерировании ряда дополнительных последовательных уровней, которые используются в процессе классификации. Многоуровневый подход основан на концепции нечеткой логики для определения классов объектов.

Традиционные методы по пиксельной классификации не подходят для детального анализа городских районов из-за спектральной неоднородности городских объектов. Основная задача алгоритма сегментации заключается в объединении однородных пикселей в качестве элементов изображения для обеспечения дифференциации между гетерогенными объектами. В отличие от классифицируемых объектов, отдельные пиксели не обладают достаточной семантической информаций, необходимой для интерпретации структурных элементов изображений. Использованный многоуровневый алгоритм сегментации основан на методике наращивание областей, который начинается с уровня пикселей. В последующих процедурах классификации фрагменты изображения окончательно формируют распознаваемый объект. В течение процесса попарной кластеризации, процедуры оптимизации минимизируют гетерогенность результирующих объектов изображений. Если увеличение неоднородности в процессе объединении объектов превышает некоторое пороговое значение, которое определяется масштабным

параметром, процесс останавливается. Таким образом, процесс многоуровневой сегментации является локальной процедурой оптимизации и управляется с помощью параметра масштаба. Полученные сегменты объектно-ориентированного подхода приближаются по пространственным, спектральным и текстурным характеристикам к реальным природным объектам.

Второй модуль основан на использовании методологии классификации на основе объектов. Сгенерированные уровни, в результате выполнения процедуры сегментации, используются в иерархическом, многоуровневом, классификационном подходе принятия решений с использованием концепции нечеткой логики. В идеальном случае форма сегментов представляет реальные физические структуры. Семь классов объектов – строения, дороги, луга, деревья/кусты, вода, голая почва и тени были использованы в процессе классификации. Хронологический порядок выполнения процедур позволяет пользователю инициализировать выбранные классы для классификации. Это способствует принятию интерактивного решение относительно того, соответствуют ли выделенные сегменты формам объектов, которые должны быть классифицированы.

Подход классификации преимущественно основан на признаках формы. Кроме того, контекстуальные, иерархические, многоуровневые и спектральные информация используется для поддержки классификации. Нормализованный относительный индекс растительности (NDVI) используется как дополнительный спектральный признак, который имеет положительное значение для растительного покрова, нулевое значение для покрытых участков и негативное значение для облаков, снега и водных объектов. Это позволяет, сокращать многие виды мультипликативного шума, таких как изменение условий освещения, некоторые топографические вариации наклона, а так же атмосферные особенности.

Методология классификации представляет собой иерархический процесс исключения незастроенных областей. Благодаря оптимизированной концепции, полученные в результате сегментации конечные объекты, имеют существенную разницу в размерах между однородными объектами, такими, как водоемы или открытая почва, и гетерогенными городскими зонами. Таким образом, пространственное различие небольших геометрических сегментов в гетерогенных городских застроенных районах используется для классификации на основе его геометрических параметров. Кроме того, в процессе классификации используется иерархическая информация об изменении пространственного соотношения для определенного объекта.

Для оценки эффективности описанного алгоритма была проведена проверка оптимизации процедур сегментации и классификации, Очевидно, что чрезвычайно важно точное представление наземных объектов в процессе сегментации, так как на основе информации о их форме, строится классификатор для идентификации объектов. Точность классификации, таким образом, будет зависеть и от точности информации о форме объектов представленной в классификаторе. На первом этапе мы оценили точность процесса оптимизации сегментации с использованием самых высоких уровней. Далее сравнили полученные в процессе сегментации производные полигоны с полигонами предоставленными в ГИС, где каждый полигон определяет форму индивидуального строения. Предполагая, что представленные опорные полигоны достаточно точны, результаты показали небольшой избыток сегментированных спутниковых снимков для разграничения строений. Для проверки конечных результатов классификации, оценка точности проводилось на основе данных наземных опорных эталонов. Проверка по семи классам объектов в исследуемом регионе показала общую точность распознавания порядка 86 процентов.

Таким образом, очевидно, что данные дистанционного зондирования не обеспечивают точную информацию сравнимую с кадастровыми наборами данных, но полученные результаты показывают, что предложенная методика обладает высоким потенциалом для использования при городском планировании и управлении. Следовательно, можно сделать вывод, что объекты городской инфраструктуры и их пространственное расположение отображаются с достаточной точностью для принятия управленческих решений.

Артюхов В.Г., Бритов О.А.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Цифрові фільтри в Micro-Cap

Пакет схемотехнічного моделювання MicroCap є популярним інструментом моделювання електронних схем, як аналогових, так і цифрових. Сучасні версії пакета дозволяють також моделювати змішані аналого-цифрові схеми [1]. В склад пакету включено програму розрахунку аналогових активних та пасивних фільтрів і засоби моделювання цифрових фільтрів. Цифрова техніка взагалі, і цифрова обробка сигналів зокрема, є основою сучасних комп'ютерних та телекомунікаційних технологій. Можливості пакета схемо технічного моделювання було б значно розширено, якби в нього були включені засоби проектування цифрових фільтрів як найбільш поширених пристроїв цифрової обробки сигналів. Нажаль, пакет MicroCap не має готового модуля проектування ЦФ, але його можливості дозволяють організувати розрахунок ЦФ. Нижче показано , як проектування і моделювання цифрових фільтрів можуть бути організовані в рамках пакету з використанням його можливостей. Найбільш поширеним методом проектування цифрових фільтрів з нескінченою імпульсною характеристикою є метод розрахунку за аналоговим прототипом [2]. Найчастіше використовується варіант, при якому в якості прототипу в усіх випадках використовується нормований аналоговий фільтр низьких частот. При цьому для перетворення аналогового фільтру-прототипу в цифровий використовується білінійне (для фільтрів нижніх та високих частот) або біквадратне (для смугових та режекторних) z-перетворення. В результаті для кожного типу АЧХ фільтру доводиться використовувати різні формули перетворення.

Програма проектування аналогових фільтрів зі складу Micro-Cap видає передаточну функцію H(U) нормованого фільтру з заданим типом АЧХ як добуток ланок першого або другого порядку $H_i(U)$. Точний вигляд передаточної функції залежить від типу АЧХ фільтра, що проектується. Програма дозовяє проектувати аналогові фільтри з 4 стандартними типами АЧХ: низьких частот (LP), високих частот (HP), смуговими (BP) та режекторними (BS). Форми передатоних функцій ланок для цих фільтрів наведені в Таблиці 1. В результаті розрахунку аналогового фільтра ми отримуємо передаточну функцію, яка відповідає фільтру з необхідним типом АЧХ. Завдяки цьому процедура перетовврення в цифровий фільтр може бути уніфікована, для всіх типів АЧХ можна використовувати одну загальну формулу перетворення:

Табл. 1. Передаточні функції аналогових фільтрів

Тип АЧХ	Передаточна функція
LP	$H_i(U) = \frac{b_{0i}}{U^2+b_{1i}U+b_{0i}}$
HP	$H_i(U) = \frac{U^2}{U^2+b_{1i}U+b_{0i}}$
BP	$H_i(U) = \frac{b_{0i}U}{U^2+b_{1i}U+b_{0i}}$
BS	$H_i(U) = \frac{U^2+1}{U^2+b_{1i}U+b_{0i}}$

$$U = c\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}$$

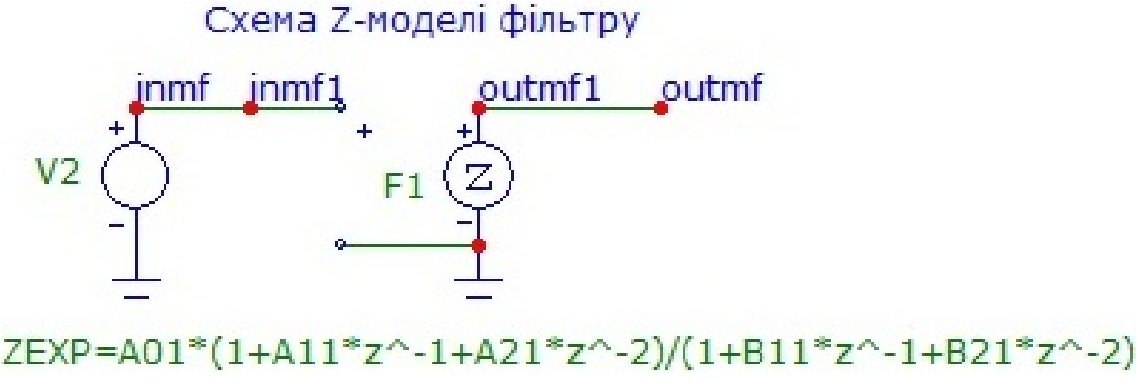


Рис. 1. Реалізація ЦФ на основі керованого джерела

Всі необхідні обчислення можуть бути реалізовані в Micro-Cap за допомоною директиви .define. Для перевірки результатів розрахунку необхідно побудувати модель ЦФ та обчислити його характеристики. Порівняння характеристик ЦФ з вимогами, сформованим в технічному завданні, дає можливість оцінити правильність розрахунку.

Найпростіша модель ЦФ в Micro-Cap будується у вигляді керованого джерела, коефіцієнт передачі якого являє собою предаточну функцію ЦФ (Рис.1).

Більш детальна модель, яка бере до уваги структуру реалізації ЦФ, може бути побудована з використання примітивів, включених до складу бібліотек компонентів Micro-Cap (Рис.2).

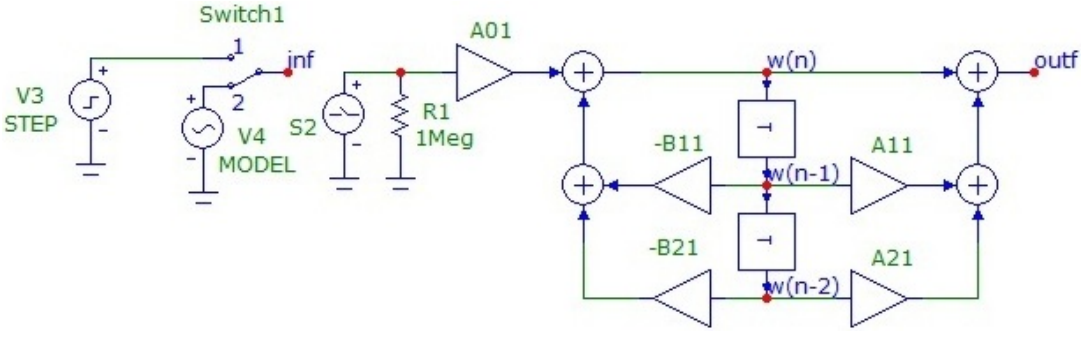


Рис. 2. Реалізація ЦФ за допомогою примітивів

Необхідні характеристики отримуються шляхом виконання аналізу перехідних процесів (Рис.3) та частотного аналізу (Рис.4).

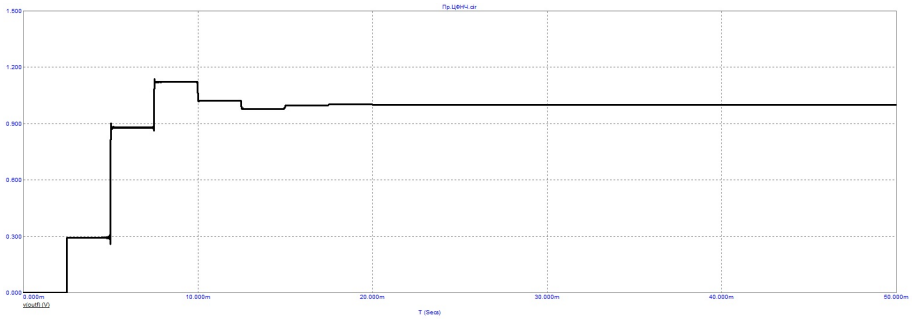


Рис. 3. Перехідна характеристика ЦФ

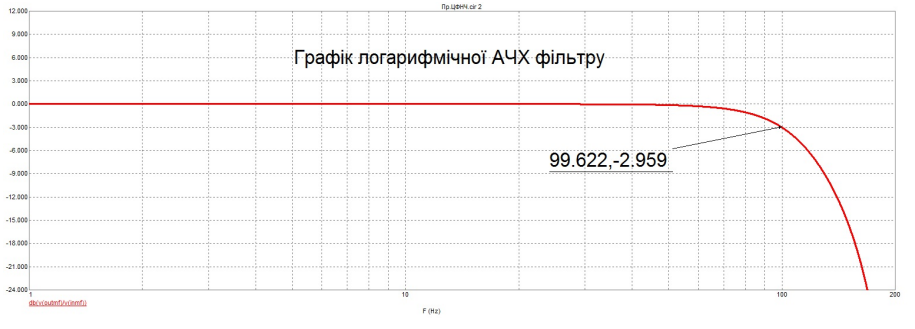


Рис. 4. Амплітудно-частотна характеристика ЦФ

Література. **1.** М.А.Амелина, С.А.Амелин, Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10.-Смоленск, Смоленский филиал НИУ МЭИ, 2012.-617 с., ил. **2.** А.Б.Сергиенко, Цифровая обработка сигналов. – СПб:Питер, 2002. – 608с., ил.

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

***Арчвадзе Н.Н.*[1], *Пховелишвили М.Г.*[2,3], *Шецирули Л.Д.*[4]**
[1] *Тбилисский государственный университет им. И.Джавахишвили, Тбилиси, Грузия;* [2] *Грузинский технический университет, Тбилиси, Грузия;* [3] *Институт вычислительной математики им. Н.Мусхелишвили, Тбилиси, Грузия;* [4] *Батумский государственный университет им. Ш.Руставели, Батуми, Грузия*

Определения функций с накапливающими параметрами в функциональных языках

К общим свойствам функций в функциональных языках программирования относят чистоту (то есть отсутствие побочных эффектов и детерминированность), ленивость и возможность производить частичные вычисления.

Функция обладает свойством чистоты, если она может управлять только выделенной для неё памятью, не модифицируя память вне своей области. Детерминированной называется функция, выходное значение которой зависит только от значений входных параметров. Если при одинаковых значениях входных параметров в различных вызовах функция может возвращать различные значения, то в функциональной парадигме являются детерминированными. Ленивая стратегия вычислений заключается в том, что функция не производит вычислений до тех пор, пока их результат не будет необходим в работе программы. Так значения входных параметров никогда не вычисляются, если они не требуются в теле функции. Это позволяет создавать потенциально бесконечные структуры данных (списки, деревья и т. д.), которые ограничены только физическим размером компьютерной памяти. Такие бесконечные структуры вполне можно обрабатывать ленивым способом, поскольку вычисляются в них только те элементы, которые необходимы для работы.

Язык программирования Haskell обладает всеми перечислимыми свойствами. В нем определены нескольких способов представления функций. Мы будем рассмотреть функций с накапливающими параметрами (аккумуляторами).

Бывает так, что при выполнении функции исключительно серьезно встает проблема расхода памяти. При рекурсивных вызовах функций очень сильно используется память. В данном случае количество памяти пропорционально значению аргумента, но аргументов может быть большее число, к примеру. В таких случаях можно использовалась аккумулятор (накопитель).

Для этого можно рассмотреть пример функции вычисления факториала с аккумулятором:

$$Factorial_AN = FN1$$
$$F0A = A$$
$$FNA = F(N-1)(N*A)$$

В этом примере второй параметр функции F выполняет роль аккумулирующей переменной, именно в ней содержится результат, который возвращается по окончании рекурсии. Сама же рекурсия в этом случае принимает вид “хвостовой”, память при этом расходуется только на хранение адресов возврата значения функции.

Хвостовая рекурсия представляет собой специальный вид рекурсии, в которой имеется единственный вызов рекурсивной функции и при этом этот вызов выполняется после всех вычислений.

При реализации вычисления хвостовой рекурсии могут выполняться при помощи итераций в постоянном объеме памяти. На практике это обозначает, что “хороший” транслятор функционального языка должен “уметь” распознавать хвостовую рекурсию и реализовывать её в виде цикла. В свою очередь, метод накапливающего параметра не всегда приводит к хвостовой рекурсии, однако он однозначно помогает уменьшить общий объём памяти.

В [1] мы представили обобщенные формы для функций с хвостовой рекурсии для Haskell. Представим похожие обобщенные формы для функций с дополнительным аргументом (аккумулятором):

$Fun\ n = Fun'\ n\ a$– Вызов функций, параметр a имеет конкретное значение

$$Fun'\ na = g1\ a\ F0A = A$$
$$Fun'(x:xs) = g2(g3\ x)(g4(Fun'(g5\ xs)g6\ a))$$

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

где: $g1$ — это функция, которое принимает то значение, которое возвращается начальным функцией; $g2$ – это функция, которое объединяет результаты обработки головы и хвоста списка; $g3$ – это функция, которое обрабатывает голову списка; $g4$ – это функция, которое для не пустого списка обрабатывает рекурсивный вызов для хвоста списка; $g5$ – это функция, которое предварительно обрабатывает для хвоста списка рекурсивный вызов; $g6$ – это функция, которое обрабатывает аккумулятор.

В таких представлениях для рекурсивной функций $Factorial_A$ построено функция с аккумулятором F с аргументами N и 1 (т.е. $a = 1$). $g5$ – это функция уменьшение арумента на единицу; $g6$ – это функция умножения, а $g2, g3$ и $g4$ – являются идентификаторами, то есть возвращающими переданные на вход аргументы. Таким образом, можно написать определение функции Factorial так:

$$g1_ = 1,\ g2\ x = x,\ g3\ x = x,$$
$$g4\ x = x,\ g5\ x = x - 1,\ g6\ x\ y = x * y.$$

Возможно определить основные принципы построения определений с накапливающим параметром [2]:

1. Вводится новая функция с дополнительным аргументом (аккумулятором), в котором накапливаются результаты вычислений.
2. Начальное значение аккумулирующего аргумента задается в равенстве, связывающем старую и новую функции.
3. Те равенства исходной функции, которые соответствуют выходу из рекурсии, заменяются возвращением аккумулятора.
4. Равенства, соответствующие рекурсивному определению, выглядят как обращения к новой функции, в котором аккумулятор получает то значение, которое возвращается исходной функцией.

Невозможно любую функцию преобразовать для вычисления с аккумулятором. Построение функций с накапливающим параметром – приём не универсальный, и он не гарантирует получения хвостовой рекурсии.

Нами приведены доказательства правильности для обобщенных форм рекурсивных функций [3]. Обобщенные формы для рекурсивной функций и для функций с параметрами аккумулятором применяются в решение задач верификации функциональных программ [4, 5].

Литература. **1.** N.Archvadze, M.Pkhovelishvili, L.Shetsiruli. Automatically building the “basic recursive” part of the data structures programs descriptions. Proceedings of the System Analysis and Information Technologies 14-th International Conference SAIT-2012. p.323. http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf/view **2.** Душкин Р.В. Функциональное программирование на Haskell. – 2007. – 607 с. **3.** N.Archvadze, M.Nizharadze. Typical Template Verification for List Editing In Haskell Language. Proceedings of the International Conference Management systems and modern information technologies. pp. 170–172. ISSN 1512-3979. **4.** N.Archvadze, M.Pkhovelishvili. PRESENTATION OF THE GEORGIAN LANGUAGE DICTIONARY WITH FUNCTIONAL PROGRAMMING LANGUAGES, AND SEARCH BY THE METHOD “WAVE”. Electronic Scientific Journal: “Computer Sciences and Telecommunications”. ISSN 1512-1232. 2012 | No.2(34) [2012.06.30], pp.59–70. http://gesj.internet-academy.org.ge/en/title_en.php?b_sec=&section_l=comp; http://gesj.internet-academy.org.ge/en/list_artic_en.php?b_sec=comp&issue=2012-06. Impact Factor: 0.8125 **5.** N.Archvadze, M.Pkhovelishvili. POSSIBILITY OF FUNCTIONAL PROGRAMS VERIFICATION THROUGH APPLICATION OF MODEL CHECKING. Electronic Scientific Journal: “Computer Sciences and Telecommunications”. ISSN 1512-1232. 2013|No.4(40) [2013.12.31]. pp.51–58. http://gesj.internet-academy.org.ge/en/title_en.php?b_sec=&section_l=comp; http://gesj.internet-academy.org.ge/en/list_artic_en.php?b_sec=comp. Impact Factor: 0.8125

Басюк Т.М.
Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна

Інформаційно-організаційне забезпечення процесу популяризації інтернет ресурсів

Популяризація інтернет ресурсу або іншими словами seo-оптимізація (Search engine optimization) – дії направлені на поліпшення видимості сайту в пошукових системах згідно тематичних запитів користувачів і, як наслідок, збільшення цільового трафіку, що надходить з пошукових систем і сприяє його популяризації. На сьогоднішній день, просування сайту в пошукових системах є одним з найбільш ефективних способів залучення цільової аудиторії. З огляду на те, вона з кожним днем привертає увагу дослідників, метою яких є розробка нових методів та засобів для її проведення [1].

Проектування системи популяризації інтернет ресурсів є важливим завданням в межах розвитку як IT-галузі так і промисловості загалом. Оскільки немає жодного підприємства чи суб'єкта господарювання який тим чи іншим способом не є представлений в глобальній мережі інтернет, що у свою чергу сприяє розвитку відповідного математико-алгоритмічного апарату для реалізації даного процесу [2]. Внаслідок новизни поставленої задачі немає загального її вирішення для широкого кола вхідних даних. З певними допущеннями можна застосовувати методи системного аналізу та технології штучного інтелекту [3]. З огляду на те, побудова нових методів на основі даного конгломерату сприятиме вирішенню задачі побудови інформаційно-організаційного забезпечення процесу популяризації інтернет ресурсів.

Внаслідок проведеного дослідження вдалося сформувати методологію із просування інтернет-ресурсів, що складається з таких етапів: складання семантичного ядра, підготовка текстів сайту (копірайтінг), оптимізація коду, розміщення посилань, моніторинг і аналіз результатів.

Складання семантичного ядра полягає у відборі пошукових фраз, по яких здійснюватиметься просування інтернет ресурсів та їх розподіл по сторінках сайту. В загальному випадку, це повний набір слів і словосполучень, що описують певний предмет та його характеристики. Правильне складання семантичного ядра має дуже важливе значення для пошукової оптимізації, тому, що саме на його основі будується пошуковий механізм, без якого не можливе просування сайту. Семантичне ядро визначає стратегію створення контенту на сайті, і може або звужуватися або розширюватися, доповнюватися синонімами, новими поняттями. Залежно від типу ресурсу і цілей просування, розмір семантичного ядра може складатися як з десятка, так і з тисяч ключових фраз. Існує багато різних програм і сервісів, що автоматизують дану процедуру, проте найкраще складати семантичне ядро вручну, використовуючи можливості пошукових систем, зокрема, як сервіс Wordstat в Яндексі або сервіс підбору ключових слів від компанії Google. Таким чином можна повністю проконтролювати процес із усвідомленням виконуваних дій.

Підготовка текстів сайту (копірайтінг) – полягає в підготовці текстів, привабливих для відвідувачів сайту і одночасно оптимізованих під пошукові системи. Існує кілька видів копірайтингу: простий та складний, при цьому їх часто називають рерайтінгом. Простий рерайтінг полягає в переробці однієї статті в іншу, в якій описується все те ж саме, але іншими словами. На виході формується «унікальний контент», що не порушує авторські права джерела. При цьому, складний рерайтінг здійснюється аналогічно, але на вході існує множина джерел. В результаті даного процесу створюється оптимізований текст щодо запитів пошукових систем.

Під оптимізацією коду сайту розуміють технічний процес щодо зменшення розміру коду, який передається користувачам і пошуковим системам при завантаженні. Оптимізація коду володіє значними перевагами, зокрема: зменшення розміру сторінок сайту і прискорення їх завантаження; зниження навантаження на сервер хостингу, що позитивно позначається на його стабільності (особливо актуально для проектів з високим рівнем відвідуваності) [3].

Розміщення посилань належить до «зовнішніх чинників» оптимізації та без їх врахування

неможливе успішне просування сайту в конкурентних тематиках. Причому, ці роботи повинні проводитися постійно і полягають у створенні зовнішнього «посилального оточення» [2] та відображення необхідного тексту навколо посилань, тобто тексту, що відповідає тематиці товарів. Моніторинг і аналіз результатів полягає в постійному контролі позицій інтернет ресурсу в результатах пошуку по всіх відібраних запитах і аналіз змін, що відбуваються. Дана процедура дозволяє оперативно реагувати на зміни в алгоритмах ранжування пошукових машин, проводити оцінку і своєчасно вносити необхідні корективи.

З огляду на зазначені етапи проведення аналізу та просування інтернет ресурсу була розроблена структурна схема системи популяризації інтернет ресурсів (рис.1).

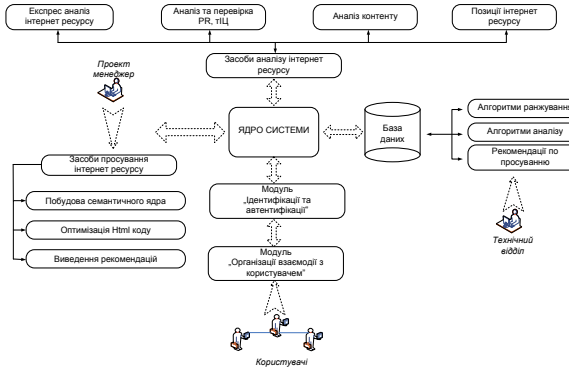


Рис. 1. Структурна схема системи популяризації інтернет ресурсів

Основними модулями системи є: засоби аналізу та просування інтернет ресурсу, ядро, модуль організації взаємодії з користувачем та модуль ідентифікації та автентифікації. Система надає два рівні доступу: на рівні менеджера (адміністратора) та користувача. Менеджер володіє повними правами, а права користувача обмежуються аналізом інтернет ресурсу та виведенням рекомендацій по його популяризації. Ядро системи – основний модуль системи, в якому відбувається опрацювання всіх операцій та роботи з її базою даних. Модуль організації взаємодії з користувачем призначений для забезпечення особливостей роботи в залежності від прав користувача. Засоби аналізу інтернет ресурсу містять команди, що реалізують: експрес аналіз, аналіз та перевірку PR та тЦ, аналіз контенту та визначають позицію ресурсу в пошукових системах. Засоби просування реалізують: побудову семантичного ядра, оптимізацію HTML коду та виведення рекомендацій щодо просування ресурсу.

Висновки. В даній статті описано особливості проектування інформаційно-організаційного забезпечення процесу популяризації інтернет ресурсів. Описані підходи дали змогу спроектувати структурну схему системи, що надає методологічне підгрунття для її проектування з використанням сучасних засобів розробки. Зазначений підхід дозволить: застосовувати нові адаптивні алгоритми просування ресурсів; спростити процес формування «семантичного ядра»; підвищити інформативність та конкурентоздатність послуг, які існують на ринку Seo-оптимізації.

.

Література. **1.** Ашманов І.С. Просування сайту в пошукових системах / І.С.Ашманов, А.А.Іванов – К.:Собор, 2010. – 340с. **2.** Басюк Т.М. Принципи побудови системи аналізу та просування інтернет ресурсів /Т.М.Басюк// Комп'ютерні науки та інформ. техн. – Львів: Нац. ун-т "Львівська політехніка". – 2012.– № 784. – С.43-48. **3.** Grappone J. Search Engine Optimization (SEO): An Hour a Day. / J. Grappone – United States: Wiley Publishing, Inc., 2013. – 435p.

Бєлоус Д.І. *— рецензент Кучернюк П.В.*
Національний технічний університет України "КПІ", ФЕЛ, Київ, Україна

Забезпечення інформаційної безпеки в хмарних сховищах даних

Одним з головних питань хмарних сховищ даних є забезпечення цілісності та конфіденційності даних [1]. Найчастіше в існуючих рішеннях можна виділити наступні проблеми:

- відсутність шифрування даних користувача взагалі;
- виконання шифрування даних користувача на стороні сервера, а отже власник хмари має усі ключі і за потреби надасть їх третій стороні;
- відсутність захисту цілісності даних.

Такі недоліки хмарних сховищ даних однозначно не підходять для підприємств і державних організацій, де вимоги до інформаційної безпеки, цілісності та конфіденційності є критичними.

Метою роботи є створення ефективного захищеного рішення, яке працює на стороні клієнта і забезпечує конфіденційність й цілісність даних користувача в хмарному сховищі. При переносі усіх операцій захисту інформації зі сторони сервера на сторону клієнта, користувач більше не зобов'язаний довіряти відповідальність за захист його даних хмарному сервісу. В основу рішення було покладено використання метода криптографічного контролю доступу[2] та систему розподіленого файлового сховища Infinispan.

Infinispan є розподіленим сховищем даним, яке при запуску декількох екземплярів на різних серверах може об'єднуватись в одну систему створюючи peer-to-peer мережу, з якою можна працювати як з єдиним сховищем даних.

Криптографічний контроль доступу передбачає наступні стадії роботи з даними.

1. Шифрування даних на стороні клієнта за допомогою симетричного алгоритму шифрування для забезпечення конфіденційності даних.
2. Створення підпису до зашифрованого файлу на стороні клієнта за допомогою асиметричного алгоритму шифрування використовуючи приватний ключ для забезпечення цілісності даних.
3. Завантаження даних разом з підписом на сервер хмарного сховища.
4. Верифікація цілісності даних на сервері хмарного сховища за допомогою публічного ключа. Якщо верифікація проходить успішно, то дані записуються, в іншому разі робиться висновок, що дані підроблені або викривлені і просто відхиляються.
5. Перевірка підпису при завантаженні даних з серверу користувачем за допомогою публічного ключа або погодження зрезультатами верифікації, що проходила на сервері. Для використання завантажених з серверу даних користувач повинен розшифрувати їх за допомогої симетричного алгоритму та ключа використаного в п.1.

Запропоноване рішення забезпечує конфіденційність та цілісність даних. Криптографічний контроль доступу також запезпечує контроль прав доступу. Користувачі можуть бути поділені на дві категорії:

- які мають публічний та симетричний ключі,
- які мають публічний, приватний та симетричний ключі.

Користувачі першої категорії мають права на читання даних, верифікацію підпису та розшифровування даних. Користувачі другої категорії мають права на розшифровування даних, їх модифікування, шифрування, створення підпису та завантаження в хмарне сховище.

В роботі проаналізовано отримане рішення та проведено оцінку його ефективності, швидкодії та захищеності. Отримане рішення може бути використано для створення хмарного сховища, для клієнтів якого конфіденційність та цілісність даних є критичним фактором.

Література. **1.** 1. M. Dam, K. ChenOn, the Security of Cloud Storage Services. Retrieved December 25, 2013, from http://martindam.dk/wp-content/uploads/cloudstorage.pdf **2.** Harrington, A., |& Jensen, C. (2003, June). Cryptographic access control in a distributed file system. In Proceedings of the eighth ACM symposium on Access control models and technologies (pp. 158-165). ACM.

***Бомба А.Я.*[1], *Шпортько О.В.*[1], *Шпортько Л.В.*[2]**
[1]*Рівненський державний гуманітарний університет, Рівне, Україна;* [2]*Рівненський коледж економіки та бізнесу, Рівне, Україна*

Застосування модифікованого алгоритму LZ77 в процесі прогресуючого ієрархічного стиснення зображень без втрат

Обгрунтована доцільність прогресуючого ієрархічного стиснення зображень без втрат. Наведені механізми застосування стандартного і модифікованого алгоритму словникового розкладу LZ77 в процесі виконання такого стиснення. Подано результати застосування запропонованих підходів для стиснення зображень набору ACT.

На сьогодні опрацювання яскравостей пікселів зображень у популярних графічних форматах, які виконують стиснення без втрат, найчастіше здійснюється послідовно по рядках зверху вниз, а у кожному рядку – поспіль зліва направо [1]. Як наслідок, вивести стиснуте зображення у цих форматах можливо лише після декодування всіх пікселів, тобто час декомпресії при такому способі обходу не залежить від розмірів області та роздільної здатності пристрою виводу і може тривати декілька секунд.

В той же час, для прискорення виводу великих зображень у форматах компресії з втратами все частіше застосовують прогресуюче (поступальне) ієрархічне опрацювання пікселів [2]. В процесі застосування цього способу обходу піксели зображення обробляють пошарово, збільшуючи щоразу роздільну здатність, причому в процесі послідовного опрацювання даних чергового шару використовують оброблені дані цього ж шару та попередніх шарів. Зупинити таке декодування можливо вже після декомпресії шару з кількістю пікселів, не меншою від розмірів області виводу по кожній з осей, не очікуючи відтворення всіх пікселів зображення. Отже, розробка ефективних способів кодування зображень без втрат з використанням принципів прогресуючого ієрархічного опрацювання, є на сьогодні актуальним завданням.

Як відомо, стиснення даних, у тому числі і зображень, можливе насамперед за рахунок зменшення надлишковостей. Єдиним універсальним етапом в процесі стиснення зображень без втрат є контекстно-незалежне кодування, яке усуває надлишковості між переважаючими значеннями яскравостей компонентів [3]. Найчастіше для такого кодування застосовують арифметичне стиснення. Для підвищення ефективності застосування контекстно-незалежного алгоритму яскравості пікселів перед кодуванням перетворюють за допомогою предикторів [1,4], зберігаючи їх відхилення від прогнозованих значень.

З іншого боку, для зменшення надлишковості між однаковими фрагментами більшість сучасних архіваторів та споріднених програм найчастіше використовують контекстно-залежний алгоритм словникового стиснення LZ77 [5]. Цей алгоритм базується на заміні у вихідному потоці послідовності чергових елементів посиланням на аналогічну послідовність попередніх елементів у вигляді пари чисел <*довжина*; *зміщення до такої ж послідовності*>. У випадку відсутності аналогічної послідовності елементи передаються у вихідний потік без змін.

Зрозуміло, що чим довші однакові послідовності вдається віднайти, тим ефективнішим буде застосування алгоритму LZ77. Але довгі однакові послідовності яскравостей компонентів зустрічаються, як правило, в дискретно-тонових зображеннях. Фотореалістичні ж зображення найчастіше містять короткі однакові послідовності яскравостей компонентів, тому алгоритм LZ77 для них незначно зменшує коефіцієнт стиснення (відношення розмірів стиснутого до нестиснутого файла зображення, виражене у bpb, надалі КС). Крім цього, піксели з однакових послідовностей в процесі ієрархічного опрацювання можуть обходитися на різних шарах, що зменшує їх довжини. Застосування предикторів також зменшує довжини однакових послідовностей, оскільки значення прогнозів для однакових пікселів базуються на яскравостях суміжних пікселів і можуть відрізнятися між собою. Ось чому застосування ієрархічного обходу та відповідних предикторів [4] зменшує ефективність застосування алгоритму LZ77.

Ми ж пропонуємо в процесі ієрархічного обходу застосовувати модифікований алгоритм LZ77, виконуючи пошук однакових послідовностей серед яскравостей компонентів без застосування предикторів та кодуючи яскравості компонентів окремих пікселів, перетворених за

допомогою предикторів, якщо для них співпадіння віднайти не вдалося. Такий підхід усуває вплив предикторів на довжину однакових послідовностей для алгоритму LZ77 і зменшує ентропію [3] перед виконанням контекстно-незалежного алгоритму.

Проаналізуємо результати застосування різних варіантів алгоритму LZ77 в процесі прогресуючого стиснення 24-бітних зображень стандартного набору файлів ACT, які можна завантажити зі сторінки http://compression.ca/act/act-files.html. Даний набір містить як дискретно-тонові (№№ 1, 2, 7), так і фотореалістичні (всі інші) зображення. КС цих зображень наведено в табл. 1, час компресії – у табл. 2, а декомпресії – в табл. 3. Тестування проводили за допомогою модифікованої програми з CD [1], обмеживши зміщення цілими пікселами, а не їх окремими компонентами.

Табл. 1. Коефіцієнти стиснення файлів зображень набору ACT після застосування різних варіантів алгоритму LZ77 в процесі прогресуючої компресії, bpb

Модифікація \ № файла	1	2	3	4	5	6	7	8	**Середній КС**
Стандартний алгоритм LZ77	2,17	1,19	4,75	4,03	4,22	5,21	1,20	4,44	**3,40**
Модифікований алгоритм LZ77	2,01	1,02	4,74	3,99	4,21	5,27	1,01	4,43	**3,34**

Табл. 2. Час компресії файлів зображень набору ACT при застосуванні різних варіантів алгоритму LZ77 в процесі прогресуючого стиснення на комп'ютері з частотою 300 МГц, с

Модифікація \ № файла	1	2	3	4	5	6	7	8	**Середній час**
Стандартний алг. LZ77	18,84	27,29	7,52	15,16	8,84	10,98	11,26	13,30	**14,15**
Модифікований алг. LZ77	17,24	26,75	6,48	9,89	6,54	10,16	11,26	9,89	**12,28**

Табл. 3. Час декомпресії файлів зображень набору ACT після застосування різних варіантів алгоритму LZ77 під час прогресуючого стиснення на комп'ютері з частотою 300 МГц, с

Модифікація \ № файла	1	2	3	4	5	6	7	8	**Середній час**
Стандартний алгоритм LZ77	6,20	9,39	2,47	3,46	2,36	3,84	3,95	3,52	**4,40**
Модифікований алгоритм LZ77	6,04	5,77	2,59	3,51	2,47	3,63	2,85	3,63	**3,81**

Як свідчать дані цих таблиць, застосування модифікованого таким чином алгоритму LZ77 зменшило КС у середньому на 0,06 bpb та прискорило компресію і декомпресію на 13 % стосовно класичного варіанту цього алгоритму.

Отже, виконувати розклад алгоритму LZ77 в процесі прогресуючого стиснення зображень без втрат доцільно по значеннях яскравостей компонентів без застосування предикторів, а окремі елементи кодувати після їх використання, оскільки це зменшує КС та суттєво прискорює кодування і декодування.

Література. **1.** Миано Дж. Форматы и алгоритмы сжатия изображений в действии: учеб. пособ. / Дж. Миано. – М. : Триумф, 2003. – 336 с. – (Практика программирования). **2.** Сэломон Д. Сжатие данных, изображений и звука / Д. Сэломон. – М.: Техносфера, 2006. – С. 176. – (Серія: Мир программирования: цифровая обработка сигналов). **3.** Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео / Д. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. - С. 17-271. **4.** Шпортько О. В. Використання предикторів в процесі прогресуючого ієрархічного контекстно-незалежного стиснення зображень без втрат / О. В. Шпортько // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2013. – № 771. – С. 354-364. – (Серія: Комп'ютерні науки та інформаційні технології). **5.** Ziv J. A universal algorithm for sequential data compression / J. Ziv, A. Lempel // IEEE Transactions on Information Theory. – May 1977. – Vol. 23(3). – P. 337-343.

***Бояринова Ю.Е.*[1,2] *Городько Н.А.*[2]**
[1] *Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина;* [2] *Институт проблем регистрации информации НАН Украины, Киев, Украина*

Гиперкомплесный подход к определению показателей качества телекоммуникационных услуг

Важнейшей задачей телекоммуникационных компаний является создание эффективной системы, которая технически обслуживает, контролирует и обеспечивает качество предлагаемых услуг.

Телекоммуникационные услуги обладают потребительскими свойствами, которые характеризуются показателями качества услуги. С учетом сложившейся практики под термином "качество телекоммуникационных услуг"следует понимать совокупность потребительских свойств и показателей услуги, которые определяют способность удовлетворить установленные или прогнозируемые потребности потребителя телекоммуникационных услуг.

Значительное влияние на потребительские свойства и технических показателей качества услуги оказывают показатели качества работы сети. Они определяются количественными характеристиками, техническими показателями, полученными в результате испытаний и измерений параметров телекоммуникационной сети, каналов электросвязи, технических средств телекоммуникаций [1, 2].

В докладе анализируются различные подходы к оценке процесса сопоставления значений качественных или количественных характеристик показателей качества телекоммуникационных услуг значениям соответствующих систем представления исходных данных.

На основании этого анализа в качестве системы представления данных предложено исспользовать непозиционную систему представления данных с помощью гиперкомплексных числовых систем (ГЧС) [3]. Определив систему базисов $e_i \in E$, показатели и связи между ними, можно описать числами вида

$$X = \sum_{i=1}^{n} x_i e_i$$

и законом взаимодействия базисных элементов

$$e_i e_j = \sum_{k=1}^{n} \gamma_{ij} e_k.$$

Таким образом, целенаправленным решением задачи определения показателей качества, которое обеспечит выполнение установленных норм, будет оптимальное значение системы уравнений описывающих критерии оценки результата $F_i \in F$:

$$\underset{X}{\text{extr}}\, f_i(X) = F_i, f_i \in F, i = \overline{1, m},$$

где: $f_i(X)$ - целевая функция от гиперкомплексного переменного; F_i - значение i-го критерия (целевой функции); m - число допустимых критериев оценки.

Функционирование телекоммуникационных систем протекает в условиях неблагоприятных воздействий, что иногда приводит к нарушению штатных режимов функционирования отдельных элементов и системы в целом. Поэтому, в данном случае, переход к гиперкомплексному представлению данных обеспечивает их живучесть и надежность, что обусловлено структурой и свойствами гиперкомплексных числовых систем.

Литература. **1.** ДСТУ ISO 9001:2009, normativ.ucoz.org/load/dstu_iso_9001_2009/3-1-0-433. **2.** ETSI EG 202 057-4, www.etsi.org/deliver/etsi_eg/202000_202099/20205704/01.01.01_60/eg_20205704v010101p.pdf. **3.** М.В.Синьков, Ю.Е.Бояринова, Я.А.Калиновский. Конечномерные гиперкомплексные числовые системы. Основы теории. Применения. – К.: ИПРИ НАН Украины, 2010. – 389 с.

Бриль А.С. *— рецензент Селин А.Н.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Построитель SQL запросов

Целью проекта является создание легковесных программных модулей [1], позволяющих разделить коды программы и запросов к базе данных [2], с помощью распространенных стандартных функций языков программирования. В том числе создание типизированного построителя запросов, поддерживающего основные инструкции стандарта ANSI SQL [3].

Актуальность данного проекта обусловлена необходимостью подобных модулей для сопровождения крупных корпоративных систем, разработанных на устаревших платформах, поддерживающих ограниченный функционал.

Основная идея разделения кода, является вынесения запросов к базе данных в отдельный файл с XML структурой. XML был выбран, поскольку имеет ряд существенных преимуществ: его поддержка встроена во множество платформ, удобный для создания и обработки документов программами и одновременно удобный для чтения и создания документов человеком. Следующим расширением является использование символов подстановки и стандартной функции форматирования данных, для создания возможности добавлять в запросы параметры. Параметры определяются во время выполнения программы.

Хотя запросы хранятся в файле, на скорость работы это не влияет, поскольку предусмотрен механизм кеширования данных. Для этого производится синтаксический разбор файла, и полученная структура сохраняется в оперативной памяти. В следующий раз при обращении к нему, проверяется, не происходили ли изменения. Если нет - то мы работаем уже с подготовленными данными, если да - делаем кеширование повторно. Даже если запросов достаточно много, это не влияет на производительность, потому что поиск по XML хорошо оптимизирован.

Выбранные поддерживаемые инструкции стандарта ANSI SQL, позволяют реализовать построитель с помощью самых распространённых типов данных и системных функций. В архитектуре построителя у большинства функций возвращаемым значением является сам построитель, что позволяет запросы писать единой программной конструкцией. Дополнительным преимуществом является разработанная возможность загрузки данных из XML, что упрощает работу с веб методами [4].

Преимущества, получаемые использованием данной системы, являются: разделение кодов программы и запросов к базе данных; возможность локализации синтаксиса в зависимости от используемой СУБД; быстрая адаптация запросов при переходе от одного диалекта SQL к другому; возможность реализации на устаревших программных платформах с ограниченной функциональностью; просмотр кода сформированного SQL запроса, для идентификации возникновений ошибок; проект написан по всем правилам совершенного кода [5], с применением методов рефакторинга [6].

Данный проект внедрен и работает в системе приема и обработки платежей в государственном учреждении «Укрпочта».

Литература. **1.** Троелсен, Эндрю. Язык программирования C# 2010 и платформа .NET 4.0, 5-е изд.: Пер. с англ. — М : ООО «И.Д. Вильямс», 2011. — 1392 с. : ил. — Парал. тит. англ. ISBN 978—5—8459—1682—2 **2.** Виейра, Роберт. Программирование баз данных для профессионалов.: Пер.с англ. — М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2008 — 1072 с. : ил. — Парал. тит. англ. ISBN 978—5—8459—1329—6. **3.** Кляйн К., Кляйн Д., Хант Б. SQL. Справочник, 3-е издание. — Пер. с англ. — СПб: Символ-Плюс, 2010. — 656 с., ил. ISBN 978—5—93286—165—3 **4.** Мак-Дональд, Мэтью, Фримен, Адам, Шпушта, Марио. Microsoft ASP.NET 4 с примерами на C# 2010 для профессионалов, 4-е изд. : Пер. с англ. — М. : ООО «И.Д. Вильямс», 2011. — 1424 с. : ил. — Парал. тит. англ. ISBN 978-5-8459-1702-7 **5.** Макконнелл С. Совершенный код. Мастер-класс / Пер. с англ. — М. : Издательско-торговый дом «Русская Редакция» ; СПб.: Питер, 2005. — 896 стр.: ил. ISBN 5-7502-0064-7 **6.** Фаулер М. Рефакторинг: улучшение существующего кода. — Пер. с англ. — СПб: Символ-Плюс, 2003. — 432 с, ил. ISBN 5—93286—045—6

Бритов О.А., Макеєнок О.М.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Реалізація фільтрів експоненціального середнього

Операція обчислення середнього на часовому інтервалі значення сигналів та часових рядів є однією з найпоширеніших. У випадку обробки сигналів в реальному масштабі часу вона найчастіше реалізується у вигляді осереднюючих фільтрів. Можливі два види реалізації осереднюючих фільтрів: у вигляді ЦФ зі скінченою імпульсною характеристикою та з нескінченою імпульсною характеристикою. В статистиці перші звичайно називають фільтрами рухомого середнього, а другі – фільтрами експоненціального середнього. Порівняння таких фільтрів та пропонований критерій їх еквівалентності наведені в [1]. Різницеві рівняння таких фільтрів мають вигляд:

$$\bar{s}(n) = \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N-1} s(n-i)$$

$$\bar{s}(n) = as(n) + b\bar{s}(n-1), \bar{s}(n-1) = 0$$

Вибір того чи іншого фільтру залежить від конкретних вимог до реалізації. Як видно з наведених рівнянь, перевагою фільтру експоненціального середнього є те, що для його реалізації необхідна лише одна комірка пам'яті незалежно від довжини інтервалу осереднення. В той же час фільтр рухомого середнього потребує N комірок пам'яті, і ця кількість лінійно зростає з розширенням інтервалу осереднення. Тому для реалізації фільтра рухомого середнього доводиться використовувати блокову пам'ять, швидкодія якої, як правило, у кілька разів менша, ніж швидкодія регістрової пам'яті, яка може бути використана для побудови фільтру експоненціального середнього, а це зменшує частоту дискретизації даних, яка може бути реалізована. Можливість використання регістрів для реалізації осереднення може бути важливою перевагою при апаратній реалізації фільтрів експоненціального середнього. З іншого боку, необхідність виконання двох операцій множення може стати перешкодою для їх використання, тому що при одному і тому ж рівні технології виконання операції множення потребує набагато більше часу і апаратних ресурсів, ніж виконання додавання/віднімання, а це також обмежує значення частоти дискретизації. Позбавитися операцій множення при реалізації фільтрів експоненціального середнього можна, якщо представити коефіцієнт a цілим ступенем двійки. З урахуванням нормалізації виходу фільтру коефіцієнти дорівнюють:

$$a = 2^{-d}, b = (1 - 2^{-d})$$

В цьому випадку фільтр реалізується за схемою, наведеною на Рис.1. На схемі присутні два помножувачі на коефіцієнт, який є цілим від'ємним ступенем двійки (2^{-d}). Реально таке множення виконується зсувом на d розрядів праворуч, який при апаратній реалізації виконується просто відповідним з'єднанням розрядів вхідної величини з входами суматорів См. Важливою перевагою такої схеми є те, що вона складається лише з таких пристроїв, які присутні в будь-якій, навіть найдешевшій ВІС FPGA, PLD або ASIC, або реалізуються командами в системі команд будь-якого мікропроцесора. Це дозволяє використовувати такий метод осереднення в широкому діапазоні задач обробки сигналів і даних в реальному часі, в тому числі в пристроях с батарейним живленням.

Для практичної реалізації таких фільтрів важливо проаналізувати такі їх параметри, як еквівалентна довжина інтервалу осереднення, ширина смуги пропускання, границя смуги затримання (непропускання), максимальне подавлення перешкод. Всі ці параметри розраховані для значень параметра d від 1 до 16 і наведені в Таблиці 1. Важливим параметром є також розрядність суматорів та регістра. Легко показати, що для фільтрів, які описані вище, вона дорівнює сумі розрядності вхідних даних та параметра d.

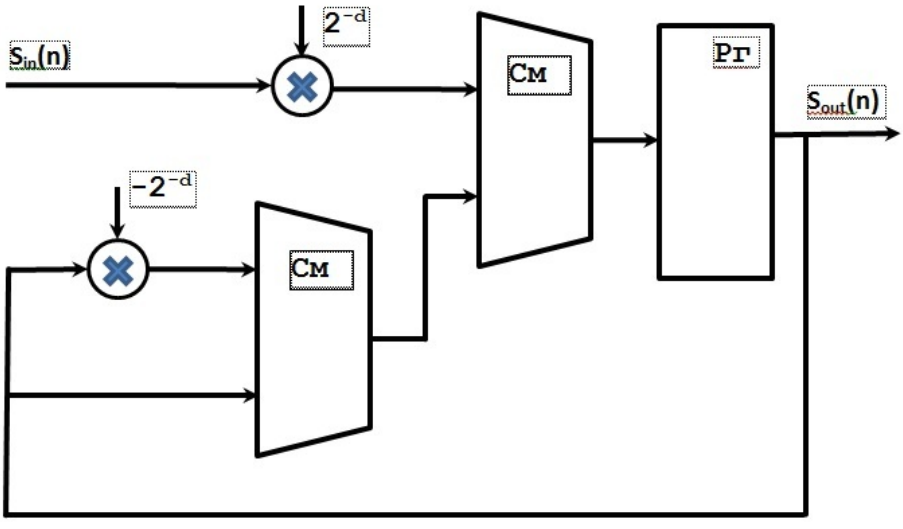


Рис. 1. Схема реалізації фільтра експоненціального середнього

Табл. 1. Параметри АЧХ фільтрів експоненціального середнього

d	Еквівалетна довжина інтервалу осереднення (відліків)	Коефіцієнт зменшення дисперсії	Відносна гранична частота смуги пропускання на рівні -3 дБ	Відносна гранична частота смуги затримання на рівні -30 дБ	Максимальне подавлення в смузі затримання, дБ
1	3	0.333	0.11474	-	-9.5
2	7	0.142857	0.04599	-	-16.9
3	15	0.0666667	0.02123	-	-23.5
4	31	0.0322581	0.01025	-	-29.8
5	63	0.015873	0.00504	0.16731	-36.0
6	127	0.00787402	0.0025	0.08006	-42.1
7	255	0.00392157	0.00124	0.03955	-48.1
8	511	0.00195695	0.00062	0.0197	-54.2
9	1023	0.000977517	0.00031	0.00983	-60.2
10	2047	0.00048852	0.00015	0.00491	-66.2
11	4095	0.0002442	7.7e-05	0.00245	-72.2
12	8191	1.22085e-4	3.8e-05	0.00122	-78.3
13	16383	6.10389e-5	1.9e-05	0.000614	-84.3
14	32767	3.05185e-05	9.0e-6	0.000307	-90.3
15	65535	1.5259e-05	4.0e-6	0.000153	-93.3
16	131071	7.62945e-06	2.0e-6	7.6e-5	-102.4

Література. 1. Бритов О.А, Макеєнок О.М. Порівняння осереднюючих фільтрів. Системний аналіз та інформаційні технології:матеріали 15-ї Міжнародної науково-технічної конференції SAIT2013, Київ, 27-31 травня 2013/ННК "ІПСА"НТУУ "КПІ".-К:ННК "ІПСА"НТУУ "КПІ 2013.-516 с.-Текст:укр.,рос.,англ. С. 400-401.

Васенко А.В., Чертов О.Р.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Приховування неявних груп в соціальних мережах за допомогою додавання фіктивних лідерів та зв'язків

Роботи, що стосуються боротьби з терористичними угрупуваннями та пошуком прихованих груп у соціальних мережах, стають достатньо поширеними зараз. Водночас, обернена задача - приховування груп - розроблена явно недостатньо. Проте, вирішення даної задачі може забезпечити конфіденційність осіб і груп осіб у соціальних мережах, та допомогти у протистоянні злочинному спостереженню.

Соціальні мережі можна візуально представити у вигляді графу з вершинами, так званими вузлами, і ребрами, які показують зв'язок між вузлами. Графи можуть бути орієнтовані або неорієнтовані. Неорієнтований граф показує міжособистісні відносини між суб'єктами в соціальній мережі, а орієнтовні графи можуть показати потік грошей, даних або ідей і бути представленими за допомогою асиметричної матриці, в якій $A_{ij} = 1$ вказує на напрямок зв'язку від j до i, який буде, загалом, незалежним від напрямку від i до j [1]. Зважені графи можуть бути орієнтованими або неорієнтованими і бути представленими матрицею суміжності, в якій ненульові значення вказують зв'язок різної сили.

Інформацію про графи та їх властивості варто використати для того, аби дати відповідь на запитання про мережі, такі як: хто є центральним членом мережі і хто є найбільш віддаленим? Які люди мають найбільший вплив на інших? Чи складається мережа з декількох менших груп? Якщо так, то яких? Які зв'язки є найбільш важливими для функціонування групи та мережі? Побудований граф дає візуальне представлення зв'язків між особами та організаціями у мережі. А оскільки зв'язки між людьми постійно змінюються, можуть бути проведені дослідження для оперативного пошуку конкретних зв'язків та груп, що представляють інтерес для експериментатора.

Для того аби краще зрозуміти топологію мереж, варто розглянути наступні поняття. Два шляхи, які з'єднують одну і ту ж пару вершин називаються незалежними, якщо вони не мають інших спільних вершин окрім початкового і кінцевого вузла. Кількість незалежних шляхів між вершинами i і j в графі дорівнює мінімальному числу вершин, що повинні бути видалені з графу для від'єднання i і j один від одного. Таким чином, це число в деякому розумінні можна назвати мірою надійності (стійкості) мережі до видалення вузлів. [2] Вершина може бути названа мостом, якщо через неї проходить багато найкоротших шляхів (тобто вершина має високий «проміжний» ступінь). Концентратор - це вузол з високим ступенем прохідних шляхів. Інші властивості включають в себе структуру спорідненості, розподіл структурних властивостей, таких як ступінь вершини або геодезичних шляхів, тупики, лідери, мости, граничні або периферійні гравці, всі з яких можуть бути проаналізовані, щоб отримати більш повне уявлення про мережу.

Графи мають певні індивідуальні показники центральності, які дуже корисні для проведення топологічного аналізу. Міра центральності намагається відповісти на питання: "Хто є найважливішою або центральною людиною у цій мережі?". Проте, показники центральності часто дуже чутливі до найменших змін у вузлах і/або зв'язках. І звісно, звання "найважливішого"або "центрального"залежить від типу інформації, яку прагне вилучити дослідник. Наприклад, ступінь центральності є мірою кількості прямих зв'язків, які має вузол, і зазвичай є ефективною мірою впливу або важливості вузла, де ступінь k_i з вершини i є $k_i = \sum_{j=1}^{n} A_{ij}$ [1]

Такі властивості, як центральність мережі можуть забезпечити розуміння місця індивіда в мережі, а відносини між центрованими вузлами можуть показати структуру мережі. Наприклад, в дуже централізованій мережі переважає один або декілька центральних вузлів, при видаленні одного з яких, мережа швидко переформується в декілька незв'язаних між собою підмереж. Тобто відмова єдиного центрального вузла може спричинити злам всієї мережі.

Мережа, що сконцентрована навколо концентратора (одного вузла з хорошими зв'язками з високим ступенем і проміжною центральністю), може впасти миттєво, якщо цей концентратор відключений або видалений.

Також варто звернути увагу на таку властивість соціальних мереж, як проміжність вузлів. Ідея проміжності полягає в з'ясуванні, чи не займає вершина центральне місце в мережі зв'язку на найкоротшому шляху між парами інших точкок, тобто розглядається частка геодезичних шляхів між іншими вершинами, на якій знаходиться вершина i [3]. Дану властивість можна трактувати як міру впливу вузла над потоком інформації між іншими вузлами, особливо в тих випадках, коли інформаційний потік по мережі в першу чергу проходить по найкоротшому доступному шляху між двома парами точок.

Часто важливим є те, куди саме спрямовані зв'язки і як вони з'єднуються між собою, або навпаки - не пов'язані. Власний вектор центральності, показує, що не всі з'єднання рівні між собою і зв'язок вершини з людьми, які є впливовими, надаватиме цій вершині більшої ваги, ніж зв'язок з менш впливовими людьми, де центральне місце $x_i = 1/L \sum_{j=1}^{n} A_{ij} x_{ij}$, де L - стала [1]. Тобто вершина з малим набором більш впливових зв'язків може перевершити (переважити) вершину з великим набором посередніх або неважливих контактів. Отже, для того, аби приховати групу, необхідно створити «підробленого» лідера (або декількох) і перемістити фокус центральності зі справжньої групи на несправжню (за допомогою кількості зв'язків, що йдуть в несправжню мережу та з неї,і кількості інформації, яка через неї передається тощо).

Іншою властивістю, що впливає на топологію мережі, є центральна близькість, яка визначається шляхом розрахунку середньої геодезичної відстані від вершини до будь-якої іншої досяжної вершини. Близькість , таким чином є нижчою для вершин , які є більш центральними всередині мережі , в тому сенсі , що вони мають більш коротку відстань до інших вершин [4]. Одним з найбільш важливих факторів соціальних мереж є мережева досяжність. Дослідження показують , що більш короткі шляхи в мережі є більш важливими і ключові шляхи в мережах мають один-два кроки, в рідкісних випадках, три кроки. Проте варто зазначити, що при можливій відсутності певних ланок або коли існують короткі шляхи, що з'єднують віддалені ділянки мережі, приховання мережі може виявитися менш ефективним [5].

Тобто, додавання додаткових вузлів до шляху, що лежить між двома парами вузлів, дозволить «розвантажити» мережу від скупчення основних коротких шляхів між цією парою вузлів і змінить фокус центральності. По-друге, наявність співпадаючих "підроблених"посилань може призвести до того, що дана мережа, яка не має жодного правдивого каналу зв'язку, стане більш вагомою на «карті» мережі.

Отже, враховуючи зазначені вище властивості графів та соціальних мереж, можна приховати групу осіб за допомогою додавання підроблених вузлів та зв'язків між цими та оригінальними вузлами. Звісно, при створенні таких фіктивних членів угруповань, варто враховувати розміри та структуру груп/групи та мережі, довжину шляхів та кількість даних та вид інформації, яка передається через мережу.

Література. **1.** Newman, M.E.J. (2006). The mathematics of networks. Center for the Study of Complex Systems, University of Michigan. Retrieved from http://www-personal.umich.edu/ mejn/papers/palgra **2.** Girvan, M., & Newman, M.E.J. (2001). Community structure in social and biological networks. Santa Fe Institute, Santa Fe, NM, & Department of Physics, Ithaca, NY. **3.** Freeman, L.C. (1977). A set of measures of centrality based upon betweenness. Sociometry, 40(1), 35-41. **4.** Newman, M.E.J. (2003). A measure of betweenness centrality based on random walks. Department of Physics and Center for the Study of Complex Systems. Ann Arbor, MI. Retrieved from http://www-personal.umich.edu/ mejn/pubs.html **5.** Carpenter, T., & Karakostas, G., & Shallcross, D. (2002). Practical issues and algorithms for analyzing terrorist networks. Telcordia Technologies, Inc. Morristown, NJ.

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

***Величко В.Ю.*[1], *Сирота С.В.*[2], *Приходнюк В.В.*[2]**
[1]*Інститут кібернетики ім. В.М.Глушкова НАН України, Київ, Україна;* [2]*Національний технічний університет України "КПІ", ФПМ, Київ, Україна*

Інструментарій автоматизованого виділення відношень з текстів технічної тематики

Представлення текстів у придатній до машинної обробки формі залишається актуальним завданням для обробки текстової інформації. Особливістю даної задачі є те, що для ефективного її виконання необхідно мати формальний опис мови (або підмножини мови), до якої належать тексти, що аналізуються з метою переводу в машинно-зрозумілу форму. В даний момент у відкритому доступі є значна кількість інструментів для аналізу текстів, але всі вони вимагають побудови складної граматики, що значним чином обмежує можливості їх використання. Саме тому необхідним є створення інструментарію, який міг би функціонувати на основі максимально спрощеної граматики.

Даний інструментарій розробляється як додаток до лексичного аналізатора Texttermin [1]. Основною концепцією створення інструментарію є спрощення граматики за рахунок відкидання недостатньо важливих слів і частин речення. Інструментарій виділяє відношення тільки між важливими словами (термінами).

Вхідні і вихідні дані виділення відношень. В результаті роботи лексичного аналізатора отримується лексична згортка $L = x_i$. Кожна лексема являє собою п'ятірку $< o, e, r, n, s >$, де o, e – основа і закінчення слова, r,n – номер речення і номер лексеми в реченні, s - частина мови, до якої належить лексема. Вихідними даними інструментарію, що розробляється, є граф семантичних відношень $G_s =< X, D_s >$, де X – множина термінів, які міститься в даному тексті, D_s – множина відношень, що виділились з тексту.

Методика виділення відношень. Визначення наявності семантичних відношень у поточному ланцюжку $L_X = \{x_k\}$ виконується за допомогою накладання шаблону. Шаблон може представляти одне або кілька семантичних відношень. Головною сферою застосування інструментарію є автоматизація відображення текстового документа в онтологічне представлення, тому виділяються насамперед наступні типи відношень: «клас-підклас», «клас-елемент», «частина-ціле», «вище-нижче», «об'єкт-властивість», «об'єкт-функція». Шаблон являє собою послідовність предикатів $S =< \{P_i(x)\}, \{K_{ij}(x, y)\} >$. Знаходження підланцюжка $L^*_X = \{x_{k^*}\}$, такого, що для будь-якого і виконується умова $P_i(x_i)$, а для будь-яких i, j виконується умова $K_{ij}(x_i, y_j)$, означає успішне накладання шаблону. Кожному шаблону ставиться у відповідність маска зв'язків, яка вказує, між якими елементами підланцюжка L^*_X існують відношення.

Шаблон може складатись з предикатів трьох видів: предикатів для виявлення ключових символів, неключових символів і зв'язків. Предикат для виявлення ключових символів являє собою перелік цих ключових слів. Предикат істинний, якщо вхідний символ входить в перелік. Предикат для виявлення неключових слів являє собою певну умову. Основним типом умови є відповідність семантичного класу вхідного символу до певного семантичного класу. Предикат для виявлення зв'язків є двохмісним. Він визначає наявність зв'язку між двома елементами лексичної згортки. Основною умовою наявності зв'язку є узгодженість елементів за відмінком.

Висновки. Створений інструментарій для виділення відношень з текстів реалізований як єдиний програмний модуль, написаний на мові C++ з використанням компілятора GCC і середовища Cygwin. Інструментарій достатньо ефективно виділяє відношення в рамках заданої бази правил. Основним напрямком розвитку інструментарію є збільшення бази правил і розширення синтаксису граматики.

Література. 1. Величко В.Ю. Автоматизированное создание тезауруса терминов предметной области для локальных поисковых систем. / В. Величко, П. Волошин, С. Свитла. // International Book Series "INFORMATION SCIENCE & COMPUTING" — FOI ITHEA Sofia, Bulgaria. — 2009. — № 15.

Вельбицкий И.В.
Фонд Глушкова, Киев, Украина

Графическое программирование только одной схемой (дугой) без операторов типа goto, if, for, ... без меток и скобок типа begin-end, {-}, или 5.6, 55.2, 15.4 преимуществ

Для всех существующих языков программирования предлагаются два способа записи любой программы в единственной для всех графической оболочке нового поколения [1–5], рис. 1, 2.

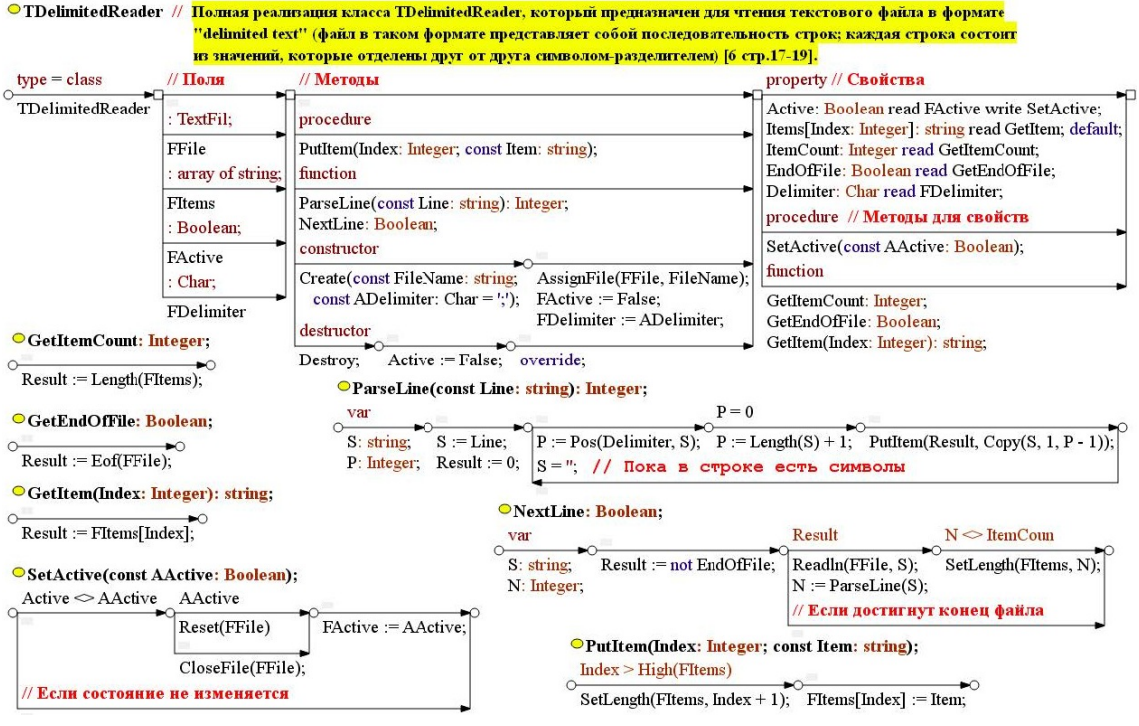


Рис. 1. Графическая программа *компактнее в 5.6 раз* и несравненно *нагляднее*, чем запись ее традиционным способом [6, стр.17-19]

В графическом программировании с помощью только одной схемы (дуги) впервые можно изобразить структуру (идею, архитектуру) программного проекта, без деталей реализации, как бы с «высоты птичьего полета» на весь проект, рис. 2. Это облегчает разработку, обсуждение, защиту, демонстрацию и обслуживание проекта. Переход от первой записи ко второй и обратно осуществляется одной функциональной клавишей.

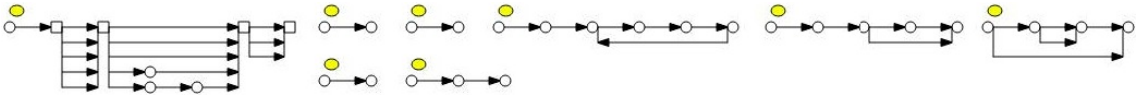


Рис. 2. Структура той же программы без деталей реализации *компактнее в 55.2 раза*

Такая запись программы, кроме перечисленных достоинств, впервые позволяет начать разработку «от идеи, архитектуры, эскиза» проекта, постепенно наращивая и развивая такую основу (скелет) деталями и возможностями реализации. Работа может проводиться в любой концепции (ООП, КОП и т.д.) и любом языке, из которого используются только простейшие, линейные установившиеся в классической математике объекты и понятия типа функций, процедур, выражений, формул, структур данных и т.д. Ввод такой программы в машину осуществляется *быстрее в 15.4 раза*. Для ввода программы рис. 2, например, требуется всего

37 (число горизонтальных дуг) нажатий кнопок мыши.

Графическая оболочка нового поколения состоит из схем. Каждая схема имеет имя, которое записывается около ее желтого эллипса, рис. 1. Элементарная схема (называется Р-схемой), из которой строится любая схема (программа) на любом языке, состоит из одной горизонтальной дуги между двумя вершинами, рис. 3, 1–2. Дуга имеет любое направление (вправо, влево, без направления). На дуге сверху пишется условие прохождения по дуге, а снизу выполняемые при этом действия. Из одной вершины могут выходить любое число дуг влево и/или вправо, рис. 4, 1–2. Любая схема строится из элементарных Р-схем и используется на всем жизненном цикле программы и программиста.



Рис. 3. Элементарная схема (одна дуга) вправо, влево и без стрелки, для записи любой программы в любом языке программирования

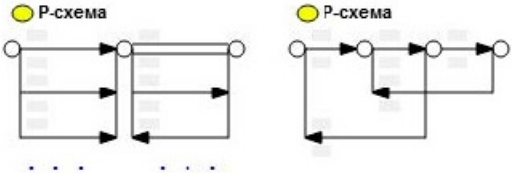


Рис. 4. Примеры записи условий без ограничений, циклов типа «ромашка» и «олимпийские кольца», которых нет в традиционных языках программирования

Таким образом, главное зло в существующем программировании - это символьные операторы типа *goto*, *if*, *case*, *for*. Для сегодняшнего дня они слишком 1) ориентированы на компьютер (на задание команд ему) чем на человека (на обеспечение удобства и качества процесса его мышления при реализации своей конкретной задачи); 2) они примитивны по своим возможностям, 3) имеют сложный синтаксис, 4) используют массу лишних знаков-паразитов типа *«;»*, метки, ключевые слова *then*, *else*, *do*, *continue*,... скобки типа *begin-end*, *{-}*, 5) не позволяют документировать мысли, мотивацию действий программиста при разработке своей программы для чего стало необходимо использовать при разработке второй, дополнительный язык диаграмм UML и наконец, 6) требуют переформулировки под себя условия задачи, которую надо запрограммировать. Поэтому они усложняют и запутывают в общем-то простой процесс программирования, создают ситуацию, когда «за деревьями леса не видно», не видна идея алгоритма и программы. Этого всего нет в графическом программировании, которое ближе к классической математике, нагляднее, проще, мощнее и компактнее в 5-50 и более раз по сравнению с традиционной записью программ. Новая концепция программирования позволяет доказывать правильность программ [5], объединять программистов и делать их язык программирования со свободным синтаксисом, строить самообучающиеся системы, которые накапливают опыт своих программистов, обучать программированию с 5-7 лет и многое еще, что начинается словами «впервые» и «нет» в традиционном программировании. *Сейчас это только вершина айсберга преимуществ графического программирования только одной Р-схемой (одной специальной дугой).*

На сайте Фонда Глушкова www.glushkov.org приведена некоммерческая реализация системы для С++. Программисты-разработчики: Ходаковский Антон и Губов Александр.

Литература. **1.** В.М.Глушков, И.В.Вельбицкий, Технология программирования и проблемы ее автоматизации, УСИМ, Киев, №6, 1976, с.75-93. **2.** И.В.Вельбицкий, Технология программирования, Техника, Киев, Украина, 1984, 279с. **3.** INTERNATIONAL STANDART ISO/IEC 8631. Information technology-Program constructs and convention for their Representation – Second edition 1989.08.01 Geneve 20, Switzerland, p.7, 1989 **4.** McHenry William K. R-Technology: A Soviet Visual Programming, Journal of Visual Languages and Computing,vol.1,#2,p.199-212,1990 **5.** I.V. Velbitskiy, Graphical Programming and Program Correctness Proof. (plenary report), 9th IEEE COMPUTER SCIENCE & INFORMATION TECHNOLOGIES CONFERENCE, Armenia, Yerevan, 23-27 Sept.2013, IEEE Xplore, CSIT-2013. **6.** А.Н. Вальвачев и др. “Программирование на языке Delphi”, ИНТЕРНЕТ, Глава 3 ООП, 19с. 2005

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

***Вельбицкий И.В.*[1], *Тимошин Ю.А.*[2], *Гохкаленко С.Д.*[2]**
[1] *Фонд Глушкова, Киев, Украина;* [2] *Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина*

Реализация концепции графического программирования Р-Схемами на языке Java

. Предлагается новый подход для реализации концепции графического программирования средствами визуального программирования на основе Р-схем, которые могут представлять перспективное направление развития технологий разработки программного обеспечения. Концепция заключается в создании единого графического, понятного пользователю, инструмента для эффективного проектирования за счет объединения всех языков под такой интерфейс [1]. Это позволяет разработчику реально использовать преимущества каждого языка, работая в привычной графической среде, которая стандартизована для всех интегрированных сред разработки и не требует дополнительно предварительной настройки, просто и удобно устанавлемая как программный модуль.

Концепция Р-схем. Она включает три основных положения [2]:

1. Отказ от ипользования в программировании всех символьных операторов типа goto, if, case, for. Для сегодняшнего дня они слишком 1) ориентированы на компьютер (на задание команд ему) чем на человека (на обеспечение его процесса мышления при решении, программировании конкретной задачи), 2) примитивные по своим возможностям, 3) имеют сложный синтаксис, 4) используют массу не нужных знаков-паразитов типа «;», ключевые слова then, else, do, continue, скобки begin-end, - и наконец, главное 5) требуют переформулировки под себя условия задачи, которую надо запрограммировать. Поэтому они усложняют и запутывают в общем-то простой процесс программирования, создают ситуацию, когда «за деревьями леса не видно».
2. Этого всего нет в концепции Р-схемы, которая ближе к классической математике и использует из нее только нагруженные по дугам графы, а точнее только одну горизонтальную дугу между двумя вершинами, которая называется Р-схемой. Сверху такой дуги пишется условие прохождения по ней, а снизу выполняемые при этом действия. Сразу надо отметить, что Р-схема заменяет все известные символьные операторы (эквивалентна машине Тюринга), и превосходит их на порядок - не имеет перечисленных выше недостатков.
3. Для всех существующих языков программирования используется одна и единсвенная универсальная графическая оболочка нового поколения. которая состот из схем. Каждая схема имеет имя, которое записывается около ее желтого эллипса. Каждая схема строится из элементарных Р-схем и используется на всем жизненном цикле программы и программистов. Р-схемы и графические оболочки нагляднее, проще, мощнее и компактнее в 5-50 и более раз при записи традиционных программ. Они по новому решают многие существующие проблемы программирования, например, позволяют доказывать правильность программ, объединять программистов и делать их язык общения со свободным синтаксисом, строить системы, которые накапливают опыт своих программистов, обучать программированию с 5-7 лет и многое еще, что начинается словами «впервые» и «нет» в традиционном программировании. Сейчас это только вершина айсберга преимуществ Р-схем.

Преимущества языка Java при реализации кроссплатформенных приложений с графической оболочкой. Java имеет несколько преимуществ, по сравнению с другими языковыми конструкциями [3]:

- Приложения Java могут работать на любой виртуальной Java-машине (JVM) вне зависимости от компьютерной архитектуры (оборудования и операционной системы), что обеспечивает ее кроссплатформенность.

- Java проста, объектно ориентирована и знакома- язык Java максимально приближен к синтаксису C++. Это делает язык знакомым широкому кругу разработчиков.
- Java существенно облегчает создание надежного программного обеспечения.
- Независимость от архитектуры и переносимость.
- Поддерживается многопоточность задач.

Особенности использования P-схем в Java. Использование P-схем определяет следующие характеристики и свойства:

- Структуру класса Java и его представление в P-схемах. Обеспечивает отображение компонентов и особенностей языка Java.
- P-схема класса выглядит более просто, понятно и компактно, повышая читабельность кода.
- Среда в P-схемах позволяет повысить эффективность разработки Java кода, уменьшить время на вливание новых людей в проект благодаря своей простоте в понимании представления объектов проектирования.
- Алгоритмы преобразования кода в P-схемы очень просты для понимания и демонстрируются на примере циклов и условных переходов. Показаны примитивные циклические и условные алгоритмы и простота их реализации и представления P-схемами.
- Совместимость удобств Java и P-схем в графическом редакторе, реализуемом как программный модуль к уже существующим интегрированным средам разработки.
- P-схемы позволяют создание единого графического интерфейса для множества базовых языков.

О реализации предлагаемого подхода. Проект представлен единым программным модулем, который позволит удобно совмещать разработку кода с разработкой P-схем. В процессе создания модуля графической среды было использовано графическое представление ранее реализованное для редактора P-схем языка C++. Алгоритмы преобразования кода в P-схемы немного отличаются от разработанных для редактора C++, что обусловлено особенностями Java. На данный момент создана графическая библиотека для работы с графами P-схем , которая включает в себе особенности (графические и логические) нашей предметной области.

. В ближайшее время стоят задачи реализации разработанных алгоритмов генерации P-схем с кода и исследования проблем и алгоритмов обратной реализации.

. Авторами работы в ближайшем будущем планируется создать редакторы для наиболее популярных языков программирования в виде плагинов к существующим средам разработки. Также есть идея разработки универсального редактора P-схем который будет поддерживать множество языков, интерактивный веб-интерфейс редактора, для удобства доступа и успешного распространения данной концепции среди пользователей.

Выводы. P-схемы – перспективное направление развития технологий разработки программного обеспечения, которая состоит в создании единственного графического понятного пользователю инструмента для эффективной работы.

. Объединение всех языков под единственный графический интерфейс позволит разработчикам приложений использовать преимущества каждого языка, работая в привычной графической среде, которая стандартизована для всех интегрированных сред разработки, просто и удобно устанавлемая как программный модуль. Этот программный модуль позволяет также работать в обычном режиме, транслируя код в P-схемы.

Литература. **1.** И.В.Вельбицкий, Технология программирования, Техника, Киев, Украина, 1984, 279с. **2.** И.В. Вельбицкий Визуальная технология программирования P-схемами нового поколения. Плен. Докл. MEDIAS -2012. Посв. 100-летию А. Тюринга, Кипр-2012, с. xiv – xxxiv **3.** Брюс Еккель. Философия Java.- С.-П., изд. ПИТЕР, 2009, 638с.

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Виноградов Ю.М., Косейкіна Г.С., Далецька Н.П.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Прискорене обчислення квадратного кореня на полях Галуа

Обчислення квадратного кореня на полях Галуа $GF(2^m)$ є однією з найбільш складних для обчислення операцій і від швидкості її реалізації значною мірою залежить продуктив-ність засобів корекції помилок, кодування та стиснення даних, а також систем криптографічного захисту інформації. В існуючих методах обчислення квадратного кореня на полях Галуа $GF(2^m)$ час виконання пропорційний m^2. Таким чином, час обчислення суттєво залежить від розрядності поля. В реальних системах захисту інформації з відкритим ключем, що використовують поля Галуа, їх утворюючий поліном залежить тільки від ключа. Виходячи з того, що ключі в таких системах є практично незмінними, обчислювальна складність операції віднаходження кореню може бути зменшена за рахунок передобчислень, що залежать тільки від ключа. Відповідно, ефективним підходом для прискорення обчислення квадратного кореня на полях Галуа є використання попередніх обчислень, що залежать від утворюючого поліному та виконуються один раз. На основі вказаного підходу пропонується спосіб прискореного обчислення квадратного кореня на полях Галуа. Число A можна представити у вигляді логічної суми: $A=a_0+a_1\cdot 2+a_1\cdot 2^2+\ldots+a_{m-1}\cdot 2^{m-1}$, де $a_0,\ldots,a_{m-1}\in 0{,}1$. Оскільки при парному n логічна сума має властивість: $(a+b)^n=a^n+b^n$, то обчислення $B\sqrt{A}$ може бути представлено у вигляді:

$$B = A\big|^{2^{m-1}} remp = a_0 + a_1\cdot 2\left|^{2^{m-1}} + \ldots + a_{m-1}\cdot 2^{m-1}\right|^{2^{m-1}} remp =$$

$$= a_0 + a_1\cdot 2\left|^{2^{m-1}} remp + \ldots + a_{m-1}\cdot 2^{m-1}\right|^{2^{m-1}} remp =$$

$$= a_0 + a_1\cdot 2^{2\cdot 2^{m-1}} remp + \ldots + a_{\mathrm{m\text{-}1}}\cdot 2^{(m-1)\cdot 2^{m-1}} remp$$

Якщо попередньо обчислити добутки чисел, які представляють собою ступені двійки та їх редукції, і позначити результати як W_i, то обчислення може бути представлена таким чином:

$$B = a_0\cdot W_0 + a_1\cdot W_1 + a_2\cdot W_2 + \ldots + a_{m-1}\cdot W_{m-1}.$$

Отримана формула може бути безпосередньо використана для швидкого обчислення квадратного кореня. Запропонований спосіб може бути проілюстровано наступним прикладом. Нехай поле Галуа утворено поліномом $P(x)=x^3+x^2+1$. p=16, m=3. $W_0=1$, $W_1=2^5 \mathrm{rem} 16=2$, $W_2=2^{11}\mathrm{rem}16=10$. Обчислимо на цьому полі корінь з числа A=7. В двійковому вигляді це число дорівнює 111. Відповідно корінь з нього обчислюється як логічна сума:

$$B = W_0 + W_1 + W_2 = 1 + 2 + 10 = 3.$$

Нескладно побачити, що кількість логічних операцій, що використовуються в наведеному способі, залежить від числа одиничних бітів коду A. Якщо взяти кількість цих розрядів як половину від загального числа розрядів, то кількість логічних операцій можна обчислити за формулою: $N_T=0.5\cdot s\cdot m$. Порівняння наведеного виразу з оцінкою кількості операцій з аналогічними оцінками для відомих методів Tonelli-Shanks та Cipolla-Lehmer, які не враховують конкретики застосування операції знаходження квадратного кореня в системах криптографічного захисту показує, що запропонований спосіб дозволяє зменшити кількість операцій в $3\cdot m$ разів. Вважаючи на те, що в реальних системах значення m вимірюється тисячами бітів, запропонований метод дозволяє на порядки прискорити операції віднаходження кореня на полях Галуа. Проведені експериментальні дослідження в цілому підтвердили на практиці високу ефективність розробленого методу.

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Вініченко Д.М., Заболотня Т.М.
Національний технічний університет України "КПІ", ФПМ, Київ, Україна

Програмні засоби автоматизованого визначення квантитативних характеристик природномовних текстових даних

Квантитативна лінгвістика – один з напрямків прикладної лінгвістики, що вивчає мову за допомогою статистичних методів, які дозволяють виявити системні властивості мови і взаємозв'язки мовних явищ. Перевагами цих методів є точність та однозначність отримуваних результатів. Існує цілий ряд задач теорії мови та обчислювальної лінгвістики, які можна розв'язати за допомогою вирахування низькорівневих кількісних характеристик тексту. Так, зокрема, квантитативні методи дослідження широко використовуються для вирішення проблеми визначення стильових і жанрових характеристик текстів, їх класифікації.

Перші спроби застосування квантитативних методів обробки текстів були здійснені ще в 1960 році [1], але через високу трудомісткість та необхідність величезного обсягу ручної праці дослідники аналізували досить малі вибірки (100 – 250 слів) [2]. З розвитком обчислювальної техніки зросла швидкість розбору великих обсягів даних, що дозволило працювати з текстом в аспектах, раніше недоступних науковцям.

На сьогоднішній день існує велика кількість програмних інструментів, призначених допомагати лінгвістам у вивченні закономірностей будови мови. Втім всі вони є розрізненими, і дослідникам все одно доводиться певну частину роботи виконувати вручну. Так, наприклад, при аналізі взаємозв'язку різних квантитативних характеристик текстів лінгвісти повинні підсумовувати ці значення самостійно на основі отриманих від парсерів вихідних даних. Таким чином, розробка програмного забезпечення для автоматизованого визначення кількісних характеристик природномовних текстових даних є актуальною задачею, вирішення якої дозволить спростити та прискорити процес розрахунку низькорівневих квантитативних індексів.

У доповіді наводиться опис створених програмних засобів, які підтримують обчислення таких параметрів тексту як:

- аналітичність – відношення числа службових слів до загального числа слів у тексті;
- дієслівність – відношення числа дієслів до числа слів у тексті;
- субстантивність – відношення числа іменників до числа слів у тексті;
- ад'єктивність – відношення числа прикметників до числа слів у тексті;
- займенниковість – відношення числа займенникових слів до числа слів у тексті;
- автосемантичність – відношення числа значущих слів;
- лексичне різноманіття – відношення числа різних лексем до числа слів у тексті;
- незнаменність – відношення числа службових слів до числа слів у тексті;
- частка іменної лексики – відношення суми чисел іменників і прикметників до числа слів у тексті;
- середня довжина слова.

Крім того ПЗ дозволяє користувачеві змінювати правила розрахунку існуючих квантитативних параметрів та створювати власні характеристики для подальшого їх застосування у дослідженні текстів. Також програма забезпечує можливість формування звітів з отриманими результатами аналізу.

В рамках доповіді показано можливості аналізу природномовних текстових даних з використанням квантитативних методів дослідження.

Література. **1.** Greenberg J. H. A Quantitative Approach to the Morphological Typology of Language // International Journal of American Linguistics 26, 1960. С. 178-94. **2.** Журавлев А. Ф. Опыт квантитативно-типологического исследования разновидностей устной речи // Разновидности городской устной речи. Сборник научных трудов. — М.: Наука, 1988. С. 84-150.

Водопьянова А.С. *— рецензент Дидковская М.В.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Использование машинного обучения для определния рисковых платежей

На сегодняшний день машинное обучение стало неотъемлемой частью решения задач, суть которых - классификация. Объемы обрабатываемых данных неуклонно растут, что делает ручную проверку неприменимой. В работе рассматривается вопрос классификации онлайн платежей кредитной картой по уровню рисковости.

Согласно официальному ежегодному отчету об онлайн мошенничестве за 2012 год от CyberSourse [1], 1% прибыли электронной коммерции теряется в следствии мошеннических действий. Общая сумма потерь оценивается в $3.5 млрд. В январе 2014 года опубликован новый отчет, в котором доля таких платежей составила 1.65%. Соответственно, методы борьбы с онлайн преступлениями развиваются не так быстро, как арсенал самих интренет злоумышленников.

Крупные компании пытаются противостоять атакам, выделяя средства для создания и усовершенствования риск скоринговых систем и расширения штаба сотрудников для мануальной верификации. Недостаток привлечения человеческих ресурсов в ненадежности и немасштабируемости. Несовершенство скоринговых систем в том, что они не способны учитывать новые изощренные способы мошенничества. В отличии от самообучающихся алгоритмов машинного обучения.

Общая постановка задачи состоит в том, чтобы среди всего потока входящих электронных платежей определить не рисковые. Остальные платежи получат риск-коэффициент и отправятся на ручную проверку. Для обеспечения минимальности времени задержки платежа на ручной проверке важно минимизировать количество проверяемых единиц. При этом, нужно гарантировать максимально близкую к 100% правильность определения "хороших платежей так как они проверяться после этого не будут. Важность поставленной задачи подчеркивается тем фактом, что ошибки как первого, так и второго рода в данной задаче классификации проводят к существенным финансовым потерям, и соответственно их стремятся минимизировать одновременно.

В машинном обучении задача классификации относится к разделу обучения с учителем. Имеется некое множество входящих объектов и возможных реакций. Между ними существует зависимость, изначально неизвестная. Известен лишь набор пар "объект, ответ обучающая выборка. Она является основой для восстановления зависимости [2]. Классификация бывает различных типов: двухклассовая и многоклассовая, с непересекающимися и пересекающимися классами, с нечёткими классами. В последнем случае требуется определять степень принадлежности объекта к классу. Решаемая в данной работа задача, является двуклассовой с нечеткими классами [3].

В рамках данной работы поставлена цель получить алгоритм машинного обучения для классификации электронных платежей по уровню риска, удовлетворяющий определенному функционалу качества. Предложенный алгоритм является модификацией существующих алгоритмов машинного обучения. На реальных данных проверена эффективность алгоритма.

Литература. **1.** eCOMMERCE FRAUD REPORT [Электронный ресурс] - Режим доступа : http://www.cybersource.com/en-EMEA/products_and_services/fraud_management/ukfraudreport2013/?cid=1-51193959&lsr=vanity - Загл. с экрана.. **2.** I.H. Witten, E. Frank Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques (Second Edition). — Morgan Kaufmann, 2005. **3.** Загоруйко Н. Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. — Новосибирск: ИМ СО РАН, 1999.

Волков В.Е.
[1]NetCracker, Киев, Украина; [2]Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина

Декомпозиция как метод решения задачи предоставления телекоммуникационных услуг

Стремительный рост трафика [1] и мобильной составляющей стали результатом удешевления удельной стоимости передаваемых данных. Рынок давно вывел телекоммуникационные провайдеры к сервисной модели ведения бизнеса - продаже услуги, а не передаваемых данных. В свою очередь, это вызвало разрыв традиционной прямой связи между предоставляемой услугой и потребляемыми абонентом ресурсами. Данная проблема создала необходимость поиска нового решения задачи предоставления услуг телекомуникационными провайдерами.

Реализация коммерческого продукта требует построения для него PLM (Product Lifecycle Mangement) процесса на базе ограниченной модели сервисов. На данный момент силами объединения крупнейших производителей OSS/BSS (Operation Support System/Business Support System) и провайдерами телекоммуникационных услуг [2] в качестве рекомендации была принята модель TMForum SID (Shared Information Data) [3].

В модели представлены три класса сущностей. Сущность класса Customer Facing Service (CFS) является минимальной атомарной единицей для создания коммерческого продукта. Сущность класса Resource Facing Service (RFS) - сервис, который предоставляется телекоммуникационным оборудованием или информационной системой и обеспечивает существование сервиса CFS. Важно отметить, что структура сервисов может быть иерархичной и иметь множественную вложенность.Управление моделью сервисов и их жизненным циклом осуществляет в информационной системе сервисный каталог (Service Catalogue), так же называемый технологическим каталогом. Сервисный каталог занимает центральное место в стеке сервисного уровня информационных систем предприятия по TMForum TAM (Telecomm Application Map) [4], так как он является стыком между технологиями и коммерцией. На базе моделей и спецификаций сервисов, заложенных в каталоге, работают такие информационные системы сервисного стека, как Service Order Management, Service Inventory, Service Provisioning, Service Assurance и другие.

Все опции и параметры сервиса составляют его спецификацию. В спецификации также описываются зависимости, взаимоисключения, кардинальность и функции по управлению сервисом - как правило по методологии CRUD (Create, Read, Update, Delete). Продукт декомпозируется на ордера сервисного каталога, которые образуют вертикальные связи с другими сервисными или ресурсными ордерами. Модель состояний ордеров позволяет гибко настроить структуру функций управления сервисом (Fulfillment Functions): дизайн, подписка и активация.

Декомпозиция позволяет организовать гибкую и расширяемую модель связей между продуктовым каталогом и ресурсами средствами одно- или несколькоуровневой модели сервисного каталога. Но далеко не всегда данная модель является прозрачной в текущих бизнес-процессах провайдера. Потому предоставление услуги, в некоторых случаях, организовывается в обратном композиционном направлении - от ресурса к продукту, не автоматизируя процесс за счёт расщипления продуктового ордера. Свойственно такое явление B2B (Business To Business) провайдерам с более низкими требованиями ко времени до момента активации услуги чем у B2C (Businees To Client) провайдеров.

Литература. **1.** Cisco VNI, cisco.com/web/RU/news/releases/txt/2014/02/020714c.html. **2.** TMForum About Us, tmforum.org/AbouttheTMForum/730/home.html **3.** TMForum SID, tmforum.org/InformationFramework/1684/home.html **4.** TMForum TAM, tmforum.org/ApplicationFramework/2322/home.html

Благодарность коллегам из практики SFF компании NetCracker за их помощь в подготовке материалов этого труда.

Ганчукова Д.В., Подладчіков В.М.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Використання критерію гладкості для вияву закономірностей динаміки медико-біологічних показань

Об'єкт дослідження.. Дані моніторингу медико-біологічних показань функціонального стану пацієнтів.

Мета роботи.. Використання алгоритму згладжування, що не потребує побудови математичної моделі, оптимальний за комплексним критерієм, який включає вимоги гладкості шуканої кривої та її близькість до експериментальної кривої [3]; порівняння запропонованого алгоритму з традиційно використовуваним в умовах невизначеності ковзним середнім для апроксимації динаміки медико-біологічних показань функціонування людини.

Методи дослідження.. Алгоритм згладжування за допомогою ковзного середнього, критерій гладкості.

Результати.. В цій роботі пропонується використовувати алгоритми згладжування, що не потребують побудови математичної моделі, оптимальні за комплексним критерієм, який включає вимоги гладкості шуканої кривої та її близькості до експериментальної кривої [3]. Виконується порівняння запропонованого алгоритму з традиційно використовуваним в умовах невизначеності ковзним середнім для апроксимації динаміки медично-біологічних показань функціонування людини. Демонструються переваги запропонованої методики для згладжування даних моніторингу артеріального тиску, що дозволяє виявити стійкі значні закономірності цього процесу.

Згладжування за алгоритмом [3] є оптимальним за критерієм (що не залежить від моделі процесу), який включає вимоги гладкості шуканої кривої та її близькості до експериментальних даних. Показано, що статистично оптимальна техніка згладжування за критерієм, що включає вимогу гладкості апроксимуючої залежності, демонструє суттєві переваги у порівнянні з звичайно використовуваним ковзним середнім. Згладжування за алгоритмом [3] не лише точніше відтворює динаміку артеріального тиску (MAP), але і забезпечує більшу гладкість апроксимуючої кривої. Також, було виявлено циклічний характер середнього артеріального тиску (період 24 години). Мінімальне значення MAP спостерігається рано вранці, після нього починається ранкова фаза росту. Спостерігаються два пікові значення: денне (біля 10-14 годин) та вечірнє (біля 17-21 годин). В період між максимумами спостерігаються великі денні значення MAP. Згладжування за алгоритмом [3] дозволить прогнозувати динаміку середнього артеріального тиску на досить тривалий період (2 – 3 дні). Запропонований метод може бути використаний для виявлення закономірностей широкого класу процесів природничо-наукової, економічної, соціальної природи за відсутності будь-якої апріорної інформації. Запропонований метод дозволяє здійснювати згладжування кінематичних характеристик процесу, такі як швидкість та прискорення, що особливо важливо в задачах природничо-наукової, фізичної галузі.

Література. 1. Панкратова Н. Д., Подладчикова Т. В., Стрелков Д. Г. Квазиоптимальное сглаживание как инструментарий анализа сложных слабоструктурированных динамических процессов // Кибернетика и системный анализ. — 2009. — № 6. — С. 79—87.

. 2. Подладчиков В. Н., Леонтьев П. С., Вуец А. В., Кондратьев Н. В. Применение методов статистического анализа при оценке функционального состояния человека // Матеріали X міжнародної науково-технічної конференції «Системний аналіз та інформаційні технології». — 20—24 травня 2008 р. — С. 122.

. 3. Глухов Г. Н. Алгоритм цифрового сглаживания // Научно-технический и рекламно-коммерческий периодический журнал ФГУП ННИПИ «Кварц» Нижний Новгород. — 2004. — С. 43—46.

Гаюха А.А., Николаенко А.К. *— рецензент Артюхов В.Г.*
Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина

Проблема формирования вейвлет-функций для задач распознавания нот в акустических сигналах

Развитие информационных технологий привело к возможности автоматизации процессов распознавания образов в различных системах. Возможными стали автоматическое распознавание объектов на изображении, распознавание и семантический анализ человеческой речи. При этом системы обработки музыкальной информации, такие как извлечение нот из музыкального сигнала остаются менее изученным и развитым направлением.

Одним из наиболее удобных способов решения задачи распознавания нот является непрерывное вейвлет-преобразование (НВП).

$$Wf(\tau, s) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{s}} f(x) w(\frac{t-\tau}{s})\, \mathrm{d}t. \tag{1}$$

Одной из главных особенностей НВП является формирование семейства материнских вейвлетов $w(t)$ за счет сдвига τ и коррекции масштаба s [3]. Процесс выбора вейвлет-функции является эмпирическим и для каждого конкретного случая требует перебора математических функций вейвлетов, до достижения необходимого результата НВП. Исследования вейвлет-функций показали, что наилучший результат НВП достигается при схожести частотного спектра функции $f(t)$ со спектром материнского вейвлета $w(t)$ [1].

Для задач распознавания нот различных по тембрам инструментов можно выбрать вейвлет-функцию сформированную из локального участка исследуемого музыкального сигнала. При этом необходимо учитывать условия, которым должны отвечать вейвлет-функции:

- *Ограниченность во времени.* Это условие выполняется, когда:

$$w(t) = 0, t \notin [0, T] \tag{2}$$

$$w(t) = n_0(t + t_0), t \in [0, T] \tag{3}$$

  где $n_0(t)$ - базовая нота инструмента (обычно А4 - 440 Гц), t_0 - момент времени на $n_0(t)$ с которого начинается формирование вейвлет-функции $w(t)$, T - длительность фрагмента.
- *Кусочная непрерывность.* Функция базовой ноты $n_0(t)$ не может иметь разрывов во времени по своим физическим особенностям, что упрощает задачу. Кусочная непрерывность вейвлета $w(t)$ обеспечивается условиями:

$$n_0(t_0) = 0; n_0(t_0 + T) = 0. \tag{4}$$

- *Интеграл вейвлет-функции равен нулю.*

$$\int_{t_0}^{t_0+T} n_0(t)\, \mathrm{d}t = 0. \tag{5}$$

  В тембре инструментов отсутствуют составляющие с частотой меньшей основного тона ноты, а также в сигналах музыкального инструмента отсутствует нулевая гармоника [2].Благодаря этим особенностям, для выполнения поставленного условия необходимо, чтобы в интервал $[t_0, t_0 + T]$ попало целое число периодов базового сигнала n_0.

Задача формирования вейвлет-функции таким образом не простая и требует дополнительного изучения и развития, но используя этот подход можно значительным образом улучшить результат распознавания нот конкретных инструментов в музыкальном фрагменте.

Литература. **1.** Фадеев А.С., Кочегурова Е.А. Выбор вейвлет-функций для анализа музыкальной информации // Современные техника и технологии: Труды XII Междунар. научнопракт. конф. студентов и молодых ученых. – Томск: ТПУ, 2006 **2.** Кудинов А.А. Использование распознавания образов для обработки и восстановления музыкальных сигналов – М., 2003 **3.** Смоленцев Н.К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MatLab. – М.: ДМК Пресс, 2005

Говорущенко Т.О.
Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна

Роль ретроспективного аналізу у забезпеченні якості програмних засобів

Вступ. Потреба у забезпеченні якості програмного забезпечення (ПЗ) випливає з наявності помилок та відмов критично-важливого ПЗ, які загрожують катастрофами, призводять до людських жертв та екологічних катаклізмів або до значних економічних та часових втрат [1]. Крім того, застосування неякісного ПЗ вимагає значних коштів на етапі супроводу, що призводить до значних фінансових збитків та збільшення навантаження на колектив розробників. Розроблено чимало методів та засобів, для розроблення технологій та стандартів забезпечення якості програмних комплексів залучені кращі фахівці, але якість ПЗ, як і раніше, залежить від знань та досвіду розробників [2]. Отже, наразі процес забезпечення якості ПЗ є недетермінованим, оскільки відсутні теорія та методологія в галузі оцінювання, прогнозування та забезпечення якості ПЗ, яка б при використанні однакових технологій розроблення із застосуванням однакових стандартів гарантувала створення однаково якісного ПЗ з відповідними витратами та в межах заданого часу.

Програмні проекти часто зазнають невдач через неадекватне формулювання вимог, невдале проектування або неефективне планування, невірне розуміння або недостатній аналіз специфікації, тобто через помилки на ранніх етапах життєвого циклу ПЗ, тому актуальною задачею є оцінювання і прогнозування рівня якості розроблюваного ПЗ вже на етапі проектування, що дасть можливість забезпечити якість розроблюваного ПЗ, а також зменшити витрати на розроблення ПЗ і уникнути ряду катастроф та інцидентів, причини яких були внесені на етапах формулювання вимог та проектування.

Підхід ретроспективного аналізу для забезпечення якості ПЗ. Аналіз потоків етапу проектування [3] дає можливість визначити основні особливості наявної інформації: значна невизначеність, багатовимірність, велика кількість зацікавлених сторін з різними (часто конфліктними) інтересами. При цьому на основі такої інформації необхідно отримати якісні, проблемно-орієнтовані, довготривалі, зважені та грунтовні рішення щодо забезпечення якості розроблюваного ПЗ, які враховують цілі та інтереси усіх зацікавлених осіб, а також дозволяють вносити зміни під час наступних етапів життєвого циклу ПЗ, адже великі програмні проекти можуть тривати й декілька років, а вимоги до ПЗ можуть змінюватись під час його проектування, розроблення і навіть супроводу.

Одним з підходів, які дозволяють отримати якісні проблемно-орієнтовані рішення на основі невизначених багатовимірних даних із залученням значної кількості зацікавлених сторін, є підхід ретроспективного аналізу (backcasting) [4]. Підхід ретроспективного аналізу для проблеми забезпечення якості розроблюваного ПЗ на етапі проектування представимо в наступному вигляді - рис.1.

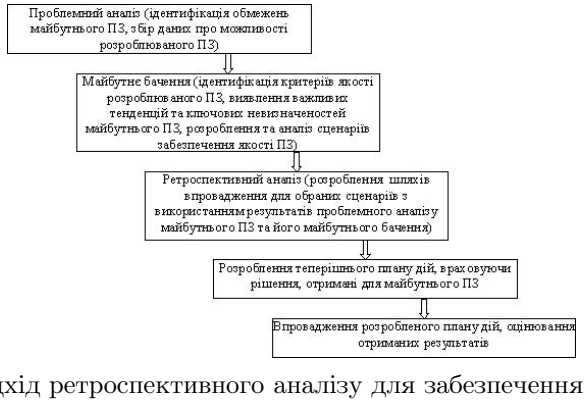


Рис. 1. Підхід ретроспективного аналізу для забезпечення якості ПЗ

Роль підходу ретроспективного аналізу на етапі проектування для забезпечення якості розроблюваного ПЗ представлена на рис.2.

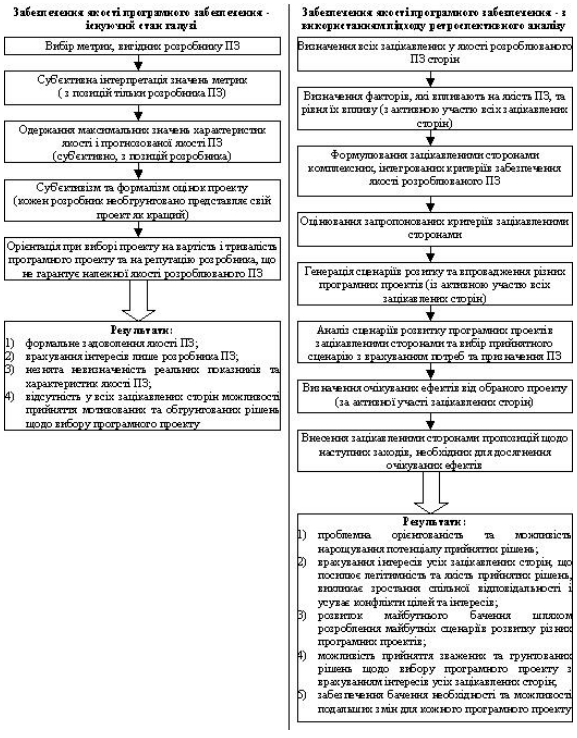


Рис. 2. Роль ретроспективного аналізу на етапі проектування для забезпечення якості ПЗ

Висновки. Автором показано застосовність ретроспективного аналізу (backcasting) на етапі проектування для забезпечення необхідного рівня якості ПЗ. Перевагами використання підходу ретроспективного аналізу при забезпеченні якості ПЗ є: проблемна орієнтованість підходу; активна участь та врахування інтересів усіх зацікавлених сторін на всіх етапах підходу, що посилює легітимність, спільну відповідальність та якість прийнятих рішень; забезпечення прийняття обгрунтованих рішень щодо вибору програмних проектів завдяки прогнозуванню розвитку різних сценаріїв; забезпечення бачення подальших змін для програмних проектів.

Подальшими перспективами використання підходу ретроспективного аналізу (backcasting) в галузі забезпечення якості ПЗ є: 1) розроблення математичного підгрунтя для використання даного підходу в галузі; 2) розроблення фундаментальної теорії та методології забезпечення належного рівня якості ПЗ на основі ретроспективного аналізу; 3) забезпечення необхідного ступеня довіри зацікавлених сторін до даного підходу та одержаних рішень.

Література. **1.** Поморова О.В., Говорущенко Т.О. Сучасні проблеми оцінювання якості програмного забезпечення // Радіоелектронні і комп'ютерні системи – Харків: НАУ "ХАІ", 2013 – № 5,с.319-327, **2.** Говорущенко Т.О. Аналіз галузі оцінювання якості програмного забезпечення // Вісник НУ "Львівська політехнікаКомп'ютерні системи та мережі"– Львів: Видавництво НУ "ЛП", 2013, **3.** Говорущенко Т.А. Проблемы в области оценивания и обеспечения качества программных продуктов // Материалы Международной научной конференции "Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта Херсон: ХНТУ, 2013 - с.89-91, **4.** Höjer M., Mattsson L-G. Determinism and backcasting in future studies // Futures, 2010 - Volume 32, pp. 613-634.

Годлевский М.Д., Голоскокова А.А.
Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", Харьков, Украина

Подходы к усовершенствованию математической модели планирования улучшения качества процесса разработки программного обеспечения

Усовершенствование действующих в организациях разработчиках программных систем (ПС) процессов жизненного цикла (ЖЦ) программного обеспечения (ПО) – одна из основных задач инженерии качества ПС. Согласно стандарту ДСТУ ISO / IEC TR 15504-7 первыми шагами усовершенствования процессов ЖЦ является оценивание мощности процессов и на этой основе разработка программы усовершенствования. Термин "мощность" рассматривается как синоним таких понятий как: зрелость, совершенство, потенциал. В работах [1, 2] впервые была разработана математическая модель и алгоритм планирования улучшения качества процесса разработки (ПР) ПО на основе модели зрелости CMMI (Capability Maturity Model Integration). На основе модели и алгоритма реализована информационная технология, работоспособность которой проверена на полоноразмерной реальной информации [3]. Однако разработанная модель имеет ряд недостатков и не в полной мере изучена. Всё это требует проведения дальнейших исследований в этом направлении. Кратко рассмотрим основные пути усовершенствования модели, которая является задачей целочисленного математического программирования с аддитивной целевой функцией и линейными ограничениями.

1. В качестве основы при разработке математической модели использовались такие понятия как уровни возможности частных практик, которые формируют фокусные области для достижения частных целей. Однако, исходя из вербального описания модели зрелости CMMI, существует понятие "общая практика", которое не учтено в разработанной математической модели. Учёт этого понятия повысит её адекватность по отношению к вербальному описанию CMMI.
2. Целевой функцией математической модели является функционал, представляющий интегральный показатель роста уровня зрелости в течении планового периода. Задача оптимизации является однокритериальной и решается с учётом ограничения на финансовые ресурсы. Однако одним из интересных направлений усовершенствования математической модели является её представление в виде двухкритериальной задачи, в которой в качестве второго критерия используются финансовые затраты.
3. При формировании целевой функции математической модели, исходя из теории нечётких множеств, введено понятие функции принадлежности к определённому уровню зрелости ПР ПО организации. Однако не проведены исследования, связанные с различными вариантами её представления.
4. Кардинальным вопросом при формировании целевой функции модели является определение коэффициентов важности отдельных практик и фокусных областей на основе методологии коллективного экспертного оценивания. Этот вопрос так же является предметом дальнейших исследований с целью усовершенствования математической модели.

Литература. **1.** Годлевский М.Д. Принципы моделирования оценки и управления качеством процесса разработки программного обеспечения / М.Д. Годлевский, В.А. Шеховцов, И.Л.Брагинский // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков. – 2012. – № 5/3 (59). – С. 45-49. **2.** Годлевский М.Д. Динамическая модель и алгоритм управления качеством процесса разработки программных систем на основе модели зрелости / М.Д. Годлевский, И.Л. Брагинский // Проблемы информационных технологий. – Херсон : ОЛДИ-Плюс, 2012. – С. 6-13. **3.** Годлевский М.Д. Результаты исследования информационной технологии управления качеством процесса разработки программного обеспечения на основе полноразмерной исходной информации / М.Д. Годлевский, И.Л. Брагинский, А.С. Бабина, Г.Г. Рычко // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". – Харків: НТУ "ХПІ", 2013. – №62. – С. 105-111.

***Голуб С.В.*[1], *Бурляй І.В.*[2]**
[1] *Черкаський національний університет ім. Богдана Хмельницького, Черкаси, Україна;* [2] *Академія пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля, Черкаси, Україна*

Застосування інформаційної технології кластеризації точок спостережень в системах багаторівневого моніторингу пожежної безпеки

В роботі наведено приклад застосування інформаційної технології кластеризації точок спостережень в системах багаторівневого моніторингу пожежної безпеки з метою отримання інформації для профілізації підготовки пожежно-рятувальних підрозділів Запорізької області для боротьби з типовими класами пожеж.

Сформовано масив вхідних даних (МВД), який складається із 657 точок спостережень отриманих протягом 2012 року за результатами оперативної діяльності підрозділів Головного управління міністерства з надзвичайних ситуацій України (ГУ МНС) у Запорізькій області. З них 640 точок спостережень використовуються в якості навчальної вибірки, 17 спостережень використовуються в якості тестової вибірки.

Характеристики спостережень по типу об'єктів, що ввійшли до МВД, наведено в таблиці 1.

Табл. 1. Типи об'єктів, що складають МВД

Код об'єкта пожежі [1]	Назва об'єкта пожежі	Кількість спостережень в МВД
1101	Житловий будинок	602
1103	Гуртожиток	1
1104	Садовий будинок	48
1105	Вагончик для житла	4
1108	Будинок барачного типу	2

Як видно з табл. 1 всі спостереження МВД відносяться до споруд житлового сектора. Експертним шляхом встановлено, що гасіння пожеж в житловому секторі характеризується спільними ознаками та методами організації оперативних дій [2,3]. Для вказаних спостережень, підготовка пожежно-рятувальних підрозділів має бути уніфікованою за результатами дослідження МВД з визначення показників впливовості факторів на результати пожежогасіння.

Дослідження МВД. Масив даних досліджувався за розробленою методикою, яка покликана вирішити задачі інформаційної підтримки пожежно-рятувальних підрозділів дозволяє, зокрема, впливати на зниження часу пожежогасіння, який пов'язаний із втратами від пожеж шляхом:

1. Підвищення поінформованості керівника гасіння пожежі (керівника оперативного підрозділу).
2. Уніфікації підготовки підрозділу пожежогасіння.
3. Виявлення якісних і кількісних характеристик ресурсів необхідних для гасіння пожежі даного типу.

Досліджувалась залежність часу пожежогасіння від характеристик впливаючих факторів з метою підтвердження запропонованого рішення про те, що в якості відстані між спостереженнями за процесом пожежогасіння може бути використана похибка моделювання часу пожежогасіння, отримана в результаті роботи створених моделей в кожній точці спостереження МВД (спостереження групуються в кластери за показниками впливовості факторів моделей, які для кожного кластеру подібні). В якості ознак схожості використовуються показники впливовості факторів, які визначають перебіг пожежогасіння.

Для дослідження МВД використовувався розроблений метод кластеризації точок спостережень. Дослідження містить такі етапи:

1. Побудова моделей-кластеризаторів.
2. Побудова моделі для дослідження кластерів даних з метою виявлення показників впли-

вовості факторів та встановлення ієрархії параметрів моделі [4].

На рис. 1 подана діаграма впливовості факторів, розрахованих для моделей 1-го кластера (кластер вміщує 371 точку спостереження). Визначена множина вагових характеристик W може бути використана в якості оцінок впливовості факторів достатньої достовірності.

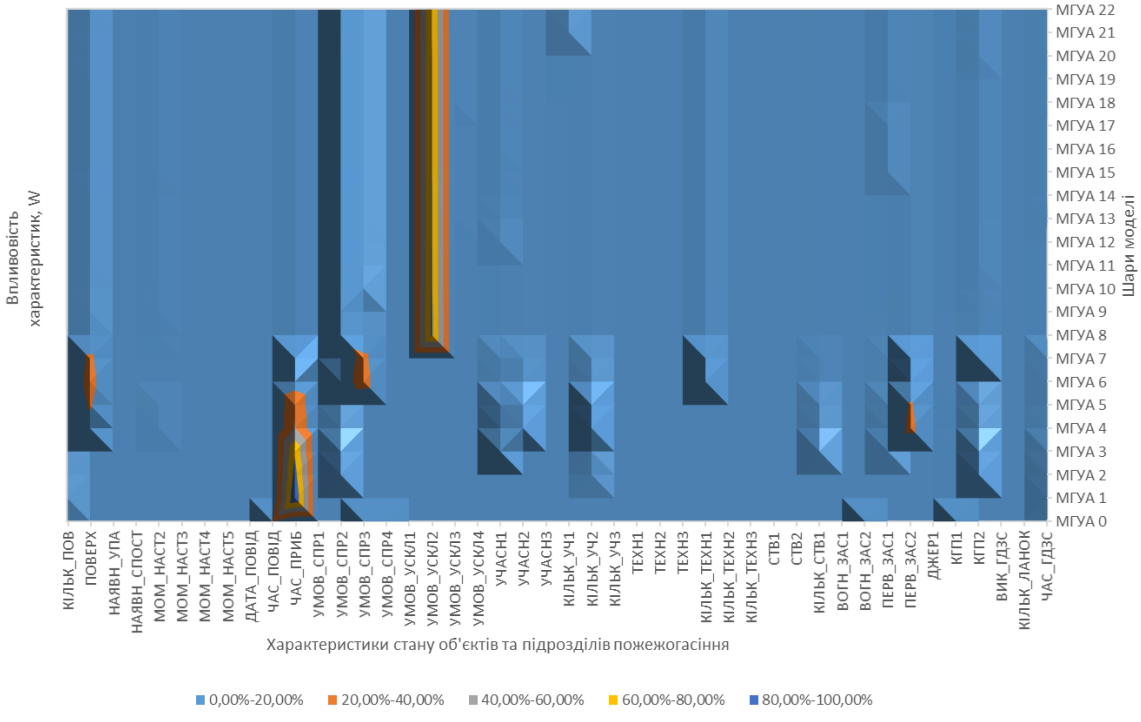


Рис. 1. Діаграма впливовості факторів, розрахованих для моделей 1-го кластера

Висновки. Таким чином, застосування методу кластеризації в інформаційних технологіях оперативного моніторингу дозволяє згрупувати випадки загорань та пожеж із спільними впливаючими факторами. А це в свою чергу дозволяє уніфікувати підготовку підрозділів та їх технічне забезпечення. В процесі дослідження виявлено, що застосування методу кластеризації точок спостереження за результатами моделювання [5] при побудові інформаційної системи моніторингу оперативного пожежного моніторингу для території Запорізької області має ряд особливостей. В деяких випадках при побудові багатошарових моделей за точками окремих кластерів досягається гранична якість моделі на першому шарі. Це відбувається при мінімальній кількості точок в одному кластері. Визначення мінімальної кількості цих точок є предметом наступних досліджень.

Література. **1.** НАПБ 07.017-2004 – Картка обліку пожежі [Текст]. – Затверджено Наказом МНС України від 29.01.04 № 39. – К., 2004. **2.** Клюс П.П. та ін. Пожежна тактика: Підручник / Клюс П.П., Палюх В.Г., Пустовой А.С., Сенчихін Ю.М., Сировой В.В. – Х.: Основа, 1998. – 592 с. **3.** Верзилин М.М., Повзик Я.С. Пожарная тактика. – М.: ЗАО Спецтехника НПО, 2007. – 440 с. **4.** Багатошарові моделі в технології моніторингу пожежної безпеки з багаторівневим перетворенням інформації [Текст] : звіт про НДР (закл.) 30.11.13 / Академія пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля ; керівн. С.В. Голуб ; відпов. викон. : І.В. Бурляй. – Черкаси, 2013. – 27 с. – Інв. № 0112U008407. **5.** Голуб С.В., Бурляй І.В. Структуризація масивів вхідних даних в інформаційній технології оперативного моніторингу пожежогасіння // Радіоелектронні і комп'ютерні системи, 2013, № 5 (64). – Харків. – с. 23-30.

Гонтарь Н.А.
Запорожский национальный технический университет, Запорожье, Украина

Проектирование систем на основе семантической сервис-ориентированной архитектуры

В начале XXI столетия в экономических процессах предприятий происходят качественно новые изменения: объем данных в интернете удваивается каждые пять лет; в успешных компаниях мира часть нематериальных активов достигает 80%; темпы развития ресурса знаний в управлении индустрией такие, что необходим переход к системам эффективного управления данными [1]. В гетерогенных распределенных средах информационные системы (ИС) могут быть составлены из множества сущностей (сервисов) различных конструкций и дизайна, а также, с помощью технологий управления информационными потоками и знаниями, в соотвествии с парадигмой проектирования на основе семантической сервис-ориентированной архитектуры (ССОА) [2]. Принципы ССОА заключается в разработке сервисов и композитных приложений, представляющих прикладную логику процессов в виде набора сервисов и формализованных знаний.

Работа ИС на основе ССОА организована на взаимодействии между тремя основными сторонами: поставщиком услуг, который публикует описания сервиса и обеспечивает реализацию услуги; потребителем, который может использовать универсальный идентификатор ресурса (URI) для вызова сервиса; семантическим сервисом,который обеспечивает и поддерживает реестр сервисов, а также работу с онтологическими описаниями. При использовании ССОА необходимо рассматривать как отдельный важный элемент системы - семантические описания сервисов, т.е. онтологии [3].

Модель ССОА представляется в виде кортежа: $SSOA =< O, S, E, SS, Syst >$, где O – множество онтологий; S – множество сервисов ССОА; E– множество событий, которые описывают процессы внутри системы; SS – семантический сервис; $Syst$– описание системы.

Множество онтологий O в ССОА различаются по своему функциональному назначению на: онтологии верхнего уровня (Upper Top Level Ontology); онтологии, ориентированные на задачу (Task Ontology); онтологии, ориентированные на конкретную предметную область (ПрО) (Domain Ontology) и прикладные онтологии (Application Ontology) [4]. В большинстве случаев, понятия онтологий верхнего уровня используются при создании языков описания данных. Доменные онтологии для каждой ИС будут содержать общие знания о каждой из сфер деятельности системы. Онтологии задач состоят из словаря терминов, специализирующего задачи и действиями в системе, важным параметров таких онтологий является время. Онтологии приложений представляют собой формальные описания сервисов. На рис. 1 показана зависимость выше описанных онтологий.

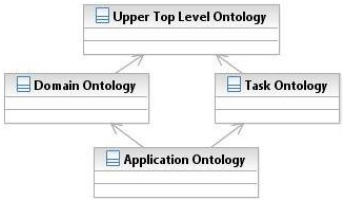


Рис. 1. Классификация онтологий

На рис. 2. приведена концептуальная модель ССОА, для которой мы рассмотрим такие методы проектирования ИС, как нисходящее, восходящее и смешанное.

1. Нисходящее проктирование. Данный метод состоит в использовании единых доменных онтологий. Каждый представленный в системе сервис должен быть описан с помощью онтологии (Application Ontology). Онтология сервиса автоматически генерируется средствами семантического сервиса с учетом доменной онтологии специфической ПрО. Преимуществами такого проектирования является большая вероятность точного и релевантного поиска и возможность облегчить и ограничить потребителя и провайдера от необходимости самими создавать онтологии. К недостаткам можно отнести затраченное время на процесс публикации сервиса и при изменениях в структуре услуги необходимо заново выполнить все действия.

2. Восходящее проектирование. Сервис предоставляется с онтологией (Application Ontology),

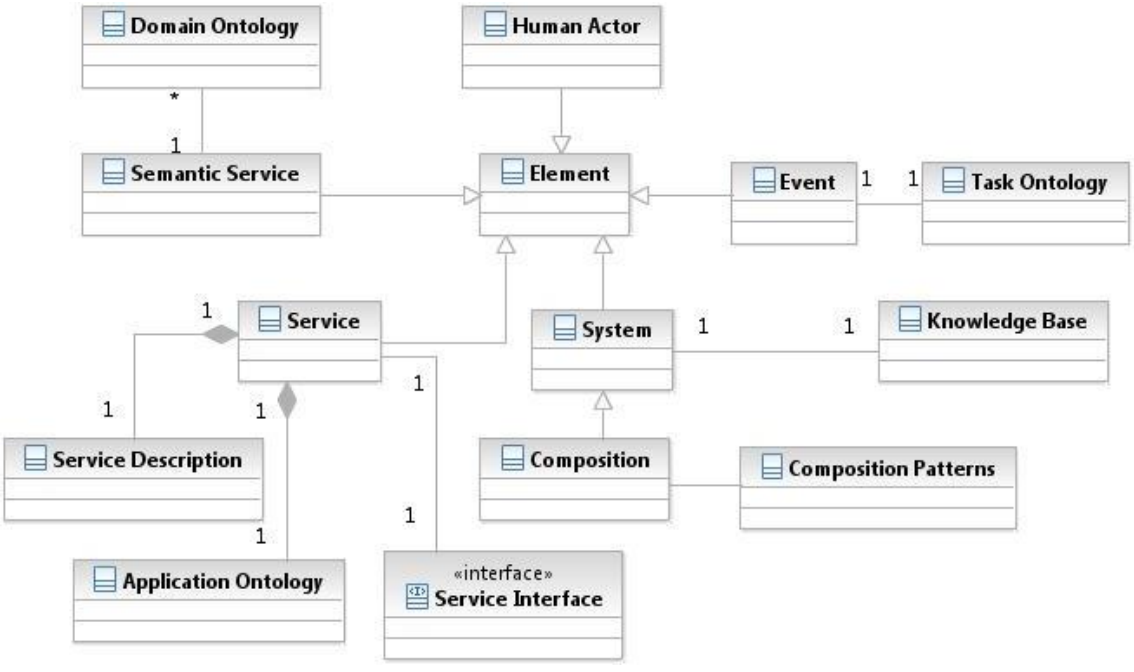


Рис. 2. Модель CCOA

которую реализует сам провайдер сервиса. Семантический сервис производит поиск необходимых услуг и верификацию предоставленных онтологий. В данном методе проектирования сервис может развиваться независимо от других ресурсов или их онтологий, поэтому улучшаются качественные характеристики архитектуры: расширяемость, масштабируемость, способность к эволюционным изменениям. Однако процесс объединения и выделения доменных онтологий очень затруднительный.

3. Смешанный метод - аналогично предыдущему, формализованное описание услуги (Application Ontology) не генерируется средствами семантического сервиса. Но для того, чтобы онтологии ресурсов были сравнимы друг с другом в семантическом отношении, они строятся на основе доменных онтологий (Domain Ontology), которые запрашивает провадер в системе. К преимуществам такого проектирования можно зачислить равносильные затраты со стороны провайдера сервиса и системы.

Таким образом, стратифицированный подход в представлении онтологий позволил рассмотреть проектирование ИС на основе CCOA в виде трех различных методов, каждый из которых имеет свои недостатки. Тем не менее, провайдер сервисов, исходя из своих возможностей, может различить для себя преимущества и выбирать необходимый метод по аналогии построения систем с "толстым и тонким клиентом".

Литература. **1.** Востряков, О. В., Гребешкова, О. М. Концепція управління знаннями в стратегічному процессі підприємтсва [Електроний ресурс]. - Режим доступу: http://economica.org.ua/. **2.** Гонтарь, Н. А., Кудерметов, Р. К. Организация семантической сервис-ориентированной архитектуры [Текст] / Н. А. Гонтарь, Р. К. Кудерметов // «Системный анализ и информационные технологии»: 14-й Международной научно-технической конференции SAIT 2012, Киев, 24 апреля 2012 г. / УНК “ИПСА” НТУУ “КПИ”. – К. : УНК “ИПСА” НТУУ “КПИ”, 2012. – С. 337-339. **3.** Гонтарь, Н. А. Семантический аспект сервис-ориентированной архитектуры [Текст] / Н. А. Гонтарь // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 4/2013 (81). - С. 53-58. КрНУ **4.** Nicola Guarino. Formal Ontology and In-formation Systems. Proceedings of FOIS’98, Trento, Italy, 6-8 June 1998. Amsterdam, IOS Press. - pp. 3-15.

Гриценко В.И., Кифоренко С.И., Котова А.Б., Лавренюк Н.В.
Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украини, Киев, Украина

Информационно-технологическая поддержка принятия решений при диагностике сахарного диабета

Введение. В настоящее время качество диагностики и лечения болезней в значительной степени определяется уровнем информационных технологий и эффективностью их использования. Информационные технологии, в том числе и интеллектуальные, открывают новые возможности диагностики и лечения и расширяют границы медицинской консультативной помощи. Особенно остро эти задачи стоят при лечении социально значимых заболеваний, среди которых диабет и его осложнения занимают одно из первых мест.

Постановка задачи. Показать рациональность применения интеллектуальных информационных технологий, базирующихся на использовании в качестве индикатора состояния образ гликемического профиля, при диагностике сахарного диабета.

Интеллектуальные информационные технологии. Определение. *Интеллектуальные информационные технологии* – технологии, в которых зафиксированы осознанные действия человека, как отражение его интеллекта при решении задач. Это базовый класс прогрессивных информационных технологий, нацеленных на решение сложных задач, нереализуемых современными средствами; Это технологии, которые воспроизводят элементы интеллекта человека; это высокие наукоемкие технологии, которые сложны в разработке, но просты в эксплуатации [1].

Образные технологии. Определение. Вводится в рассмотрение новый класс интеллектуальных информационных технологий, базирующийся на свойствах как логического, так и образного мышления – *образные технологии. Образные технологии* – технологии, в основе которых лежит образное восприятие сигналов любой природы, как детектор состояния исследуемых систем любой природы, в том числе и биологических. Информационное ядро и ключевой критерий технологии составляет конкретный образ, иллюстрирующий текущее состояние исследуемых живых систем (норма, патология). На базе данных технологий разработаны компьютерно-информационные системы поддержки принятия решений при диагностике и лечении сахарного диабета. Идентификатором состояния является *образ* индивидуального гликемического профиля.

Информационная технология поддержки принятия решений при диагностике сахарного диабета. базируется на образе прогностического индивидуального гликемического профиля – информативных точках, которые в дальнейшем интегрируются в количественный критерий оценки состояния системы углеводного обмена [2]. Компьютерная реализация необходимой информации предоставляет возможность пациентам анализировать свое состояние, оценить диабетологический статус организма и вносить необходимые коррективы в свою жизнедеятельность.

Данная технология создает основу для разработки новых системно-информационных технологий персонального мониторинга, диагностики и прогнозирования состояния системы углеводного обмена пациента, т.е. отвечает новой концепции здравоохранения – персонализированная медицина.

Литература. **1.** Гриценко В.И. Мозг в ракурсе интеллектуальных информационных технологий / Гриценко В.И., Вовк М.И., Котова А.Б. // Кибернетика и вычислительная техника.– 2010.– Вып. 162.– С. 3-9. **2.** Лавренюк Н.В. Інформационно-компьютерная поддержка принятия решений при ранней диагностике сахарного диабета / Лавренюк Н.В., Кифоренко С.И., Котова А.Б., Иваськива Е.Ю. // Кибернетика и вычисл. техника. – 2009. – Вып.157.– С. 54-60.

Гришин И.Ю., Боднар А.А.
Крымский гуманитарный университет, Ялта

Решение задачи нахождения оптимального маршрута службы поддержки средствами динамического программирования

Предложено применить метод динамического программирования для определения оптимального маршрута движения провайдеров информационно-коммуникационных сервисов службы поддержки, учитывающего приоритет заказов. Осуществлена практическая реализация предложенного алгоритма и проведены его испытания на реальных данных.

Глобальная информатизация способствует информационно-коммуникационных технологий во все сферы жизни человека. Экономические факторы заставляют компании строить свои системы управления служб поддержки для их эффективной работы. Деятельности провайдеров присущ сервисный подход, оказание поддержки при создании, сопровождении и удаления сервисов требует выделения ресурсов. Помимо задачи распределения этих ресурсов стоит задача нахождения оптимального пути между точками заказами для конкретного работника с учетом приоритетов для фирмы провайдера информационно-коммуникационных сервисов. В данной работе предложено использование алгоритма динамического программирования для решения выше описанной оптимизационной задачи.

Анализ практически применяемых решений. Проведен анализ наиболее часто применяемого на практике алгоритма с целью оценки его оптимальности и определения необходимости его совершенствования. Задача маршрутизации реализуется набором алгоритмов, осуществляющих решение задачи коммивояжера. Расстояния между получателями товаров задаются с помощью квадратной матрицы расстояний $C = [c(i,\ j)]$ размерности $k\ \times\ k$, где k – количество получателей товаров, $c(i, j)$ – расстояние от получателя i до получателя j. Задача коммивояжера состоит в таком объезде всех получателей, чтобы суммарное пройденное расстояние было минимальным. Следует выбрать оптимальный маршрут из $(k-1)!$ возможных. Иногда эффективным оказывается приближенный "хитро-жадный" метод, который является "усеченным" вариантом метода ветвей и границ. В ряде других случаев эффективными оказываются популярные в настоящее время адаптивные поисковые алгоритмы, основанные на эволюционных факторах получения решения, – генетические алгоритмы.Однако такая постановка задачи имеет общий вид и не учитывает приоритетности, дальности, затрат на транспорт для задачи управления службой поддержки.

Математическая модель и постановка задачи. В фирме провайдера информационно-коммуникационных сервисов имеется N заказов для выполнения, расположенных на одной прямой. Сотрудник службы поддержки пронумеровал их числами от 1 до N в порядке увеличения важности. Сотрудник службы поддержки находится в точке 1, хочет попасть в точку N и может выполнять заказы только в порядке увеличения важности. Для перемещения используются возможности транспортной компании. Стоимость перемещения от заказа i к заказу j равна $c_i \cdot |x_i - x_j| + t_j$, где x_i — координата заказа i, x_j — координата заказа j, c_i — стоимость единичного перемещения к заказу i, а t_j — стоимость заказа j. Необходимо потратить минимум средств на передвижения для выполнения всех заказов.

Алгоритм решения задачи. Применим метод динамического программирования. Обозначим через $f(i)$ наименьшую стоимость перемещения от заказа 1 к заказу i. Ясно, что $f(1) = 1$. Для остальных заказов f вычисляется по следующей формуле:

$$f(i) = \min_{1 \leqslant j \leqslant i} \{|x_i - x_j| \cdot c_j + t_i + f(j)\} \quad (1)$$

Приведенная рекуррентность позволяет решить задачу за $O(N^2)$. Раскроем модуль, рассмотрев при этом 2 случая. Вынесем элементы, не зависящие от j из под знака минимизации.

1. Если $x_i < x_j$, то

$$f(i) = \min_{1 \leqslant j \leqslant i} \{x_i \cdot c_j + f(j) - x_j \cdot c_j\} + t_i \quad (2)$$

2. Если $x_i \geqslant x_j$, то

$$f(i) = \min_{1 \leqslant j \leqslant i} \{-x_i \cdot c_j + f(j) + x_j \cdot c_j\} + t_i \quad (3)$$

Задача состоит в том, чтобы вычислить минимум по j быстрее, чем за $O(N)$. Для этого дадим геометрическую интерпретацию этой формуле. Известно, что любую невертикальную прямую можно задать уравнением вида $y = k \cdot x + l$, где k и l — это произвольные параметры, x — независимая переменная, а y — зависимая переменная. Число k еще называют угловым коэффициентом прямой. Поставим в соответствие каждому заказу j $(1 \leqslant j \leqslant i)$ прямую с $k = c_j$ и $l = f(j) - x_j \cdot c_j$, а у другой $k = -c_j$, а $l = f(j) + x_j \cdot c_j$. Это возможно, поскольку для всех таких заказов известно значение $f(j)$. Тогда задача поиска минимума по j значения функции $f(j) - x_j \cdot c_j$ имеет формулировку – есть набор прямых, заданных коэффициентами k и l, и требуется найти наименьшую y-координату пересечения прямых из набора с вертикальной прямой $x = V_i$. Для каждого x' выберем самую нижнюю точку пересечения вертикальной прямой $x = x'$ и прямых из имеющегося набора. Получившееся множество точек назовем нижним огибающим множеством для заданного набора прямых.

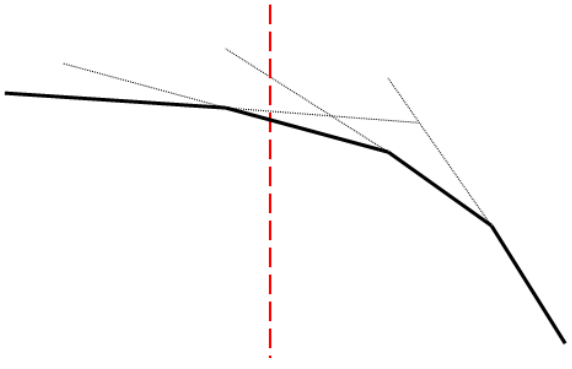


Рис. 1. Нижнее огибающее множество выделено жирным

Поскольку заказы не отсортированы по x_i, то добавлять прямые в конец массива нельзя, т.к. может понадобиться добавить прямую куда-то в середину, при этом удалив несколько прямых опять же из середины массива. Для того, чтобы поддерживать верхнее огибающее множество, будем хранить все прямые в декартовом дереве, отсортировав по возрастанию углового коэффициента k. Тогда, при добавлении новой прямой, сначала ищется её позиция в дереве, затем удаляются лишние прямые непосредственно справа и слева от нее. Проверка делается аналогично случаю, когда мы добавляется прямая в конец массива. Важно, что еще необходимо отдельно проверить, надо ли вообще вставлять эту прямую в множество, т.к. возможен случай, когда этого делать не требуется. Пересекать верхнее огибающее множество с вертикальной прямой будем точно также, как и в случае с массивом, только вместо бинарного поиска применяется спуск по дереву. Итоговая сложность решения составляет $O(N\ logN)$.

Выводы. В работе сформулирована задача поиска оптимального маршрута для службы поддержки провайдера информационно-коммуникационных сервисов. Для решения поставленной задачи предложен алгоритм на базе методов динамического программирования и оптимизации на основе геометрического подхода. Предложенный алгоритм реализован в программном комплексе единой системы управления службой поддержки провайдера информационно-коммуникационных сервисов.

Гура Е.С., Федоречко О.І.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Метод виправлення блоків даних при їх передачі

Динамічне зростання швидкості передачі даних в сучасних системах телекомунікацій та розширення використання бездротових технологій загострює проблему забезпечення надійності передачі і вимагає розробки нових засобів корекції виникаючих помилок.

Ціллю дослідження є розробка ефективного методу блокової корекції помилок передачі даних. Інформаційна посилка D передається у вигляді m блоків $B_1,B_2,\ldots,B_m$, з n символів. Тобто кожен j-тий (j=1,...,m) блок B_j може бути представлений як набір символів $B_j=\{b_{j1},b_{j2},\ldots,b_{jn}\}$.

Передача кожного j-го блоку B_j контролюється кодом виявлення помилок передачі, зокрема CRC або WCS. Додатково передаються також 5 контрольних блоків $C_1,C_2,\ldots,C_4$, що дозволяють виправити до 4-х спотворених при передачі блоків.

Блоки C_1 та C_2 складаються з n+m-1 символів та формуються наступним чином. Кожен i-тий символ c_{1i},i=1,...,n+m-1 блоку C_1 пропонується формувати наступним чином:

$$\forall i \in \{1,..,m\} : c_{1i} = \overset{i}{\underset{q=1}{\oplus}} b_{i-q+1,q}.\forall i \in \{m+1,..,n\} : c_{1i} =$$

$$= \overset{i}{\underset{q=i-m+1}{\oplus}} b_{i-q+1,q}.\forall i > n : c_{1i} = \overset{n}{\underset{q=i-m+1}{\oplus}} b_{i-q+1,q}$$

Кожен i-тий символ i-тий символ c_{2i},i=1,...,n+m-1 другого контрольного блоку C_2 формується як:

$$\forall i \in \{1,..,m\} : c_{2i} = \overset{i}{\underset{q=1}{\oplus}} b_{m-i+q,q}.\forall i \in \{m+1,..,n\} : c_{2i} = \overset{i}{\underset{q=i-m+1}{\oplus}} b_{m-i+q,q}$$

$$\forall i > n : c_{2i} = \overset{n}{\underset{q=i-m+1}{\oplus}} b_{m-i+q,q}$$

Контрольні блоки C_3 та C_4 складаються з n+2·(m-1) символів і формуються як:

$$\forall i \in \{1,...,2\cdot(m-1)-1\} : c_{3i} = \overset{(i-1)div2}{\underset{q=0}{\oplus}} b_{q+1,i-2\cdot q},$$

$$\forall i \in \{2\cdot(m-1),...,n\} : c_{3i} = \overset{m-1}{\underset{q=0}{\oplus}} b_{q+1,i-2\cdot q},$$

$$\forall i \in \{n+1,...,n+2\cdot(m-1)\} : c_{3i} = \overset{m-1}{\underset{q=(i-n-1)div2+1}{\oplus}} b_{q+1,i-2\cdot q}$$

Нехай, в процесі передачі були пошкоджені чотири інформаційні блоки з порядковими номерами v,w,u,z, причому $v<w<u<z$. Відповідно, постає задача відновлення всіх символів блоків $B_v=\{b_{v1},b_{v2},\ldots,b_{vn}\}$, $B_w=\{b_{w1},b_{w2},\ldots,b_{wn}\}$, $B_u=\{b_{u1},b_{u2},\ldots,b_{un}\}$, $B_z=\{b_{z1},b_{z2},\ldots,b_{zn}\}$.

Метод передбачає відновлення зазначених символів в наступному порядку:

1. Відновлюються символи $b_{v1},b_{v2},\ldots,b_{v,w-v}$ за допомогою контрольних символів $c_{3,2\cdot v-1}$, $c_{3,2\cdot v}$, ..., $c_{3,2+v-2}$ відповідно.

2. Відновлюються z-u символів $b_{z1},b_{z2},\ldots,b_{z,z-u}$ з використанням символів 4-го контрольного блоку: $c_{4,2\cdot(m-z)+1}$, $c_{4,2\cdot(m-z)+2},\ldots,c_{4,2\cdot(m-z)+z-u}$ відповідно.

3. Організується цикл зі змінною j відновлення значень спотворених при передачі символів блоків B_v, B_w, B_u, B_z.

Запропонований метод дозволяє виконувати корекцію до 5-ти блоків даних. Метод орієнтовано підвищення ефективності корекції виникаючих помилок для бездротових систем швидкісної передачі цифрових даних.

Основною перевагою запропонованого методу корекції блоків даних є досягнення мінімального рівня інформаційної надлишкості при гранично простих операціях корекції даних, які зводяться до виконання логічного додавання кодів.

Дзядик Ю.В.
[1] *Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем НАН та МОН України, Київ, Україна;* [2] *Вікімедіа Україна, Київ, Україна*

Аналіз виборів у невеликій групі

Візуалізація матриці (шахматки) голосувань, її дослідження, рекомендації для виявлення та усунення деструктивних сил.

Повний текст цієї доповіді доступний (як pdf слайди) у Wikipedia Commons, див: Vybory.pdf.

Інформація для дослідження. У невеликій групі відбулись вибори: $M < 100$ виборців, K кандидатів на P посад. Нижче наведена шахматка бюлетенів конкретного голосування: вибори у деякій організації правління.

1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
2	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
3	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1
5	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
6	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1
7	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
8	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
9	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
10	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
13	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
14	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
15	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		

Рис. 1. Матриця бюлетенів виборів правління організації: $M = 36$ виборців, $K = 15$ кандидатів на $P = 7$ посад

Які висновки з цієї інформації ми можемо зробити про структуру групи? Які рекомендації можемо зробити для оптимізації керування групою?

У доповіді проаналізовано кілька математичних методів.

У цих тезах показано один із них.

Проекції на площини. Метод головних компонент. Поставимо задачу: спроектувати M векторів виборців $\{a, b, \dots\}$ з K-вимірного простору оператором проекції $\mathbf{P}$ на таку двомірну площину, щоб втратити найменше інформації. Тоді ми наочно побачимо на площині конфігурацію, максимально подібну до K-вимірної.

Справедлива теорема, що оптимальною є проекція на площину головних компонент, отриманих в результаті факторного аналізу [1–6]. А саме, має місце більш загальна

Теорема. Позначимо через $\mathbf{P}_s$ оператор проекції на підпростір перших s факторів $\{\mathbf{z}_1, \dots, \mathbf{z}_s\}$, $G(\mathbb{R}; k, s)$ – грасманів многовид усіх s-вимірних підпросторів дійсного M-вимірного простору, $\{\mathbf{P}\}$ – відповідні проектори. Тоді

$$\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{i-1}\left|\mathbf{P}_s\left(\mathbf{x}_i-\mathbf{x}_j\right)\right|^2=\max_{\mathbf{P}\in G(\mathbb{R};k,s)}\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{i-1}\left|\mathbf{P}\left(\mathbf{x}_i-\mathbf{x}_j\right)\right|^2.$$

Результати проекцій. Перший та другий фактори містять лише 65,4% інформації про відстані (54,1% та 11,3% відповідно), третій – 8,5%. Тому представимо дві діаграми.

Проекція на 1 та 2 фактори. Зліва 10 елементів кластера **B**, справа 7 елементів кластера **A**, між ними 3 ізольовані класи 3 (№3), 28 (№17), 29 (№18), четвертий ізольований клас 14 (№11) неначе знаходиться всередині кластера **B**.

Проекція на 1 та 3 фактори доповнює інформацію, яку дає проекція на головні компоненти. Зокрема, ізольований клас 14 вже знаходиться зовні кластеру **B**.

Висновки та рекомендації. Група містить два кластери учасників, які є антиподами, тобто між якими відсутні порозуміння та довіра.

Для нормалізації ситуації застосовувалися методи емпатичної кібернетики.

Емпатичні вербальні образи – це слова та образи, які викликають симпатію, знищують агресивність.

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

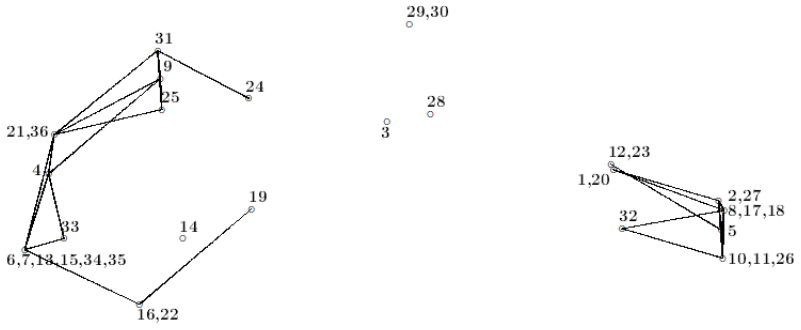


Рис. 2. Проекція на головні компоненти (тобто на 1 і 2 фактори)

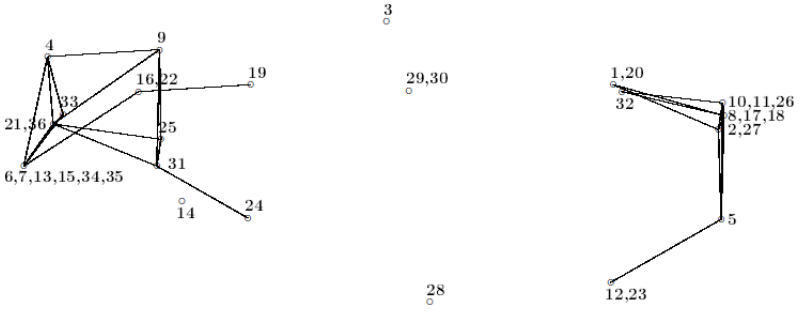


Рис. 3. Проекція на 1 та 3 фактори

empathy – 1) емпатія; співчуття; співпереживання; 2) одушевлення, одухотворення. Тлумачення: 1) the power of understanding and imaginatively entering into another person's feelings 2) the attribution to an object, such as a work of art, of one's own emotional or intellectual feelings about it.

Емпатія – здатність викликати симпатію. Навіть у стані конфлікту.

Empathetic Analysis [7, 8] (як я його розумію) – це наука, мистецтво, інколи осяяння (часто приходить уві сні) осягнути те, що здається немислимим, абсолютним злом.

Здатність підтримувати взаємини з ментальними (етичними) антиподами.

Приклад. США до певного часу дивилися на Іран, а Іран на США як на уособлення зла у світі. Після зміни підходу на емпатичний багаторічна стабільно погана ситуація у взаємовідносинах змінилася на краще [9, 10].

Звісно, хтось сказав: слово – це добре, а слово і зброя – ще краще.

Але слово і зброя, слово з позиції сили – це зовсім інша тема.

Література. **1.** Gramian matrix. Jørgen Pedersen Gram **2.** William S. Cleveland. Visualizing Data // AT&T Bell Laboratories, 1993. – 360 p. **3.** John W. Tukey. Exploratory Data Analysis // Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Mass. 1977. – XVI + 688 p. // (*in Russian*): Moscow, Mir, 1981. – 696 p. **4.** Richard L. Gorsuch. Factor Analysis / 2-nd ed. // Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, 1983. – 454 p. **5.** Teuvo Kohonen. Self-Organizing Maps. / Springer Series in Information Sciences, Vol. 30 / 3-d ed. // Berlin, Springer-Verlag, 2001. – XX + 501 p. **6.** Yevgeniy Bodyanskiy. Computational Intelligence Techniques for Data Analysis // Lecture Notes in Informatics. Vol. P-72. Bonn, Germany, 2005. – P. 15-36. **7.** Methodology. Empathetic Analysis. http://www.stratfor.com/about/methodology **8.** Stratfor. https://uk.wikipedia.org/wiki/Stratfor **9.** Thinking About the Unthinkable: A U.S.-Iranian Deal, http://www.stratfor.com/weekly/20100301_thinking_about_unthinkable_usiranian_deal. **10.** Hezbollah, Radical but Rational, http://www.stratfor.com/weekly/20100811_hezbollah_radical_rational.

Диденко Д.Г., Климковская С.Д.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Задача оптимального размещения контекстной рекламы

Введение. Продвижение сайта является неотъемлемым компонентом продуктивности сайта, так как, если брать во внимание темпы развития интернета и появления множества сайтов, становится понятным то, что конкуренция очень велика.

Постановка задачи. Интернет-магазин, который не использует SEO — нонсенс, и вряд ли вообще найдутся примеры успешных проектов, не использующих этот канал привлечения клиентов. Трафик должен быть большим, целевым и максимально дешевым. Грамотная стратегия поискового продвижения гарантирует минимальную цену посетителя. Поскольку для получения ощутимого эффекта требуется достаточно большое количество внешних ссылок (от нескольких десятков до нескольких тысяч), необходим инструмент для автоматизации их размещения, иначе пришлось бы управлять тысячами ссылок вручную.

Реализация. Поисковая оптимизация SEO — комплекс мер для поднятия позиций сайта в результатах выдачи поисковых систем по определенным запросам пользователей с целью продвижения сайта [1].

Семантическое ядро сайта составляют те ключевые словосочетания, которые обнаружила поисковая машина при сканировании сайта, т.е. это набор поисковых слов, их морфологических форм и словосочетаний, которые наиболее точно характеризуют вид деятельности, товар или услугу, предлагаемые сайтом. В качестве примера разберем сайт интернет-магазина туристического снаряжения, например, www.turkul.net. Для оценки количества запросов можно использовать сервис https://adwords.google.com. Будем анализировать количество запросов и конкурентность на примере названия единицы товара. За отправную точку возьмём слово «палатка». В данном случае, это слово является маской, к которой добавляются нужные слова и словосочетания, тем самым расширяя наше семантическое ядро. Теперь в Гугл-планировщике ключевых слов введем словосочетания запроса, которые появляются на странице данного сайта с палатками [2].

Таблица 1. Оценка запроса

Словосочетания	Среднее число запросов в месяц	Конкуренция	Уровень конкуренции
палатка	6600	0,42	средний
туристическая палатка	260	0,82	высокий
палатка кемпинговая	210	0,92	высокий
палатка шатёр	20	0,93	высокий
палатка экспедиционная	10	0,56	средний
палатка штурмовая	10	0,23	низкий
подстилка под палатку	30	0,23	низкий
пол для палатки	20	0,17	низкий

Проводится анализ конкурентности запроса (количество и качество сайтов по запросу), оценка конкурентоспособности сайта, т.е. способности выступать наравне с присутствующими в ТОПе ресурсами. Для точки входа на страницу сайта с палатками эффективными ключевыми словами являются палатка, палатка кемпинговая, палатка шатёр, палатка экспедиционная.

Так же система строит графики количества запросов по каждому ключевому слову в зависимости от месяца.

Keyword Effectiveness Index (KEI) – оценка ключевого словосочетания, выраженная в цифровом значении, дающая представление о его эффективности с точки зрения поискового продвижения. Для заданных запросов её можно получить с помощью специальных программ

таких, как Key Collector, рассчитывается по формуле:

$$KEI = \frac{1000P^2}{C}, \tag{1}$$

где:

P – популярность ключевой фразы за сутки;

C – конкурентоспособность фразы (сколько других сайтов оптимизировано под эту фразу, ищется в поисковике как точное совпадение, т.е. в кавычках);

Ключевое слово или фраза с KEI меньше 10 – это плохой выбор, с KEI от 10 до 100 – хороший выбор, а если KEI около 400 – это просто великолепно [3].

На ряду с задачей анализа эффективности запросов стоит задача об автоматизации процесса продвижения сайта, в которой не последнюю роль играет биржа покупки и продажи ссылок.

Биржа ссылок — система для купли/продажи ссылок на сайты, организованная по принципу товарной биржи. Принцип работы биржи ссылок – интерфейс взаимодействия вебмастера и оптимизатора (продающего ссылки и покупающего их), а биржа выступает в роли «посредника» сделки. Примерами таких бирж являются Sape.ru, Blogun.ru, MainLink.ru, SetLinks.ru и т.д. Покупка ссылок с чужих сайтов на продвигаемый ресурс способствует его продвижению вверх в результатах выдачи поисковой системы. Важными параметрами тут являются так называемые пузомерки – тИЦ (тематический индекс цитирования - определяется суммарным весом ссылающихся сайтов) и PR (Google Page Rank - это метод вычисления веса страницы путём подсчёта важности ссылок на неё). Чем больше у сайта эти показатели тем дороже можно продавать ссылки [2].

Программа будет решать задачу оптимизации, решение которой позволит распределить входящий бюджет с максимальной пользой для оптимизатора, т.е. в рамках входящего бюджета веб-приложение будет самостоятельно подбирать нужное количество ссылок с максимально удовлетворяющими требованиям показателями.

Суть автоматизации биржи ссылок заключается в программном подключении к Google API, с помощью чего вытягивается нужная информация о конкурентах и проводится анализ конкурентноспособности ссылок на страницы и сайты.

В данной задаче оптимизации целевой функцией, которую необходимо максимизировать, является линейный функционал

$$R^3 \xrightarrow{L} R : L(n, r, p) \xrightarrow[n,r,p]{n} \max \tag{2}$$

зависящий от таких переменных, как количество ссылок (n), их релевантности в поисковых системах (r), их цены (p). И, соответственно, ограничения оптимизации – это ограничение суммарной цены по входящему бюджету(b) и неотрицательность всех переменных. Формализированная задача оптимизации представляет собой задачу линейного программирования [3].

Выводы. Профессиональное продвижение сайтов в различных поисковых системах приобретает в настоящее время большую востребованность, благодаря уникальным возможностям. Способы, использующиеся для этого, достаточно разнообразны. Прежде всего, они заключаются в выведении сайта или виртуального магазина на верхние позиции в результатах запросов пользователей. Именно верхние позиции являются наиболее желанными для любого владельца персонального сайта, так как они пользуются наибольшим вниманием пользователей.

Литература. **1.** Кристиан Дари, Джейми Сирович Поисковая оптимизация сайта (SEO) на ASP.NET для профессионалов. Руководство разработчика по SEO = Professional Search Engine Optimization with ASP.NET: A Developer's Guide to SEO.// Диалектика — 2008. — 400 с. **2.** Евдокимов Николай Владимирович, Лебединский Игорь Владимирович. Раскрутка веб-сайта: практическое руководство по SEO 3.0. // Вильямс, —2011. — 288 с. **3.** Анар Бабаев, Николай Евдокимов, Михаил Боде, Евгений Костин, Алексей Штарев Раскрутка. Секреты эффективного продвижения сайтов. — // Питер, 2013. — С. 272.

Диденко Д.Г., Крюков А.А.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Планирование расширения ресурсов облака на основе результатов агентного моделирования социальной сети

Введение. Социальные сети в последнее время занимают прочное место среди веб-ресурсов и имеют огромное значение в поддержке коммуникаций (как личных, так и профессиональных) в жизни каждого человека. История их развития начинается с 1995 года с создания сайта Classmates.com. Успешность данного проекта спровоцировала создание ряда других подобных ресурсов. Так в 2003-2004 годах были запущены LinkedIn, MySpace и facebook, а двумя годами спустя крупнейшие русскоязычные социальные сети: ВКонтакте и Одноклассники. Не смотря на большое количество пользователей на данный момент, социальные сети продолжают расти и это вынуждает к постоянному увеличению количества вычислительных серверных ресурсов.

Цель работы. Основной целью данной работы является построить такую агентную модель пользователя, которая при имитационном моделировании социальной сети позволит наиболее точно прогнозировать ее дальнейший рост. И уже на основе полученных прогнозов дать оценку требуемому количеству серверов для поддержания стабильной работы сайта. Это поможет, во-первых, избежать ситуации перегрузки системы, во-вторых, предотвратить избыточность вычислительных мощностей, а, соответственно, и дополнительных затрат.

На данный момент существует множество готовых пакетов для имитационного моделирования, таких как Ithink,Vensim, AnyLogic, Powesim и другие. В некоторых из них даже есть базовая поддержка агентного моделирования социальных сетей. Но проблема состоит в том, что на сегодняшний день там нет решений для вышепоставленной задачи. Поэтому в рамках исследования будет создана такая модель, которая позволит прогнозировать рост социальной сети [1].

Прежде чем начать создание модели, нужно дать определение социальной сети в общем смысле. Само понятие «социальная сеть» включает некий круг знакомых человека и социальных связей между этими людьми. В отличие от социальных структур, представляющих достаточно жесткий «каркас» устоявшихся социальных отношений, социальные сети относятся к числу гибких структур, или «мягких тканей» , способных управлять малыми социальными взаимодействиями.

Агентно-ориентированные модели. Агентно-ориентированные модели (АОМ) — класс вычислимых моделей, основанных на индивидуальном поведении множества агентов. АОМ позволяют смоделировать систему максимально приближенную к реальности и по сути ограничиваются только возможностями компьютеров. В ряде таких моделей передвижение агентов задается без использования сложных формул, но с помощью заранее определенных маршрутов и простых правил, с одной стороны имитирующих адаптивное мышление в процессе принятия решений, а с другой – позволяющих получить неочевидные результаты на уровне агрегированных параметров. [2] Сейчас агентное моделирование широко используется во многих сферах жизнедеятельности человека. К тому же данные модели обладают всеми необходимыми свойствами, которые необходимы для имитации социальной сети:

- **Автономия**. Агенты действуют независимо друг от друга и при этом предполагается, что в моделях нет единой регулирующей структуры, которая контролировала бы поведение каждого агента в отдельности.
- **Неоднородность**. Агенты чем-то различаются друг от друга.
- **Ограниченная интеллектуальность агентов** . Агенты модели не могут познать нечто большее, выходящее за рамки макросреды модели.
- **Расположение в пространстве**. Имеется в виду некоторая «среда обитания».

Создание модели. При создании модели для имитации социальной сети мы должны прояснить 2 фактора:

- каким образом происходит привлечение новых пользователей;
- как долго агент остается активным пользователем данного социального ресурса.

В свете первого пункта будем рассматривать нашу систему как некую среду, в которой находятся агенты и передают друг другу информацию о социальной сети. Данная ситуация имеет много общего с моделированием эпидемий заболеваний. В одной из классических моделей эпидемий, разработанной в 60х академиком О.В. Барояном и профессором Л.А. Рвачевым и в большинстве других моделей такого типа вся популяция на моделируемой территории делится на группы. Обычно выделяют четыре группы людей:

- Susceptible – здоровые люди, восприимчивые к заболеванию;
- Exposed – люди, заболевание у которых находится в инкубационном периоде;
- Infectious – инфекционные больные;
- Recovered – переболевшие моделируемым заболеванием люди, более к нему не восприимчивые [3].

В нашем случае можем упустить "людей с заболевание в инкубационном периоде"и разделить агентов на 3 категории:

- Не пользователи;
- Активные пользователи;
- Пассивные пользователи.

Изначально мы имеем некоторое количество "активных пользователей"социальной сети и "не пользователей". В процессе взаимодействия(общения) с некой долей вероятности "активный пользователь"может убедить "не пользователя"зарегистрироваться на этом социальном ресурсе и он перейдет в ранг "активных пользователей". Также имеем обратный процесс, когда "активному пользователю"может надоесть использовать социальную сеть и он из разряда "активных пользователей"перейдет в разряд "пассивных пользователей". Таким образом с течением времени количество пользователей колеблется. В целом вся задача сводится к поиску ***коэффициента воспроизведения***, который и будет являться основным показателем прироста активных пользователей:

$$K = cid(P/N)$$

,где

- c - количество приглашений/единица времени;
- i - коэффициент отклика на приглашение;
- d - средняя продолжительность активности пользователя;
- P – количество не пользователей;
- N – размер целевой аудитории [4].

Очевидно, что размер целевой аудитории и количество не пользователей будем брать как число пользователей сети и оставшееся население соответственно. Среднюю продолжительность активности пользователя из статистических данных. Средний коэффициент отклика на приглашение можно вычислить на основе статистики социальной сети за прошлые годы.

Литература. **1.** Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 400 с. **2.** Давыденко В.А. Ромашкина Г.Ф. Чуканов С.Н. Моделирование социальных сетей // Вестник Тюменского государственного университета. № 1, 2005. С. 68-79. **3.** Бароян О.В., Рвачев Л.А. Математика и эпидемиология.– М., «Знание»,1977.– С. 63. **4.** Моделирование роста социальных сетей , http://www.empatika.com/blog/agentmodeling_socialnetworks.

Діденко Д.Г., Климковська К.Д.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Розподілене обчислення важливості брендів у сучасних соціальних мережах

Вступ. Щодня в мережі Інтернет публікується дуже багато контенту: відгуки про компанії та думки про них, фото і відео цікавих місць, опис нових товарів і багато іншого. Для того, щоб компанія ефективно функціонувала на просторах онлайн-спільнот, необхідний регулярний моніторинг видачі інформації в мережі Інтернет і його своєчасний аналіз. Активно працюючи з моніторингом соціальних мереж, компанії мають можливість швидше за конкурентів дізнаватися про нові тренди та очікувати потенційних клієнтів [1]. Тобто в сучасному світі для вдалого розвитку компанії дуже важливо проводити моніторинг брендів та дізнаватися думку користувачів товару, наприклад через такий потужний механізм, як соціальні мережі.

Постановка задачі. Поняття *«важливість бренду»* є неоднозначним. В даному випадку воно визначається шляхом аналізу кількості позитивних та негативних відгуків про бренд. В свою чергу *«позитивність»* та *«негативність»*, тобто відтінок відгуку, теж підлягає аналізу. Важливість бренду досліджується в найбільшій соціальній мережі – Facebook (https://www.facebook.com/), так як цільова аудиторія є найбільшою та багатонаціональною.

Реалізація. В роботі аналіз важливості брендів розбивається на такі етапи:

1. Збір інформації в соціальній мережі: програмна реалізація дозволяє зібрати публікації користувачів соціальної мережі та коментарі до них, в яких згадується заданий бренд.
2. Далі найскладніший етап: кожна зібрана на попередньому етапі публікація аналізується та встановлюється її відтінок – позитивний чи негативний. Для встановлення відтінку відгуку проводиться семантичний аналіз речення. Для кожного з відтінків складений словник, в якому містяться слова, що можуть бути вжиті для надання реченню відповідного відтінку. Тобто, наприклад, у словнику *«позитивних відтінків»* містяться такі слова, як *«хороший»*, *«подобається»*, *«обожнюю»* тощо. Так у словнику *«негативних відтінків»* містяться слова: *«поганий»*, *«несправний»* і т.д. Окремо підлягає аналізу частка *«не»*, тому що вона надає словам, які окремо мають позитивний сенс, негативний відтінок. Також для підвищення ймовірності встановлення відтінку, для кожного відгуку рахується кількість позитивних та негативних згадувань та визначається їх частка у відгуку, як число від 0 до 1. Якщо частки позитивних та негативних згадувань відрізняються менш, ніж на 0,4, то відтінок відгуку приймається той, що має більшу частку. Якщо ж ні – то цей відгук буде відноситись до відгуків, з невстановленим відтінком.
3. На наступному етапі підраховується загальна кількість позитивних та негативних відгуків, і подається як процентне відношення та відношення у цифрах. Так як обробка такої великої кількості матеріалу займає багато часу і вимагає багато ресурсів, її виконують на кластерах Hadoop за допомогою моделі розподілених обчислень MapReduce [2].

Висновок. Зараз для компаній на рику бренд-моніторинг необхідний, щоб:

- швидко реагувати на потреби аудиторії (часто – на негативні);
- приймати рішення про те, як бренду слід працювати в соціальних мережах;
- зрозуміти, які відгуки в соціальних мережах про головних конкурентів бренду і які результати їх PR-компаній, а також порівняти їх рівень активності з вашим.

Тобто у сучасному світі задача обчислення важливості брендів є дуже актуальною, що зумовлено зростанням кількості брендів та конкуренцією між ними [3].

Література. **1.** Моніторинг соціальних мереж, http://iqbuzz.ru/monitoring-soczialnyix-media-i-setej.php/. **2.** Andrew Pavlo, Erik Paulson, Alexander Rasin, Daniel J. Abadi, David J. DeWitt, Samuel Madden, Michael Stonebraker. A Comparison of Approaches to Large-Scale Data Analysis. Proceedings of the 35th SIGMOD International Conference on Management of Data, 2009, Providence, Rhode Island, USA. **3.** Моніторинг соціальних мереж, http://smm.ingate.ru/services/research/.

Дідковська М.В., Вахріна В.А.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Розробка мобільного додатку AndroBrailleTouch для людей з вадами зору

Вступ. Цифрові технології є новим вектором обміну знаннями та автономії для сліпих та слабозорих як у професійній та академічній сфері, так і приватному житті цих людей. Електронна публікація та Інтернет відкривають широкі перспективи доступу до документів через читання з екрану. Крім того, інформація вже не локалізована тільки в місцях традиційних знань, таких як бібліотеки, але стає все більш доступною для користувачів на відстані. Збільшення обчислювальної потужності і об'єму пам'яті дозволяє не тільки простіше зберігати документи, але й ділитися, редагувати та надавати їм різних форм, що відображаються на екрані.

Постановка задачі. Люди з вадами зору більше не є залежними від книжок, друкованих на мові Брайля, та аудіокасет. Проте, сучасні розробки вимагають нового рівня представлення інформації. Крім того, сучасне середовище сприяє поширенню цифрових технологій. Існуючі графічні інтерфейси як і раніше представляють проблеми зручності та доступності для сліпих. Зокрема, перехід від DOS до GUI не надали їм якості і комфорту. У питанні доступу до знань, зображення в цифровому вигляді, а також використання графічного інтерфейсу вже стали новою перешкодою для людей з вадами зору [1].

Розв'язання задачі. Сьогодні існує безліч різноманітних технологій, що співіснують разом і поокремо, і пропонують для людей з вадами зору велику підтримку. Розробка технологій для людей з вадами зору пройшла через три основних етапи [2]:

1. Винахід Брайля в 1829 році і його поширення
2. Поява звукових носіїв, таких як магнітофони та касети, які виборювали конкуренцію у друкованих текстів за системою Брайля.
3. Розповсюдження доступу до цифрової інформації.

Шрифт Брайля, найбільш доречний для сенсорного сприйняття, базується на використанні матриці у вигляді витиснених тактильних знаків, розроблених Валентином Гаюї. Сам користувач цієї техніки Брайль, який сам з дитинства був сліпий, втративши зір в результаті нещасного випадку, покращив і спростив її, побудував свій алфавіт використовуючи ті ж шість точок [3]. Саме на основі концепції клавіатури Брайля актуальним є пошук рішень для сучасних девайсів, таких як планшети і смартфони. На ринку асистивних додатків нещодавно з'явився продукт під назвою BrailleTouch [4]. BrailleTouch має унікальний дизайн клавіатури, заснований на розмітці Брайля. Точки 1 , 2 , і 3 розташовані вертикально на лівій стороні екрану. Точки 4 , 5 і 6 розташовані вертикально з правого боку екрану. Для введення з BrailleTouch, користувач тримаєте телефон особливим чином, з екраном повернеким від нього в альбомній орієнтації. Наприклад, користувач може натиснути точку 1 за допомогою вказівного пальця лівої руки та BrailleTouch розпізнає та проголосить букву "A". Після того як користувач знайшов чотири кута на сенсорному екрані і точки 1, 3, 4 і 6 є зручними для введення тексту, він готовий почати роботу з пристроєм. Проте, ця розробка доступна тільки для користувачів Apple, тобто на таких пристроях, як iPhone чи iPod Touch. А отже, ми пропонуємо розробити додаток під операційну систему Android, на основі запропонованою вище концепції BrailleTouch. Це розширить кількість користувачів додатку та значно полегшить користування мобільними пристроями людям з вадами зору.

Література. **1.** Aaronson, D., Gabias, P. (1987). «Computer use by the visually impaired», Behavior Research and Methods, Instruments & Computers, 19(2), 275-282. **2.** Burger, D. (1993). «Les handicapés visuels face à l'informatique», in J. C. Spérandio (Ed.), L'ergonomie dans la conception des projets informatiques (1 ed., pp. 247-263). Octarès. **3.** Foulke, E. (1991). «Braill », in M.A. Heller et W. Schiff (Eds.), Psychology of touch, Hillsdale, NJ, erlbaum, 219-233. **4.** BrailleTouch, http://brailletouchapp.com/.

Дідковська М.В., Гранаткіна Т.Д.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Виявлення брудних даних у сховищах даних

Сьогодні системи сховищ даних відіграють ключову роль в інформаційній інфраструктурі корпорацій, оскільки дані є цінними стратегічними активами компаній. Їх використовують для аналізу діяльності підприємства та підтримки прийняття бізнес-рішень. Тому дуже важливо мати точні та вірні дані, оскількі від цього залежить успішність компанії та ефективність операцій. Виявлення брудних даних є однією із задач менеджменту якості даних.

Дані називаються брудними, якщо їм притаманна хоча б одна з характеристик: неточність, неповнота або помилковість. Якість даних погіршується зі зростанням їх обсягу та при виконанні операцій в системі; поява брудних даних може бути наслідком злиття великих баз даних з різних джерел з гетерогенним представленням інформації. Дані у сховищах можуть поповнюватися щогодинно або щоденно, тому контролювати якість з часом стає важчим.

Таким чином, основні задачі дослідження полягаюсь в аналізі основних типів брудних даних, порівняльному аналізі інсуючих методів виявлення брудних даних, синтезі вибраних методів для побудови та імплементування алгоритму з метою очищення сховищ даних та полегшення контролю якості даних.

В якості брудних даних виділимо наступні: помилковий ввід даних, неправильне написання, двозначні дані, скорочені версії, абревіатури, псевдоніми, різне представлення даних, використання спеціальних символів [1]. Як наслідок цього, декілька записів в таблиці можуть відповідати одному й тому ж об'єкту реального світу, що, таким чином, призводить до появи дублікатів та неоднозначних даних.

Виділимо наступні групи методів, що використовуютть підріхунок міри подыбності для виявлення бурдних даних [2]:

- методи, що розглядають запис як послідовність символів, наприклад: Edit distance, Needleman-Wunch, Affine gap measure, Smith-Waterman measure
- методи, що розглядають запис як набори символів, наприклад: Overlap, Jaccard, TF/IDF
- гібридні методи, наприклад: Generalized Jaccard, Soft TF/IDF

Табл. 1. Основні задачі методів виявлення брудних даних

Метод	Задача методу	Приклад
Edit distance, Needleman-Wunch	Виявлення типових помилок при введенні символів	"David","Davd"
Affine gap measure	Виявлення пропусків, скорочення слів в наборі слів	"David R. Smith", "David Richard Smith"
Smith-Waterman measure	Виявлення різного розташування однакових слів в наборі слів	"Prof. John Smith, Yale Univ", "John Smith, Professor"
TF/IDF	Виявлення текстуально подібних структур	"Apple Corp", "IBM Corporation, CA", "Apple Corporation, CA"
Generalized Jaccard	Виявлення текстуально подібних структур з помилками	"Energy & Gas", "Gas, Eneryg & Transportation"

В роботі представлено алгоритм встановлення відповідності між можливими причинами виникнення брудних даних та методами їх виявлення, що дозволяє побудувати загальну модель — результат синтезу та систематизації методів з метою цілеспрямованого знаходження найчастіших випадків брудних даних у сховищах, тобто в умовах надвеликого об'єму та гетерогенності даних.

Література. **1.** W. Kim et al, "A taxonomy of dirty data," Data mining and knowledge discovery, vol. 7, pp. 81-99, 2003. **2.** A. Doan et al, "String Matching" in Principles of Data Integration, ed. Waltham: Morgan Kaufmann, 2012., pp 95-110.

Донченко В.С., Зінько Т.П.
Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Київ, Україна

Застосування абстрактного варіанту перетворення Гока для розпізнавання символів

В роботі [1, 2] створена загальна теорія перетворення Гока як методу статистичного оцінювання. В них запропонована та реалізована концепція абстрактної Гок-пари. В роботі [3] побудована реалізація абстрактної Гок-пари, яка застосовується для розпізнавання символів.

Нижче наводяться результати, які реалізують можливість застосування концепції абстрактної Гок-пари для розпізнавання символьної інформації.

В абстрактному варіанті перетворення Гока (ПГ) зберігаються основні концептуальні елементи ПГ: наявність двох «просторів» та дуалізму між ними, акумуляційних свідчень та їхнього накопичення, Гок-оцінювача, реалізованих у концепції ПГ для евклідових просторів. Специфіка абстрактного варіанту ПГ полягає в тому, що «простори» (абстрактні множини): спостережень – S_o з лементами $s \in S_o$, які називаються спостереженнями; і параметрів – S_p набувають характеру абстрактних множин, а дуалізм задається поза параметричним сімейством функцій. Згаданий дуалізм реалізується двома сімействами підмножин: в просторі спостережень S_o та в просторі параметрів S_p, взаємно параметризованих елементами відповідних просторів: $G_\theta \subseteq S_o, \theta \in S_p$ «криві», $L_s \subseteq S_o, s \in S_\theta$ – перетворення Гока.

Означення 1. Абстрактна схема Гок-пари просторів (див. [1, 2]), визначається *Гок-парою* просторів, яка описується четвіркою $(S_o, S_p, G_\theta, \theta \in S_p, L_s, s \in S_o)$, в якій:

- S_o, S_p – абстрактні множини;
- $G_\theta, \theta \in S_p, L_s, s \in S_o$– параметричні системи підмножин в S_o, S_p відповідно: $G_\theta \subseteq S_o, \theta \in S_p, L_s \subseteq S_p, s \in S_p$;
- параметричні сімейства G, L задовольняють умові узгодженості:
  - для довільного $\theta \in S_p$ з того, що $s \in G_\theta$ випливає, що $\theta \in L_s$: $s \in G_\theta \Rightarrow \theta \in L_s$,
  - для довільного $s \in S_o$ з того, що $\theta \in L_s$ випливає, що $s \in G_\theta$: $\theta \in L_s \Rightarrow s \in G_\theta$;
- відповідності між параметрами та підмножинами в параметричних сімействах є взаємно однозначними:

$$\theta \leftrightarrow G_\theta, \theta \in S_p; \qquad s \leftrightarrow L_s, s \in S_o.$$

Теорема 1. Четвірка, в якій S_o – множина точок растру стандартизованого зображення символів, S_p – множина символів, G_θ – множина точок стандартизованого растру, яка відповідає зображенню символа $\theta \in S_p$, перетворення Гока L_sелементу $s \in S_\theta$ растру – множина символів, зображенню яких ця точка може належати, утворюють абстрактну Гок-пару просторів.

Варіантом такої Гок-пари може бути четвірка, в якій кривими вважаються множини точок, що є елементами зображення символу, які знаходяться на перетині деяких чотирьох прямих через центр стандартизованого зображення.

Теорема 2. Гок-пару утворюють елементи із зображення до якого віднесені частини неперервного зображення символу, які стоять на перетині ліній стандартизованого зображення.

Ця концепція в роботі [3] застосовувалася для розпізнавання символів зображення автомобільних номерних знаків і продемонструвала свою ефективність.

Література. **1.** Dontchenko V. General Scheme of the Hough Transform and the Properties of the Hough estimation in the special case of Discrete Spaces// Statistical research report S-901 87. – University of Umea, Sweden.– June, 1994.– 10 p. **2.** Донченко В.С. Множинний підхід до опису невизначеності в математичному моделюванні: дис. на здобуття наук. ступеня докт. фіз.-мат. наук: спец. 01.05.04 «Системний аналіз і теорія оптимальних рішень» / Донченко В.С.; Київський нац. ун-тет ім. Т. Шевченка. –Київ, 2007. –349 с. **3.** Зінько Т.П. Аналіз і синтез алгоритмів розпізнавання й класифікації та їх застосування в обробці мовних сигналів і зображень: дис. на здобуття наук. ступеня канд. тех. наук: спец. 01.05.04 «Системний аналіз і теорія оптимальних рішень» / Зінько Т.П.; Київський нац. ун-тет ім. Т. Шевченка. –Київ, 2012. –173 с.

Дьоміна А.О.[1], *Орєхова Н.А.*[2]
[1] *Національний університет "Києво-Могилянська академія", Київ, Україна;* [2] *Інститут кібернетики ім. В.М.Глушкова НАН України, Київ, Україна*

Подійно-орієнтоване програмування в гетерогенних інформаційних системах

Предметом дослідження даної роботи є застосування принципів подійно-орієнтованого програмування (англ. EDP, event-driven programming) у проектуванні гетерогенних інформаційних систем. Парадигма подійно-орієнтованого програмування бере свій початок у 1970-х роках і має дуже широку сферу застосування - програмування графічних інтерфейсів, драйверів, обробка низькорівневих подій операційними системами тощо. Застосування принципів EDP в процесі інтеграції різнорідних застосувань в єдину систему - це актуальний напрямок досліджень, який активно досліджується і розвивається протягом останніх років. У роботі наведено класифікацію програмних систем залежно від режиму їхньої роботи, а також проілюстровано, яким чином принципи EDP можуть бути корисними в тому чи іншому сценарії інтеграції.

Для взначення задач, які вирішує EDP на рівні архітектури програмної системи, слід провести певну диференціацію програмних систем. Однією з найважливіших вимог, що визначає принципи побудови інформаційної системи в цілому або її компонентів, є дискретність або неперервність ключових задач, що мають бути вирішені системою. Відповідно до цього, варто розділити програмні системи на декілька типів та визначити, яким чином подійно-орієнтоване програмування буде корисно в тому чи іншому випадку.

Дискретні системи. Дискретними будемо вважати ті системи, які запускаються для виконання разової задачі (масштаб задачі може варіюватися); після закінчення обчислень та повернення результату система завершує роботу, тобто має один чи декілька кінцевих станів. Прикладом дискретного застосування є програма, що виконує щоденні обчислення - аналітичне ціноутворення, розрахунок прибутку тощо. Особливості дискретних застосувань:

- точність алгоритму та логіки
- час та швидкість відповіді зазвичай не є ключовими параметрами
- виняткова ситуація може призводити до завершення процесу з відповідним кодом помилки

Даний тип програм є найдавнішим, у сучасному світі подібні програми або сукупності програм можуть поєднуватися та скеровуватися певним планувальником, утворюючи складні системи (наприклад, планувальник операційної системи, Autosys тощо). Саме на рівні планувальників є актуальними приниці EDP, оскільки планувальник має керувати зв'язками між застосуваннями, відповідним чином реагувати на події, що виникли в одному процесі, запускаючи ту чи іншу сукупність процесів. Планувальник задач є одним з ефективних способів поєднання різнорідних застосувань у цілісну систему, коли кожне окреме застосування виконує власну частину роботи з обробки даних, а логіка по організації виконання всього бізнес-процесу, з розгалудженнями, таймерами, перериваннями покладена на планувальник [1]. Проте системи, що складаються виключно з дискретних компонентів, є тільки одним з видів гетерогенних інформаційних систем.

Неперервні системи. Неперервними вважатимемо системи, які постійно отримують вхідні дані й обробляють їх у режимі реального часу. Ключовою особливістю даних систем, на відміну від дискретних, є відсутність термінального стану успіху та умов переходу в нього, тобто теоретично такі застосування мають працювати як завгодно довго. Прикладом неперервних програмних систем є системи обробки потоку інформації (англ. information flow processing systems) - системи, що постійно обробляють великі інформаційні потоки, які надходять з периферії систем до центру [2]. Неперервні системи виконують такі функції, як моніторинг та аналіз трафіку в мережі, оцінка вартості цінних паперів на біржі у реальному часі тощо. Особливості неперервних систем:

- час та швидкість відповіді є ключовими параметрами. Швидкість обробки інформації має бути не меншою, ніж швидкість надходження
- при обробці інформації зазвичай допускаються певні евристики, які дозволяють отримати менш точні значення, ніж при обробці дискретною програмою зі схожими функціями
- неприпустиме аварійне завершення процесу як реакція на виняткову ситуацію

У випадку неперервних систем подійно-орієнтоване програмування застосовується для зміни конфігурації системи в реальному часі, без переривання роботи системи. Наприклад, у системах моніторингу трафіку можуть бути задані певні правила фільтрації, і система має коректно поводитись при зміні цих правил в процесі роботи. Також доцільно використовувати події для сповіщення про виключні ситуації, які сталися в певному джерелі даних. Окрім того, як зазначають Кугола та Маргара [2], до систем обробки потоку інформації також належать системи обробки складних подій (англ. complex event processing systems). Задача таких систем - не просто обробляти окремі події, а реалізовувати логіку обробки ланцюгів подій, неодноразового виникнення події, тощо.

Неперервні системи з дискретними задачами. Такі системи після запуску перебувають у стані очікування запитів. Після виконання певної задачі система знову переходить у стан очікування. Неперервні системи з дискретними задачами мають спільні риси як з дискретними, так і з неперервними системами. Прикладом таких систем є більшість систем, що взаємодіють з користувачем: портали, сервіси тощо. Характерними рисами неперервних систем з дискретними задачами є такі:

- баланс між швидкодією та точністю результату вирішується для кожної задачі окремо
- важливі характеристики сисеми: час відповіді; очікувані середнє та максимальне навантаження. Можлива черга запитів
- неприпустиме аварійне завершення процесу як реакція на виняткову ситуацію

Саме неперервні системи з дискретними задачами є класичним прикладом застосування EDP, оскільки кожне звернення користувача до системи є подією та змінює стан системи.

Багато розподілених систем поєднують у собі два або й усі три описані вище типи систем. Наприклад, результати дискретних обчислень або відфільтрована з потоку інформація зберігаються в базі даних, звіти з бази даних доступні користувачам через портал. Створення єдиної розподіленої системи, в якій різні підсистеми функціонують у різних режимах, є нетривіальною задачею й потребує детального проектування інтеграції таких підсистем. Архітектура інтеграції підсистем повинна враховувати особливості станів різнорежимних підсистем і давати чіткі відповіді, як будуть взаємодіяти системи відповідно до різних станів. Подійно-орієнтоване програмування є парадигмою, що дозволяє шляхом слабкого зв'язування поєднати різнорежимні застосування в єдину цілісну системи та організувати обмін інформацією між різними застосуваннями за допомогою подій. Оскільки, як було показано вище, події є зручним та ефективним засобом редагування стану будь-якої системи, взаємодія між різними компонентами за допомогою подій є одним з найбільш універсальних засобів створення архітектури інтеграції. Зокрема, подійно-орієнтоване програмування допомогло еволюціонувати парадигмі сервісно-орієнтованої архітектури (SOA) у Event-driven SOA, або SOA v 2.0.

Отже, парадигма подійно-орієнтованого програмування, що виникла більш ніж 40 років тому, не втрачає актуальності та знаходить нове прикладне застосування в проектуванні гетерогенних інформаційних систем останніх поколінь.

Література. **1.** IBM Corporation (2010). Mainframes working after hours: Batch processing. [ONLINE] Available at: http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/zos/basics/index.jsp?topic=/com.ibm.zos.zmainframe/zconc_batchproc.htm. [Last Accessed 15 Feb 2014] **2.** Cugola, G., Margara, A., (2012). Processing flows of information: From data stream to complex event processing. ACM Comput. Surv.. 44 (3), pp.62

Забара С.С.[1,2] ***Дехтярук М.Т.***[2]
[1]*Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна;* [2]*Інститут комп'ютерних технологій Університету "Україна", Київ, Україна*

Автоматизація управління оптимальним розподілом ресурсів перевантажувального комплексу

Розвитку транспортних логістичних систем за роки незалежності України приділяється велика увага, що знайшло свій прояв у прийнятті низки нормативних документів, зокрема в Законах України "Про транспорт", "Про транзит вантажів" та ін., на підставі яких було розроблено й прийнято Програму розвитку мережі МТК в країні, Програму утвердження України як транзитної держави, Концепцію програми формування мережі логістичних центрів у системі міжнародних транспортних коридорів України та ін. [1, 2]. У цих документах приділяється увага логістичній складовій розвитку транспортного комплексу України та його інтеграції в європейську та світову транспортно-логістичні системи [3].

Прогрес в галузі інформаційних технологій та інформаційних систем дає змогу значно підвищити ефективність транспортної логістики [3]. Інформаційні системи автоматизації логістичних процесів дозволяють автоматизувати всю інформаційно-технологічну діяльність компаній, що беруть участь у процесах організації транспортних перевезень. Автоматизація транспортної логістики необхідна для підвищення ефективності й оптимізації транспортних перевезень.

Автоматизація, за винятком найпростіших випадків, вимагає комплексного, системного підходу до рішення поставленої задачі. Системний підхід, відрізняється від класичного (або індуктивного) підходу. Останній розглядає систему шляхом переходу від часткового до загального й синтезує (конструює) систему шляхом злиття її компонентів, розроблювальних роздільно. На відміну від цього системний підхід припускає послідовний перехід від загального до часткового, коли в основі розгляду лежить мета, причому досліджуваний об'єкт виділяється з навколишнього середовища.

При проектуванні та автоматизації транспортних логістичних систем важливе значення мають методи комп'ютерного моделювання. У теорії і практиці моделювання систем важливе місце посідають моделі систем масового обслуговування (СМО). Це має важливе значення при проектуванні та автоматизації транспортних логістичних систем, оскільки будь-яку транспортну систему, елементами якої є транспортні засоби (автомобілі) і навантажувально-розвантажувальні засоби (пункти обслуговування), можна розглядати як замкнуту СМО, у якій каналами обслуговування є навантажувально-розвантажувальні засоби, а заявками на обслуговування - автомобілі [4].

Метою даної роботи є автоматизація систем управління транспортними перевезеннями з метою оптимізації роботи елементів транспортних логістичних систем, на основі використання новітніх інформаційних-технологій. За допомогою системи візуального проектування Borland C++ Builder розроблена автоматизована система управління роботою перевантажувального комплексу з метою оптимального використання ресурсів виробничо-перевантажувального комплексу (ВПК) за критеріями оптимальності – максимум вантажообігу ВПК, мінімум часу переробки вантажів та мінімум витрат на навантажувально-розвантажувальні роботи (НРР).

Математична модель оптимального розподілу ресурсів виробничо-перевантажувального комплексу. Розв'язанню задач оптимізації транспортних перевезень присвячено велику кількість досліджень, особливо задач розподілу перевезення вантажів різними видами транспорту. Оптимізація взаємодії двох і більше видів транспорту - це багатоетапна транспортна задача. Розв'язання такої складної задачі (освоєння перевезень транспортною мережею і у вузлах, побудова оптимального плану, формування структури стаціонарних засобів мережі та інше) зводиться до формулювання у математичному вигляді та розв'язування оптимізаційних задач на основі заданих критеріїв оптимальності.

У роботі розглядається виробничо-перевантажувальний комплекс, який має кількість прича-

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

лів h = 7 (за групами – налювальні (1-3), генеральні (4-6), зернові (7)), виконує перевантаження різних видів вантажів p = 3 (рудні, вугілля та будматеріали, метали) за двома варіантами робіт v (прямо з судна на транспортні засоби та перевантаження через склад), у кількості Qp тисяч тонн за рік. Відомі такі виробничі потужності перевантажувального комплексу [5]:

Pph - пропускна здатність причалів h за різними видами вантажів p;

tphv - трудомісткість передачі однієї тонни вантажу p за варіантами вантажних робіт (прямий варіант та перевантаження через склад);

Cphv – собівартість робіт за вантажами (p), причалами (h) і варіантами робіт (v).

Потрібно виконати оптимальний розподіл ресурсів виробничо-перевантажувального комплексу за критеріями:

1. Максимум обсягу вантажообігу (ZmaxQ).
2. Мінімум часу переробки вантажів (Zmint).
3. Мінімум витрат на виконання перевантажувальних робіт (ZminC).

За сформульованими критеріями оптимальності, на основі розрахунків про трудомісткість, собівартість, вагу вантажу для різних груп вантажів за варіантами вантажних робіт розроблена математична модель оптимального розподілу ресурсів виробничо-перевантажувального комплексу.

Структура програмного комплексу. На основі математичної моделі, розроблено автоматизовану систему управління роботою перевантажувального комплексу з метою оптимального розподілу ресурсів виробничо-перевантажувального комплексу за критеріями оптимальності – максимум вантажообігу ВПК, мінімум часу переробки вантажів та мінімум витрат на перевантажувальні роботи.

Автоматизовану систему реалізовано у вигляді програмного комп'ютерного комплексу, який розроблено із застосуванням середовища візуального проектування Borland C++ Builder – графічної автоматизованої оболонки над об'єктно-орієнтованою мовою програмування C++. Середовище проектування Borland C++ Builder містить у собі повний набір візуальних інструментів для швидкісної розробки додатків (RAD – rapid application development), що підтримує розробку інтерфейсу користувача і підключення до корпоративних баз даних [6].

Програмний комплекс складається з головної форми Form1, на якій розміщується компонент TabControl, що являє собою набір панелей з закладками. Кожна панель може вміщувати свій набір інтерфейсних елементів і вибирається при натисканні на зв'язаній з нею закладці. Вибір тої або іншої закладки розпізнається програмою і використовується для управління вмістом її компонентів. Компонент TabControl складається з трьох закладок.

Кожна закладка становить собою окрему підпрограму, які дозволяють виконати оптимальний розподіл ресурсів виробничо-перевантажувального комплексу за критеріями оптимальності – максимум вантажообігу ВПК, мінімум часу переробки вантажів та мінімум витрат на навантажувально-розвантажувальні роботи.

В результаті оптимального перерозподілу вантажів за групами причалів та варіантами вантажних робіт виконано розрахунок економії витрат при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт та розподілі ресурсів виробничо-перевантажувального комплексу.

Література. **1.** Концепція розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період та до 2020 року. – К., 2002. – 20с. **2.** Редзюк А.М., Новікова А.М. Програма розвитку Національної мережі міжнародних транспортних коридорів в Україні на 2006– 2010 рр. // Автошляховик України. – 2005. -№ 8. – С. 8-12. **3.** Смирнов І.Г., Косарева Т.В. Транспортна логістика: Навч. посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 224 с. **4.** Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. – 2-е изд., перераб и доп. – К.: Вища шк. Головное изд., 1986. – 447 с. **5.** Правдин Н.В., Негрей В.Я., Подкопаев В.А. Взаимодействие различных видов транспорта (примеры расчеты). - М.: Транспорт, 1989. - 208 с. **6.** Калверт Ч., Рейслорф К. Borland C++ Builder. Энциклопедия программиста: Пер. с англ. – М.: ООО «ДиаСофтЮП». 2010. – 1008 с.

Забелин С.И. *— рецензент Зайченко Е.Ю.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Модификация контроллера ПКС для защиты от DoS атак

ПКС - технология будущего. Программно-конфигурируемые сети (ПКС, англ. Software Defined Networks - SDN) – это актуальный тренд в сетевых технологиях, основанный на идеях разделения плоскости управления (control plane) и уровня передачи данных (forwarding data plane). Суть концепции ПКС впервые была предложена исследователями университета Стэнфорда в 2005 г. Непосредственно пересылку данных выполняют специальные коммутаторы ПКС на основе универсальных таблиц потоков, которые формируются и поддерживаются внешним управляющим компонентом - контроллером сети. Ключевая особенность управления ПКС в том, что как таблицы потоков в коммутаторах, так и правила функционирования контроллеров доступны для управления внешними программными средствами через специализированные API. [1]

Вопрос безопасности. При разработке контроллеров для новых сетей вопрос безопасности слишком часто отходит на второй план. Учитывая потенциал ПКС, представляется целесообразным исследовать методы повышения безопасности, пока ещё технология находится на относительно ранней стадии развития. [2]

Методика исследования. Для быстрого создания прототипов ПКС все тесты на безопасность проводились на эмуляторе сетей Mininet. Эмулятор позволяет создать виртуальные сети с реальными рабочими компонентами (коммутаторы, рабочие станции, контроллеры).

Из контроллеров ПКС был выбран – POX, как наиболее удачный для целей исследования. POX – является платформой для быстрой разработки и прототипирования программного обеспечения управления сетью. В своем составе имеет программный интерфейс (API) на языке Python для приложений управления сетью. [3]

Для проведения тестов на безопасность была выбрана DoS-атака. DoS-атака (атака типа «отказ в обслуживании», от англ. Denial of Service) - один из многочисленных видов атак на вычислительную систему. Обычно выполняется с одной рабочей станции. Позволяет довести до отказа практически любую систему без соответствующей защиты. [4] Для эксперимента использовалась атака насыщением полосы пропускания HTTP-флуд (англ. flood — наводнение, затопление) при различных топологиях сети.

Модифицированый контроллер mPOX. Стандартный контроллер POX не имеет защит от Dos-атак и с помощью API был модифицирован. Результатом исследования стал модифицированный контроллер mPOX, в котором устранены многие уязвимости стандартной версии POX. В mPOX была добавлена возможность анализа сетевого трафика внутри сети и на основе полученных данных создание фильтров предотвращающих возможные DoS-атаки.

Выводы. Используя преимущества ПКС, а именно централизацию управления, гибкость, программное конфигурирование позволяют создавать высокозащищенные контроллеры, что является важным шагом в повышении безопасности сетей.

Литература. **1.** T. Nadeau and K. Gray, *SDN: Software Defined Networks*, Washington, O'Reilly Media, 2013. **2.** T. Limoncelli. (2012, June 20). *Openflow: a radical new idea in networking* [Online]. Available: http://queue.acm.org/detail.cfm?id=2305856 **3.** Ali Al-Shabibi. (2014, January 25). *POX Wiki* [Online]. Available: https://openflow.stanford.edu/display/ONL/POX+Wiki **4.** Wikipedia contributors. (2014, February 10). *DoS-атака* [Online]. Available: http://ru.wikipedia.org/wiki/DoS-%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BA%D0%B0

Заговора О.В., Концевич В.Г.
Сумский государственный университет, Сумы, Украина

Методика управления изменениями бизнес-процессов проектов наукоемкого производства

Требуемые высокие показатели качества, изделий атомного и энергетического машиностроения требуют обеспечение высокого качества проектирования, изготовления и эксплуатации. Кроме этого, в условиях рыночной экономики чрезвычайно важным для промышленных предприятий является умение быстро и эффективно перестраивать свою работу в соответствии с техническим заданием заказчика. При этом внедрение методологии управления проектами на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ) проектов атомного и энергетического машиностроения [1] позволяет обеспечить требуемую эффективность за счет адекватного управления изменениями (УИ).

Исследованием проблем УИ в организациях и проектах за последнее десятилетие занимались многие отечественные и зарубежные ученые. Анализ данных научных трудов позволил сделать следующие выводы:

- практика УИ бизнес-процессов нуждается в организационном инструментарии и механизме УИ, позволяющем реализовывать научный потенциал;
- имеется потребность в разработке концептуальных основ по УИ с учетом наличия организационных рисков негативно влияющих на ход разработки и внедрения, и на устойчивость структуры проектного офиса. Наличие такой концепции позволит проводить своевременное их выявление, минимизацию или предупреждения возникновения;
- сформулировать *цель* научного исследования «Разработка методики и моделей УИ процессов, направленных на обеспечение своевременной адаптации проектов к изменениям внутренней и внешней среды и снижение затрат на организацию и проведение изменений с использованием методологии управления проектами и риск-ориентированного подхода».

В соответствии с поставленной целью определены следующие задачи:

- провести системное исследование принципов классификации изменений бизнес-процессов наукоемких проектов в конструкторско-технологических проектных организациях;
- создать классификатор изменений бизнес-процессов с учетом ранжирования параметров изменений архитектуры проекта;
- спроектировать модель многоуровневой структуры существующих и предполагаемых рисков, путем их декомпозиции;
- предложить систему показателей оценки бизнес-процессов с целью обоснования решений по изменению процессов проекта;
- усовершенствовать и формализовать методики УИ бизнес-процессов проекта, направленной на обеспечение целостности, семантической корректности принятых решений и оперативной адаптации к изменениям внешней и внутренней среды с учетом риск-ориентированного подхода;
- разработать архитектуру системы УИ, позволяющей автоматизировать процессы адаптации деятельности конструкторско-технологической проектной организации к изменениям внешней и внутренней среды.

Предполагаемая *научная новизна* может быть описана, как разработка методики управления рисками, возникающими в процессе изменений, за счет укрепления и наращивания адаптивного потенциала проекта, который максимально нейтрализует последствия несоответствия элементов, участвующих в изменениях, а именно: цели, стратегия, организационная структура, организационная культура.

В качестве *объекта* исследования выступают процессы изменения ЖЦ проекта. *Предметом* исследования являются модели УИ ЖЦ проекта.

Литература. 1. O.Zagovora, V.Kontshevich, "Accounting of features of IT projects to determine their life cycle,"East.-Eur. J. of Ent. Techn., vol.1, no.7(49), pp.8-10, 2011.

Зубенко И.Н., Гаюха А.А. — *рецензент Артюхов В.Г.*
Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина

Идентификация музыкальных нот с помощью константного спектрального преобразования

При дискретном преобразовании Фурье расстояние между отсчетами полученного спектра имеет постоянную величину. Идея константного спектрального преобразования заключается в том, что отношение частот между любыми двумя соседними гармоническими составляющими остается постоянным, что лучше подходит для задачи идентификации музыкальной ноты, чем дискретное преобразование Фурье.

Выражение κ-ой спектральной составляющей константного спектрального преобразования можно получить по формуле:

$$X[k] = \frac{1}{N[k]} \sum_{n=0}^{N[k]-1} W[k,n] x_n \exp\left(\frac{-j2\pi Q n}{N[k]}\right), \tag{1}$$

где $N[k]$ — ширина окна преобразования в количестве отсчетов входного сигнала, $W[k,n]$ — оконная функция, x_n — n-тая составляющая дискретного входного сигнала, Q — величина, спомошью которой можно задать отношение между гармониками, что очень удобно в задачах идентификации нот, потому что позволяет легко настраивать алгоритм для любого музыкального интервала [1, 3].

В качестве оконной функции может быть использовано окно Хэмминга:

$$W[k,n] = \alpha + (1-\alpha)\cos\left(\frac{2\pi n}{N[k]}\right), \tag{2}$$

где $\alpha = \frac{25}{46}, 0 \leqslant n \leqslant N[k]-1$.

Существенным преимуществом данного преобразования является то, что оно может быть настроено для различных музыкальных инструментов. Путем задания $N[k]$ можно добиться наличия гармонических составляющих только из определенного диапазона частот, который соответствует музыкальному инструменту.

После получения спектрального преобразования входного сигнала есть несколько вариантов определения основной частоты. Можно воспользоваться методом гистограмм, то есть собрать статистику гармонических составляющих в амплитудно-частотной характеристике и выбрать наиболее оптимальную фундаментальную частоту.

Другим вариантом определения искомой частоты является нахождение свертки между спектрами входного сигнала и шаблонной функции, которая состоит из всех возможных гармоник одинаковой амплитуды. Точка, в которой полученная функция принимает максимальное значение, является фундаментальной частотой [2]. Данный алгоритм является более эффективным с точки зрения производительности и потребления ресурсов, потому что не предполагает хранения таблицы со статистикой, выбора системы взвешивания для нахождения фундаментальной частоты.

Основной проблемой всех алгоритмов идентификации нот является наличие дополнительных существенных пиков в точках кратных фундаментальной частоте, что может привести к ошибке, если значение функции в точке основной частоты будет меньше.

В работе планируется изучить влияние различных видов оконных функций на идентификацию нот в музыкальном сигнале, а также найти подход, который бы минимизировал вероятность выбора ложного пика, кратного фундаментальной частоте.

Литература. **1.** C. Schörkhuber, A. Klapuri. "Constant-Q transform toolbox for music processing," in Proc. Sound Music Comput. Conf., SMC. Barcelona, Spain, 2010. **2.** A. Klapuri. "Pattern induction and matching in music signals," in Exploring Music Contents, 7th International Symposium, CMMR. Malaga, Spain, 2010, pp. 188-204. **3.** J. Brown. "Calculation of a constant Q spectral transform," Journal of the Acoustical Society of America, 89: 425-434, 1991.

Иевлев Е.С.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

О выборе закона распределения продолжительности передачи пакетированных данных в корпоративных компьютерных сетях

В связи со стремительным развитием компьютерных технологий одной из наиболее актуальной задач становится задача разработки моделей управления сетевыми процессами. Сложность решения такой задачи состоит в том, что сетевые процессы в современных компьютерных сетях имеют случайных характер. Анализ результатов многочисленных экспериментов по исследованию сетевых процессов показывает, что переход к технологии пакетной коммутации и создание интегрированных информационных приложений сопровождается появлением сложных явлений, исследование которых может быть проведено в рамках теоретико-вероятностных подходов [1].

Целью данной работы является выбор закона распределения продолжительности передачи пакетированных данных в корпоративных компьютерных сетях для построения вероятностных моделей управления сетевыми процессами.

Во всех корпоративных компьютерных сетях, в которых передача данных (пакетов) подвержены влиянию случайных воздействий, принимается, что продолжительность передачи пакетированных данных является случайной величиной [1]. Предполагается, что случайные величины продолжительности (времени) передачи пакетов подчинены принятому для данной ККС закону распределения, причем тип распределения принимается одинаковых для всех передач. Что касается параметров распределения, то последние задаются для каждой передачи на основе либо нормативных данных, либо априорных соображений, либо из статистического опыта. В системах ККП, например, можно задать три параметра: нижняя грань области определения (оптимистическое время передачи пакета), верхняя грань (пессимистическое время передачи пакета) и мода распределения (наиболее вероятное время передачи пакета). Практически для всех систем ККС априорно можно принять, что плотность распределения временных оценок продолжительности передачи пакетов обладает тремя свойствами: непрерывностью, унимодальностью и двумя неотрицательными точками пересечения этой плотности с осью абсцисс. Простейшим распределением с подобными свойствами является бета-распределение. Общий вид бета-распределения характеризуется, помимо наличия большого количества случайных факторов, каждый из которых в отдельности оказывает незначительное, несущественное влияние, наличием нескольких, также случайных факторов, число которых невелико, а влияние существенно. В результате воздействия существенных факторов распределение вероятностей обычно делается ассимитричным. Отсюда вытекает возможность выбора бета-распределения в качестве априорно типового. Анализ статистических (хронометражи продолжительности передачи пакетированных данных) также подтверждают возможность использования бета-распределения в качестве априорного.

Формула плотности бета-распределения имеет следующий вид:

$$B(p,q,x) = \begin{cases} \dfrac{1}{B(p,q)}\, x^{p-1}\,(1-x)^{q-1} & \text{при } 0 \leqslant x \leqslant 1, \\ 0 & \text{при } x < 0\ ,\ x > 1. \end{cases}$$

где $B(p,q)$ – бета-функция, причем

$$B(p,q) = \int_0^1 x^{p-1}\,(1-x)^{q-1}\,dt = \frac{\hat{A}(p)\,\hat{A}(q)}{\hat{A}(p+q)}, \qquad (1)$$

а $\hat{A}(z) = \int_0^1 e^{-t}\,t^{z-1}\,dt$ - гамма-функция.

Литература. 1. Городецкий А.Я., Заборовский В.С. Фрактальные процессы в компьютерных сетях: Учебное пособие. - СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000. - 102 с.

Івінський А.В.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Методи оцінки якості автоматичного генерування інформації природньою мовою

Автоматичне генерування інформації. Автоматичне генерування інформації вирішує багато проблем і загальносвітового рівня, як забезпечення якісної освіти в усіх частинах світу, і прикладного, наприклад, голосове управління електронними пристроями людиною з вадами зору. В усіх задачах, де інформацію отримує користувач без спеціальної підготовки до взаємодії з технічними пристроями, інформація має бути представлена у природньому для нього вигляді. Це може бути відео, звукова чи текстова інформація:

- Для відео, наприклад, досліджується можливість генерування відеозвітів з довгих відеозаписів спортивних змагань, телесеріалів, тощо, які б найбільше задовольняли глядачів [1].
- Автоматичне генерування аудіо інформації широко поширене, розробляються електронні голоси, якими можна озвучити будь-який текст [2]. За допомогою цих голосів створюються звукові інтерфейси для користувачів з вадами зору.
- Найбільш поширеним є генерування текстової інформації на природній мові. Сюди входять генерування звітів фінінсових даних, прогнозу погоди, генерування статей на задану тематику, автоматичне геневування питань та автоматичние генерування відповідей на питання.

В роботі досліджується автоматичне генерування питань, що є одним із завдань генерування текстової інформації природньою мовою.

Оцінка якості генерування текстової інформації. Як і для усіх інших наукових задач, задача автоматичного генерування інформації потребує оцінки якості роботи алгоритмів. Є три базові підходи до оцінки якості:

- На основі задач, або зовнішнє оцінювання (task-based or extrinsic evaluation): згенерований текст надається людині, після чого визначається наскільки цей текст допомагає їй виконувати поставлені задачі. Наприклад, система, яка генерує медичні звіти може бути оцінена на основі того, чи лікарі, що коритуються звітами, проводять ефективніше лікування пацієнтів.
- Людські оцінки (human ratings): дати згенерований текст людині та попросити вказати, наскільки корисним є цей текст.
- Метрики (metrics): порівнюються згенерований текст та тексти, написані людьми для одних і тих же вхідних даних, використовуючи метрики схожості текстів.

Кінцевою метою є оцінити наскільки система допомагає користувачеві, що більше за все відповідає підходу на основі задач. Але цей підхід зазвичай вимагає затрат часу та матеріальних ресурсів, або його взагалі неможливо реалізувати, особливо якщо необхідна постійна участь експертів, як у прикладі з лікарями. Тому цей підхід скоріше є виключенням, ніж нормою у оцінюванні якості.

Проведене порівняння методів оцінки якості застосовуваних для автоматичного генерування питань для побудови бази тестування на знання мови [3], генерування питань за змістом поданих текстів [4] та інших задачах.

Література. **1.** J.Sasongko, "Automatic generation of effective video summaries", M.S. thesis, Fac. of Sc. and Tec. Queensland Univ. of Tec., Queensland, 2011 **2.** F.Alias et al, "Applying automatic speech generation techniques to audiovisual production", Quaderns del cac 37, vol. XIV, no 2, pp 101-110, Dec, 2011 **3.** A.Hoshino, "Automatic Question Generation for Language Testing and its Evaluation Criteria", Ph.D. dissertation, Grad. Sch. of Interdisc. Inf. Stud., Univ. of Tokyo, Tokyo, 2009 **4.** M.Heilman, "Automatic Factual Question Generation from Text", Ph.D. dissertation, Lang. Tech. Inst. Sch. of Comp. Sc., Carnegie Mellon Univ., Pittsburgh, PA, 2011

Кармазъ К.Ю. *— рецензент Петренко А.И.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Lucene - библиотека для создания высокоскоростной полнотекстовой системы поиска

При разработке современных информационных систем возникают задачи, связанные с хранением, доступом и поиском информации. Возникает необходимость в организации оперативного анализа больших объемов данных и реализации эффективной системы поиска.

Цель данной статьи - показать основные возможности и преимущества использования библиотеки Lucene для создания высокоскоростной полнотекстовой системы поиска.

Полнотекстовый поиск – это поиск документов или записей в базе данных на основании их содержимого. Выполняя полнотекстовый поиск, поисковая система анализирует все слова в каждом сохранённом документе или записи и ищет соответствие для запроса пользователя.

Полнотекстовый поиск позволяет обрабатывать достаточно сложные запросы для получения наиболее релевантных результатов без существенных потерь в скорости поиска. Такой поиск особенно эффективен при анализе больших объемов данных, а также при невозможности формулирования точного запроса. В таких случаях необходим анализ синонимов, возможность использования произвольного порядка слов запроса и др.

Высокая скорость поиска достигается за счет использования полнотекстового индекса, который должен быть предварительно сформирован на основе всех данных. Если исходные данные были изменены, индекс должен быть обновлен, иначе новые данные не будут участвовать в поиске.

Возможность получать наиболее релевантные результаты поиска достигается за счет достаточно сложных алгоритмов ранжирования.

Существуют различные библиотеки для создания высокоскоростной полнотекстовой системы поиска. Рассмотрим возможности и особенности таких библиотек на примере Lucene – бесплатной opensource библиотеки под лицензией Apache. На рис.1 изображена упрощенная схема работы библиотеки Lucene.

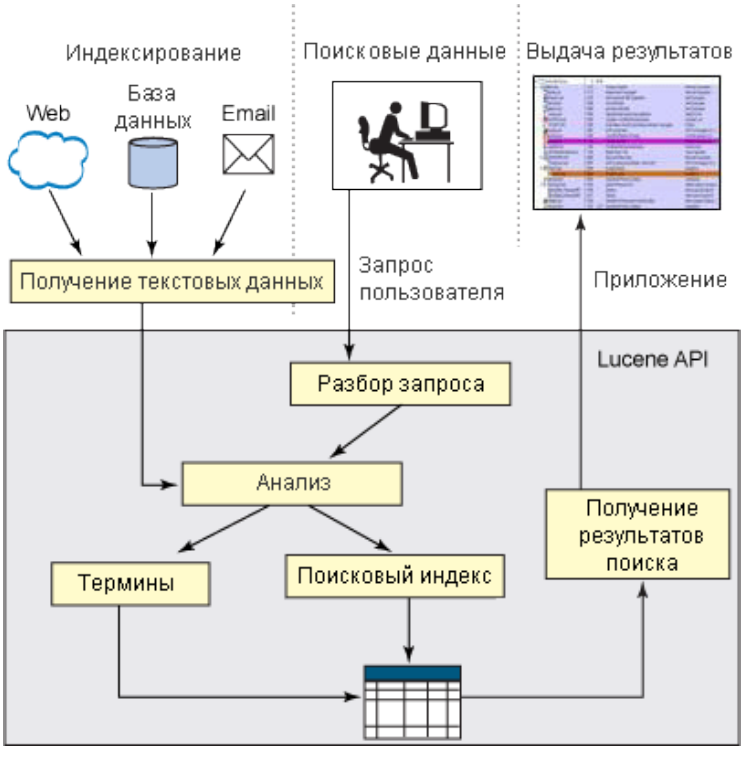


Рис. 1. Упрощенная схема работы библиотеки Lucene

В Lucene используется инвертированный индекс - структура данных, где для каждого слова коллекции документов в соответствующем списке перечислены все документы, в которых оно встретилось.

Построение индекса осуществляется с помощью, так называемых, анализаторов. Анализ в Lucene – процесс конвертации текста в термины – фундаментальная единица информации, которая может быть индексирована и по которой осуществляется поиск.

Анализатор выполняет следующие функции:

- Разбиение текста на слова, удаление пунктуации.
- Удаление наиболее часто встречающихся слов в языке (stop-words).
- Приведение слов к нижнему регистру.
- Приведение слов к их корням (stemming) или к наиболее часто встречающейся их форме (lemmatization).
- Замена слов на синонимы.

Выбор анализатора зависит от особенностей языка и отрасли поиска.
Lucene обладает следующими возможностями:

1. Сортировка документов по релевантности
   Документы, наиболее соответствующие критерию поиска, должны быть первыми в списке документов, удовлетворяющих запросу, для этого для каждого документа вычисляется характеристика, указывающая насколько соответствует документ запросу.
2. Исправление орфографических ошибок
   Существуют различные алгоритмы для исправления орфографических ошибок. Например, в библиотеке уже встроен механизм "levenshtein distance сколькими операциями удаления, вставки или замены символа можно привести одно слово в другое: distance(пример, пимер) = 1, distance(прамер, пример) = 1. Однако такой алгоритм может работать достаточно медленно.
3. Поиск слов/фраз с тем же значением (синонимы)
   Чтобы в результатах поиска учитывались синонимы, необходим словарь синонимов для используемого языка и бизнес области. В процессе индексации, слова из словаря, являющиеся синонимамм слова из текста также добавляются в индекс.
4. Фонетический поиск
   Фонетические алгоритмы сопоставляют двум словам со схожим произношением одинаковые коды, что позволяет осуществлять сравнение и индексацию множества таких слов на основе их фонетического сходства. Примеры подобных алгоритмов:
   - Soundex - основной принцип его работы основан на разбиении согласных букв на группы с порядковыми номерами, из которых затем составляется результирующее значение: первая буква сохраняется, последующие буквы сопоставляются цифрам по таблице. Если полученные коды для двух слов совпадают - считается, что они синонимы.
   - Metaphone - преобразует исходное слово с учетом правил языка, используя заметно более сложные правила, и при этом теряется значительно меньше информации, так как буквы не разбиваются на группы. Итоговый код представляет собой набор символов из множества [0BFHJKLMNPRSTWXY], в начале слова также могут быть гласные из множества [AEIOU].

   В процессе индексации, используя один из алгоритмов, в индекс добавляется фонетическое представление слова.
5. Поиск слов из одной семьи слов (однокоренные слова) Stemming - процесс приведения слова к корню. Например, алгоритм Портера – алгоритм не использует баз основ слов, а работает, последовательно применяя ряд правил отсечения окончаний и суффиксов.
   В индекс добавляется корень, а не слово.

Анализ функциональных возможностей библиотеки Lucene показал, что она пригодна для создания высокоскоростных полнотекстовых систем поиска информации. Библиотека существенно сокращает время разработки подобных систем, позволяет быстро изменять параметры поиска информации при изменении предметной области.

Литература. **1.** E. Hatcher, O. Gospodnetic. Lucene in Action // Manning Publications, 2004. **2.** M. Henzinger, R. Motwani, C. Silverstein. Challenges in web search engines // Tampere, 2002. **3.** M. Konchady. Building Search Applications: Lucene, LingPipe, and Gate // Mustru, 2008.

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Кириленко Е.Г., Труш Г.А., Стрельчук Е.А.
Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского "Харьковский авиационный институт", Харьков, Украина

Оценка удобства использования пользовательского fisheye-интерфейса редактора программного кода

Визуализация информации - это особая категория дизайна пользовательского интерфейса (ПИ). Бен Шнайдерман сформулировал вербальную схему интерактивной визуализации следующим образом: «Сначала общий план, потом масштабирование и фильтрация, затем детали по требованию», при взаимодействии с системой [1]. Качественная визуализация информации, которая способствует быстрому нахождению пользователем необходимого элемента, пониманию отношения элемента к его контексту и обеспечению возможности прямого доступа к информации важна не только для обычных пользователей, но и для разработчиков при работе в редакторах программного кода. Поэтому актуальной является проблема визуализации информации в деятельности программиста, который в процессе реализации кода программы сталкивается с очень большими объемами разнородных данных.

В настоящее время по оценке экспертов в области разработки программного обеспечения (ПО) до 40% рабочего времени программист тратит на редактирование исходного кода. Производительность труда программиста, существенно зависит от удобства использования интерфейса редактора программного кода. Исследование деятельности работы программиста показало, что проблемы, с которыми он сталкивается в процессе написания, навигации и анализа кода следующие: отсутствие возможности охвата большого количества кода, сложность нахождения данных в иерархии кода, необходимость одновременного восприятия набора данных с различных точек зрения и отображения отношения между ними.

Для повышения интерактивности представления программного кода в редакторе и усиления познавательных способностей программиста используют такие методы визуализации графического интерфейса редактора кода как методы «фокус+контекст». Суть методов состоит в искажении информационного пространства таким образом, чтобы элементы, находящиеся в фокусе, увеличивались в размере, а элементы на периферии уменьшались.

Отличительными признаками этих методов являются: площадь экранного пространства, выделяемого конкретному элементу, зависит от уровня пользовательского интереса; наиболее интересный для пользователя элемент получает больше площади для отображения; самый востребованный элемент в фокусе; изображение искажается так, что область вокруг фокуса увеличивается в размере, а на периферии – уменьшается; все элементы видны одновременно. Стандартным решением визуализации графического интерфейса интегрированной среды разработки, реализованного на основе этих методов, является fisheye-интерфейс.

Интерес к методу fisheye в настоящее время не ослабевает [2]. Ученые исследуют эффективность использования этого метода в следующих приложениях: веб-браузерах, календарях, средах программирования, текстовых электронных документах. При анализе метода исследователи оценивают его как с точки зрения выбора информации, в зависимости от степени ее интереса, так и сточки зрения ее представления.

Интегрированная среда разработки (англ. IDE, Integrated development environment) Eclipse является одной из наиболее популярных для разработки программного обеспечения. В отличие от других подобных решений, гораздо экономнее расходует память. На данный момент имеется огромное число различных плагинов для редактора программного кода IDE Eclipse. С помощью плагинов можно настроить множество параметров функционирования этой среды разработки, добавить новые возможности, что существенно облегчает ее использование. Одним из таких плагинов является fisheye-плагин, который реализован на основе модели Фурнаса.

В исследовании проводилась оценка удобства использования пользовательского fisheye-интерфейса редактора программного кода IDE Eclipse (далее fisheye-интерфейс). Для оценки удобства использования ПИ выбраны следующие параметры: эффективность (степень выполнения задач разработчиком, в процентах); производительность (количество времени в

секундах); удовлетворенность (баллы в семи бальной шкале). В качестве методов оценки удобства использования fisheye-интерфейса использовался метод тестирования «Измерение производительности» и метод наблюдения «Анкетирование». Выбор обусловлен тем, что первый метод позволяет получить количественные данные о производительности работы и эффективности выполнении конкретной задачи участниками эксперимента, а второй метод с помощью формальных анкет провести качественные измерения оценки удобства использования ПИ.

Для оценки удобства использования пользовательского fisheye-интерфейса были разработаны задачи на понимание кода, навигации по коду, редактирование кода в соответствии с рекомендациями, приведенными в работе А. Кокберна [3]. Каждая из задач предполагает навигацию в пределах одного или нескольких классов Java. Во время навигации по коду (1598 строк) программист следует за рядом ссылок и указаний до тех пор, пока не выполнит задачу.

Участниками эксперимента были студенты 5-го курса специальности «Программное обеспечение систем» (20 чел.), которые характеризуются следующими параметрами: пол (м, ж), возраст (22-23 года), профессиональный опыт написания программ на языке Java (2-3 года), опыт владения компьютером (8-9 лет), опыт работы с продуктом (1-2 года).

В исследовании для оценки удобства использования fisheye-интерфейса использовался метод сравнения, который предполагает наличие двух выборок данных. В первой выборке данных хранились результаты измерения удобства использования линейного интерфейса, во второй – результаты измерения fisheye-интерфейса. Для каждой выборки были измерены числовые характеристики производительности, эффективности и удовлетворенности. Для исследования различий между двумя выборками, использован U - критерий Манна-Уитни.

Всего всеми участниками эксперимента было выполнено 181 задача. С использованием fisheye-интерфейса было закончено корректно 167 подзадач (92%), а с использованием линейного интерфейса было корректно выполнено 159 подзадач (87%). Результат эксперимента показал, что достоверных различий между эффективностью выполнения программы с fisheye-интерфейсом и линейным интерфейсом нет (Uэмп.=198, Uкр.=114, ρ=0.01, Uкр.=138, ρ=0.05, Uэмп.> Uкр.). Для простых задач навигации по коду программы и задач, направленных на проверку полей класса (объявлены, защищены, проинициализированы) не выявлено достоверных различий между производительностью выполнения программы с fisheye-интерфейсом и линейным интерфейсом (для всех задач на двух уровнях значимости Uэмп.> Uкр.). Для задач, связанных с анализом делокализованных элементов кода (расположенных в разных файлах) производительность выполнения задачи с использованием fisheye-интерфейса существенно выше, чем производительность выполнения программы с линейным интерфейсом (для всех задач на двух уровнях значимости Uэмп.<Uкр.). Для задач, связанных с анализом кода, содержащим операторы цикла, условные операторы и закрывающиеся скобки существенной разницы в производительности между использованием fisheye-интерфейса и линейного интерфейса нет (для всех задач на двух уровнях значимости Uэмп.> Uкр). Суммарная средняя удовлетворенность использования fisheye-интерфейса (5,44 б.) существенно выше, чем линейного интерфейса (4,13 б).

Оценка удобства использования fisheye-интерфейса редактора программного кода IDE системы Eclipse как с точки зрения выбора информации, в зависимости от степени ее интереса, так и сточки зрения ее представления позволит программистам объективно оценивать и использовать fisheye-интерфейс редактора программного кода, а проектировщикам fisheye-интерфейсов повысить интерактивность представления программного кода в редакторе.

Литература. **1.** B. Shneiderman The Eyes Have It: A Task by Data Type. Taxonomy for Information Visualizations / B. Shneiderman // Proc. of IEEE. Symposium on Visual Languages. - Los Alamos, 1996. - P. 336–343. **2.** Furnas G.W. Generalized fisheye views / G.W. Furnas //In CHI '86: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems. – New York, USA, 1986. – P. 16 – 23. **3.** A. Cockburn Hidden messages: evaluating the efficiency of code elision in program navigation / Cockburn A., Smith M. // Interacting with Comp., 15, 2003. - P. 387–407.

Киричек Г.Г.
Запорожский национальный технический университет, Запорожье, Украина

Исследование параметров качества обучения

Введение. Специалисты, занимающиеся теоретическими исследованиями и практическими результатами в области разработки автоматизированных систем обеспечения образовательных процессов в высшей школе с целью повышения качества обучения, позволяют выделить множество характеристик и критериев, исходя из задач, поставленных в процессе разработки данных систем и их влияния на качество учебного процесса [1]. Определение качества обучения как характеристик знаний и умений профессиональной деятельности, ставит задачу нахождения алгоритмов, определяющих параметры процесса обучения.

Постановка задачи. Понятие качества обучения является неоднозначным, оно во многом зависит от уровня технической оснащенности вуза и совокупности других факторов [2]. Вместе с тем вопросы оценки качества обучения и управления качеством образования в технических вузах при информатизации и автоматизации обучения еще недостаточно изучены и требуют проведения дальнейших исследований [3].

Реализация. В работе [4] понятие «состояний» обучающихся, основанных на степени усвоения материала, определяется совокупностью состояний качественного и некачественного усвоения изучаемого материала на различных этапах процесса обучения. Это приводит к значительному увеличению размерности матрицы переходов P, которая представлена m и определяется следующим выражением: $m = 1 + \sum_{i=1}^{M_R} 2^i(M_{Ai} + 1)$, где M_R - количество этапов обучения, а M_{Ai} - количество этапов проверки знаний, следующих непосредственно за данным этапом обучения. Значение m резко возрастает при повышении сложности изучаемого предмета, что существенно влияет на возможности предлагаемого подхода. При этом, если понимать под «состоянием» процесс выполнения конкретного этапа обучения, то размерность m матрицы переходов P определяется выражением: $m = 1 + M_R + \sum_{i=1}^{M_R} M_{Ai}$, то есть будет иметь размер на единицу больше количества этапов обучения. При таком подходе усложняется процесс формирования матрицы переходов P. Качество на выходе процесса, имеющего несколько этапов принятия решений и анализа, можно определить как произведение вероятностей получения качественных решений от каждого этапа принятия решений $K = \prod_{i=1}^{M_R} K_i$, где K_i находится с помощью рекуррентной формулы.

$$K_i^j = \frac{K_i^{j-1} a_{ij}}{K_i^{j-1} a_{ij} + (1 - K_i^{j-1})(1 - \bar{a_{ij}})}, j = 1, \bar{M}_{Ai} \qquad (1)$$

где $K_i = K_i^{(M_{Ai})}$ и $K_{0i} = K_i^0$, а a_{ij} и $\bar{a}_{ij}$ - вероятности, характеризующие качество этапа анализа j, связанного с этапом принятия решений i.

Рассмотрим значения элементов матрицы переходов. Так после этапа обучения вероятность перехода к следующему этапу равна единице, независимо от того каким будет следующий этап - обучение или проверка знаний. В то же время характеристики учебного процесса для различных вариантов структур проверки знаний в целом могут отличаться друг от друга [3].

Структура процесса обучения, при проверке знаний только предыдущего этапа обучения, представлена на рисунке 1. Если проверка знаний затрагивает несколько предыдущих этапов обучения, возможны различные варианты представления данных структур (рис.2,3). Вариант структуры (рис.2) соответствует проверке знаний по предыдущему материалу перед проверкой знаний текущего этапа обучения, а вариант структуры (рис.3) проверке знаний предыдущего материала после проверки знаний текущего этапа обучения. В ряде случаев такое разделение этапов проверки знаний имеет место на практике. При комплексной проверке знаний по всему предыдущему материалу от этапа проверки будут

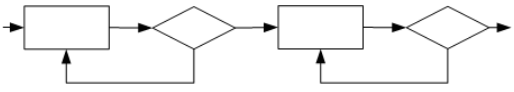


Рис. 1. Структура проверки знаний предыдущего этапа обучения

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

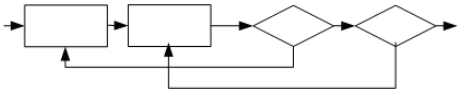


Рис. 2

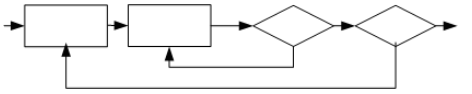


Рис. 3

исходить переходы к нескольким предыдущим этапам обучения. Структура такого процесса будет иметь следующий вид (рис.4).

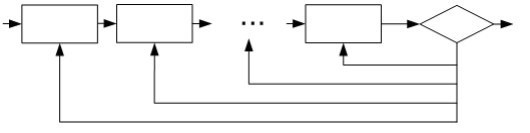


Рис. 4. Структура процесса обучения при комплексной проверке знаний

В данном случае матрица переходов будет иметь несколько другой вид. При отсутствии комплексной проверки строки матрицы содержали только один элемент для этапов обучения и по два элемента для этапов проверки знаний. В случае комплексной проверки знаний соответствующая строка матрицы будет содержать $k+1$ элементов, где k – количество этапов обучения к которым возможен возврат при отрицательном результате проверки знаний. Выражение для элементов матрицы переходов в данном случае получим исходя из приведенного качества знаний каждого этапа обучения $K_i{}^{(*)}$ к моменту комплексной проверки знаний. Для простоты обозначений в формулах будем считать, что этапы обучения, связанные с комплексной проверкой знаний, пронумерованы от l до n. При этом характеристики комплексной проверки знаний определяются вероятностями $a_n + 1$ и $\bar{a}_{n+1}$, которые соответствуют вероятностям достоверной проверки усвоенных и неусвоенных знаний. Обозначим через B_i – вероятность того, что результат проверки знаний i-го этапа обучения положительный, то есть:

$$B_i = K_i^{(*)} a_{n+1} + (1 - K_i^{(*)})(1 - \bar{a}_{n+1}) \tag{2}$$

Тогда вероятность перехода к следующим этапам учебного процесса будет равна произведению положительных результатов проверки знаний по совокупности этапов обучения

$$q_{n+1,n+2} = \prod_{i=1}^{n} B_i, \tag{3}$$

а вероятность переходов к предыдущим этапам обучения равна

$$q_{n+1,k} = (1 - B_k) \prod_{i=1}^{k-1} B_i, \tag{4}$$

где $(1 - B_k)$ - соответствует отрицательному результату проверки знаний k -го этапа обучения, а $\prod_{i=1}^{k-1} B_i$ - положительным результатам при прохождении предыдущих этапов обучения.

Выводы. Понятие «состояние» обучающихся, основано на степени усвоения материала. Оно определяется совокупностью состояний качественного и некачественного усвоения изучаемого материала на различных этапах процесса обучения. Структуры процесса обучения представлены различными вариантами, которые в дальнейшем, при использовании поглощающих цепей Маркова при моделировании процесса обучения, будут рассматривать каждый отдельно.

Литература. **1.** Lee, M.R. Revealing research themes and trends in knowledge management: From 1995 to 2010 [Текст] / M.R. Lee, T.T. Chen // Knowledge-Based Systems. – 2012. – Т.28. – С. 47-58. **2.** Шамис А.П. Методологический анализ принципов управления качеством подготовки специалистов [Текст] // Кибернетика и вуз. – 1993. – Вып. №25. – С.59-64. **3.** Вершина О.І. Модель системи інформаційної підтримки навчання [Текст] / О.І. Вершина, Г.Г. Киричек // Радіоелектроніка. Інформатика. Управління. – 2012. – №1. – С.107-111. **4.** Киричек Г.Г. Алгоритмизация параметров процесса обучения [Текст] / Г.Г. Киричек, А.И. Вершина // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація. № 1(24). – 2013. – С.113-120. – ISSN 2075-4272.

Киричок П.О., Киричок Т.Ю., Пархоменко А.В.
Видавничо-поліграфічний інститут НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Програмні засоби контролю зношування банкнот

Розроблено метод визначення відхилення середнього кольору зображення в колірному просторі RGB для об'єктивної оцінки повноколірних і напівтонових зображень, що сприятиме розвитку системи метрологічного забезпечення поліграфічної галузі.

Забезпечення достовірної оцінки і контролю якості як готової продукції, так і проміжного контролю якості є інструментом вдосконалення технологічних процесів. При цьому, якщо контроль колірності зображень за шкалами має достатнє метрологічне забезпечення [1], то під час контролю зображень в цілому характерною рисою поліграфічного виробництва є велика частка візуального оцінювання якості, що, звичайно, може вносити похибки вимірювання.

Для усунення суб'єктивності в оцінці зображень, отриманих під час різних технологічних процесів, нами розроблено методику оцінки оптичних характеристик зображення за відхиленням середнього кольору. Алгоритм такої оцінки наведено на рис. 1. Відповідно до алгоритму, відбувається цифрова обробка сканованих зображень еталонного та того, що оцінюється. Цифрова обробка полягає в отриманні середнього кольору виділеної для контролю зони зображень. Операція сканування еталонного зображення може бути замінена введенням заздалегідь відомого середнього кольору еталону. Середнім кольором є колір умовного пікселя, що є сумішшю кольорів всіх пікселів зони контролю. Так, методом визначення середнього кольору може бути використання графічного редактора, наприклад, Adobe Photoshop, для масштабування зображення до розміру 1 пікселя.

Наявні методи оцінки якості зображень передбачають використання візуальної оцінки [2], що призводить до певної суб'єктивності отриманих результатів, з метою підвищення об'єктивності потрібно залучення значної кількості експертів [3]. Наприклад, оцінка зношеності банкнот виконується або шляхом візуальної оцінки, або шляхом вимірювання їх оптичних характеристик [4] у незадрукованій зоні водяного знаку. Вимірювання цих характеристик у інших областях банкнот некоректне через штриховий характер зображення, тому зміна зображення внаслідок зношення не враховується, що знижує точність визначення зношених банкнот і може призводити як до необґрунтованого вилучення з обігу, так і до необґрунтованого повернення в обіг.

Розроблене нами програмне забезпечення для автоматичного визначення середнього кольору області зображення GetAverageColor написано об'єктно-орієнтованою мовою C++ та використовує вільну бібліотеку CImg для відкриття та представлення файлу зображення у вигляді матриці чисел з даними по кожному каналу RGB.

В роботі 5 запропоновано підхід до визначення кольору пікселя, що є результатом змішування кольорів двох інших пікселів:

$$C_R = \alpha_A C_A + (1 - \alpha_A) \cdot \alpha_B C_B, \tag{1}$$

$$\alpha_R = \alpha_A + (1 - \alpha_A) \cdot \alpha_B, \tag{2}$$

де C_R — колірна координата нового пікселя, C_A, C_B — координати вихідних пікселів, α_R — коефіцієнт прозорості (координата альфа-каналу) нового пікселя, α_A, α_B — координати альфа-каналів вихідних пікселів.

Якщо врахувати, що у випадку обробки групи пікселів (більше, ніж 2) для зображення без альфа-каналу можна використовувати замість коефіцієнта прозорості ваговий коефіцієнт вкладу кожного пікселя, то для кожного колірного каналу маємо:

$$\overline{R}_i = \overline{R}_{i-1} \cdot \left(1 - \frac{1}{i}\right) + R_i \cdot \left(\frac{1}{i}\right), \tag{3}$$

$$\overline{G}_i = \overline{G}_{i-1} \cdot \left(1 - \frac{1}{i}\right) + G_i \cdot \left(\frac{1}{i}\right), \tag{4}$$

$$\overline{B}_i = \overline{B}_{i-1} \cdot \left(1 - \frac{1}{i}\right) + B_i \cdot \left(\frac{1}{i}\right), \quad (5)$$

де i - номер поточного пілселя, $i \in N$, де N — область натуральних чисел; $1 \leqslant i \leqslant k$, де k — кількість пікселів в області, що обробляється; $\overline{R}_i, \overline{G}_i, \overline{B}_i$ — середні колірні координати i пікселів, R_i, G_i, B_i — колірні координати поточного пікселя.

Поданий алгоритм визначення відхилення середнього кольору зображення може бути використаний для об'єктивної оцінки як повноколірних, так і півтонових зображень, що значно сприятиме розвитку системи метрологічного забезпечення поліграфічної галузі.

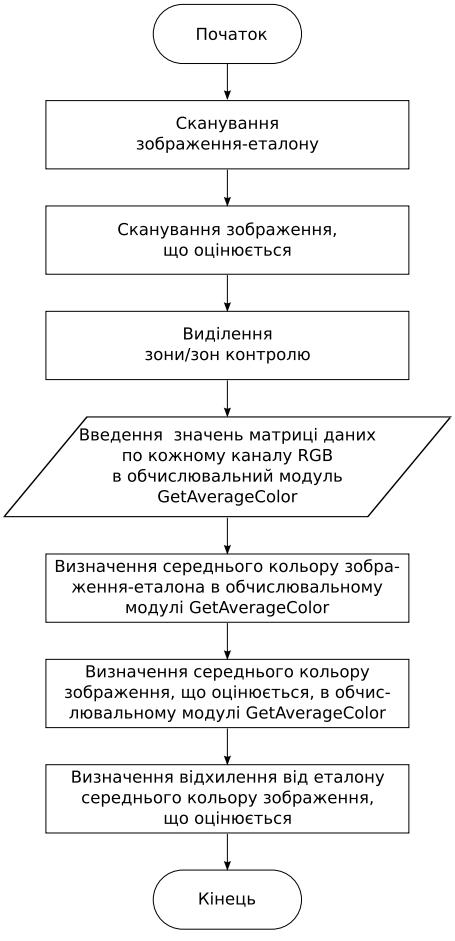


Рис. 1. Блок-схема алгоритму визначення відхилення середнього кольору зображення

Література. **1.** ДСТУ ISO 13655:2006. Поліграфія. Спектральні вимірювання та розрахунок колориметричних характеристик поліграфічно відтворених зображень (ISO 13655:1996, IDT). **2.** Киричок Т.Ю., Нестеренко В.М., Сухіна Є. Г. , Гуща О.В. Дослідження зміни характеристик зразків банкнот під час імітації зношування. Зб. наук. праць: Технологія і техніка друкарства. – К., 2012. – №4(38). – с. 4-25. **3.** Киричок Т.Ю. Методологія комплексного оцінювання якості продукції// Зб. наук. праць: Технологія і техніка друкарства. – К., 2013. – №1 (39). – с. 3-17. **4.** TAPPI T 452 om-98. Brightness of pulp, paper, and paperboard (directional reflectance at 457 nm). **5.** Thomas Porter and Tom Duff , "Compositing Digital Images,"Computer Graphics, Volume 18, Number 3, pp. 253–259, July 1984.

Козлов К.В.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Методи автоматичної генерації онтологій

З кожним роком кількість інформації невпинно зростає (закон Мура) і проблема обробки, класифікації та аналізу данних все більше потребує не стільки кількістних статистичних підходів, але й підходів якісного аналізу. Постають задачі накопичення, збереження та аналізу данних у якісному форматті, до таких задач належать задачі представлення данних у вигляді смислових знань, які репрезентують уніфікований та структурований каркас для репрезунтування знань різного рівня абстракції. Разом з цим слідують задачі побудови інструментів для подальшого збереження, аналізу та застосування цих смислових знань. Ці технології доцільно розвивати для підвищення якості ряду технологій: машинно-людські інтерфейси, бази данних, системи пошуку інформації, системи підтримки прийняття рішень та багато іншого. З задачами смислового аналізу даних також пов'язують концепцію розвитку інтернет-технологій web 3.0, побудову семантичних мереж та використання онтологій в інформаційних системах.

Предметом дослідження даної роботи є методи автоматичної побудови та аналізу якості онтологій в інформаційних системах.

В роботі розглядються наступні методи автоматичної побудови онтологій:

- Метод побудови онтологій на базі генетичних алгоритмів та автоматного програмування [1]. Для генерації системи продукцій та моделі перетворювача продукційних правил використовується генетичний алгоритм.
- Метод автоматизації процесу побудови онтології з використанням статистичних методів аналізу природно-мовних текстів [2]. Робота з попередньо кластеризованою колекцією з розширенням статистичного методу евристиками. Побудова відносин is-a, synonym-of, і ієрархії класів по колекції текстових документів з однієї предметної області.

Виділено те, що автоматична побудова онтологій на базі генетичних алгоритмів та автоматного програмування дає більш глибокий, повний та якісний результат ніж статистичні методи, але система продукцій є дуже ресурсо-вибагливою та погано модифікованою складовою системи з точки зору програмної інженерії ніж представлені статистичні методи.

Також розглянуто наступні методи автоматичної оцінки якості онтологій:

- Аналіз якості онтологій на основі статистичних метрик [3]. Розглянуто набір метрик(на основі схеми, бази знань, класу), що дозволяє користувачеві або розробнику онтології визначати якість онтології.
- Аналіз якості онтологій на основі виявлення конфліктів в метаданих [4]. Розглянуто різні типи конфліктів і підхід на основі правил, які використовуються для автоматичного виявлення конфліктів в онтологіях.

Слід відзначити те, що застосування технологій генетичного і автоматного програмування та статистичних методів автоматичної побудови онтологій дозволяє значно прискорити процес розробки програмного забезпечення для аналізу смислових знань, тому що значно зменшує роль експертів та фахівців галузі у цьому процесі. Поєднання досліджених методів дає можливість побудови повністю автоматичного та якісного інструментарію для генерації онтології та подальшого аналізу смислових знань.

Література. **1.** Л.В. Найханова. Технология создания методов автоматического построения онтологий с применением генетического и автоматного программирования // – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2008. – 244 с. **2.** Е. С. Мозжерина. Автоматическое построение онтологии по коллекции текстовых документов // – RCDL'2011, Воронеж, Россия, 2011. **3.** S. Tartir, I. B. Arpinar, M. Moore, A.P. Sheth, B. Aleman-Meza. OntoQA: Metric-Based Ontology Quality Analysis // – LSDIS Lab, Computer Science Dept. University of Georgia, Athens, USA, 2005. **4.** I. B. Arpinar, K. Giriloganathan, B. Aleman-Meza. Ontology Quality by Detection of Conflicts in Metadata // – LSDIS Lab, Computer Science Dept. University of Georgia, Athens, USA, 2007.

Красій А.В.
Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна

Модель специфікації вимог до програмного забезпечення

Вступ. Процес розроблення програмного забезпечення (ПЗ) тісно пов'язаний з процесом оцінювання значущих характеристик ПЗ – вартості ПЗ, тривалості життєвого циклу ПЗ, ефективності ПЗ, складності ПЗ, зручності використання ПЗ, кросплатформеності ПЗ, якості ПЗ, надійності ПЗ, які залежать від обраної моделі життєвого циклу ПЗ. Критичний вплив на програмні проекти та на успішність їх завершення здійснює аналіз специфікації вимог до ПЗ, який надає різнопланову кількісну та якісну інформацію для подальшого розрахунку основних характеристик ПЗ і є актуальним на етапі проектування [1].

Згідно [2], специфікація вимог до ПЗ має чітко визначену структуру. Використовуючи таку структуру, у [1] було визначено *кількісні показники* (корисні для визначення характеристик ПЗ показники специфікації, які мають точне кількісне значення) та *якісні показники* (корисні для визначення характеристик ПЗ показники специфікації, які виражені лінгвістично), які підлягають опрацюванню експертами з метою одержання *експертних кількісних показників* (корисні для визначення характеристик ПЗ показники специфікації, які у специфікації виражені лінгвістично, але після опрацювання експертами набули кількісного виразу), які можна одержати із кожного пункту стандартної структури специфікації ПЗ [1].

Формалізована модель специфікації вимог до ПЗ. Для подальшої роботи із кількісними та експертними кількісними показниками специфікації вимог до ПЗ слід формалізувати специфікацію вимог до ПЗ з точки зору розташування в ній таких показників. Тоді представимо специфікацію вимог до ПЗ (SRS) у наступному формалізованому вигляді:

SRS = <R1,R2,R3,R4>, де R1 - множина кількісних та експертних кількісних показників розділу 1 специфікації, R2 - множина кількісних та експертних кількісних показників розділу 2, R3 - множина кількісних та експертних кількісних показників розділу 3, R4 - множина кількісних та експертних кількісних показників розділу 4.

Враховуючи [1], представимо розділи специфікації у вигляді наступних множин:

$R1 = \{Tv, Qv, Sa, Qcs, SC, Prof\}$, де Tv - термін виконання, Qv - кількість виконавців, Sa - розмір цільової аудиторії, Qcs - кількість компонентів програмної системи, SC=$\{sc_1,...,sc_{Qcs}\}$ - множина розмірів усіх компонентів ПЗ (sc_1 - розмір компоненту 1, sc_{Qcs} - розмір компоненту Qcs), Prof - профілювання, цільова аудиторія (експертний кількісний показник);

$R2 = \{Cos, Cdb, Cc, Cdt, Sud, Cud, Us, Cxos, Cxdb, Cxc\}$, де Cos - вартість використовуваних операційних систем, Cdb - вартість використовуваних баз даних, Cc - вартість використовуваних компіляторів, Cdt - вартість засобів розроблення, Sud - вартість документації користувача, Cud - розмір документації користувача, Us - вміння користувачів працювати із аналогічними продуктами (експертний кількісний показник), Cxos - складність використовуваних операційних систем (експертний кількісний показник), Cxdb - складність використовуваних баз даних (експертний кількісний показник), Cxc - складність використовуваних компіляторів (експертний кількісний);

$R3 = \{Qfr, CFR, CXFR, RFR, Qa, CXA, RA, Cb, Cui, Qmi, CMI, RMI, CXMI, Qai, Cai, Rai, Cxai, Qci, Cci, Rci, Cxci, Qnfr, CNFR, CXNFR, RNFR, Rr, Ric, Sq, Ssq\}$, де Qfr - кількість функційних вимог специфікації вимог до ПЗ, $CFR = \{cfr_1, ..., cfr_{Qfr}\}$ - множина значень вартості функційних вимог (cfr_1 - вартість функційної вимоги 1, cfr_{Qfr} - вартість функційної вимоги Qfr), $CXFR = \{cxfr_1, ..., cxfr_{Qfr}\}$ - множина значень складності функційних вимог ($cxfr_1$ - складність функційної вимоги 1, $cxfr_{Qfr}$ - складність функційної вимоги Qfr), $RFR = \{rfr_1, ..., rfr_{Qfr}\}$ - множина значень надійності функційних вимог (rfr_1 - надійність функційної вимоги 1, rfr_{Qfr} - надійність функційної вимоги Qfr), Qa - кількість використовуваних алгоритмів, $CXA = \{cxa_1, ..., cxa_{Qa}\}$ - множина значень складності використовуваних алгоритмів (cxa_1 - складність алгоритму 1, cxa_{Qa} - складність алгоритму Qa), $RA = \{ra_1, ..., ra_{Qa}\}$ - множина значень надійності використовуваних алгоритмів (

ra_1 - надійність алгоритму 1, ra_{Qa} - надійність алгоритму Qa), Cb - середня прогнозована вартість помилки, Cui - вартість інтерфейсів користувача, Qmi - кількість програмних (міжмодульних) інтерфейсів, $CMI = \{cmi_1, ..., cmi_{Qmi}\}$ - множина значень вартості програмних (міжмодульних) інтерфейсів (cmi_1 - вартість програмного інтерфейсу 1, cmi_{Qmi} - вартість програмного інтерфейсу Qmi), $RMI = \{rmi_1, ..., rmi_{Qmi}\}$ - множина значень надійності програмних (міжмодульних) інтерфейсів (rmi_1 - надійність програмного інтерфейсу 1, rmi_{Qmi} - надійність програмного інтерфейсу Qmi), $CXMI = \{cxmi_1, ..., cxmi_{Qmi}\}$ - множина значень складності програмних (міжмодульних) інтерфейсів ($cxmi_1$ - складність програмного інтерфейсу 1, $cxmi_{Qmi}$ - складність програмного інтерфейсу Qmi), Qai - кількість апаратних інтерфейсів, Cai - вартість апаратних інтерфейсів, Rai - надійність апаратних інтерфейсів, Cxai - складність апаратних інтерфейсів, Qci - кількість інтерфейсів зв'язку та комунікацій, Cci - вартість інтерфейсів зв'язку та комунікацій, Rci - надійність інтерфейсів зв'язку та комунікацій, Cxci - складність інтерфейсів зв'язку та комунікацій, Qnfr - кількість нефункційних вимог специфікації вимог до ПЗ, $CNFR = \{cnfr_1, ..., cnfr_{Qnfr}\}$ - множина значень вартості нефункційних вимог ($cnfr_1$ - вартість нефункційної вимоги 1, $cnfr_{Qnfr}$ - вартість нефункційної вимоги Qnfr), $CXNFR = \{cxnfr_1, ..., cxnfr_{Qnfr}\}$ - множина значень складності нефункційних вимог ($cxnfr_1$ - складність нефункційної вимоги 1, $cxnfr_{Qnfr}$ - складність нефункційної вимоги Qnfr), $RNFR = \{rnfr_1, ..., rnfr_{Qnfr}\}$ - множина значень надійності нефункційних вимог ($rnfr_1$ - надійність нефункційної вимоги 1, $rnfr_{Qnfr}$ - надійність нефункційної вимоги Qnfr), Rr - залежність між вимогами специфікації (експертний кількісний показник), Ric - суперечливість вимог специфікації (експертний кількісний показник), Sq - очікувана якість програмного забезпечення (експертний кількісний показник), Ssq - очікуваний рівень безпеки ПЗ (експертний кількісний показник);

$R4 = \{r_1, ..., r_n\}$ - множина додаткових характеристик, які можна одержати із розділу 4 специфікації вимог до ПЗ (n - кількість можливих додаткових характеристик, змінна величина для різних специфікацій). Враховуючи той факт, що розділ 4 є необов'язковим, а за наявності має змінну структуру та величину, надалі не враховуватимемо його показники при визначенні характеристик ПЗ.

В такому випадку математичну модель специфікації вимог до ПЗ з точки зору наявності у ній кількісних та експертних кількісних показників, корисних для визначення характеристик ПЗ, представимо наступним чином:

$$SRS = \left(\begin{array}{l} \{Tv, Qv, Sa, Qcs, SC, Prof\} \\ \{Cos, Cdb, Cc, Cdt, Sud, Cud, Us, Cxos, Cxdb, Cxc\} \\ \{Qfr, CFR, CXFR, RFR, Qa, CXA, RA, Cb, Cui, Qmi, CMI, RMI, CXMI, Qai, \\ Cai, Rai, Cxai, Qci, Cci, Rci, Cxci, Qnfr, CNFR, CXNFR, RNFR, Rr, Ric, Sq, Ssq\} \\ \{r_1, ..., r_n\} \end{array} \right)$$

Висновки. У роботі автор запропонував математичну модель специфікації вимог до ПЗ з точки зору наявності у ній кількісних та експертних кількісних показників, корисних для визначення характеристик ПЗ.

Перспективним, на думку автора, є визначення залежностей характеристик ПЗ від кількісних та експертних кількісних показників специфікації вимог до ПЗ з врахуванням їх взаємовпливів та різних ступенів впливу.

Література. **1.** Говорущенко Т.О., Красій А.В. Визначення характеристик та вибір моделі життєвого циклу програмного забезпечення на основі аналізу специфікацій // Вісник Хмельницького національного університету – Хмельницький: ХНУ, 2013. - №6, с.201-208 **2.** IEEE 830-1998. Recommended Practice for Software Requirements Specifications - New York: IEEE, 1998

Кулешова О.Н.
Севастопольский национальный технический университет, Севастополь

Генерация входных наборов для системы на основе таблиц событий методом построения минимального пути

Одной из актуальных задач в настоящее время становится развитие и построение сложных высокоэффективных систем по обработке и использованию знаний для решения широкого круга задач различных научных направлений, таких как информационные технологии, кибернетика, инженерия знаний, методы оптимизации, анализа и моделирования и анализа в различных областях. Таблицы событий [1] дают возможность шире взглянуть как на задачи проектирования сложных систем, так и на их решение.

Одним из ключевых этапов реализации современных событийных систем управления является моделирование их поведения. Для автоматизации процесса моделирования систем управления, разработанных средствами языка таблиц событий, необходимы методы и средства генерации входных наборов событий.

Целью автоматизированного процесса генерации входных наборов событий может являться покрытие всех таблиц событий системы, поиск минимального пути в системе, создание наиболее или наименее вероятных ситуаций, достижения выполнения определённых действий.

Таблицы событий в системе представлены в виде множества , где quan — количество таблиц событий в системе. Базовая спецификация таблицы событий [2] имеет следующий вид:

$$<\text{ID, E, A, R, D, C, P, Cond, Act}>$$

Здесь $E = \{E_i\}; i = \overline{1,m}$ — множество условий, описывающих параметры выбранной предметной области;

$A = \{A_i\}; j = \overline{1,k}$ — множество действий;

$SubT = \{SubT_i\}; j = \overline{1,k}$ — множество ссылок на таблицы решений, описывающих действия;

$R = \{R_p\}; p = \overline{1,n}$— множество решающих правил, называемых правилами решений, определяющими конкретные действия, при заданных условиях;

$D = \{D_l\}; l = \overline{1,z}$ — множество решающих правил, определяющих действие «иначе»;

$C = \{C_q\}, q = \overline{1,n}$ — множество векторов условий, где $\{C_q\} = \{c_1^q, c_2^q, ..., c_m^q\}$;

$P = \{P_v\}, v = \overline{1,n}$ — множество действий, где $\{P_v\} = \{a_1^v, a_2^v, ..., a_k^v\}$;

$Cond = \|c_{ix}\|$, $Act = \|a_{jx}\|$ — матрицы взаимосвязей множеств векторов условий и векторов действий.

Действия в таблице событий (A_i) можно разделить на сложные и простые. Сложные образуют переходы (связи) между таблицами событий в системе. Простые действия представляют собой переход к внешним объектам, таким как функция или вывод сообщения, а так же прерывание и завершение.

Рассмотрим метод построения тестового набора событий на основе поиска минимального пути, т.е. минимального числа переходов между таблицами событий системы при автоматизированном моделировании.

Шаг 1. Исключаем из дальнейшего рассмотрения простые действия (A_i).

Шаг 2. Строим граф, где таблицы событий – вершины; переходы между таблицами событий (сложные действия) – дуги; веса дуг – минимальное число действий (A_i) в векторе действий (P_v), который покрывает это сложное действие, если их несколько, выбираем любой. Пример построения графа рассмотрен на рисунке 1.

Шаг 3. Строим кратчайший путь в графе.

Шаг 4. По кратчайшему пути для каждой таблицы событий получаем соответствующий вектор действия (P_v).

Шаг 5. Для каждого полученного вектора действий (P_v) выбираем соответствующий вектор условий (C_q).

Шаг 6. Во входной набор добавляем вектора условий (C_q) в порядке, соответствующем графу, построенному на шаге 2.

TE0							
			C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
e_1			0	1	1	x	0
e_2			0	x	1	0	1
e_3			0	0	1	1	x
			P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
!	A_1	TE1	1	1	1	2	2
!	A_2	TE2	2				1
!	A_3	TE3	3	2		1	3

TE1							
			C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
e_1			0	x	1	1	0
e_2			0	x	1	0	1
e_3			0	0	0	0	0
			P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
!	A_1	TE2	1	2	1	2	1
!	A_2	TE3	2	1			2
!	A_3	TE4	3	3	2	1	

TE2						
			C_1	C_2	C_3	C_4
e_1			1	0	0	1
e_2			0	1	0	1
			P_1	P_2	P_3	P_4
!	A_1	TE3	1	1	1	2
!	A_2	TE4	2			1
!	A_3	TE5	3	2		3

TE3					
			C_1	C_2	C_3
e_1			0	x	1
e_2			0	1	0
			P_1	P_2	P_3
!	A_1	TE4	1	1	2
!	A_2	TE5	2		1

TE4					
			C_1	C_2	C_3
e_1			x	1	1
e_2			0	0	1
			P_1	P_2	P_3
!	A_1	TE5	1		1

TE5					
			C_1	C_2	C_3
e_1			x	1	0
e_2			0	1	1
			P_1	P_2	P_3
	A_1				

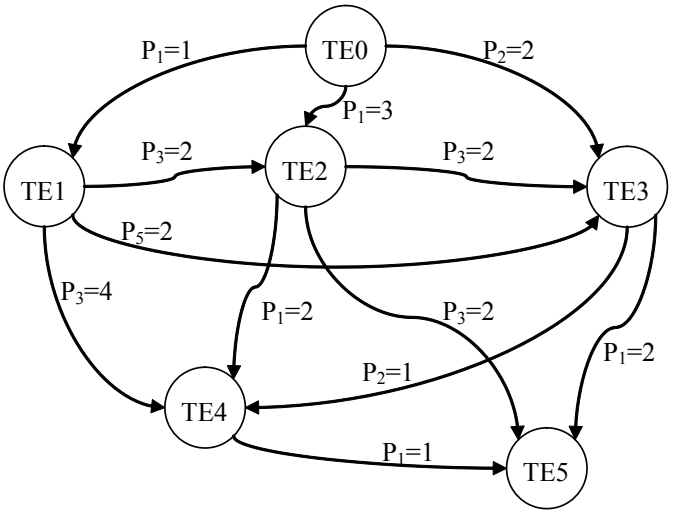


Рис. 1. Пример построения графа

В результате выполнения описанных выше шагов, будет получен входной набор событий для дальнейшего моделирования с минимальным числом переходов между таблицами событий системы, и представляющим собой самый быстрый путь достижения основной цели.

Рассмотренный метод не предусматривает в себе генерации данных для выполнения простых действий (функций), и для полноценного моделирования должен быть скомбинирован с каким-либо методом получения данных.

В дальнейших исследованиях предполагается разработка методов генерации входных наборов событий, таких как создание наиболее или наименее вероятных ситуаций, достижения выполнения определённых действий, а так же методов генерации данных для функций.

Литература. **1.** Кулешова О.Н. Апраксин Ю.К. Спецификация распределенных систем на основе таблиц событий / О.Н. Кулешова, Ю.К. Апраксин // Оптимизация производственных процессов: сб. науч. тр. Вып. 13. — Севастополь, 2011 — С. 52 — 57. **2.** Кулешова О.Н. Разработка методов спецификации информационных моделей средствами языка таблиц событий / О.Н. Кулешова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. –№4/2(58). – С.28-31.

Куліков В.М., Дворщенко О.С., П'ятчаніна Т.В., Кравчук В.В., Загадарчук Т.В., Коваль А.О.

Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р.Є.Кавецького НАН України, Київ, Україна

Українськомовний mHealth-додаток призначений для управління медичними даними хворих на рак

Сучасний стан ринку мобільних пристроїв (МП) характеризується тенденцією до зростання попиту на смартфони: доля таких МП на сьогодні складає 39% від всіх активованих МП. Однією із найголовніших рис цього сегменту є збільшення діагоналі дисплея, що знімає обмеження щодо об'єму і виду даних, які виводяться на екран. Так, збільшення діагоналі смартфонів до 4", дозволяє максимально використовувати функціональний потенціал смартфону: доступ до on-line сервісів, Інтернет-серфінг, використання мобільних додатків, перегляд пошти, доступ до соціальних мереж тощо. Окрім цього, функціональні можливості МП дозволяють використовувати їх у якості потужного інструменту у соціальних сферах, таких як охорона здоров'я та освіта, що реалізується у стрімкому розвитку нових напрямків інформаційних технологій - mLearning та mHealth. Основна ідея цих напрямів, як різновиду eLearning та eHealth, полягає у розширенні можливостей громадян в управлінні власним здоров'ям і хронічними захворюваннями за межами медичних установ, заохоченні здорових громадян до підвищення рівня самоосвіти і компетентності щодо поширених та небезпечних захворювань, зміцненні здоров'я населення та профілактиці, що в перспективі спрямовано на збільшення рентабельності систем охорони здоров'я та поліпшення показників здоров'я населення.

Мета роботи: розробка довідково-інформаційного mHealth додатку для МП на базі платформи Android орієнтованого на пошук, систематизацію і зберігання інформації, що надходить пацієнту під час обстеження, лікування і реабілітації хворих на рак молочної залози (РМЗ).

Додаток розрахований на пересічних громадян, що не є фахівцями у галузі медицини та у яких діагностовано РМЗ.

Програма розробляється мовою Java та Android API з використанням елементів об'єктно-орієнтованого програмування. Візуальна частина програми розробляється із застосуванням мови XML. Діаграми станів і діаграми використання розроблені на мові UML. В якості інтегрованого середовища розробки (IDE) використовується програма Eclipse з вбудованим Android SDK.

На сьогодні розроблено - макет додатку і описані його функціональні можливості на діаграмах UML, модель функціонування додатку за допомогою діаграми станів, всі типи форм (layer) на Android-емуляторі. Продовжується робота з програмування переходів та сервісів, що будуть надаватися користувачу. Наступні етапи розробки передбачають тестування додатку для виявлення і усунення недоліків та налаштування додатку у відповідності до вимог Google Play.

Програма містить сервіси і компоненти: «Гід по РМЗ» (інформаційно-довідковий розділ: стисла адаптована інформація щодо природи захворювання на РМЗ, симптомів, принципів лікування тощо); «Історія хвороби» (систематизація і зберігання інформації, яку отримує пацієнт від лікаря. Містить підрозділи: «Ваш діагноз», «Обстеження», «Суб'єктивні відчуття», «Призначення лікаря» та «Історія лікування»); «Запитання лікарю» (містить декілька груп стандартних запитань до лікаря. Реалізована можливість додавання власних запитань та вводу тексту або запис аудіо); «Ваш лікар» (зберігання контактної інформації про спеціалістів, що входять в групу медичного супроводу користувача); «Довідник» (містить глосарій, компедіум, інформацію про онкологічні заклади України).

Таким чином, розробляється mHealth додаток на платформі ОС Android, орієнтований на хворих на РМЗ. В робочій версії програми реалізовано розділи «Гід по РМЗ», «Запитання лікарю», функції запису тексту та аудіо, фотографування, приєднання до певного структурного елементу додатку зображення та/або аудіо-файлу та їх виклик.

Лавданский А.А., Фауре Э.В.
Черкасский государственный технологический университет, Черкассы, Украина

Комбинационный метод формирования последовательности псевдослучайных чисел

Решение многих практических задач невозможно без использования генераторов случайных или псевдослучайных чисел. Последовательности и случайных, и псевдослучайных чисел широко используются в таких важных задачах как имитационное моделирование, криптография, передача данных и т.д. Под случайной последовательностью чисел будем понимать последовательность, порожденную процессом, исход которого непредсказуем и не может быть повторно воспроизведен. Под псевдослучайной последовательностью чисел будем понимать последовательность, сформированную с помощью детерминированного алгоритма и обладающую статистическими свойствами, близкими к статистическим свойствам случайных последовательностей.

Качественная последовательность псевдослучайных чисел должна соответствовать следующим требованиям: непредсказуемость, воспроизводимость, равномерное распределение слов последовательности, бесконечный период повторения, отсутствие корреляции. Заметим, что достичь бесконечного периода повторения невозможно с помощью детерминированных алгоритмов, поэтому под бесконечным периодом будем понимать настолько большой период, полное воспроизведение которого будет значительно превышать вычислительные возможности аппаратного обеспечения на текущем этапе развития вычислительной техники.

Всем перечисленным выше требованиям (кроме воспрозводимости) отвечают последовательности, полученные квантованием естественных случайных физических процессов (“белого шума”). По существу, “белый шум” является идеальным источником случайных последовательностей чисел. Но использование его в качестве источника случайных чисел для практических задач (например, криптографии, моделирования) затруднено в силу невозможности повторного воспроизведения сформированной последовательности. Отсутствие же методов формирования псевдослучайных последовательностей чисел, отвечающих всем перечисленным требованиям, стимулирует непрерывный процесс улучшения существующих и поиска новых принципов и подходов в данной области исследований.

Таким образом, разработка и анализ новых методов и устройств формирования псевдослучайных последовательностей чисел, обладающих статистическими свойствами, близкими к статистическим свойствам случайных последовательностей чисел, а также обладающих свойством воспроизводимости, является актуальной проблемой.

Отдельного внимания среди устройств формирования случайных последовательностей чисел заслуживает класс комбинационных генераторов, реализующих комбинацию нескольких исходных генераторов с помощью некоторой комбинирующей функции, которые описаны в [1]. Комбинационные генераторы позволяют избавиться от таких слабых сторон генераторов как малый период повторения, корреляция символов последовательности, неудовлетворительные статистические свойства. Общим недостатком известных комбинационных генераторов является недостаточная криптографическая стойкость, связанная с наличием корреляции между выходной последовательностью и последовательностями исходных генераторов.

Целью исследования является разработка метода формирования равномерно распределенных последовательностей псевдослучайных чисел на основе комбинации нескольких исходных генераторов, а также анализ и сравнение с помощью графических тестов формируемой последовательности с последовательностью случайных чисел. В качестве источника последовательности случайных чисел будем использовать квантовый генератор [2].

В настоящей работе в качестве исходных генераторов выбираются генераторы равномерно распределенных псевдослучайных чисел с нулевой ошибкой воспроизведения закона распределения. Ошибка воспроизведения определяется в соответствии с методикой, изложенной в [3].

В работе рассмотрена возможность реализации исходных генераторов в виде генераторов подстановок или таблиц подстановок, которые реализованы с помощью циклических сдвиговых регистров, содержащих предварительно сформированные различные последовательности подстановок. В процессе работы комбинационного генератора исходные значения, подлежащие композиции, формируются циклически генераторами подстановок или считываются с выходов циклических сдвиговых регистров.

В каждой исходной таблице подстановок в произвольном порядке без повторов и пропусков записаны числа от *0* до M_i ($i \in [1, n]$). Начальное заполнение таблиц подстановок может производиться как случайными данными (например, с использованием "белого шума"), так и с помощью детерминированного алгоритма (линейного конгруэнтного генератора, генератора М-последовательности и т.д.). Представляется целесообразным использование различных алгоритмов заполнения для каждой из исходных таблиц.

Таким образом, в состав предложенного комбинационного генератора входят n таблиц подстановок ($n \geqslant 2$), а также блок реализации комбинации. В качестве комбинирующей функции используется операция суммирования по модулю M.

Период следования последовательности слов на выходе комбинационного генератора описываемой структуры определяется мощностями алфавитов исходных генераторов (размерами таблиц подстановок) и равен

$$T = HOK(M_1, M_2, ..., M_n), \tag{1}$$

где $(M_1, M_2, ..., M_n)$ – мощности алфавитов исходных таблиц подстановок. Для получения максимального периода размеры таблиц должны быть взаимно простыми. Тогда

$$T = \prod_{i=1}^{n} M_i. \tag{2}$$

Для статистического анализа последовательности случайных чисел на выходе предлагаемого комбинационного генератора использовались 4 исходные таблицы подстановок с различными вариантами их начального заполнения.

В работе приведены результаты прохождения порожденных генератором последовательностей следующих графических тестов: гистограмма распределения элементов последовательности; распределение на плоскости; автокорреляционная функция; графический спектральный тест.

В процессе тестирования получены следующие результаты: гистограмма распределения слов последовательности показывает равномерное распределение слов формируемой генератором последовательности; анализ теста распределения на плоскости не показал каких-либо узоров на полученном изображении; отсутствуют всплески боковых лепестков на автокорреляционной функции, что свидетельствует об отсутствии корреляции между символами последовательности; графический спектральный тест показывает отсутствие всплесков гармоник.

Проведенное в работе исследование статистических свойств формируемой комбинационным генератором последовательности показало, что в отличие от общеизвестных методов генерации псевдослучайных последовательностей, последовательность, порожденная комбинационным генератором, удовлетворяет следующим требованиям: большой период повторения, отсутствие межсимвольной корреляции, формируемые последовательности имеют корреляционную функцию, близкую к корреляционной функции истинно случайных процессов, являются непредсказуемыми и воспроизводимыми.

Литература. **1.** Кнут Д. Э. Искусство программирования. Том 2. Получисленные алгоритмы / Дональд Э. Кнут. – М.: Вильямс, 2007. – 832 с. **2.** QRNG Service [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://qrng.physik.hu-berlin.de/ . **3.** Фауре Э.В. Оценка точности воспроизведения закона распределения дискретной случайной величины при ее преобразовании / Э.В. Фауре, А.С. Береза, Е.А. Ярославская // Вісник Хмельницького національного університету. – 2012. – №5. – С. 176-182.

Лисецкий Ю.М.
ДП "ЭС ЭНД ТИ Украина", Киев, Украина

Информационная безопасность: защита от DDoS-атак

Рассматриваются актуальные вопросы информационной безопасности. Описаны атаки, направленные на блокирование доступности информации, а именно распределенные атаки на отказ в обслуживании. Предлагаются эффективные инструменты защиты от DDoS-атак на базе решения Radware DefencePro.

Благодаря стремительному развитию информационных технологий информация стала товаром, который можно приобрести, продать, обменять. При этом стоимость информации часто в сотни раз превосходит стоимость компьютерных систем, в которых она хранится. От степени безопасности информационных технологий в настоящее время зависит не только стабильность и развитие бизнеса, а иногда и жизнь многих людей. Как известно, информационная безопасность основана на трех базовых принципах: целостность, конфиденциальность и доступность [1]. Одним из самых опасных средств воздействия на информационные системы являются атаки, направленные на отказ в обслуживании (Distributed Denial of Service или DDoS). Первое упоминание о таких атаках встречается в 1999 г., но тогда они не привлекали особого внимания, так как считались нишевыми, не создающими особенных проблем по сравнению с другими атаками. Ситуация существенно изменилась, когда в 2011 г. группа хакеров Anonnymous начала использовать DDoS-атки как основной инструмент реализации кибератак.

DDoS-атака представляет собой поток ложных запросов на базе различных протололов (TCP, UPD, ICMP, HTTP, DNS, SIP И ДРУГИЕ). Основной целью ложного потока является блокировка ресурсов или сервиса жертвы. Атакуемым ресурсом жертвы может быть любой элемент информационно-технологической (ИТ) инфраструктуры: канал связи, сетевое устройство, устройство безопасности (firewall, IPS), сервер, приложение или база данных. DDoS-атаки направлены не на уязвимость ИТ элементов, а на превышение допустимых параметров их производительности, что блокирует работоспособность устройств и приводит к отказу работы сервисов. Основной опасностью DDoS-атак является то, что каждая отдельная составляющая такой атаки на первый взгляд ничем не отличается от лигитимного запроса пользователя, что значительно усложняет блокировку атаки и увеличивает количество ложных срабатываний. Жертвой DDoS-атаки может быть любая компания, которая использует сеть интернет для ведения бизнеса (банки, операторы связи, контент провайдеры, e-commerce и др.). Недоступность бизнес-сервиса даже на короткий период времени может привести к значительным финансовым потерям, к оттоку клиента или потере репутации. За последние годы длительность DDoS-атак постоянно растет: если в 2000 г. атаки продолжались несколько часов, то сейчас длительность может измеряться неделями. По данным "Лаборатории Касперского"самая продолжительная атака длилась 81 день.

Развитие киберпреступности приводит к тому, что атаки становятся усовершенствованными и многовекторными, то есть нацелены на несколько элементов инфраструктуры одновременно. Такой сценарий значительно усложняет методы защиты и предъявляет новые требования к архитектуре систем информационной безопасности [2]. Существует мнение, что защищиться от DDoS-атак возможно только со стороны оператора связи, так как только оператор может оказать противодействие атакам на связи, то есть flood-атакам, способным полностью заполнить канал связи или порт телекоммуникационного оборудования потоком ложных запросов: TCP SYN flood;TCP SYN+ACK flood; TCP FIN flood; TCP RESET flood; UDP flood; ICMP flood; IGMP flood; Packet Anomalies и другие flood-атаки. Но не стоит забывать тот факт, что атаки на канал занимают только 30 процентов атак на элементы ИТ-инфраструктуры. Следует также отметить, что за 2013 г. количество атак на приложения удвоилось, а количество атак на каналы связи уменьшается [3]. Очевидно это связано с тем, что стоимость организации атак растет с ростом количества задействованных машин и объема атаки, к тому же операторы могут противодействовать DDoS-атакам на канал, но не могут защитить от медленных атак

на приложения. Одним из решений защиты от DDoS-атак может быть устройство, которое использует комплексно несколько технологий защиты:

- сигнатурная защита (от следующих атак: Protocol Anomalies; Malware; Anonymizers; Vulnerabilities и exploits);

- построение сигнатуры в режиме реального времени: TSP SYN flood: TCP FIN flood; UDP flood; ICMP flood;

- поведенческий анализ: HTTP GET page gloods; HTTP POST flood; DNS guery floods; Web vulnerability scans; Bruteforce; SIP spoofed foods; SIP scanning; Application scans. Основными требованиями к устройствам защиты DDoS-атак является возможность работы с шифрованным трафиком (SSL), высокая производительность, поддержка различных сетевых протоколов (VLAN Tagging, L2TP, MPLS, GRE, GTP, IpinIP), а главное минимальное время опережения атаки и организации защиты.

Примером такого решения является Radware DefencePro, которое полностью отвечает современным требования к защите от DDoS-атак и использует инновационную технологию защиты. DefencePro является модульным решением, содержащим компоненты, необходимые для отражения сложных многовекторных атак высокой производительности:

- модуль DDoS защищает от flood-атак на канал связи и сетевые устройства; модуль поведенческого анализа (NBA) защитает от атак на приложения;

- модуль сигнатурной защиты (IPS) защищает сервера, операционные системы, базы данных от уязвимости распространения вредоносного программного обеспечения, аномалий;

- модуль репутационного анализа защищает пользователей от фишинга и троянов.

Данные компоненты могут быть включены в состав решения независимо друг от друга, что позволяет гибко конфигурировать систему в зависимости от поставленной задачи. Такая модульная структура повышает эффективность системы информационной безопасности в целом и поэтому Radware имеет ряд преимуществ:

- высокая производительность до 40 Гб/с, которая опеределяет скорость легитимного трафика даже во время атаки (архитектура решения разработа таким образом, что отражение атакующего трафика осуществляет специальный высокопроизводительный процессор ASIC (DME), который может обрабатывать до 25 млн пакетов в секунду);

- возможность работы с шифрованным трафиком (поддерживаются ключи до 2048 бит);

- отражение атак уровня приложений (решение использует инновационные технологии защиты от бот сетей, например, TCP Challenge или java script);

- минимальное время определения атаки и организации защиты, которая составляет 18 с.

Таким образом, использование решения Radware для противодействия и защиты от DDoS-атак является доступным и эффективным инструментом, позволяющим препятствовать атакам и полной блокировке инфррмационных систем и веб-сервисов. Это влечет за собой избежание долгосрочного простоя системы, большого объема работ по идентификации действий, направленных на отказ в обслуживании, подготовку адекватных ответных противодействий и как следствие финансовых потерь компании в виде упущенной выгоды и затрат на принятие мер.

Литература. **1.** Домарев В.В. Безопасность информационных технологий. Методология создания систем защиты. - К.: ООО "ТИД "ДС 2001. - 688 с. **2.** Maximum Security (Anonnymous). - Ondianapolis: Sams Publishing, 2003. - 945 p. **3.** Curtis G.E., McBride B.R. Proactive Security Administration. - New York: Prentice Hall, 2004. - 288 p.

Луценко О.П., Байбуз О.Г.
Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара, Дніпропетровськ, Україна

Модель оцінки функції ймовірності розладнання процессу коливань курсів валют

Запропонований метод оцінки ймовірності виникнення розладнання статистичних характеристик ряду валютних котирувань, заснований на відтворенні ймовірнісного розподілу з використанням сплайн-функцій.

Зі збільшенням популярності торгівлі на спекулятивному ринку фінансів, ресурсів та цінних паперів зростає попит на новітні технічні засоби аналізу, які дозволяли б користувачу бути попереду діючої тенденції і реагувати на зміни ситуації раніше за інших гравців.

Авторами даної статті пропонується до розгляду модель, яка дозволяє обчислити функцію ймовірності зміни напряму ринкової тенденції на заданому проміжку часу у майбутньому.

Ймовірнісний характер моделі забезпечує максимальну прозорість для користувача, який приймає рішення в процесі торгівлі, що є особливо актуальним в умовах великої кількості факторів, які впливають на зміни валютних курсів і ускладнюють детерміністичне прогнозування.

Розбиття ряду на відрізки. Для вирішення завдання розбиття ряду на ділянки стаціонарності використовуються два методи: графічний метод пошуку перегинів графіка, призначення якого – знаходити точки розвороту апостеріорно, і алгоритм кумулятивних сум (АКС), що відноситься до методів послідовного виявлення розладнань.

Після розбиття графіку шляхом знаходження точок розладнання маємо n відрізків. Кожен з відрізків характеризується вектором параметрів, що включає його тривалість у часі (довжину відрізка по осі x - x_S) і різницю між цінами на початку і у кінці відрізку (різницю по осі y - Δy). Таким чином, процес описується вектором випадкових величин $(x_S, \Delta y)$.

Відтворення розподілу вектору параметрів розладнань. При рішенні задачі відтворення щільності оцінка міри якості апроксимації з використанням середньоквадратичної помилки далеко не завжди є прийнятною. Більш важливою є відповідність результуючої функції особливостям вхідних даних, таким як: кількістю мод, асиметрії, поведінці хвостів [1]. У зв'язку з тим, що для розподілів, отриманих в даній задачі, такі особливості (зокрема, виражена бімодальність) не зберігаються при апроксимації ні будь-яким з типових розподілів, ні сумішшю розподілів (з використанням EM-алгоритму), для відтворення щільності розподілу було застосовано апроксимацію розподілу B-сплайнами за гістограмою.

Побудуємо гістограму розподілу вектору $(x_S, \Delta y)$. Точки гістограми будуть служити вузлами сплайна . Двовимірну B-сплайн функцію запишемо у вигляді тензорного добутку одновимірних B-сплайнів, побудованих на кожній з двох осей координат [2].

$$x(s,t) = \sum_{i=0}^{n}\sum_{j=0}^{n} P_{i,j} B_i(s) B_j(t) \tag{1}$$

$$B_{k,1} = \begin{cases} 1, & t_k < t < t_{k+1} \\ 0 & \text{в інших випадках} \end{cases} \tag{2}$$

$$B_{k,d} = \left(\frac{t - t_k}{t_{k+d-1} - t_k}\right) B_{k,d-1}(t) + \left(\frac{t_{k+d} - t}{t_{k+d} - t_{k+1}}\right) B_{k+1,d-1}(t) \tag{3}$$

Функції ймовірності, що можуть бути отримані з відтвореного розподілу. Знаючи щільність розподілу вектору, а також поточне (з моменту останнього зафіксованого розладнання до теперішнього моменту) значення $(x_S, \Delta y)$, можемо обчислити функцію ризику, що виражає ймовірність розвороту тенденції на наступному кроці спостережень. Ймовірність розвороту тренду визначимо як відношення ймовірності розладнання на наступному кроку спостереженьP_1 до ймовірності виникнення розладнання на всіх інших інтервалах, до яких величина, що спосте-

рігається, може належати на наступних кроках спостереження P_2. з урахуванням неспадаючої природи x.

$$P = \frac{P_1}{P_2} \tag{4}$$

$$P_1 = \int_x^{x+h} \int_{-\infty}^{\infty} p_1(x,y) p_{2,h}(y) dy dx \tag{5}$$

$$P_2 = \int_{x+h}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} p_1(x,y) p_{2,h}(y) dy dx \tag{6}$$

де $p_1(x,y)$ – відтворена щільність розподілу вектору координат розладнань,
$p_{2,h}(y)$ – щільність розподілу прирощень ряду котирувань за h проміжків часу.

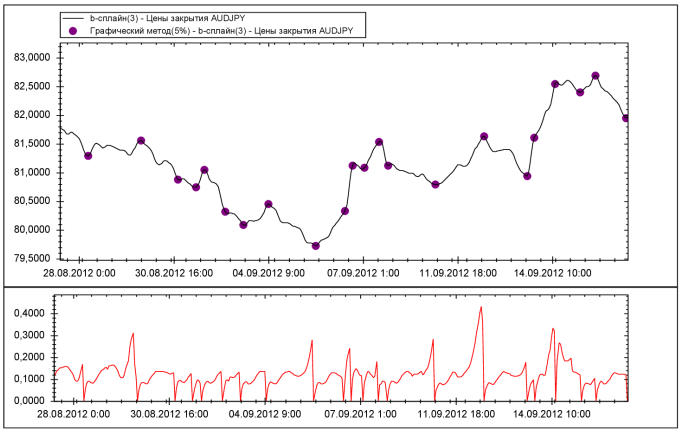


Рис. 1. Функція ймовірності розладнання, обчислена для одного кроку вперед

Знання точної величини ризику розвороту ринкового тренда потенційно дозволяє формалізувати прийняття рішень про закриття відкритих раніше торгівельних позицій шляхом встановлення гранично допустимих значень ризику. Також можливе використання функції у якості індикатору, що має високий ступінь наочності.

Крім того, розрахувавши ймовірності:

$$P_1^{tp} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{tp} p_1(x,y) p_{2,h}(y) dy dx \tag{7}$$

$$P_2^{tp} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{tp}^{\infty} p_1(x,y) p_{2,h}(y) dy dx \tag{8}$$

де tp - значення величини тейк-профіт,

отримуємо можливість автоматизувати вибір величини тейк-профіт (ціни, при досягненні якої поточна позиція закривається), виходячи з математичного очікування прибутку при різних значеннях тейк-профіт, що є ключовим фактором збільшення прибутку від використання торгівельних стратегій.

Література. **1.** Kooperberg, C. A study of logspline density estimation [Текст] / C. Kooperang, C. Stone // Computational Statistics and Data Analysis — 1991. — vol. 12, N 3 — P. 327—347. **2.** Rogers D.F.: An Introduction to NURBS with Historical Perspective / D.F. Rogers – San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers – 2000 – 344p.

Лысогор Р.В. *— рецензент Зайченко Е.Ю.*
Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина

Применение информационных технологий для построения бизнес процесса кредитования физических лиц

В данной работе описывается подход который может быть использован для построения гибкой в настройке информационной системе принятия решения для кредитования физических лиц. Особенностью такой информационной системы (ИС) является то, что для клиента подбирается автоматическим образом субпродукт, который максимально удовлетворяет требованиям клиента и при этом является самым выгодным для банка.

Реферат. Рынок кредитования физических лиц – стремительно развивается и с каждым днем выходит на новый уровень обслуживания и обеспечения потребностей заемщиков. Для удержания существующих и привлечения новых клиентов Банки нуждаются в разработке новых эффективных инструментов для осуществления продаж своих продуктов на максимально комфортных условиях для клиентов.

Актуальные решения по удержанию и привлечению клиентов – это предложение со стороны финансовых учреждений предварительных решений, относительно выдачи кредитных средств и принятия решений в максимально короткие сроки при непосредственном обращении заемщиков.

Используемый подход. Введем Ω=$\{\Omega_1, \Omega_2\}$, где Ω_I - множество продуктов банка Ω_1 – кредитование наличными, Ω_2 – кредитная карта. Ω_i=$\{\gamma_1,\gamma_2,...,\gamma_n\}$, где γ_i - субпродукты в рамках конкретного продукта.

В момент времени t_0 Кредитный Менеджер (КМ) может завести заявку клиента с $\mu \in \Omega$. Далее заявка попадает в систему с уникальным номером (ID). Для того чтобы четко разделить логику обработки заявки необходимо ввести маршрутизатор (который должен знать «кто» в конкретный момент времени должен обрабатывать заявку) и создать маршрут этапов которые должна пройти заявка в процессе принятия решения [1]. При создании маршрута необходимо учесть следующие факторы:

1. Когда КМ заводит заявку необходимо проверить клиента на жесткие проверки (попадание в черный список по паспорту, ИНН, валидация данных и т.д.) Т.к это однозначный отказ и такого клиента не имеет смысла загружать в систему
2. Разделить логику принятия решения на :
   a) блок проверок, для которых достаточно информации из анкеты
   b) блок, отвечающий за запросы во внешние источники (Кредитные Бюро, Пиранья, и т.д.) [2]
   c) блок проверок, для которых необходима информация из внешних источников

Система должна иметь базу функций, которые должны возвращать (1 или 0). Если $f_i = 1$, то это запрет выдачи группы субпродуктов из списка всех субпродуктов данного продукта для этой заявки [4]. При внедрении новых бизнес правил можно создать новый субпродукт и соответствующие ему f_k. Так же система должна иметь настраиваемую матрицу L (таб.1). $\exists L_{NxK}$ матрица настроек (матрица связей) где N-кт-во проверок, K – кт-во субпродуктов в

Таблица 1. Вид матрицы L

	SP_1	SP_2	SP_3	...	SP_k
f_0	0	0	0	0	1
f_1	1	1	1	1	1
f_2	1	0	1	1	0
...	1	0	1	1	0
f_n	1	0	1	1	0

конкретном продукте.

Основные принципы.

- Основная бизнес логика реализована в блоке проверок которые вызываются после получения всей необходимой информации по клиенту
- Каждый шаг в маршруте имеет свой чек-лист. Чек-лист может содержать одну или больше (функций $f_i(x)$). После прохождения каждого шага – запускается процедура отсева субпродуктов. В результате возможен следующий исход :
  - Если не осталось доступных субпродуктов – отказ по заявке
  - Если остался хотя бы один доступный субпродукт – заявка переходит на следующий шаг
- Отказ по заявке может быть получен на любом шаге, в то же время положительный ответ может быть получен только на финальном шаге
- Существует всего 3 ситуации требующее ручного вмешательства человека в процесс принятия решения :
  1. Если за t_{lim} не была получена информация из внешних источников – заявка выпадает Контроллеру на ручное рассмотрение. Контроллер получает соответсвующую информацию вручную и заполняет чек-лист
  2. В случае наличия подозрения в мошейничестве – заявка отправляеться на рассмотрение в отдел противодействия мошейничеству
  3. В случае когда необходимо вручную проверить качество прикрепленных документов

Таким образом, после прохождения всех этапов маршрута у заявки будет массив результатов $CheckHistory[,]$. Каждый элемент этого массива – значение соответствующей функции f_i. В результате $CheckHistory[,] \cap L[,]$ получаем список субпродуктов, которые нельзя выдавать клиенту. Имея предыдущий результат и множество всех субпродуктов $\mu \in \Omega$ можно получить список доступных для клиента субпродуктов [3].

Выводы.

1. В результате работы построена система, которая позволит финансовым учреждениям соответствовать рынку кредитования физических лиц благодаря минимальному участию человека в процессе принятия решения.
2. В разработанной системе минимизация участия человека в процессе принятия решения достигнута за счет :
   a) гибкой настройке бизнес правил / справочников субпродуктов
   b) возможности использования математического анализа любой сложности при анализе данных заемщика.
3. Разработанная система позволяет существенно оптимизировать затраты Банка за счет уменьшения количества штатных единиц участвующих в процессе принятия решения.
4. Экспериментально получено что время на предоставление ответа относительно возможности кредитования до 15 мин., что существенно уменьшает затраты на операционную деятельность и наращивает доходность за счет увеличения потока обрабатываемых заявок.

Литература. **1.** Банковское кредитование, Ольшанный А.И., - М.: Русская Деловая Литература, 1998. – 352 с. **2.** Национальное бюро кредитных историй «НБКИ». http://www.nbki.ru/press/pressabout/?id=674 **3.** Patterns of Enterprise Application Architecture, M. Fowler. Williams, 2002. **4.** An Empirical Study of Learning Speed in Back-Propagation Networks, E. Fahlman.Technical Report CMU-CS-88-162, 1988

Марковський О.П., Соколовський С.В.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Оптимізація систем прискореної ідентифікації абонентів з використанням незворотних булевих перетворень

Динамічне розширення і поглиблення інформаційної інтеграції в усіх сферах людської діяльності стимулює кількісний та якісний розвиток багатокористувацьких комп'ютерних систем. Ідентифікація абонентів таких систем є важливою ланкою в організації контролю за доступом до цих ресурсів. В ряду створених до теперішнього часу систем ідентифікації найбільш захищеними є системи, в основі яких лежить теоретична концепція "нульових знань". Вважаючи на значну розрядність чисел, що використовуються в таких системах: 1024-4096, виконання обчислень, пов'язаних з ідентифікацією потребує значних обчислювальних ресурсів. Пізніше були створені системи ідентифікації абонентів на основі булевих функцій, що відповідають концепції "нульових знань" [1]. Ці системи в математичному сенсі основані на властивості незворотності нелінійних булевих перетворень. Ефективність таких систем ідентифікації визначається співвідношенням їх параметрів: часу T генерації перетворення, кількості сеансових паролей - m, їх розрядності - n, та кількості фрагментів перетворення - h, кількість проб для підбору пароля - k. Оскільки не існує аналітичних оцінок залежності вказаних параметрів, то оптимізація систем може бути виконана на основі експериментальних залежностей. Відповідно, ціллю роботи є проведення експериментальних досліджень для отримання залежностей між параметрами систем ідентифікації на основі булевих перетворень. В результаті проведених експериментальних досліджень були отримані залежності часу T генерації паролей від їх кількості m. Їх аналіз показав, що після генерації деякої кількості μ ключів спостерігається експоненційне зростання часу генерації. Типова залежність часу генерації паролей від m для n=64 і h=4 показана в таблиці 1.

Табл. 1. Залежність часу генерації паролей від їх кількості m для n=64.

m	256	512	1024	2048	4096	8192	16384	32768
t	10^{-3}	10^{-1}	1	10	10^2	10^3	10^5	10^9

Експериментально отримана також залежність кількості проб k для підбору пароля від їх кількості, наведена в таблиці 2. Слід зазначити, що в експериментах підбор паролей було організовано шляхом підбору зворотного перетворення.

Табл. 2. Залежність кількості проб k підбору пароля від їх кількості m для n=64.

m	256	512	1024	2048	4096	8192	16384	32768
k	10^{22}	10^{19}	10^{17}	10^{16}	10^{15}	10^{12}	10^{10}	10^6

Наведені дані свідчать про те, що при проектуванні системи ідентифікації слід уважно підходити до вибору кількості сеансових паролей: їх збільшення хоча і дозволяє експлуатацію системи без перезавантаження протягом довшого часу, проте потребує більшого часу для генерації і має наслідком зниження стійкості до підбору пароля зловмисником. Як показали проведені дослідження, інші параметри вливають, головним чином, на характеристики технічної реалізації, такі зокрема, як об'єм пам'яті та стійкість до підбору пароля. Так, доведено експериментально, що близьким до оптимального є значення $h = \sqrt{n}$.

Література. 1. Марковский А.П. Получение булевых преобразований специальных классов для построения эффективных алгоритмов защиты информации // Марковский А.П., Зюзя А.А., Шерстюк В.Д. / Вісник Національного технічного університету України "КПІ". Інформатика, управління та обчислювальна техніка. К.,"ВЕК++ - 2008.- № 49.- С.7-13.

Марченко В.А.
Институт кибернетики им. В.М.Глушкова НАН Украины, Киев, Украина

Особенности практического применения методов rh-оптимизации

Современные телекоммуникационные сети представляют собой сложные системы с гетерогенной структурой. Поэтому исследование различных аспектов их функционирования представляет собой достаточно сложную прикладную задача. Базовым подходом решения указанной проблемы является применения различных моделирующих комплексов для исследования требуемых аспектов функционирования.

Существует множество различных систем моделирование телекоммуникационных сетей но их объединяет ряд особенностей функционирования. К ним относятся:

- дискретность моделируемых процессов внутри системы;
- ограниченный набор количественных характеристик для заданного набора (время, объем данных и т.п.).

Так в комплексе для моделирования OMNET++ [1] в качестве результатов моделирования заданной сети исследователь получает время прохождения пакета через различные устройства и ряд сопутствующих статистических характеристик (потерянные пакеты, количество повторных передач и т.п.).

Для более комплексного исследования необходимо использовать дополнительные модели и методы которые позволяют анализировать функционирующую систему в различных аспектах. Применение методов rh-оптимизации [2] позволяет исследовать моделируемую телекоммуникационную сеть как единую системе состоящую из набора буферов между которыми передаются данные(что, по-сути, и представляет современная коммутируемая сеть). В таком случае производительность операции заполнения буфера определяется в относительных единицах времени – байт-такт. Один байт-такт соответствует времени выполнения одной операции PUSH или POP (время приема в буфер одного байта информации). И если пакет содержит D байтов, то время передачи (приема) этого пакета из (в) буфера равно D байт-тактам. При этом все накладные расходы которые появляются в системе при передаче полезной информации от источника к получателю будут определяться длинной заголовка (h). Тогда основными параметрами транспортной среды с коммутацией пакетов будут являются количество коммутаторов (r) объем полезных данных (D) и длина заголовка (h) как мерило, от которых непосредственно зависит время доставки массива информации.

Преймуществом применение этих методов для анализа функционирования сети является возможность получать относительные количественные оценки функционирования различных частей сети. При этом достаточно просто сравнивать различные варианты построения и реализация сети или используемых сетевых протоколов.

Но ключевой проблемой является то, что в результате расчетов получаются значения в относительных единыцах. В задачах использования этих методов в рамках единой конфигурации телекоммуникационной сети но с разными параметрами коммуникационных протоколов эта проблема нивелируеться. Но для различных моделей сети временной интервал необходимый для выполнения единичной операции будет разным что требует его расчета.

В конечном результате в результате проведения моделирования для практического использования необходимо получить максимально точные временные характеристики сети которые можно верифицировать как с помощью моделируемого комплекса так и в рамках реально функционирующей сети. В докладе описываются подходы к решению этой проблемы, а также показываются практическое их применение совместно с моделирующим комплексом OMNET++.

Литература. **1.** OMNeT++ Network Simulation Framework, www.omnetpp.org. **2.** Алишов Н.І. Оптимізація комутації пакетів в розподілених системах // Комп'ютерні засоби, мережі та системи. — 2004. — No 3. — С.87 — 95.

Маслянко П.П., Кудрицький С.С.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Уніфікована модель та структурне представлення систем автоматизації туристичного бізнесу в Україні

Одним з пріоритетних напрямів розвитку економіки України є подальше зростання і зміцнення економічного потенціалу організацій туристичної та курортно-рекреаційної сфери. Для дослідження таких систем в країнах з розвиненою економікою широкого поширення набуває системна методологія дослідження тенденцій і вироблення практичних рішень на основі застосування комп'ютерних нелінійних динамічних моделей.

Модель структурного представлення туристичної індустрії. Предметною областю даної роботи є туристична індустрія. Множину її компонент можна подати у вигляді її структурне представлення [1], а узагальнену модель як сукупність компонентної та динамічної моделей.

Процес бізнес-моделювання може бути реалізовано у рамках багатьох методик, що відрізняються різними представленнями об організації. Методики моделювання можна підрозділити на 2 класи — структурны и об'єктні. Модель, що оперує об'єктами дозволяє виділити предметні області моделювання чітко розмежуючи зони впливи кожної з підсистем. У сильно розгалуженій ієрархічній структурі, якою є структура туристичної індустрії, об'єкти управління мають залежність від рівня управління. Тому аналіз предметної області проводиться за допомогою об'єктно-орієнтованих методів і відповідних стандартів.

Кінцева мета аналізу предметної області – визначення об'єктної моделі, що містить у собі об'єкти та зв'язки (відношення) між ними. Об'єктна модель, вимоги і задачі — необхідна умова побудови архітектури системи [2].

Основними елементами бізнес-моделі є [3]:

- клас об'єкту, у нотації ARIS(Architecture of Integrated Information Systems) виражений сутністю «тип об'єкта».
- об'єкт як одиничний екземпляр певного класу;
- словник даних.

$$BM = \left\{M_K^I, M_K^U, S\right\}, \tag{1}$$

$$M_K^I = \left\{K, R^I\right\}, R^I \subseteq K \times K, \tag{2}$$

$$M_K^U = \left\{K, R^U\right\}, R^U \subseteq K \times K \tag{3}$$

де BM - бізнес-модель; M_K^I - множина класів, зв'язаних відношеннями безпосередніх зв'язків; M_K^U - множина класыв, зв'язаних відношеннями композиції декомпозиції; K - множина класів; S - словник бізнес моделі. Формалізований опис бізнес-моделі може бути виконано з наступних точок зору:

- стратегія та цілі;
- структура бізнес-процесів;
- функціональна структура корпоративної інформаційної системи;
- опис бізнес-компонент.

Подальша розробка. Авторами ведеться робота у напрямку розробки специфікацій окремих класів, наявних у моделі, і створення уніфікованого формату даних, на основі чого планується розробка паттерну проектування систем автоматизації бізнес процесів у сфері туристичної індустрії.

Література. **1.** І.М. Пісаревський, С.О. Погасій, І.Б. Андренко, М.М. Поколодна, Організація туризму, Харків, 2008. **2.** К.М. Лавріщева, Програмна інженерія, Київ, 2008. **3.** А.В. Речкалов, А.К. Муратов, С.Г. Куликов, "Бизнес-моделирование для внедрения КИС и структурирование предметной области моделирования"Весник УГАТУ, т.11, no. 1(28), с. 53-63, 2008.

Маслянко П.П., Лапшинова Д.В.
Національний технічний університет України "КПІ", ФПМ, Київ, Україна

Компонентна модель системи клімат-контролю

Сприятливий клімат, тепла атмосфера, м'яка «погода в домі»: ці слова говорять про душевну та температурну рівновагу, яку хочеться зберегти в будь-якиій ситуації.

В ході аналізу останніх досягнень в області існуючих систем клімат-контролю було встановлено, що вони включають в себе цілий комплекс пристроїв, що забезпечують комфортні умови для людини. Система клімат-контролю складається з, власне: кондиціонера, опалювальної системи, системи фільтрації, спеціальних датчиків, а також електронного блоку управління кліматом, який забезпечує керування цими пристроями [1-3]. Для створення комфортних умов, враховуючи стан зовнішнього середовища, необхідними факторами є не тільки налаштування кліматичних параметрів, але і їх підтримка у часі, регулювання відносно добових біоритмів людини тощо [4,5].

Об'єкт дослідження - методи, моделі, системні підходи для реалізації систем клімат-контролю (СКК) в різних областях застосування.

Предмет досліджень - компонентна модель та реалізація СКК за критерієм призначення.

Метою досліджень є розробка компонентної моделі СКК для житлового приміщення, що забезпечує баланс комфортних значень параметрів, а також їх підтримку впродовж тривалого часу.

Сьогодні на ринку кліматичного обладнання широко представлені рішення наступних виробників: DAIKIN [6], Munters [7], York [8], Emerson [9], Frico [10] та інші. Загальною рисою для СКК цих виробників кліматичного обладнання є спосіб реалізації підсистеми керування. Мікроклімат у житловому приміщенні підтримується у ручному режимі: за спеціально заданою користувачем програмою або за допомогою терморегулятора.

Важливою властивістю клімат-контролю, що поки не отримала реалізації, є встановлення небхідного балансу і змін станів системи у часі, що забезпечують комфортні умови. У зв'язку з цим, актуальною є задача розробки компоненетної моделі СКК з метою пітримки комфортних умов у часі та регулювання відносно добових біоритмів людини, а також зниження кількості енергії, що споживається системою. Така модель дозволяє розробляти СКК найрізноманітнішого призначення.

Нижче представлена компонентна модель СКК (рисунок).

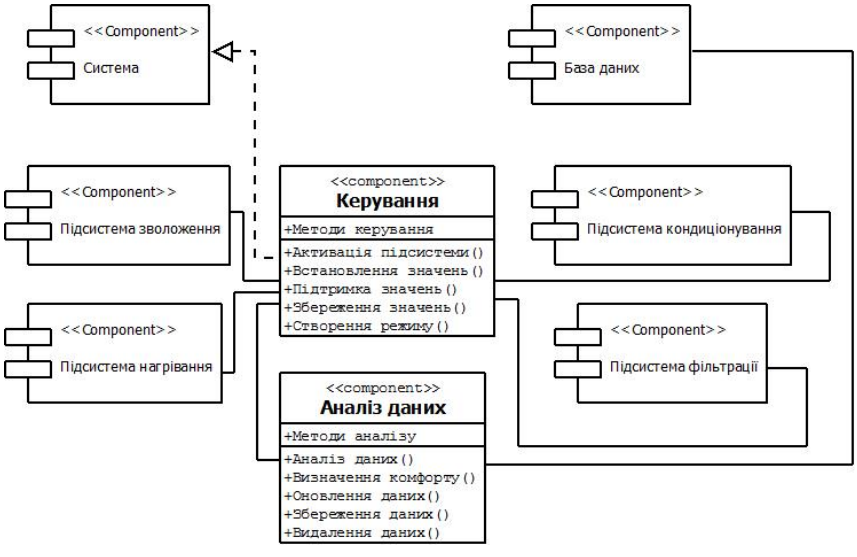


Рисунок. Компонентна модель СКК

Головним компонентом в системі клімат-контролю є компонент «Керування», що забезпечує керування поведінкою системи вцілому та окремими її складовими.

Для реалізації компоненту керування системою клімат-контролю обрано принципово нові закони регулювання, що отримали назву "нейротехнологія і нечітка логіка"(Neuro & Fuzzy logic). Ці закони полягають у використанні параметрів PMV (Predicted Mean Voice - передбачене усереднене голосування), що визначають для людини комфорт навколишнього середовища за величиною індексу дискомфорту Dn [4,5]. Система вимірює температуру в приміщенні і автоматично вибирає режим роботи. За еталон беруться стандартні переваги людей, що користуються системою. Значення Dn відображають рівні різних факторів, від значення яких залежить комфорт людини: температура, вологість, інтенсивність повітряних потоків, тип одягу (літній / зимовий) та ін. Такий підхід добре узгоджується з логічною системою обробки інформації типу "нечітка логіка"(fuzzy logic), яка застосовується в нечітких логічних регуляторах (НЛР). Нечітка логіка має переваги в порівнянні з використанням ПІД-регуляторів при обробці дуже складних процесів, нелінійних процесів високих порядків, обробці експертних (лінгвістично сформульованих) даних [4].

Розроблена компонентна модель СКК дає можливість розробнику швидко і ефективно спроектувати систему, з урахуванням необхідних умов застосування. Реалізація компонента керування на основі нечіткої логіки, у порівнянні з ручним керуванням, дає змогу підтримувати параметри системи у часі та зменшити енергоспоживання [3-5]. Зокрема час, необхідний для досягнення заданої температури, зменшиться на 19%, а питоме енергоспоживання, при управлінні на базі нечіткої логіки, знизиться на 20% [1,3]. Перевагами застосування компонентної моделі та апарату нечіткої логіки є:

1) простота розробки системи: система будується на інтуїтивно зрозумілих правилах. Необхідна мінімальна кількість знань про процеси;

2) простота керування системою для користувача;

3) можливість підтримки та балансу кліматичних умов у часі;

4) можливість зменшення енергетичних витрат на підтримку роботи системи.

Запропоновані рішення призначені для розробки СКК для житлових приміщень, медичних закладів, транспортних засобів та спеціалізованого призначення.

Література. **1.** Е.С. Бондарь, А.С. Гордиенко, В.А. Михайлов, Г.В. Нимич. Под общ. ред. Е.С. Бондаря. *Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха* (учебное пособие). Киев, Аванпост-Прим, 205 стр **2.** А. В. Леоненков. *Нечеткое моделирование в среде MatLab и FuzzyTech.* СПб.: БХВ-Петербург, 2005, 736 стр. **3.** Черников А. В. "Система управления климатом в помещении, основанная на нечеткой логике *III конференция-конкурс грантов аспирантов и молодых ученых механико-математического факультета Пермского государственного университета* (сборник тезисов научных докладов). Пермь: ООО «Учебный центр «Информатика»», 2008. 83–90 стр.. **4.** Сканави А.Н., Махов Л.М. *Отопление.* – М.:АСВ, 2002. – 576 с **5.** James Rodger Fleming *Fixing the Sky: The Checkered History of Weather and Climate Control.* September, 2010. 344 pages **6.** *Офіційний сайт виробника DAIKIN*, http://www.daikin.be/. **7.** *Офіційний сайт виробника Munters*, http://www.munters.com/. **8.** *Офіційний сайт виробника York*, http://www.york.com/. **9.** *Офіційний сайт виробника Emerson*, http://www.emersonclimate.com/ **10.** *Офіційний сайт виробника Frico*, http://www.frico.se/

Мегрелишвили Р.П.
Тбилисский государственный университет им. И.Джавахишвили, Тбилиси, Грузия

Матричная однонаправленная функция и возможности ее имплементации

В работе еще раз заявлено о вариантах осуществления новой матричной однонаправленной функции (что касается вопроса актуальности, повторим, что основное достоинство матричной однонаправленной функции, это – высокая скорость функционирования) [1,2]. Первый вариант защиты однонаправленности данной функции является результатом естественного развития криптографии и связан с применением в криптографии новых операций тропической арифметики. Результат этого применения может быть именован, как "Тропическая криптография" [3]. Но, в то же время, независимо от ее общего алгебраического значения, тропическая криптография, т.е. генерация мультипликативных групп, основанных на тропических операциях, может быть воспринята, как составная часть осуществления матричной однонаправленной функции и соответствующего алгоритма обмена ключами по открытому каналу связи. Таким образом, Тропическую криптографию можно рассматривать, как целое направление в криптографии и поэтому, ее принятие и внедрение ассоциировано с ее исследованием и признанием.

Второй вариант защищенности от взлома матричной функции есть результат многократного анализа матричной однонаправленной функции и связан с применением той-же тропической однонаправленной функции для определенного временного интервала. Эта идея подобна идее ЕльГамаля, когда он, разрабатывая свой алгоритм цифровой подписи, использовал экспотенцальную однонаправленную функцию Диффи-Хеллмана в тнчение определенного временного интервала (подразумевается однонаправленная функция, взятая Диффи-Хеллманом из теории чисел). Тогда открытый ключ был ипользован для решения задачи аутентификации. Мы-же можем секретный обмен ключами, по открытому каналу, осуществленный матричным алгоритмом, при ее выполнении на наших тропических операциях, использовать для засекречивания параметра матричной функции в течение указанного временного интервала, и использовать матричный алгоритм, на обычных классических операциях, в течение того-же периода времени.

Третий вариант, на данном этапе, связан с однократным применением алгоритма Диффи-Хеллмана для определенного временного интервала, по аналогии со вторым вариантом [4]. Однако, очевидно, что однократное применение степенной однонаправленной функции, не связано с потерью скорости при функционировании матричной однонаправленной функции

Литература. **1.** R.Megrelishvili, M.Chelidze, K.Chelidze, On the construction of secret and public-key cryptosystems, Iv. Javakhishvili Tbilisi State University I.Vekua Institute of Applied Mathematics, Applied Mathematics, Informatics and Mechanics, AMIM, v.11, N2, 2006, pp. 29–36; **2.** R.Megrelishvili, G.Besiashivli, S.Shengelia, New one-way matrix function and public key-exchange, Proceedings of International Conference SAIT 2011, System Analysis and Information Technologies, Kyiv, Ukraine, May 23–28, 2011, p. 407; **3.** R.P.Megrelishvili, New direction in construction of matrix one-way function and tropical cryptography, Archil Eliashvili Institute of Control Systems of the Georgian Technical University Proceedings, No 16, 2012, pp, 244–248; **4.** R.P.Megrelishvili, Analysis of the matrix one-way function and two variants of its implementation, International J. of Multidisciplinary Research And Advances In Engineering (IJMRAE), v. 5, n. IV (October 2013), pp. 99–105.

***Мегрелишвили Р.П.*[1], *Шенгелия С.В.*[2]**
[1] *Тбилисский государственный университет им. И.Джавахишвили, Тбилиси, Грузия;* [2] *Сухумский государственный университет, Тбилиси, Грузия*

Фрактальные матрицы в криптографии

Впервые матричная однонаправленная функция была зафиксированна в работе [1], в которой она была представлена как операции умножения вектора на матрицу. На основе этой матричной однонаправленной функции в той же работе [1] впервые был также описан алгоритм обмена ключами по открытому каналу, алгоритм – альтернативный протоколу Диффи-Хеллмана.

Целью настоящей работы является построение матричного множества высокой мощности для имлементации быстродействующего асимметричного матричного алгоритма обмена ключами по открытому каналу [1]. Известен ряд проверенных адгоритмов, которые при использовании ключа, достаточной длины, криптографически стойки и рационально реализованы, однако нет алгоритмов с впечатляющим и значительным свойством асимметричных систем и, одновременно, с быстродействием, подобным. как у симметричных криптографических методов. В работе [2] рассмотрены целевые вопросы защиты однонаправленности нашей функции. Настоящая же работа является исследоватеьским продолжением усилий по построению новых фракталов и выявлению их новых качественных структурных свойств, как в [3].

Алгоритм обмена ключами по открытому каналу связи. Для осуществления матричной функции задается $n \times n$ матрица A'. Для простаты изложения матрицы рассматриваются над полем $GF(2)$. Матрица A' представляет собой секретный параметр, выбранный случайным образом из множества $\hat{A}$ высокой мощности; т.е. $A' \in \hat{A}, v \in V_n$, где V_n векторное пространство над $GF(2)$. Тогда, однонаправленная матричная функция имеет следующий вид:

$$vA' = u, \tag{1}$$

где $u \in V_n$ и u – открытый параметр.

Для осуществления алгоритма обмена ключами обязательным фактором является наличие множества $n \times n$ матриц $\hat{A}$ высокой мощности, которые в тоже время коммутативны. Коммутативность чисел в алгоритме Диффи-Хеллмана выполняется, можно сказать, естественно, в то время, как для нашего алгоритма, т.е. в соответствии с (1), построение коммутативных множеств $\hat{A}$ для каждого значения размерности n является не простой задачей.

В данной работе предлагается эффективное и конструктивное решение. Свойства эффективности и конструктивности метода построения матриц заключается в следующем:

- для каждой размерности $n > 1$ исходная $n \times n$ матрица должна генерировать либо максимальное число матриц $(2^n - 1)$, либо это число должно быть числом Мерсена, т.е. $2^j - 1$, где $j < n$;
- метод синтеза исходной $n \times n$ матрицы для любой размерности должен быть одинаковым, где n возможно реализуемая максимальная размерность исходных матриц, т.е. технология построения исходных матриц должна быть реализуемой и одинаковой для любой заданной размерности n.

Кроме вышесказанного, необходимо учитывать, что структура матриц не должна содержать внутриматричной рекурсии (вопросы защиты функции (1), как однонаправленной, рассматриваются в [2]).

Во время исследования данной задачи мы обнаружили новое семейство фракталов из ленточных матриц (см. рис. 1)

Определение 1. Нормальной $n \times n$ матричной структурой называется матрица, образованная из первых $n \times n$ элементов, т.е. из первых nn строк и первых n столбцов, фрактальной структуры.

С помощью программного обеспечения были вычислены порядки e для исходных нормальных $n \times n$ матричных структур и полученные результаты представлены в таблице

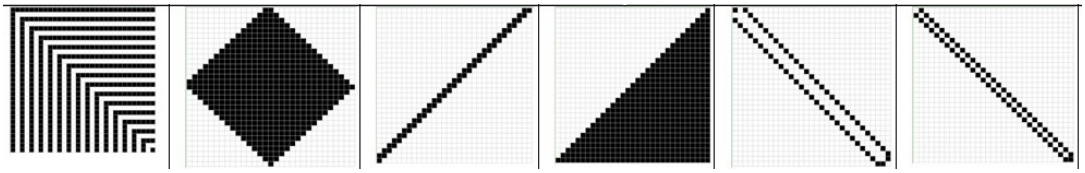


Рис. 1. Семейство фракталов

Из анализа данных, представленных в таблице, приходим к таким выводам. Во-первых, подтверждается оценка относительно порядка e_n матриц размерности n, заданная соотношением, равным числу Мерсена $e_n = 2^m - 1$, где $m \leqslant n$. Во-вторых, существуют такие значения размерности n (в табл. они выделены затенением), для которых элементы групп, порождаемые степенями матриц $\hat{A}$, составляют последовательность максимальной длины, равной $2^n - 1$. В-третьих, для каждой смежной пары значений $(n, n+1)$, расположенных на границе изменения разрядности n (т. е. на границе перехода от n к $(n+1)$ числам), оценки e_n и e_{n+1} совпадают. Такими парами в табл. являются смежные числа (3, 4),(7, 8), (15, 16),(31, 32) и (63, 64). Аналитически порядок циклических групп, указанных пар смежных значений n, можно представить выражением:

Таблица 1. Результаты вычисления порядков e для исходных нормальных $n \times n$ матриц

n	e	n	e	n	e	n	e	n	e	n	e
1	2^1-1	18	87381	35	2^{35}-1	52	2^{12}-1	69	2^{69}-1	86	2^{86}-1
2	2^2-1	19	2^{12}-1	36	2^9-1	53	2^{53}-1	70	2^{46}-1	87	2^{81}-1
3	2^3-1	20	2^{10}-1	37	2^{20}-1	54	2^{18}-1	71	2^{60}-1	88	2^{29}-1
4	2^3-1	21	2^7-1	38	2^{30}-1	55	2^{36}-1	72	2^{14}-1	89	2^{89}-1
5	2^5-1	22	2^{12}-1	39	2^{39}-1	56	2^{14}-1	73	2^{42}-1	90	2^{90}-1
6	2^6-1	23	2^{23}-1	40	2^{27}-1	57	2^{44}-1	74	2^{74}-1	91	2^{60}-1
7	2^4-1	24	2^{21}-1	41	2^{41}-1	58	2^{12}-1	75	2^{15}-1	92	2^{18}-1
8	2^4-1	25	2^8-1	42	2^8-1	59	2^{24}-1	76	2^{24}-1	93	2^{40}-1
9	2^9-1	26	2^{26}-1	43	2^{28}-1	60	2^{55}-1	77	2^{20}-1	94	2^{18}-1
10	2^6-1	27	2^{20}-1	44	2^{11}-1	61	2^{20}-1	78	2^{26}-1	95	2^{95}-1
11	2^{11}-1	28	2^9-1	45	2^{12}-1	62	2^{50}-1	79	2^{52}-1	96	2^{48}-1
12	2^{10}-1	29	2^{29}-1	46	2^{10}-1	63	2^7-1	80	2^{33}-1	97	2^{12}-1
13	2^9-1	30	2^{30}-1	47	2^{36}-1	64	2^7-1	81	2^{81}-1	98	2^{98}-1
14	2^{14}-1	31	2^6-1	48	2^{24}-1	65	2^{65}-1	82	2^{20}-1	99	2^{99}-1
15	2^5-1	32	2^6-1	49	2^{15}-1	66	2^{18}-1	83	2^{83}-1	100	2^{33}-1
16	2^5-1	33	2^{33}-1	50	2^{50}-1	67	2^{36}-1	84	2^{78}-1	101	2^{84}-1
17	2^{12}-1	34	2^{22}-1	51	2^{51}-1	68	2^{34}-1	85	2^9-1	102	2^{10}-1

$$e_{2-1}^r = e_2^r = 2^{r+1} - 1, \text{где } r \geqslant 2, \tag{2}$$

и, наконец, следует заметить, что, полученные результаты дополняют и расширяют (в особенности в сруктурном отношении) результатами, полученные в работах, проводимых в настоящее время по синтезу асимметричных криптографических систем, матричных множеств высокого порядка и фрактальных структур.

Литература. **1.** R.Megrelishvili, M.Chelidze, K.Chelidze, On the construction of secret and public key cryptosystems, Iv.Javakhishvili Tbilisi State University I.Vekua Institute of Applied Mathematics, Informatics and Mechanics, AMIM, v.11, N2, 2006, pp. 29–36. **2.** R.P.Megrelishvili, Analysis of the matrix one-way function and two variants of its implementation, International J. of Multidisciplinary Research And Advances In Engineering (IJMRAE), v.5, n. IV (October 2013), pp. 99–105. **3.** R.Megrelishvili, S. Shengelia, On the original one-way matrix function and the implementation of the key exchange protocol on open channel, Iv.Javakhishvili Tbilisi State University I.Vekua Institute of Applied Mathematics, Informatics and Mechanics, AMIM, v.17, N2, 2012, pp. 20–25.

Мельник В.В. *— рецензент Дідковська М.В.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Метод локалізації структурних об'єктів на фотографії

Виявлення та локалізація об'єктів - одна з основних задач комп'ютерного зору. Алгоритм локалізації на зображенні є базовим блоком для алгоритмів сегментації, відстеження об'єктів та розпізнавання дії на відео. [1]

Однією з найбільш складних задач є пошук структурних об'єктів. Структурний об'єкт складається з фіксованої кількості візуально інваріантних ключових точок. При фотографуванні з різних ракурсів певна частина точок може бути невидима внаслідок перекриття іншими частинами об'єкту або предметами оточення. Крім того, відносне положення точок на площині зображення не є фіксованим. Частковим випадком локалізації структурних об'єктів є розпізнавання пози людини. [3]

Класичні методи локалізації зображень малоефективні для даної задачі. Це пов'язано з тим, що більшість методів формує певний статичний шаблон очікуваного вигляду об'єкту. Частини структурного об'єкту не мають постійного положення і впливають на весь шаблон. Це призводить до розмиття характерних ознак. Така модель може вивчити лише риси характерні для всіх частин об'єкту. Як наслідок, модель має погані узагальнюючі властивості.

Одним з підходів для вирішення даної проблеми є застосування сукупності простих моделей. Кожна з моделей відповідає одному з типових розміщень ключових точок. Зазвичай, кожна частина об'єкту може змінювати відносне положення незалежно від інших частин. Тому, кількість можливих конфігурацій експоненційно залежить від числа ключових точок. Навчання великої кількості моделей вимагає наявності тренувальної вибірки великого розміру. Для вибірок середнього розміру було запропоновано метод структурних моделей. [4]

Структурна модель об'єкту задає неорієнтований однозв'язний граф з вершинами в ключових точках. Кожній ключовій точці відповідає функція правдоподібності. Дана функція розглядає обмежений окіл точки і діє як простий детектор даної частини об'єкту: чим більше окіл відповідає апріорним знанням про зовнішній вигляд, тим більше значення функції. Функція апроксимується за допомогою перцептрона Розенблатта. Кожне ребро задає вектор відносного положення вершин. При детектуванні відносне положення точок на зображенні може не відповідати модельному, тому для кожного ребра вводиться функція штрафу за деформацію ребра. Таким чином, ми можемо ввести функціонал якості локалізації об'єкту у вигляді зваженої суми функцій правдоподібності та штрафів. [2]

Задача локалізації структурної моделі на зображенні зводиться до пошуку максимуму функціоналу якості в просторі усіх можливих положень ключових точок. Рішення даної задачі в загальному вигляді - нераціональне за сучасного рівня обчислювальної техніки, тому розглядатимемо лише моделі у вигляді ациклічних графів. За таких обмежень, функціонал якості стає лінійною комбінацією функцій від незалежних змінних. Таким чином, задача оптимізації може бути вирішена за допомогою динамічного програмування.

Функціонал якості являється параметризованою функцією. Для знаходження оптимальних параметрів застосовуються методи машинного навчання.

Література. **1.** P. Felzenszwalb and D. Huttenlocher, «Pictorial structures for object recognition», International Journal of Computer Vision, vol. 61, no. 1, pp. 55-79, 2005. **2.** Y. Yang and D. Ramanan, «Articulated pose estimation with flexible mixtures-of-parts», in IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2011 **3.** L. Bourdev and J. Malik, «Poselets: Body part detectors trained using 3d human pose annotations», in IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2009. **4.** P. Felzenszwalb, R. Girshick, and D. McAllester, «Cascade object detection with deformable part models», in IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2010

Моргун М.Є. *— рецензент Харченко К.В.*
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Класифікація зображень із застосуванням ієрархічних нейромереж

Візуальне розпізнавання об'єктів є важливою та складною задачею для багатьох повсякденних застосувань, включаючи безпеку, навігацію роботів, розпізнавання символів, обробку медичних зображень тощо. Ефективні рішення цієї групи задач потребують тісної співпраці з галузями штучного інтелекту та нейробіології, збільшення обчислювальної потужності та принципово нових підходів до апаратного забезпечення, таких як нейроморфні обчислення. Враховуючи успіхи "глибоких" ієрархічних нейронних мереж у вирішенні задач із зашумленими даними [1], має сенс застосування їх у даному напрямі. Зокрема, деякі досліжники шукають натхнення в біологічних зорових системах [3]. Створення мереж за такими принципами має на меті досягнення можливостей зорової системи людини шляхом повторення її структурних та функціональних особливостей. Можна виділити наступні бажані властивості зорової системи [2]:

- Зорова система може розпізнавати декілька тисяч категорій об'єктів.
- Об'єкти можуть бути розпізнані незважаючи на зміни положення, розміру, точки зору і освітлення (інваріантність).
- Об'єкти можуть бути знайдені та розпізнані за присутності перешкод та інших об'єктів, які додають неоднозначності.
- Невелика кількість зображень, необхідних для вивчення нового класу об'єктів.

Ієрархічну нейронну мережу можна уявити як свого роду ієрархію візуальних ознак, в якій навчання відбувається на кожному рівні. Замість того, щоб явно представляти частини об'єктів, ієрархічне подання об'єкта отримується з властивостей, отриманих із зображення, і далі на кожному рівні мережі з попереднього. Це дозволяє отримати інваріантність розпізнавання щодо зміни положення та розміру, а для подальшого покращення результатів використовують додаткові алгоритми обробки та керування мережею, які нагадують увагу (наприклад, [2]).

Дана робота має на меті оцінити ефективність таких систем та можливості їх удосконалення. Надано загальну інформацію про ієрархічні та нейроморфні системи розпізнавання об'єктів, наведено приклади підходів на перетині даних парадигм. Зокрема, працездатність популярного у нещодавніх роботах типу нейронних мереж HMAX (див. [4] та ін.) перевірена на задачі класифікації зображень на спеціальних наборах фотографій Caltech 101, Dogs vs Cats, CU3D xform1. Для тренування використано від 15 до 100 унікальних зображень на клас, вибраних випадково із наборів. Під час тренування всі навчальні зображення показані мережі одноразово, далі додатково навчався класифікатор. Для тесту зображення вибирались в залежності від набору, але завжди відмінні від навчальних. Під час тесту у випадковому порядку демонструвались зображення з тестових наборів. Результат для кожного запуску - середнє арифметичне відношення кількості об'єктів, правильно віднесених до кожної категорії та загальної кількості тестових об'єктів у категорії. Всього здійснено по 4 запуски для кожного набору зображень та розміру словника ознак.

Результати тестування на різних наборах даних, як і очікувалось, пропорційні суб'єктивній складності їх класифікації. Для Caltech 101 точність виявилась більшою, ніж у авторів мережі, для Dogs vs Cats – менша за найкращі результати, але за набагато меншого (у 40-80 разів) навчального набору. Для набору CU3D xform1 досягнуто найбільшої точності – більше 90 %.

Література. **1.** I. Arel, D. Rose, and T. Karnowski, "Deep machine learning - a new frontier in artificial intelligence research," IEEE Computational Intelligence Magazine, vol. 5, № 4, 2010, pp. 13–18. **2.** S. Chikkerur, T. Serre, T. Poggio. Attentive processing improves object recognition. MIT Technical Report: MIT-CSAIL-TR-2009-046, 2009. **3.** N. Pinto, D.D. Cox, J.J. DiCarlo. "Why is Real-World Visual Object Recognition Hard?". PLoS Computational Biology № 4(1), 2008. **4.** T. Serre, Wolf L., S. Bileschi, M. Reisenhuber, T. Poggio. Robust object recognition with cortex-like mechanisms. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2007.

Ніколаєв С.С., Тимошенко Ю.О.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Способи балансування споживання електроенергії у енергомережах

Актуальність. Оптовий ринок електричної енергії України (ОРЕ) складається з 5 енергогенеруючих компаній теплових електростанцій, атомних електростанцій та гідроелектростанцій. Кожна з компаній повинна надавати послуги з регулювання навантаження (маневрові потужності) в Об'єднаній енергосистемі України (ОЕС).

За підтримку системи забезпечення функціонування ОРЕ відповідає Державне підприємство «Енергоринок», яке виконує щодобове погодинне планування режиму роботи об'єднаної системи за активною енергією та потужністю на основі оптимізації режимів роботи електростанцій, зовнішніх перетоків електроенергії, та поданого генеруючими компаніями прогнозного обсягу споживання електроенергії на наступну добу.

У зв'язку з майбутньою інтеграцією ОЕС України в UCTE (Union for the Coordination of Transmission of Electricity) необхідно привести допустимий рівень відхилень частоти генерації струму, який за українськими стандартами становить ±0,2 Гц, до стандартів UCTE, що становить ±0,02 Гц. [1].

Це досягається за допомогою планування щодобового погодинного завантаження енергосистеми для оптимальної роботи виробників енергії, щоб уникнути пікових навантажень, які мають значний вплив на частоту струму.

З іншої сторони допомогти у вирішенні даної проблеми може перерозподілення споживання енергії самими споживачами протягом доби.

Підходи вирішення проблеми. Розділимо споживачів на дві основні групи: населення та промисловість.

Для вирівнювання пікових навантажень на мережу з боку населенням можна використовувати перерозподіл часу ввімкнення або вимкнення пральних машин, бойлерів, опалення, холодильників. Цілеспрямовано контролювати такий процес централізовано, розробляючи індивідуальні плани роботи для кожного пристрою - неможливо, але можна інформувати контролери цих пристроїв про поточний стан завантаження енергосистеми з метою, щоб вони самі планували свій графік роботи.

У якості реалізації подібного інформування, як і у системі Smart Grid, може бути введена нефіксована ціна на електроенергію. Тоді необхідно буде оснастити побутові прилади відповідними контролерами, що планують по заданому прогнозу ціни на день графік роботи побутових пристроїв. У якості стимулу для населення переходити на такі системи буде виступати можливість економити.

При цьому нефіксована ціна стає важелем, який регулює споживання і відповідно навантаження на мережу - при збільшенні навантаження - збільшується ціна, що призводить до зменшення частки активних споживачів, при зменшенні навантаження - ціна знижується, що стимулює активність споживачів. Враховуючи Інтернет технології, і дешевизну мікроконтроллерів, такий спосіб регулювання споживання протягом дня вже не здається таким неймовірним.

Але через важкість впровадження даного підходу в нашій країні, іншим об'єктом уваги є великі промислові виробництва. Їх небагато, але вони складають чималу частку споживання. До того ж їх можливо контролювати централізовано, складаючи індивідуальний графік роботи для кожного.

Так, наприклад, для промислових холодильних установок можна запровадити аналогічну зміну графіку роботи, за яким ці установки працюватимуть під час менших навантажень на енергомережу і простоюватимуть під час пікових навантажень. При тому, одна така холодильна установка по споживаній потужності під час своєї роботи рівноцінна сотням, а інколи навіть тисячам середньостатистичним користувачам.

Постановка задачі. Розробити метод складання оптимального графіку роботи промислового підприємства, який мінімізує навантаження при піковому споживанні енергії у енергомережах шляхом перерозподілу часу роботи активних споживачів енергії на підприємстві. Підприємство, повинно задовольняти наступним критеріям, які дозволяють у певних межах зсувати графік роботи і, відповідно, споживання енергії, а саме:

1. Наявний цикл споживання, при якому відбувається накопичення запасу робочого параметра (наприклад, пониження температури для промислової холодильної установки), під час якого споживається енергія.
2. Наявний цикл простою, коли енергія не споживається, або споживається у невеликих кількостях, і при цьому запас робочого параметра може витрачатися з наперед заданою інтенсивністю.
3. Можливий цикл віддачі, при якому запас робочого параметра буде конвертуватися назад у енергію з наперед заданим ККД.

У якості прикладу, для якого виконуються ці критерії, можна навести промислові холодильні установки та акумуляторні станції. Останні при мінімальному навантаженні на мережу можуть запасати енергію, а при великих навантаженнях - віддавати накопичену енергію назад.

Нехай маємо часовий ряд $Q(t)$ - прогноз споживання енергії на наступну добу, наприклад, отриманий за допомогою моделі на основі нейронних мереж, описаної в [2].

І нехай ціна на спожиту енергію, необхідну для зміни робочого параметру на одиницю, рівна $E(Q,t)$.

Необхідно знайти план (розклад) ввімкнення та вимкнення холодильної установки, щоб задовольнялися вищеописані обмеження.

Способи розв'язання. План будемо шукати у вигляді часового ряду з 0 та 1, де 0 відповідає стану - вимкнено, а 1 - ввімкнено. Довжина ряду рівна довжині ряду Q.

Якби ми мали один параметр оптимізації, то дану задачу можна вирішувати за допомогою динамічного програмування і принципу оптимальності Белмана. Пошук розв'язку складався б з двох етапів. Перший етап називається прямим і на ньому відбувається побудова графу, де вершини містять у собі значення критерію для кожного зі станів системи, а ваги дуг - вартість переходу з одного стану в інший. На другому етапі, який називається зворотнім, по побудованому графу шукається оптимальний план. Але ми маємо як мінімум 2 критерії одночасно, а саме: споживання енергії при мінімальній ціні, при цьому максимально задовольнивши потреби підприємства. Для цього можна ввести один критерій як зважену суму двох даних критеріїв, але тут виникає питання вибору вагових коефіцієнтів кожного з критеріїв і цей підхід не гарантує знаходження оптимального розв'язку.

В роботі запропоновано альтернативний варіант - критерій записати як комплексне число, де дійсна частина задає спожиту сумарну вартість, а комплексна - наявний запас робочого параметру. Цей підхід гарантовано знайде оптимальний розв'язок, але споживатиме $O(n^2)$ пам'яті та часу. Така ситуація виникає через те, що ми не ввели однозначну метрику "що краще"для варіантів (5 одиниць коштів спожито за весь час і 5 одиниць у накопичувачі) і (10 одиниць коштів спожито і 10 одиниць у накопичувачі), через що під час пошуку плану виникатимуть "гілки"з непорівнянних комплексних значень критерію. Але при дискретизації Q в $n = 24$ години / день, при сучасній потужності комп'ютерної техніки це не буде великою проблемою.

Висновки. Запропоновано метод на основі динамічного програмування, який дозволяє знайти оптимальну стратегію керування споживанням енергії окремими великими підприємствами, для перерозподілу навантажень у енергосистемах.

Література. **1.** Сайт ДП "Енергоринок" [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://er.gov.ua. **2.** Николаев С.С., Тимошенко Ю.А. Прогнозирование потребления электроэнергии с помощью нейронных сетей, Материалы 15-й Международной научно-технической конференции SAIT 2013, Киев, УНК "ИПСА" НТУУ "КПИ", 2013. – 304 с.

Огородник О.Є. *— рецензент Зайченко О.Ю.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Прогнозування попиту на залізничні квитки

Сьогодні велика кількість компаній потребує використання інструменту прогнозування для покращення своїх економічних показників, а також для стабілізації пропозиції товарів на ринку.

Прогнозування. Прогнозуванням називається процес передбачення майбутнього стану явища на основі аналізу його минулого і сучасного, систематична інформація про якісні й кількісні характеристики розвитку цього предмета чи явища в перспективі. Оскільки сьогодні цей засіб планування подальшої роботи компанії є актуальним та популярним, існує велика кількість методів прогнозування. У цій роботі використовується нечіткий метод групового врахування аргументів (НМГВА). [2]

Його було обрано після проведення порівняльної характеристики методів прогнозування через наявність великої кількості переваг, зокрема:

- не потребує задання моделі в явному вигляді, вона конструюється сама в процесі роботи алгоритму;
- працює на коротких вибірках;
- має довірчий інтервал, що характеризує точність прогнозу;
- не виникає проблеми виродженості матриці, а отже, не потрібно застосовувати методи її регуляризації.

Вхідна вибірка була поділена на 2 частини – учбову та перевірочну, таким чином, на навчальній вибірці було визначено початкові коефіцієнти моделей, а на перевірочній обрано найкращі з них. Також було використано два зовнішніх критерії оптимізації з метою підвищення точності прогнозу: регулярності та незміщеності. [2]

У цій роботі було розроблено програмний продукт в середовищі Visual Studio 2010 для обробки наявних даних (дані агентів з продажу залізничних квитків Укрзалізниці за період 18.10.2012 – 25.10.2012). Було проведено аналіз впливу факторів на попит та виявлено, що найбільш важливими виявилися такі, як: напрям руху, час продажу, сезонність.

Остаточним результатом роботи є місячний прогноз попиту на залізничні квитки. Його було порівняно з реальними даними за цей період продажу та виявлено, що прогнозовані дані відрізняються від наявних лише на 5%. Отже, якість прогнозу є достатньо високою, а розроблена програма може бути використана для розв'язку схожих задач короткочасного прогнозування попиту.

Висновок. Було побудовано математичну модель цієї задачі, проведено експериментальні дослідження та доведена ефективність використання методу НМГВА для розвязку задачі прогнозування попиту на квитки.

Література. **1.** Зайченко Ю. П. Основи проектування інтелектуальних систем: навчальний посібник. – К.: Видавничий Дім "Слово", 2004. – 352 с. **2.** Ю. П. Зайченко Нечіткі моделі та методи в інтелектуальних системах: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – К.: Видавничий Дім "Слово", 2008. – 344 с. **3.** Згуровський М.З. Моделі і методи прийняття рішень в нечітких умовах/ Згуровський М.З., Зайченко Ю.П. – К.: Наукова думка, 2011. – 275 с.

Павлючик Е.А. *— рецензент Харченко К.В*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Система позиционирования на визуальных маркерах

Возможность получать дополнительную информацию из окружающей среды посредством камеры сейчас востребована в автопромышленности, робототехнике, автоматизации процессов и других областях.

Камера может быть одним из источников определения положения в пространстве.

Если известны координаты 3-х точек $M_i{}^G(x_i{}^G, y_i{}^G, z_i{}^G)$ на плоскости Ω и координаты этих же трех точек на эпиполярной плоскости $M_i{}^M(x_i{}^M, y_i{}^M, z_i{}^M)$, то по координатам точек $M_i{}^M$ зная фокусное расстояние построим прямые вида $\frac{x}{x_i} = \frac{y}{y_i} = \frac{z-z_0}{z_0}$ [1].

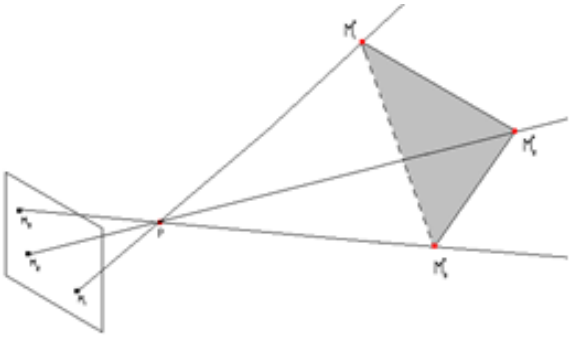


Рис. 1. Пример расположения точек $M_i{}^G$

Найдем расстояния между точками $M_i{}^G$**.** После ряда преобразований получим уравнения:

$$a_1t_1^2 + a_{12}t_1t_2 + a_2t_2^2 = b_1^2$$
$$a_2t_2^2 + a_{23}t_2t_3 + a_3t_3^2 = b_2^2$$
$$a_1t_1^2 + a_{13}t_1t_3 + a_3t_3^2 = b_3^2$$

Используя метод Ньютона. получим координаты : $M_i{}^0(x_i{}^0, y_i{}^0, z_i{}^0)$[2].

Построим уравнение прямой, перпендикулярной плоскости $A_0x + B_0y + C_0z + D_0 = 0$. Теперь требуется найти координаты центра локальной системы координат в глобальной системе координат.

Находим координаты точки пересечения плоскости и прямой $M_p(x_p, y_p, z_p)$**.** .

После нахождения уравнения длины перпендикуляра от точки до прямой:

$d_i = \frac{\sqrt{|A|^2+|B|^2+|C|^2}}{\sqrt{(x_i^0-x_1^0)^2+(y_i^0-y_1^0)^2+(z_i^0-z_1^0)^2}}$.

Получаем координаты камеры в глобальной системе координат :. $M_L(x_1^G - d_3, y_1^G - d_2, \sqrt{x_p^2 + y_p^2 + z_p^2})$ Если же в качестве 3-х определяющих точек использовать визуальные маркеры(различные графические символы и другие изображения различных форм и размеров), то такой метод позиционирования в пространстве приобретает еще больший потенциал для развития в будущем.

Литература. **1.** Zhang Z. A Flexible New Technique for Camera Calibration // Microsoft Research,One Microsoft Way, США, Рэдмонд — 1998. **2.** Конушин А. Слежение за точечными особенностями сцены, http://ict.edu.ru/ft/002409/num4pntrac.pdf.

Пєтівотова А.І. *— рецензент Дідковська М.В.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Генерування тестових наборів за допомогою фаз-тестування

Генерація тестових наборів – це дуже важлива складова тестування програмного забезпечення. Це процес створення даних для виконання тесту. Генерація тестових наборів вважається однією з складних проблем, тому вже було створено дуже багато рішень, але вони ще досі залишаються на «іграшковому» рівні.

Статичні інструменти генерування аналізують код без його виконання (ані ручного, ані машинного). Більшість таких автоматичних генераторів тестових наборів базуються на посимвольній обробці (symbolic execution). Загальна ідея полягає в тому, що кожній змінній ставиться у відповідність певне символьне значення для побудови математичної моделі. На відміну від статичних інструментів, динамічні інструменті включають в себе безпосереднє виконання програмного коду і залежать від реакції програми для того, щоб згенерувати тестовий набір. Є три типи генераторів тестових наборів: потраекторні, ті, що спираються на дані, та генератори випадкових даних [1, 2].

Поряд з усіма цими методами та техніками, окремо виділяють генерування тестових наборів за допомогою генетичних алгоритмів. В останні роки було розроблено декілька нових технік для використання ГА. Багато методів використовують генетичні алгоритми для генерації тестових наборів, які охоплюють всі області тестування, що є необхідними з точки зору потоку управління або критерію покриття потоку даних [2].

Фаз-тестування одна з найбільш прогресивних методик тестування у наші дні і є одним з найбільших стрибків, які траплялися в тестуванні програмного забезпечення протягом останнього часу. Іноді даний метод називають методом «грубої сили». Основна ідея полягає в мутації вхідних даних для програми в довільних місцях. В основному, всі фазери працюють однаково: задаються певні байти або послідовність байт, які фіксуються, решта ж вставляються випадковим чином. Однією з основних переваг фаз-тестування є його простота. Основним же недоліком є занадто великий обсяг вхідних параметрів - фактично повний перебір. Фазер нічого не знає про внутрішній устрій програми і, в кінцевому підсумку , для повного покриття коду змушений перебирати астрономічну кількість варіантів (повний перебір зростає експоненціально залежно від розміру вхідних даних: $O(c^n), c > 1$) [3].

Пропонується метод поєднання ключових методик генетичних алгоритмів та фаз-тестування. З огляду на те, що основними його недоліками є занадто велика кількість тестів та низька адекватність генерованих наборів, запропонований метод зможе виправити їх. Тобто пропонується використати алгоритми мутацій хромосом з генетичних алгоритмів та використання шаблонів даних, як при фаз-тестуванні. Це дозволить зробити фазер більш «розумним».

Фаз-тестування – це тип тестування, що дозволяє виявити ступінь, згідно якого система може правильно функціонувати за наявності невірних вхідних даних або стресових умов середовища. Однак, як і будь який інший метод, він не може повністю замінити інші методи тестування програмного забезпечення. Запропонований метод може бути використаний як приклад негативного тестування для знаходження дефектів в коді, які вважаються найскладнішими з точки зору помилок безпеки, так і як приклад фазера з підвищеним коефіцієнтом адекватності генерованих тестів.

Література. **1.** H. Sthamer. The Automatic Generation of Software Test Data Using Genetic Algorithms. - UK: University of Glamorgan, 1995 [Electronic Resource]. – Mode of access: URL: http://www.systematic-testing.com/documents/sthamer_thesis.pdf. **2.** A. Andreou. An Automatic Software Test-Data Generation Scheme Based on Data Flow Criteria and Genetic Algorithms. - Japan: Fukushima, 2007 [Electronic Resource]. – Mode of access: URL: http://www.cai.sk/ojs/index.php/cai/article/download/316/247. **3.** A. Takanen. Fuzzing for Software Security Testing and Quality Assurance / A. Takanen, J. D. DeMott, C. Miller. – Norwood : Artech House, 2008. –230 p.

Пивовар В.В. *— рецензент Дідковська М.В.*
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

СППР щодо якості коду на основі метрик

"You can't control what you can't measure." Tom DeMarco, american software engineer

Метою даної роботи є побудова системи підтримки прийняття рішень під час розробки IT продукту, автоматизація визначення якості програмного забезпечення та формування поради щодо підтвердження чи відмови у додаванні нового коміту до історії проекту.

Якість програмного забезпечення (ПЗ) — характеристика програмного забезпечення, ступінь відповідності ПЗ до вимог. При цьому вимоги можуть трактуватись по-різному, що породжує декілька незалежних визначень терміну. Якість ПЗ – набір властивостей продукту (сервісу або програм), що характеризують його здатність задовольнити встановлені або передбачувані потреби замовника. Поняття якості має різні інтерпретації залежно від конкретної програмної системи і вимог до неї. Якість коду може визначатись різними критеріями. Деякі з них мають значення тільки з точки зору людини. Наприклад, форматування тексту програми — неважливо для комп'ютеру, але може мати велике значення для супроводу. Багато з існуючих стандартів кодування, що визначають специфічні для мови програмування угоди та задають низку правил, мають на меті полегшити супровід ПЗ в майбутньому. Також існують інші критерії, що визначають чи .гарно. написаний код, наприклад, такі, як структурованість — ступінь логічного розділення коду на блоки.

Метрика програмного забезпечення (англ. software metric) — це міра, що дозволяє отримати числове значення деяких властивостей програмного забезпечення та його специфікацій.

Цикломатична складність — метрика програмного забезпечення, розроблена Томасом Мак Кейбом. Цикломатична складність обчислюється на основі графу, що відображає цикл роботи програми. Вершинам графа зіставляють команди програми.

На осонові зібраних матеріалів розроблено проект, основною задачею якого є оцінка якості коду по історії розроблюваної програми. Для початкового варіанту було обрано `Microsoft C#`з компілятором, поставляним разом у пакеті з `Microsoft Visual Studio`. В якості системи контроля версій була розглянута `git`.

За допомогою системи контроля версій від версії до версії, проводячи невеликі зміни в програмі, розробник гарантує собі точки повернення, котрі називаються комітами. Переглядаючи версії розроблюваного продукту, можна відстежити історію побудови та потенційні місця, в яких почали різко змінюватися показники підтримуваності (чи можливо надійності, структурованості тощо) в гіршу сторону. Таким чином, аналізуючи історію, можна віднайти позицію, в якій могло виникнути .погіршення.. Далі ці місця предаються на обробіток аналітиками, що супроводжують проект, для подальшого вирішення його долі.

Розглянемо малюнок, який ілюструє один з результатів. З часом складність методу очікуванно росте. Особлива увага приділяється точкам "різкого зростання складності". Важлива частина роботи присвячена розумінню саме, де і як такі точки знаходяться. Очевидний попередній критерій у вигляді стрибка даної дискретної функції, значення якого переходить певну за визначену межу. Але аналіз показав, що можна навести контр-приклад такому критерію у вигляді "затягування по часу з комітом". Тобто різниця між певними комітами може бути великою кількістю коду, при цьому "підтримуваність"проекту зберігається, але такий стрибок буде відслідковуватися за даною метрикою.

В роботі було показано, що:

- Метод `Program.Process` підозрюється в підвищення складності між комітами `f6e469d` та `1108a73`
- Метод `Program.Show` не має проблем, принаймні за даною метрикою.

Для підвищення відповідності вимогам потенційних користувачів було проведено отримання відповідного відгуку. Для цього була обрана фокусну групу з розробників- експертів. Під час

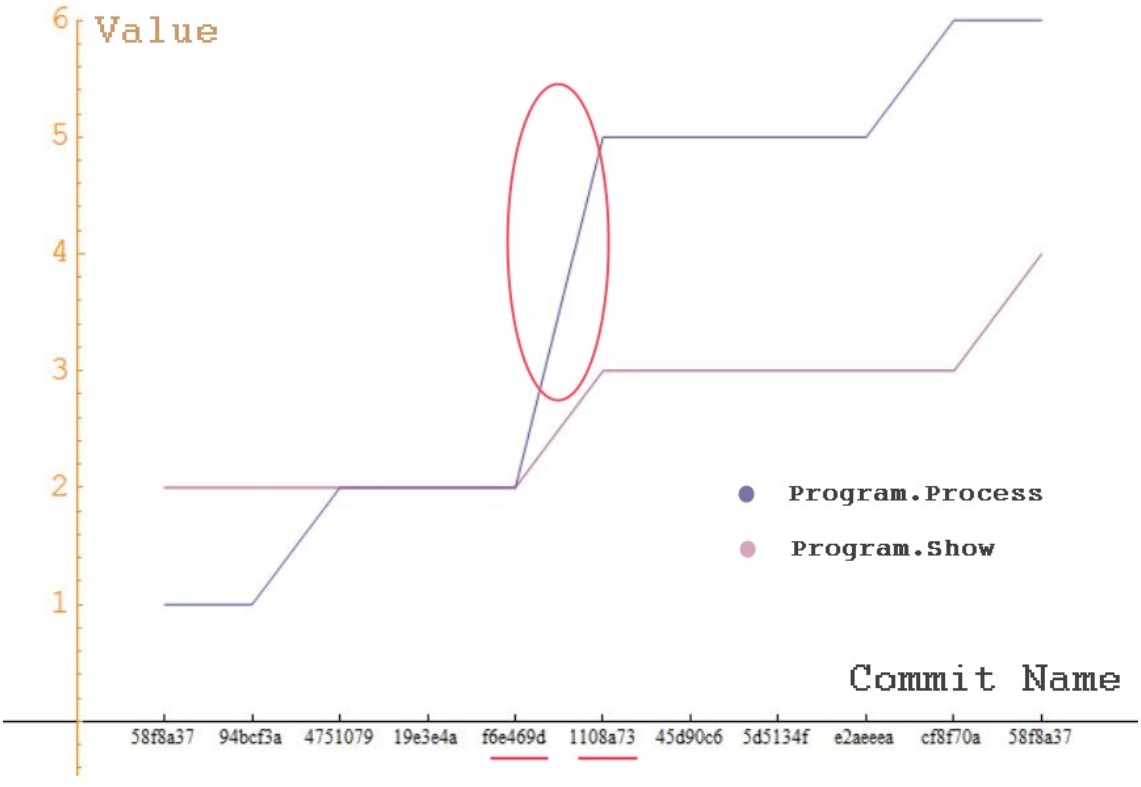


Рис. 1. Візуалізація складності методів

дослідження таких вироджених переходів в історії на різних метриках, збиралися дані для різних проектів.

Для відшукання подібних точок застосовувалися:

- існуючі метрики;
- додаткові метрики (написані автором)
- інші оцінювачі чи способи оцінки, знайдені на стадії пошуку інформації

Ці точки помічалися, а потім демонструвалися разом з кодом, що їм відповідає, вибраній групі експертів, для підтвердження чи спростування підозри на ускладнення проекту в цьому місці. На основі отриманої інформації був проведений аналіз адекватності запропонованих метрик.

Отже в роботі були переглянуті існуючі способи до вимірювання якості коду, проведена їх агрегація і, як результат, побудована програма, що проводить допомогу в прийнятті рішення щодо якості останньої зміни коду та спроби додавання його до історії комітів.

Література. **1.** Орлов С. А. Принципы объектно-ориентированного и параллельного программирования на языке Ada 95/. Рига: TSI, 2001. 327 с. **2.** Документация по работе с парсером. [Электронний ресурс] / – Режим доступа: http://www.codeproject.com/Articles/408663/Using-NRefactory-for-analyzing-Csharp-code. **3.** Документация по работе с kernel Wolfram Mathematica через .NetLink. [Электронний ресурс] / – Режим доступа: https://reference.wolfram.com/mathematica/NETLink/tutorial/Overview.htmle. **4.** Документация по работе с git [Электронний ресурс] / – Режим доступа: 6.http://git-scm.com/documentation.

Пирожок В.А., Заболотня Т.М.
Національний технічний університет України "КПІ", ФПМ, Київ, Україна

Програмне забезпечення інтерактивного веб-сайту фітнес-клубу

У світі з кожним роком зростає кількість людей, що використовують мережу Інтернет для виконання робочих завдань або в особистих цілях. Так тільки у першому кварталі минулого року число українських користувачів збільшилося на 21% порівняно з аналогічним періодом 2012 року. При цьому все більше людей в Україні користуються Інтернет-сервісами та готові сплачувати за товари й послуги онлайн [1].

На відміну від вже досить розвинених в Україні технологій створення Інтернет-магазинів та сайтів з бронювання квитків на транспорт чи різні культурні події підходи до побудови веб-ресурсів спортивних клубів є такими, що не відповідають рівню вимог сучасних користувачів всесвітньої мережі. Аналіз існуючих на сьогоднішній день так званих «сайтів» вітчизняних фітнес-закладів показав, що переважна більшість з них є просто веб-сторінками виключно інформативного характеру. Коротка інформація про клуб, тренерський персонал, перелік групових занять, ціни на абонементи, розклад та контакти – ось типові дані, які найчастіше розташовуються на подібних ресурсах клубів в Інтернет. Будь-які питання щодо управління персональними даними відвідувачів, покупки абонементу, запису на тренування, використання клубних бонусів вирішуються шляхом особистого звернення клієнтів до працівників адміністрації за телефоном або безпосередньо в клубі.

Природно, що такий стан справ викликає невдоволення та роздратування у відвідувачів клубів, що звикли до наявності широкого спектру функціональних можливостей веб-сайтів інших сервісних компаній, та не сприяє зростанню рейтингу клубів серед потенційних клієнтів.

Таким чином, розширення базового функціоналу веб-сайтів фітнес-клубів за рахунок розробки їхньої потужної інтерактивної складової є актуальною задачею, вдале вирішення якої дозволить підвищити ефективність роботи адміністративних працівників клубів через зменшення кількості виконуваних ними операцій по роботі з клієнтами, а також позитивно вплине на процес залучення нових відвідувачів, адже обличчям будь-якого клубу у мережі Інтернет є його сайт.

У доповіді подано детальні результати аналізу Інтернет-ресурсів фітнес-клубів та визначено вимоги, яким має відповідати інтерактивний веб-сайт клубу. Так, зокрема, повинні бути реалізованими:

- підтримка онлайн-записування на тренування або створення персонального розкладу тренувань;
- можливість оперування даними по клубній картці клієнта, а також між картками (наприклад, переведення деякої кількості оплачених тренувань з картки на картку за згодою адміністрації клубу);
- забезпечення спілкування з персоналом клубу онлайн тощо.

Як бачимо, всі запропоновані функції базуються на механізмі аутентифікації та авторизації користувачів сайту. Тому у доповіді разом із загальнотехнічними деталями реалізації інтерактивного веб-сайту фітнес-клубу обговорюються і особливості організації ієрархії прав доступу до ресурсу.

Також авторами запропоновано проводити розробку сайту з використанням шаблонів проектування, обґрунтовано доцільність застосування такого підходу та визначено структурну організацію програми. У подальшому розширенні набору послуг фітнес-закладу, користуванням якими можна буде керувати з віртуальної клубної картки, а також у реалізації можливості сплати за абонемент в режимі онлайн автори вбачають один з перспективних напрямків розвитку функціональних можливостей сайту клубу.

Література. 1. Інформаційне агенство УНІАН, http://www.unian.ua/society/785645-v-ukrajini-strimko-zrost
html

Повісенко С.В. *— рецензент Ладогубець Т.С.*
Національний технічний університет України "КПІ", ФПМ, Київ, Україна

Ранжування багатокритеріальних альтернатив в системах підтримки прийняття рішень

Серед задач теорії прийняття рішень, що особливо часто виникають на практиці, актуальними є задачі вибору альтернатив. Математично такі задачі описуються набором альтернатив, для кожної з яких задаються значення певних показників (критеріїв). Розв'язком такої задачі вважається альтернатива, яка має найкращі (за сукупністю) значення критеріїв, які в загальному випадку відрізняються різною важливістю (ваговими коефіцієнтами).Основною проблемою багатокритеріального вибору є те, що альтернативи з однаковою множиною критеріїв, але з різними відповідними числовими значеннями, неможливо однозначно проранжувати.

Зазвичай в процесі ухвалення рішення виділяють три етапи:

- пошук інформації й постановка задачі;
- побудова множини альтернатив;
- вибір кращої альтернативи.

Для вибору найкращої альтернатив, з множини існуючих, розроблено багато алгоритмів і створено відповідне програмне забезпечення. Одними з таких алгоритмів та методів є дослідження по множині Парето [1], метод аналізу ієрархій [2], метод ELECTRO [3]. З математичної точки зору в будь-якій багатокритеріальній задачі кожний критерій характеризується своєю важливістю. Ця характеристика є відповідним числом (ваговим коефіцієнтом). Чим він більший – тим даний критерій вагоміший в задачі. Зрозуміло, що оцінка важливості кожного критерія певним числом є проблемою, бо не зовсім зручна, для особи, що приймає рішення. Тим більше, що в алгоритмах прийняття рішень на ці показники накладаються формальні вимоги. Їх сума повинна дорівнювати одиниці. Тому на практиці застосовують методи експертного оцінювання, які дозволяють отримувати подібні значення за допомогою попарного порівняння важливості критеріїв, їх впорядкування за важливістю, оцінюванням за лінгвістичною шкалою та деякі інші. Кожен критерій повинен мати і своє значення, для визначення найкращої альтернативи.

Як показала практика, більшість алгоритмів, у якості відповіді, дають одну і ту ж альтернативу. Але, якщо проводити більш детальне дослідження отриманої множини альтернатив, то можна виявити, що кожен алгоритм по різному визначає оцінку проміжним альтернативам між «найгіршою» та «найкращою». В тих ситуація, коли потрібно не просто знайти «найкращу» або «найгрішу» альтернативу, а необхідно отримати певну множину альтернатив, поодиноке застосування алгоритмів є недостаньо ефективним, або й взагалі недопустимим. Попередити таку ситуацію на будь-якому етапі, а саме про певну некоректність вибору, майже неможливо. Для цього кожен з алгоритмів повинен проаналізувати вихідну множину по деякому еталонному набору альтернатив. Такий підхід може дати велику кількість невідповідностей, що стане проблемою для створення еталонної множини. Крім того, він є надзвичайно ресурсозатратним.

Проблему можна вирішити шляхом комбінування алгоритмів: створення кінцевої множини альтернатив використовуючи результати кожного з алгоритмів. Результат роботи кожного з методів є множина альтернатив з відповідними їм числовими значеннями саме по яким і проходить ранжування. Для кожної альтернативи можна вирахувати середнє арифметичне цих числових значень кожного з алгоритмів. При застосуванні хоча б п'яти різних методів ранжування можна отримати коректну множину кінцевих альтернатив.

Запропонований алгоритм є ефективним та дієвим для вирішення поставленої задачі. При реалізації він збільшує процент коректно ранжованих альтернатив.

Література. 1. Лотов А.В. Многокритериальные задачи принятия решений. Учебное пособие./ А.В.Лотов, И.И. Поспелов —"МАКС Пресс" — Москва — 2008.

2. AHP [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://en.wikipedia.org/wiki/Analytic_hierarchy_process

3. ELECTRO [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://ofap.ulstu.ru/vt/tpr/lec06.html

Польская О.В., Кудерметов Р.К.
Запорожский национальный технический университет, Запорожье, Украина

Анализ подходов к выбору web-сервисов по QoS-характеристикам

В работе анализируются существующие подходы к выбору web-сервисов по их нефункциональным характеристикам и кратко рассмотрены спецификации и стандарты по моделям, архитектуре и характеристикам web-сервисов в составе систем на основе сервис-ориентированной архитектуры. Высказана гипотеза о необходимости применения методов определения информативности разнотипных характеристик качества для повышения эффективности процесса выбора web-сервисов.

Системы на основе сервис-ориентированной архитектуры (Service-Oriented Architecture, SOA) в настоящее время занимают значительную долю в программной инженерии по затратам времени и прилагаемым усилиям. Причиной этому является все более широкое использование преимуществ применения web-сервисов — основы SOA — как в деловой, так и в обычной жизни общества. Это стимулирует реинжиниринг существующих и разработку новых web-сервисов, а также создание web-сервисов на основе обычных сервисов.

Выбор web-сервиса для непосредственного использования или включения его в состав композитного web-сервиса, в первую очередь, зависит от соответствия его функциональных свойств потребностям потребителя web-сервиса. Однако web-сервисов с подобными функциональными свойствами можно найти большое множество. Тогда перед потребителем возникает задача выбора среди подобных по функциональным характеристикам web-сервисов такого, который бы удовлетворил нефункциональные требования потребителя, т. е. потребителю необходимо знать или уметь оценивать качественные характеристики web-сервисов (Quality of Service, QoS) [1] и на их основании делать правильный выбор. Примерами таких характеристик web-сервисов являются стоимость, быстродействие, доступность, готовность, надежность, безопасность [2].

Если говорить о качественных свойствах web-сервисов, то существует бесконечное множество этих свойств. Помимо объективных качественных свойств web-сервисов и сервисов вообще, существуют субъективные оценки и предпочтения потребителя, зависящие от степени его информированности и опыта (например, уровень доверия), а также формирующиеся по своим законам оценки сообществ потребителей (например, репутация web-сервиса).

Задачи систематизации QoS-характеристик и выбора web-сервисов с необходимыми нефункциональными характеристиками являются вот уже около 10 лет предметом исследований инженеров и ученых, разработок рекомендаций, спецификаций и стандартов многих организаций. Примером может служить перечень QoS-характеристик web-сервисов, зафиксированный в прототипе стандарта консорциума OASIS [3]. На этом пути предложено много классификаций, методов и моделей, основанных на различных типах нефункциональных характеристик, их количестве, различных нюансах их восприятия, введением в архитектуру SOA новых участников, таких как брокеры web-сервисов и участники, которые должны сертифицировать web-сервисы и т. д. Однако общепринятых и широко внедренных подходов к решению этой задачи так и не существует [4].

В конечном счете, задача выбора (поиска) web-сервиса по QoS-характеристикам сводится к многокритериальной задаче оптимизации, известной как блочная задача о рюкзаке (multiple choice knapsack problem), которая, как известно, является NP-трудной [5]. Отсюда понятно, что попытки непосредственного решения такой задачи для выбора web-сервисов, например для оркестровки композитных сервисов в режиме ad-hoc, являются несостоятельными. Кроме того, для решения этой задачи должны быть известны численные значения QoS-характеристик, что, в силу их природы, не всегда возможно. Этими двумя причинами и объясняется такое множество предложенных подходов и методов выбора web-сервисов по QoS-характеристикам, а также продолжающиеся интенсивные исследования в этом направлении.

Авторы [6] проводят обзор достаточно большого количества работ, связанных проблемой выбора web-сервисов по QoS-характеристикам. Анализируя применение web-сервисов в различных предметных областях, они выделяют 10 наиболее часто применяемых подходов, таких,

как моделирование QoS-характеристик с помощью специальных языков моделирования, категоризацию QoS-характеристик с использованием онтологий, спецификацию пользовательских предпочтений и др. Затем анализируются методы, с помощью которых реализуются рассматриваемые подходы. Среди них авторы остановились на 7 методах, таких как нечеткое (fuzzy) линейное программирование, адаптация, нормализация и ранжирование оценок QoS-характеристик, согласование оценок потребителя и провайдера web-сервисов и т. д., которые охватывают различные стороны качественных и количественных оценок QoS-характеристик. По результатам сравнения полноты решаемых задач этими методами в рассмотренных подходах делается вывод о нерешенных задачах и возможных актуальных направлениях исследований проблемы выбора web-сервисов по QoS-характеристикам. К ним относятся:

- поиск форм представления и методов моделирования QoS-характеристик;
- разработка методов «взвешивания» QoS-характеристик;
- согласование различных в*и*дений QoS-характеристик потребителями и провайдерами web-сервисов;
- разработка универсальных метрик для оценки QoS-характеристик.

Как и в работе [4], авторы [6] попытались выработать критерии оценки подходов выбора web-сервисов по QoS-характеристикам. Они предложили использовать 9 критериев, среди которых соответствие (accuracy), доступность, вычислительная и временная сложности, масштабируемость, возможность обслуживания и др. Кроме того, в состав этих критериев включены критерии для оценки информационных поисковых систем, в частности, точность, полнота (recall), сбалансированная F-мера и т. д.

Приведенный здесь список публикаций не охватывают все направления исследований проблемы выбора web-сервисов по QoS-характеристикам, но является, по нашему мнению, достаточно репрезентативным, чтобы отразить основные задачи этой проблемы. Анализ же более широкого множества работ данной проблематики, позволяет говорить еще об одном круге нерешенных вопросов. Наряду с совершенствованием способов измерения QoS-характеристик, повышением точности перевода качественных характеристик в численные значения путем выбора соответствующих шкал для измерения, подбором весов характеристик для их агрегирования, необходимо исследовать применение методов анализа информативности разнотипных QoS-характеристик. Рассмотренные в приведенных и других известных публикациях методы только частично решают задачи анализа информативности разнотипных QoS-характеристик web-сервисов, оставляя без внимания ряд важных задач, в частности, проверку однородности данных, снижение размерности пространства QoS-характеристик и др. Более полное решение задач анализа информативности разнотипных характеристик web-сервисов позволит повысить точность и уменьшить вычислительные затраты процессов оценки QoS-характеристик и устанавливать эффективные решающие правила в конкретных случаях выбора web-сервисов по их QoS-характеристикам.

Литература. **1.** S. Reiff-Marganiec, H.Q. Yu, and M. Tilly, “Service selection based on non-functional properties”, in Proceedings of Non Functional Properties and Service Level Agreements in Service Oriented Computing Workshop NFPSLA-SOC’07, 17 Sep. 2007, Vienna, Austria. **2.** OASIS Reference Architecture Foundation for Service Oriented Architecture Version 1.0, Committee specification 01, 04 Dec. 2012. **3.** Web Services Quality Factors Version 1.0. 31 Oct. 2012. Candidate OASIS Standard 01. **4.** H.Q. Yu and S. Reiff-Marganiec, “Non-functional Property based service selection: A survey and classification of approaches”, in Proceeding of Non Functional Properties and Service Level Agreements in Service Oriented Computing Workshop co-located with The 6th IEEE European Conference on Web Services, 12–14 Nov. 2008, Ireland, Dublin. **5.** M. Alrifai, T. Risse, P. Dolog, W. Nejdl, “A scalable approach for qos-based web service selection” in Service-Oriented Computing–ICSOC 2008 Workshops (Springer, Berlin/Heidelberging/New York, 2009), pp. 190-199. **6.** M. Sathya, M. Swarnamugi, P. Dhavachelvan, G. Sureshkumar, “Evaluation of QoS Based Web-Service Selection Techniques for Service Composition”, International Journal of Software Engineering, vol. 1, no. 5, pp. 73-90, IJSE, Feb. 2011.

Помернюк М.С., Безносик А.Ю.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Сравнение производительности ограничения CHECK, реализованного штатными средствами СУБД и с помощью триггера

Производительность является одним из важнейших показателей любого программного продукта. Именно она определяет цену и быстродействие программы. Целью любого программиста является увеличение производительности разрабатываемого приложения, используя средства-аналоги с меньшим временем выполнения.

В частности, если говорить о базах данных, одним из важнейших их свойств является целостность данных, что обеспечивает корректность и валидность хранимых данных в любой момент времени [1]. Целостность данных поддерживается с помощью ограничений, которые могут быть реализованы как штатными средствами СУБД, так и с помощью триггеров [2, 3].

В литературе утверждается, что ограничение-проверка CHECK, реализованное штатными средствами СУБД, работает быстрее чем триггер, проверяющий то же самое [4–6]. Однако, на основании полученных результатов практических исследований, можно сделать несколько отличающийся от данных суждений вывод, в частности, для базы данных PostgreSQL.

Сравнение производительности ограничения CHECK, реализованного штатными средствами СУБД и с помощью триггера, осуществлялось для СУБД SQLServer и PostgreSQL на компьютере DellInspiron 1545 (процессор: Intel Pentium Dual Core T4200 2100 МГц, частота шины: 800 МГц, кэш 2-го уровня: 1024 Кб, ОЗУ: DDR2 2048 Мб) с операционной системой WindowsXP и для СУБД SQLite в операционной системе Android.

Для проведения экспериментов использовалась одна таблица из базы данных, для которой было реализовано 5 видов ограничений: 1) проверка поля на положительное значение; 2) проверка поля на соответствие регулярному выражению; 3) проверка ограничений для двух полей одновременно; 4) проверка трех строковых полей на соответствие длине в 20 символов; 5) проверка ограничений для всех полей. Для заполнения таблицы тестовыми данными было выполнено 10000 запросов INSERT. Каждое из реализованных ограничений с помощью CHECK и триггера тестировалось по пять раз с помощью базового набора тестовых данных. Таким образом, время, затраченное на проверку ограничения, вычислялось как усредненное значение пяти измерений.

Исследуя производительность ограничения CHECK, реализованного штатными средствами СУБД SQLServer и с помощью триггера, можно действительно убедиться, что ограничение CHECK работает быстрее чем триггер, проверяющий то же самое. Результаты экспериментов представлены в табл. 1 и на рис. 1.

Аналогичные результаты были получены и для базы данных SQLite.

Однако сравнение производительности ограничения CHECK, реализованного штатными средствами СУБД и с помощью триггера для той же таблицы и аналогичного набора тестовых данных в базе данных PostgreSQL, показало существенно иные результаты. Как и в предыдущем случае, результаты экспериментов приведены в табл. 1 и на рис. 2.

Подобное различие в результатах эксперимента для рассматриваемых СУБД, возможно, может быть объяснено тем, что PostgreSQL изначально разрабатывалась как база с большим числом настроек и более точным соответствием стандарту. PostgreSQL считается самой совершенной СУБД, распространяемой на условиях открытых исходных текстов. В PostgreSQL реализованы многие возможности, обычно присутствующие только в коммерческих СУБД, таких как DB2 и Oracle. PostgreSQL имеет ряд настроек, которые повышают скорость доступа: парциальные индексы; компрессия данных; выделение памяти; улучшенный кэш [7].

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Таблица 1. Время проверки ограничений

№	Пример ограничения	Реализация ограничения		Время, затраченное на проверку ограничения в SQLServer, мс	Время, затраченное на проверку ограничения в PostgreSQL, мс
1	проверка поля `price` на положительное значение	a	CHECK	65.8	265.8
		b	TRIGGER	545.2	290.6
2	проверка поля `product_name` на соответствие регулярным выражениям	a	CHECK	92.4	196.6
		b	TRIGGER	662.8	427.8
3	проверка ограничений для полей `price` и `product_name`	a	CHECK	92.2	507.5
		b	TRIGGER	704.2	181
4	проверка ограничений для полей `product_number`, `product_name`, `subcategory_name` и `category_name`	a	CHECK	99.2	714.4
		b	TRIGGER	659.6	387
5	проверка ограничений для всех полей	a	CHECK	485	1090.8
		b	TRIGGER	1258.2	476.5

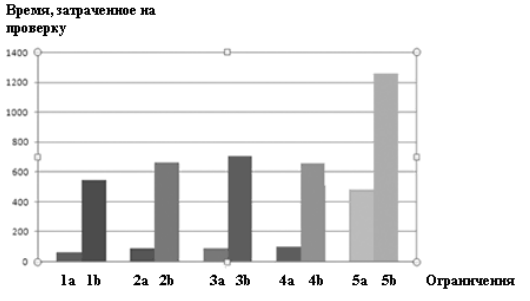


Рис. 1. Ограничения для базы данных SQLServer

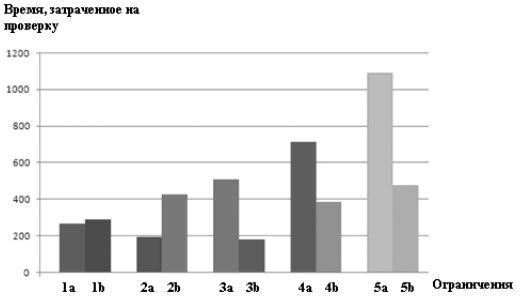


Рис. 2. Ограничения для базы данных PostgreSQL

Выводы. Полученные практические результаты показывают, что производительность ограничений CHECK, реализованных штатными средствами СУБД и с помощью триггеров, зависит от используемой базы данных. В частности, для СУБД PostgreSQL при количестве задействованных ограничений больше трех для их проверки рекомендуется использовать механизм триггеров.

Литература. **1.** Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных – М.: Вильямс, 2001.– 354 с. **2.** Кириллов, В.В. Введение в реляционные базы данных / В.В. Кириллов. – СПб.; БХВ-Петербург, 2008. – 451 с. **3.** С.Д. Кузнецов. Базы данных. – М.: Академия, 2012. – 496 с. **4.** Производительность триггеров, http://blackball.lv/m/mag/read.aspx?id=27013. **5.** Триггеры, http://www.flenov.info/books.php?contentid=43. **6.** MySQL and PostgreSQL, https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/os-01_sql/. **7.** PostgreSQL. Для профессионалов, http://bulletinsite.net/index.php?id1=6&category=programmer&author=uorsli-dj&book=2003&page=12.

Потапова К.Р., Цвяк А.О., Корнєйчик Б.А.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Алгоритм формування функцій управління ГПВЧ

Для управління складними та відповідальними об'єктами широко використовуються відмовостійкі багатопроцесорні системи (ВБС). Такі системи здатні гарантувати високий рівень надійності при ефективному використанні ресурсів. Одним із методів розрахунку їх надійності є метод статистичних експериментів з моделями, що адекватно відображають реакцію ВБС на появу відмов її елементів. Особливістю таких методів є використання спеціальних засобів моделювання станів системи, де стан системи позначається двійковим вектором.

Для організації ефективного розрахунку імовірності безвідмовної роботи (ІБР) системи управління складними та відповідальними об'єктами методом статистичних експериментів доцільно використовувати швидкодіючий генератор рівномірно розподілених двійкових векторів заданої ваги, що не повторює свої стани. Вага вектора залежить від ступеню відмовостійкості системи.

В докладі пропонується апаратний формувач двійкових векторів, в основу якого покладено циклічний зсувний регістр з можливістю затримки певної множини розрядів. У кожному такті здійснюється циклічний зсув вмісту регістра праворуч, при цьому якщо і-й розряд в даному такті t не приймає участі в зсуві, то його значення фіксується.

Генератор що розглядається є швидкодіючим, рівноваговим та з рівномірним законом розподілу генерованих ним векторів. Проте саме функція управління визначає можливість повторення, повноту вибірки, а також порядок формування двійкових векторів. Головною задачею при побудові такого генератора є пошук функції управління.

Доведено, що функція управління, яка здатна генерувати безповторну послідовність, існує завжди. Для того щоб сформувати таку функцію, спочатку необхідно розглянути всю множину двійкових векторів заданої довжини та сталої ваги. Цю множину можна розбити на впорядковані (шляхом циклічного зсуву) сукупності векторів, що являють собою зсувні групи (*S-групи*). Кожну таку групу можна закодувати відповідним *ρ-кодом* ($\rho\ (a_1, a_2 \ldots a_n)$), який показує відстані між сусідніми одиницями у векторах однієї *S-групи*. В свою чергу множину *ρ-кодів* можна розбити на *Z-групи*, що визначаються значенням першого розряду цього ж коду. Перехід між *ρ-кодами* виконується за допомогою операцій *Inc* та *Dec*, тобто операціями, що відповідають зсуву з затримкою першого розряду векторів з *S-груп*.

Нижче представлений алгоритм формування функції управління для двійкових векторів заданої довжини та сталої ваги k, де k=3.

1. Вказати довжину двійкового вектора: n.
2. Сформувати множину *ρ-кодів*.
3. Впорядкувати *ρ-коди*, та вибирати такі вектори, на яких шукана функція буде приймати одиничне значення.
4. Розбити множину *ρ-кодів* на відповідні *Z-групи*.
5. Виконати перехід між векторами в межах однієї *Z-групи* за допомогою операції *Dec*.
6. На кожному переході сформувати функцію $F_1 = x_i \& x_j$, та записати диз'юнкцію таких функцій $F_1 = F_1 \vee (x_i \& x_j)$, де i та j визначаються за формулами: $i = a_3 - 1$, $j = a_1 + i$.
7. Виконати перехід з молодшої *Z-групи* в старшу за допомогою операції *Inc*.
8. На кожному переході сформувати функцію $F_2 = x_i \& x_j$, та записати диз'юнкцію таких функцій $F_2 = F_2 \vee (x_i \& x_j)$, де i та j визначаються за формулами: $i = a_2$, $j = a_3 + i$.
9. Записати функцію F, як диз'юнкцію отриманих функцій: $F = F1 \vee F2$.

Представлений алгоритм дозволяє формувати функції управління, які породжують безповторну послідовність рівновагових двійкових векторів. Головною перевагою алгоритму є те, що він надає можливість сформувати функції управління без побудови графу переходів. Проте недоліком є те, що сформовані функції складні та погано піддаються мінімізації.

Прогонов Д.А., Кущ С.Н.
Национальный технический университет Украины "КПИ", ФТИ, Киев, Украина

Определение типа преобразований, использованных для скрытия данных в цифровых изображениях

В системах защиты информации государственных и коммерческих организаций большое внимание уделяется предотвращению утечки конфиденциальной информации (КИ) при передаче файлов по открытым каналам связи информационно-телекоммуникационных систем. Особую опасность представляет передача КИ (стеганоданных), размещенной в контейнерах — цифровых изображениях (ЦИ), так как при этом, в отличие от случая шифрования конфиденциальных данных, скрывается сам факт передачи сообщений.

Для уменьшения вероятности обнаружения скрытых сообщений (стеганограмм) при встраивании данных в ЦИ используются особенности различных типов преобразований ЦИ. Также эффективность современных методов выявления стеганограмм существенно снижается в случае слабого заполнения ЦИ стеганоданными, что часто встречается при использовании контейнеров, представленных в современном стандарте разрешения 4K.

Поскольку разные преобразования ЦИ, используемые для скрытия стеганоданных, оказывают различное влияние на параметры флуктуаций яркости изображений (например, корреляционные характеристики), представляет интерес использование перспективных методов анализа ЦИ с целью выявления характерных изменений статистических характеристик контейнеров, обусловленных встраиванием стеганоданных.

В работе впервые предложено применение мультифрактального флуктуационного анализа (МФФА) для обнаружения стеганограмм при разных заполнениях контейнеров и определения типа преобразований, использованных для встраивания данных в ЦИ.

Полученные результаты. Предложенный в работе [1] МФФА позволяет исследовать как корреляционные, так и фрактальные свойства флуктуаций заданного дискретного сигнала X на различных интервалах времени s.

В данной работе МФФА использовался для анализа корреляционных и фрактальных свойств столбцов ЦИ. Было произведено разложение шумовых компонент исследуемого сигнала на отдельные подмножества X_α с одинаковым уровнем флуктуаций q и плотностью заполнения $p \propto s^\alpha$, где α — масштабирующий параметр, являющийся оценкой значения показателя Херста H для данного подмножества. Так как с увеличением разрешения ЦИ значительно возрастает объем необходимых вычислений при проведении МФФА, поэтому при исследовании столбцы изображения выбирались с шагом Δ (пикселей).

По результатам анализа полученных подмножеств рассчитаны спектр обобщенных экспонент Херста $h(q)$ и мультифрактальный спектр (МФС) $f(\alpha)$ [1], которые связаны преобразованием Лежандра [2]:

$$\alpha = h(q) + q\frac{d(h(q))}{dq}, f(\alpha) = q\left(\alpha - h(q)\right) + 1,$$

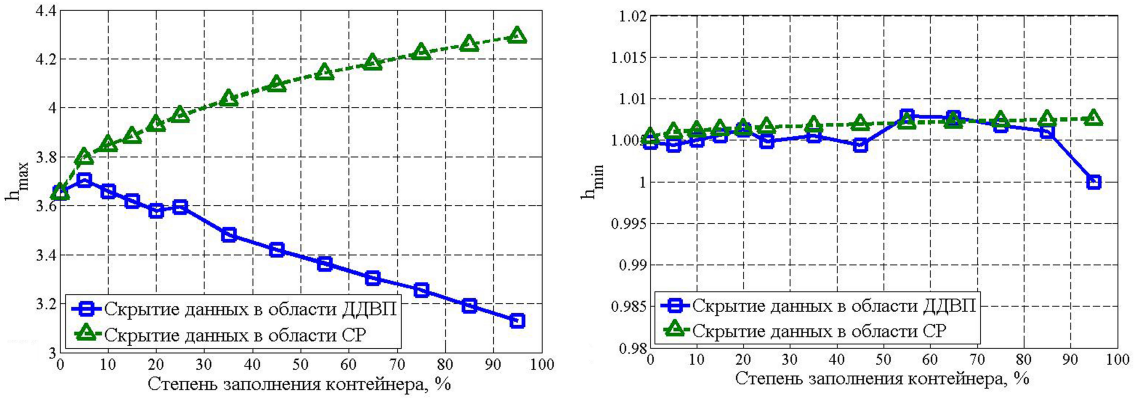
а также получены характерные параметры спектров (граничные значения h_{min} и h_{max}, показатель Херста и другие) при скрытии данных в различных областях преобразования ЦИ.

Рассмотрены случаи встраивания данных в ЦИ с использованием как стандартных (двумерное дискретное вейвлет преобразование (ДДВП) [3]), так и специализированных (сингулярное разложение (СР) [4]) преобразований. При формировании стеганограмм производилось слияние (сложение) компонент преобразований контейнера и скрываемого сообщения (коэффициентов ДДВП [3], сингулярных чисел СР [4]) с заданным весовым коэффициентом δ, определяющим энергию стеганоданных. Значения параметра δ варьировались в диапазоне от δ_{min} («потеря» стеганоданных в шумах контейнера) до δ_{max} (появление видимых искажений ЦИ) — например, от 0,02 до 0,08 с шагом 0,02 при скрытии данных в области ДДВП.

Исследование методов скрытия данных в ЦИ проведено с использованием тестового пакета из 100 4K–изображений с разрешением 3820×2160 (пикселей). Выбор столбцов ЦИ был

проведен с шагом 30 (пикселей). В качестве стеганоданных были использованы изображения с различной степенью детализации: карта (800 × 800 пикселей), чертеж (567 × 463 пикселей) и портрет (565 × 850 пикселей). Степень заполнения контейнера стеганоданными варьировалась от 5% до 25% с шагом 5% и от 35% до 95% с шагом 10%.

Граничные значения обобщенных экспонент Херста h_{max} (h_{min}), характеризующих корреляционные свойства наиболее слабых (сильных) флуктуаций яркости изображений, для рассмотренных методов скрытия данных и вариации степени заполнения контейнера представлены на рис. 1:



а) б)

Рис. 1. Граничные значения обобщенных экспонент Херста: (а) – h_{max}; (б) – h_{min}, при скрытии данных в различных областях преобразования контейнера.

Полученные зависимости позволяют не только уточнить количественные оценки для критериев обнаружения стеганограмм, но и определить тип преобразования, использованного для встраивания стеганоданных в контейнер.

Различный характер изменения значений параметра h_{max} для рассмотренных преобразований (рис. 1) объясняется тем, что при встраивании данных в области ДДВП возрастает амплитуда флуктуаций значений яркости ЦИ, а в случае использования СР происходит перераспределение энергии между отдельными компонентами исходного изображения.

Выводы. В работе впервые предложено использовать мультифрактальный флуктуационный анализ для выявления стеганограмм. Показана возможность повышения эффективности пассивного стеганоанализа при использовании различных методов встраивания стеганоданных в контейнеры. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации существующих методов деструкции встраиваемых сообщений.

Литература. **1.** J.W. Kantelhardt, S.A. Zschiegner, E. Koscielny-Bunde, A. Bunde, S. Havlin, H.E. Stanley, Multifractal Detrended Fluctuation Analysis of Nonstationary Time Series. *Physica A*, Vol. 316, Issue 1-4, pp. 87-114, 2002. **2.** Божокин С.В. Фракталы и мультифракталы / Божокин С.В., Паршин Д.А. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 128 с., ил. **3.** N. Dey, A.B. Roy, S. Dey, A Novel Approach of Color Image Hiding Using RGB Color Planes and DWT. *International Journal of Computer Application*, Vol. 36, No. 5, pp. 19-24, 2011. **4.** R. Agarwal, M.S. Santhanam. Digital Watermarking in the Singular Vector Domain. *International Journal of Image and Graphics*, vol. 8, pp. 351-362, 2008.

Римарєв Д.Т., Амонс О.А.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Синхронізація даних розподілених клієнтів

Запропоновано модель підсистеми синхронізації даних розподілених клієнтів. Дослідження присвячено вирішенню завдання підтримання актуальності даних в різнорідних системах розподілених клієнтів. Підсистема забезпечує можливість підключення до центрального серверу синхронізації з подальшим розповсюдженням змінених даних між всіма клієнтськими системами.

Вступ. В сучасному світі спектр пристроїв та програмних систем стрімко зростає. Апаратно-програмні платформи таких систем відрізняються, тому для налагодження їх взаємодії потрібно вирішити ряд проблем. Важко недооцінити важливість ролі яку виконують дані в функціонуванні програми, тому під час проектування програмної системи необхідно передбачити механізм підтримання даних в актуальному стані. Разом з тим враховуючи, що все більшого поширення набувають розподілені системи, гостро постає питання керування синхронізацією даних між розподіленими різнорідними системами клієнтів. Така проблема являє собою доволі нетривіальну задачу з досить неоднозначним вирішенням. Більшість сучасних засобів синхронізації розраховані на використання в однорідному середовищі, в якому віддалені сервери баз даних працюють на однаковій апаратно-програмній платформі, а самі бази даних мають ідентичну структуру [1].

Під час функціонування розподіленої системи очевидно, що кожна зміна стану об'єкта в будь-якій базі даних повинно знайти відображення у всіх віддалених базах даних – тобто потрібно проводити синхронізацію їх даних. Протягом її проведення час від часу можуть виникати нерозв'язні конфлікти. Їх неможливо передбачити наперед і подібних проблем не виникає при використанні єдиної бази даних [2]. Тому система повинна мати механізм для вирішення таких неоднозначних ситуацій.

Актуальність та доцільність даної розробки полягає в необхідності створення підсистеми для взаємодії з сервісом синхронізації даних між розподіленими джерелами, які можуть бути представлені у вигляді стаціонарних та мобільних клієнтських систем. Завдяки використання такого принципу з'явиться можливість підтримки даних зв'язаних систем в актуальному стані.

Структура системи та вимоги до функціонування. Загальний вигляд принципу взаємодії клієнтів в рамках роботи системи зображено на рис. 1 [3].

Підсистема синхронізації даних повинна задовольняти наступним вимогам:

- забезпечення взаємодії систем, що працюють на різних програмних платформах;
- здійснювати ведення контролю версій;
- забезпечити здійснення синхронізації безпосередньо між клієнтами, якщо є така можливість (з метою зменшення навантаження на центральний сервер);
- забезпечення можливості інтегрування підсистеми до складу інших систем.

На роботу та використання підсистеми накладено наступні обмеження:

- впровадження підсистеми синхронізації має відбуватися на етапі розробки клієнтської системи;
- структура даних для синхронізації має бути відомою для підсистеми;
- в процесі здійснення синхронізації підсистема повинна мати змогу додавати власні атрибути – такі як додаткові колонки, ведення логу подій синхронізації і т. п.

Вирішено, що процес синхронізації в рамках роботи підсистеми відбуватиметься мультинаправлено (кожна з віддалених БД виступатиме в ролі як джерела так і цілі син-

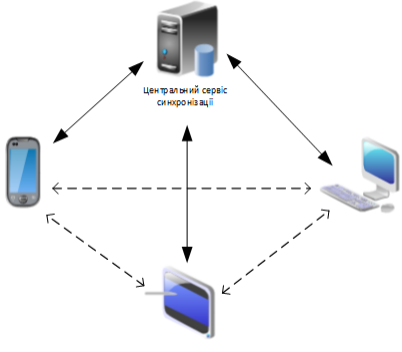


Рис. 1. Загальний вигляд принципу взаємодії клієнтів

хронізації), що здійснюється недетермінованим чином (проводитиметься час від часу за запитом клієнтської системи).

Ведення версій даних. В процесі функціонування інформаційних систем постійно відбуваються операції з даними. Як наслідок неключові атрибути записів бази даних мають тенденцію змінюватись. З метою ефективного проведення синхронізації необхідно здійснювати ведення обліку версій. В [4] описано 6 основних типів відображення історії змін в моделі даних. В даній розробці підсистеми синхронізації за основу взято та вдосконалено четвертий тип. Вдосконалення полягають у тому, що в кожній таблиці центральної БД вирішено додати колонку ВИДАЛЕНО з метою помітки елементів, що необхідно видалити з клієнтських БД. Для того щоб унеможливити збіг унікальних ідентифікаторів [5] вирішено використовувати тип GUID в якості типу первинних ключів. Ведення обліку версій має наступний загальний вигляд: центральний сервіс синхронізації генерує для кожної версії унікальний ідентифікатор та зберігає його в спеціально-відведеній для цього таблиці. Для кожного рядка у всіх таблицях, що необхідно синхронізувати, додано додаткову колонку ВЕРСІЯ, що слугує вторинним ключем для зв'язку з таблицею версій. Кожен атомарний набір змін пов'язаний з однією версією, таким чином дуже легко сформувати набір змінених даних знаючи версії, що необхідно в нього включити.

Алгоритм роботи системи. В результаті аналізу вимог до підсистеми, що необхідно розробити було сформульовано наступний алгоритм його роботи:

1. Клієнт посилає на сервер запит на проведення синхронізації даних, вказуючи при цьому версію даних на момент своєї останньої синхронізації.
2. Сервер перевіряє версію клієнта:
   - у разі, якщо вона виявилась актуальною то сервер повідомляє про це клієнта;
   - якщо версія не актуальна – з'ясовує хто з інших клієнтів може виступити в якості джерела для проведення синхронізації і якщо знаходить – налаштовує їх взаємодію, якщо ні то проводить синхронізацію самостійно.
3. Після отримання набору даних клієнт їх зберігає та вирішує конфлікти, що виникли в процесі збереження [6]. Реалізація механізму вирішення конфліктів покладається на розробника клієнтської системи. Передбачається, що одним із сценаріїв такого механізму може бути вирішення конфліктів користувачем системи.
4. Маючи актуальний стан даних та набір змінених даних клієнт посилає останні на центральний сервіс синхронізації (вказуючи версію останньої синхронізації).
5. Сервер перевіряє версію і якщо вона виявляється актуальною – генерую новий ідентифікатор версії (тепер вона стає актуальною) та зберігає зміни з вказанням цієї версії. Якщо версія виявляється не актуальною – перехід на пункт 2.
6. Сервер повертає відповідь клієнту з результатом успішності збереження змін.

Висновки. В результаті проведеної роботи було розроблено модель синхронізації розподілених клієнтів. Вона передбачає ефективне проведення процесу підтримки даних клієнтських систем в актуальному стані. Основною особливістю є можливість використання даної підсистеми на різних апаратних платформах. Для розробки підсистеми цільовою платформою серверної частини обрано Windows Azure, а клієнтських систем - мобільні платформи Windows 8.1 та Windows Phone 8.

Література. **1.** Кузнецов О.П., Адельсон-Вельский Г.М. Дискретная математика для инженера. – М.: Энергоатомиздат, 1989. **2.** Янчук А.В. Репликация. Технология синхронизации распределенных баз данных. М.: Современные технологии, 1999. **3.** Фаулер М. Архитектура корпоративных программных приложений. – М.: Вильямс, 2006. **4.** Киреев В.А. Проектирование хранилища данных социальной информации. – Конференция Сибирского федералного университета. Математика и компютерные науки, 2011. **5.** Дейт К. Введение в системы баз данных. Пер.с англ. – М.: Наука, 1980. **6.** Корнеев В.В., Гарев А.Ф., Васютин С.В., Райх В.В. Базы данных. Интелектуальная обработка информации. – М.: Нолидж, 2000.

Романкевич В.О., Нешта В.В., Яшунін В.О.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Щодо самотестування 2-відмовостійких багатопроцесорних систем

Багатопроцесоні системи на даний час знаходять широке розповсюдження, зокрема в системах управління складними об'єктами. Для таких систем проблема самодіагностування є дуже важливою для тривалого підтримання нормального рівня дієздатності без технічного обслуговування. Розглядаються відмовостійкі багатопроцесорні системи, перевагами яких висока швидкодія з одного боку та надійність роботи з іншого. Задача самотестування подібних систем є широко відомою в літературі. У доповіді розглядається випадок виникнення двох несправних процесорів та оптимальні шляхи визначення станів усіх процесорів системи.

Обрано діагностичну модель Препарата-Метца-Чена [1], в основі якої лежить орієнтований граф, де вершинами є модулі, що входять до складу системи, а дуги – діагностичні зв'язки, що показують напрям від модуля, що проводить діагностику, до модуля, що діагностується. В основі моделі лежить припущення, що результати діагностики, що проводиться справним процесором, відповідають дійсності (позначається 0, якщо діагностована вершина справна та 1 в зворотному випадку), а результати, надані несправним модулем, не залежать від стану вершини, що діагностується (позначається міткою x).

Розглядається регулярний діагностичний граф з найменшою кількістю зв'язків, тобто 2 зв'язки, що виходять з кожної вершини.

T-відмовостійка багатопроцесорна система (ВБС) - така багатопроцесорна система, що має здатність нормально виконувати свої функції в повному обсязі при несправності не більше T модулів.

0-ланцюжок – ланцюжок дуг з позначкою 0.

Вага модуля – кількість модулів разом з даним, що підходять до нього 0-ланцюжками.

Формулюються деякі теоретичні положення:

- Якщо у графі присутня дуга з вершини i у вершину j, що має мітку 1, то хоча б одна з вершин i та j є несправною.
- Модуль, вага якого перевищує T, є справним.

Дійсно, якщо модуль є несправним, то несправними є і всі модулі, що підходять до нього 0-ланцюжками, а значить у системі є більше несправних модулів, ніж дозволено, що неможливо.

- За методом ПМЧ загальна кількість процесорів у системі зв'язана з допустимою кількістю несправних процесорів співвідношенням $N > 2T$, де N – загальна кількість процесорів, а T – допустима кількість несправних процесорів.
- Якщо видалити з графа будь-яку кількість вершин за першим положенням, для графа, що залишився, лишаться справедливими зазначені вище положення.

У якості діагностичного графу багатопроцесорної обчислювальної системи обирається регулярний орієнтований граф з N вершинами, діагностичні зв'язки в котрому організовані наступним чином: кожна вершина "j"тестує вершини "$j+1$"та "$j+2$"(додавання виконується за модулем N).

У доповіді розглядається графи з $N \geqslant 9$ та $T \leqslant 3$. Пропонується алгоритм виконання діагностичного експерименту, в результаті якого стани всіх процесорів системи, за виключенням може тільки одного, будуть визначені.

Література. 1. Preparata F. P., Metze G., Chien R. T. On the connection assignment problem of diagnosable systems // IEEE Trans. Comput. 1967. V. C-16. P. 848–854.

Романчук Р.І. *— рецензент Безносик О.Ю.*
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Основні підходи та принципи організації HRM-систем

Системами управління людських ресурсів (HRMS) називають інтегровані рішення дисципліни менеджменту людських ресурсів, зокрема її основних видів діяльності, та процесів в області інформаційних технологій, таких як зв'язок фінансових та ресурсних модулів через одну базу даних.

Функції HRM-систем полягають в автоматизуванні та відстеженні існуючих тенденцій данних, які традиційно включають особисті історії, навички, здібності, досягнення та зарплату співробітників. Також можна виділити наступні ознаки, притаманні будь-якій такій системі:

1. Управління бізнес-системами за допомогою єдиної загальної моделі даних з багатонаціональними форматами.
2. Обєднання сумісних бізнес-процесів шляхом застосування комплексних рішень основаних на правилах.
3. Підтримка локальних розширень для конкретної країни.

Основною проблемою таких систем є дотримання місцевих правил та звичаїв в кожній окремій країні, а також забезпечення належного рівня безпеки й кофіденційності даних, що у своїй більшості містять приватну інформацію.

Зазвичай кожна HRM-система потребує попередньої настройки та організації. Розрізняють дві протилежні за змістом моделі адаптації таких систем до бізнес-процесів. Перша модель дозволяє структурувати HRM-систему під потреби компанії. Таким чином структура бізнесу не міняється в цілому, натомість всі можливі інтеграційні процеси HRM максимально підганяються до матриці замовника. Відповідно протилежна модель має універсальний і доволі жорсткий каркас, що унеможливлює повну адаптацію. Як висновок, перша модель використовується в системах для величезних корпорацій, де часто через неправильно побудовані бізнес-процеси кінцевий варіант HRM може мати значні проблеми з продуктивністю та масштабованістю. Іншою моделлю користуються ті компанії, у яких робочий процес схожий або ж змінюваний в рамках HRM до такого, що не призведе до тяжких наслідків. [1-2]

Пропонується базувати розробку HRM–системи на двох основних принципах організації побудови, до яких можна віднести інтуїтивність та масштабованість. В даній роботі пропонується принцип інтуїтивність та легкість у використані досягнути за допомогою загально прийнятих стандартів оформлення, а також створенням єдиної навігаційної панелі між додатками, що дозволяє включати потоки інформації з різних модулів. Також для поглиблення додається можливість глобального пошуку та можливість делегації продукту. Так як основною потребою будь-якої HRM-системи є завчасне масштабування її процесів та персональна настройка для кожного кінцевого користувача, то пропонується отримати ефект 'домашнього робочо столу' за допомогою інформаційних та інструментальних панелей, що забезпечують первинну обробку та аналіз тенденцій. Якщо розглядати детальніше, то можна добавити можливість переглядати всю лінійку за періодами часу і вибирати відомчий чи будь-який інший вид робочої групи.

HRM-системи є ключовою складовою будь-якої сучасної компанії, оскільки вони забезпечують всебічні, інтегровані та прості рішення для постійної підтримки мінливих потреб бізнесу, дозволяють динамічно реагувати на зміни в системі та максимально швидко адаптувати до існуючої бізнес-моделі. Проаналізувавши існуючі розробки таких систем, було запропоновано інструментарії для реалізації та інтеграції загальноприйнятих принципів організації HRM-системи.

Література. **1.** PeopleSoft Solution [Електронний ресурс] : (PeopleSoft HCM documentaion) доступу до документації: https://support.oracle.com/epmos/faces/ui/km/DocumentDisplay.aspx — Назва з екрана. **2.** Microsoft Dynamics AX Human Resources Solution [Електронний ресурс] : (Microsoft Dynamics documentaion) доступу до документації:http://www.microsoft.com/en-us/dynamics/human-resources.aspx. — Назва з екрана.

Севернюк Д.О. *— рецензент Зайченко Е.Ю.*
Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина

Архитектура CRM-системы

Сегодня задача привлечения новых и сохранения старых клиентов является одной из самых важных задач деятельности коммерческих организаций. Одним из инструментов решения этой задачи является система управления взаимоотношениями с клиентами (CRM-система, от англ. Customer Relationship Management). В работе рассматривается ее архитектура, которая послужит для реализации среды разработки CRM-систем.

Разработанная архитектура CRM-системы состоит из трех слоев-уровней:

- Слой данных (Data layer) - отвечает за хранение информации и предоставления к ней доступа.
- Слой бизнес логики (Business layer) - отвечает за реализацию предметной области. Конкретнее – это реализация правил взаимоотношений, взаимодействия, ограничений автоматизируемых процессов. С другой стороны, этот слой служит как уровень абстрагирования от слоя к определению объекта с помощью метаданных.
- Слой представления (Presentation layer) - отвечает за визуализацию данных для конечного пользователя, соответствуя бизнес-логике.

Главная составляющая слоя данных – таблица (Table). Таблица – это абстракция некоторой сущности, в которой хранится информация об экземпляре этой сущности. Таблица состоит из колонок (Columns) – некоторой характеристики параметра экземпляра. Для оптимизации запросов к данным служат индексы (Indexes) – аналог предметного указателя в конце книги. У каждой таблицы может быть несколько индексов, которые строятся для одной или нескольких колонок.

Главная составляющая слоя бизнес-логики – бизнес компонент (Business Component). Бизнес компонент можно представить как некую реализацию реальной сущности. Каждый бизнес компонент хранит и передает информацию с помощью полей (Fields). Поскольку данные, которые использует бизнес компонент, могут храниться в более чем одной таблице, то используется еще одна составляющая бизнес логики - связи (Joins).

В реальной жизни объекты взаимосвязаны. Например, профиль клиента может иметь много записей о контактах клиента (рабочие, домашние). Каждая из сущностей примера – это бизнес компонент, а связи между ними – это линки (Links). Связывание бизнес компонентов через линк позволяет извлекать родительскую запись и все ее дочерние записи из базы данных.

Важной составляющей частью бизнес-логики является бизнес объект (Business Object). Это контейнер, который группирует взаимосвязанные бизнес компоненты для реализации конкретной части бизнес-логики. Бизнес объект состоит из родительского бизнес компонента, дочерних бизнес компонентов и линков между ними.

Главная составляющая слоя представления – апплет (Applet). Он может быть следующих типов:

- апплет-список (List Applet) – отображает множество строк информации;
- апплет-форма (From Applet) – отображает одну запись детально;
- апплет-график (Chart Applet) – визуализирует данные в разных вариациях графиков.

Данные, которые отображаются на апплетах, визуализируются и модифицируются с помощью контролов:

- контейнер для отображения текста (Text box);
- элемент необязательного выбора (Check box);
- логическая группа для выбора единственного варианта (Radio group);
- кнопка (Button);
- список (List).

Представление (View) – эта комбинация апплетов, которая отображает логическую структуру бизнес объекта. Экран (Screen) – это коллекция представлений, которые связанные единим

логическим бизнес-процессом.

Доступ к тому или иному экрану происходит посредством карты приложения (Map). Для запуска самых распространенных функций системы служит панель управления (Control Panel).

Приложение – это коллекция экранов. Приложение определяет элементы меню, и какие панели управления будут отображаться в CRM-системе.

Взаимосвязь слоев CRM-системы (рис.1):

- Бизнес компонент связан с одной базовой таблицей, откуда он берет большинство данных. Остальные данные берутся с других таблиц с помощью связей. Поля бизнес компонента ссылаются на колонки таблиц.
- Апплет отображает сущность, которая заложена в бизнес компоненте. Контролы аплета отображают поля бизнес компонента.
- Бизнес объект – это реализация представления в виде соединенных бизнес компонентов, один из которых является родительским.
- Виды группируются в экран, реализовывая логическую единицу бизнес процесса.

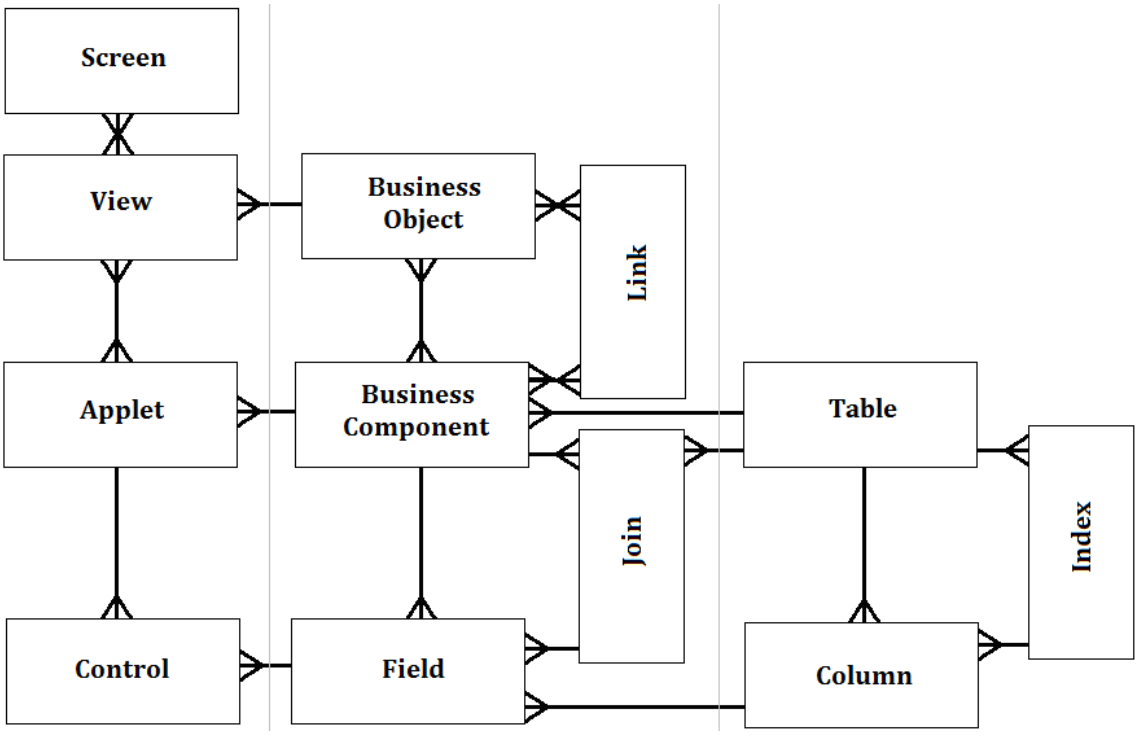


Рис. 1. Взаимосвязь слоев бизнес логики CRM-системы

Предлагаемая архитектура CRM-системы отвечает современным тенденциям построения как CRM-систем, так и любых других больших и сложных информационных систем. Она легко расширяема, что позволит интегрировать в нее дополнительные модули, в зависимости от специфики бизнес-процессов организации.

Литература. **1.** CRM - управление взаимоотношениями с клиентами: определимся с понятиями [Электронный ресурс] : http://www.areon.ua/press/crm-blogs/timoschuk/110-crm-def **2.** Configuring Siebel Business Applications [Электронный ресурс] : http://docs.oracle.com/cd/E14004_01/books/PDF/ConfigApps.pdf **3.** Using Siebel Tools [Электронный ресурс] : http://docs.oracle.com/cd/E14004_01/books/PDF/UsingTools.pdf

Сергієнко А.М., Глуханько К.А., Виноградов Ю.М.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Синтез конвеєрних віртуальних модулів у хмарному середовищі

The approach to design of the system for IP core synthesis in a cloud is proposed, which based on the XML data representation and graph drawing using SVG. The result of the framework operation is the optimized pipelined IP core, which is described by VHDL.

Процес розробки віртуального модуля (IP core) для інтегральних схем має ряд етапів, які повторюються інтерактивно та які потребують великих обчислювальних витрат. Перспективною є технологія, згідно з якою алгоритм функціонування віртуального модуля описується на системному рівні, а потім транслюється до рівня регістрових передач. Але така компіляція потребує багато ітерацій оптимізації щоби задовольнити ряд обмежень [1].

Останнім часом багато компаній, що поширюють САПР мікросхем, пропонують їхній сервіс, який розміщено у хмарному середовищі [2]. Серед них Aldec, Synopsys (логічні симулятори), Nimbic (3D-моделювання), Tabula (синтез ПЛІС), Cadence (керування проектом) вже мають успіх. Розробка віртуальних модулів у хмарному середовищі має ряд переваг: зменшення вартості, наявність усіх необхідних інструментів, захищеність даних тощо. Але наявні засоби проектування у хмарах виконують лише верифікацію, трасування та супроводження проекту, а не власне структурний синтез.

У доповіді розглядається розробка засобів проектування конвеєрних віртуальних модулів, що розміщуються у хмарному середовищі. Основні джерела затримок у хмарних обчисленнях є затримки транзакцій в комунікаційних каналах та тривалість виконання складних завдань. Для мінімізації цих затримок важливо розрізняти два види таких завдань.

Завдання першого виду забезпечують ввід-вивід вхідних даних та результатів проектування і потребують інтерактивної взаємодії з користувачем. Тому ці завдання слід виконувати на клієнтському боці системи.

Завдання іншого виду виконують синтез модулів і потребують високої обчислювальної потужності. Обміни даними між цими завданнями мають затримку, яка залежить від роботи комунікаційних каналів і яка є значно більшою за потрібну швидкість відгуку системи вводу-виводу на боці користувача.

У засобах проектування конвеєрних віртуальних модулів, що розробляються, використовується метод відображення просторового графу синхронних потоків даних (ГСПД) у конвеєрну структуру [3]. Для організації проектування модулів у хмарному середовищі початкові, проміжні та результуючі дані представляються в форматі XML. Цей формат забезпечує стандартизоване представлення як алгоритмів, так і результуючих структур, а також є натуральним для обробки у хмарному середовищі. Інтернет-браузери на клієнтському боці та процесори сервера, а також бібліотеки мов програмування забезпечують ефективні ввід-вивід XML-файлів. Багато САПР вже використовують формат XML для зберігання та поширення даних, що обробляються [4].

Формат даних масштабованої векторної графіки SVG вибрано для кодування графічних об'єктів у системі, що розробляється. Такий формат є зручним як для веб-застосувань взагалом, так і для графічного представлення ГСПД і результуючих структур зокрема. Існує великий набір вільних засобів та бібліотек для обробки даних у цьому форматі. У [5] показана ефективність застосування формату SVG в САПР електроніки, які використовуються в хмарному середовищі.

Мова Java була вибрана як робоча мова програмування функцій САПР. Ця мова є натуральною як для клієнтської, так і для серверної частини. Вона забезпечує також паралельні обчислення у комп'ютері хмарного середовища, які прискорюють виконання синтезу. Також існують вільні бібліотеки Java-функцій, які обробляють дані як в XML, так і в SVG-форматі.

В даний час розробляється система для відображення ГСПД в структуру віртуального модуля, що працює на клієнтському боці з використанням мови Java. Розроблена програма

для ручного графічного вводу ГСПД. Як алгоритм, так і результуюча структура зберігаються в XML-файлах. Також в цьому форматі зберігаються бібліотечні компоненти. Ці компоненти розробляються у редакторі компонентів, який забезпечує їх опис мовою VHDL з різними форматами даних та завданням настроювальних констант (generics). При цьому допускаються такі формати даних, як цілі, дробні числа, числа з плаваючою комою.

Система здатна транслювати XML-опис як алгоритму, так і результуючої структури в опис мовою VHDL. Такий опис може моделюватись у VHDL-симуляторі, а також компілюватись у схему на рівні вентилів одним з поширених компіляторів-синтезаторів.

Зараз система має те обмеження, що введений ГСПД може бути оптимізований лише вручну. При цьому автоматично застосовується ряд обмежень, що накладаються на ГСПД, які забезпечують синтез працездатного конвеєрного модуля, що виконує алгоритм з заданим періодом.

Прототип даної системи було використано при розробці ряду віртуальних модулів для систем цифрової обробки сигналів. Серед них процесори швидкого перетворення Фур'є, дискретного косинусного перетворення, рекурсивні фільтри, які показали високі характеристики при своєму конфігуруванні у ПЛІС [6]. Проекти декількох таких модулів депоновано на сайті http://www.opencores.org/ для вільного використання.

Отже, запропоновано підхід до розробки системи синтезу віртуальних модулів, яка основана на представлені файлів у форматі XML, а графічних даних – у форматі SVG. Підхід було перевірено у програмних засобах, які призначені для вводу ГСПД, їх графічного редагування та відправлення у хмарне середовище. Результатом роботи цих засобів є оптимізований конвеєрний віртуальний модуль, який описано мовою VHDL і який є готовим як до моделювання, так і до синтезу з використанням традиційних засобів САПР мікроелектроніки.

Наразі розробляються програмні засоби для автоматичної оптимізації ГСПД, які споживають велику обчислювальну потужність і які слід розміщувати у хмарному середовищі. У них буде реалізовано ряд методів оптимізації паралельних систем, серед яких метод лівого краю, метод гілок та меж, еволюційні методи та інші методи комбінаторної оптимізації. Експериментальне хмарне середовище планується організувати у сервері HP Blade server C3000, який встановлено в НТУУ "КПІ".

Литература. **1.** High-Level Synthesis. From Algorithm to Digital Circuit: Coussy, P., Morawiec A., Eds., –Springer. –2008. **2.** Vakali A., Jain L.C. New Directions in Web Data Management. –Berlin Heidelberg: Springer. –2011. –347 p. **3.** Сергиенко А.М., Симоненко В.П. Отображение периодических алгоритмов в программируемые логические интегральные схемы // Электронное моделирование. –2007. –Т.29. –№2. –С. 49-61. **4.** V.Berman: Standards: The P1685 IP-XACT IP Metadata Standard // IEEE Design and Test of Computers. – 2006. –V23. –N4. –P. 316–317. **5.** S. Dawson, P.S. Sezer: SVG for Remote EDA Schematic Representation // SVG Open 2004, 3rd Conf. on Scalable Vector Graphics. - 2004. Available at http://www.svgopen.org/2004/papers/SVGforEDASchematics/. **6.** Сергиенко А.М., Лесик Т.М. Динамически перестраиваемые цифровые фильтры на ПЛИС // Электронное моделирование. –2010. –Т32. –№6. –С.47-56.

Ситников Т.В., Биленко А.А.
Одесский национальный политехнический университет, Одесса, Украина

Разбиение графов на подграфы для реконфигурируемых систем в условиях ограниченного объема оперативной памяти

Для повышения производительности вычислительных систем активно рассматривается вопрос ее реконфигурации. В реконфигурируемых системах основным методом представления вычислений является граф алгоритма. Разбиение графа алгоритма на непересекающиеся подграфы является частью системы подготовки вычислений для реконфигурируемой системы[1].

Современные графы алгоритмов невозможно «держать в ОЗУ компьютера» целиком: только некоторое ограниченное множество вершин такого графа может быть загружено в ОЗУ, в то время как остальные вершины будут находиться в хранилищах данных. Более того, от свойств доступа к данным в хранилищах данных зависит и стратегия загрузки вершин из них для последующего разбиения. Поэтому существует необходимость разработки алгоритмов разбиения графов, вершины которых не могут быть полностью загружены в ОЗУ вычислительной системы.

Для формулировки задачи разбиения графов воспользуемся следующем описанием: $G(V,E)$ – граф, где V – множество вершин, E – множество ребер. В общем виде, задача формулируется с учетом весов ребер и вершин графа и k - несвязанных подмножеств вершин.

$$\begin{cases} V = \bigcup_{i=1}^{k} V_i, V_i \cap V_j = \oslash, \forall (i,j), i \neq j \\ w_j = \sum_{v_i \in V_j} w_v(v_i), w_p - w_q \to min, (p,q) \in \{1,2...k\}, p \neq q \\ w_e = \sum_{e_{ij} \in E, v_j \in V_p, v_j \in V_q, q \neq p} w_e(v_{i,j}) \to min \end{cases}$$

Один из возможных алгоритмов разбиения графа, множество вершин которого нельзя полностью загрузить в память может состоять в следующем: Граф должен быть представлен в виде списков смежности[2].

1. Разместить каждый список смежности на внешнем хранителе, организовать MRU-кеш[2] для доступа к элементам этого списка.
2. Назначить каждому списку смежности и каждому элементу в нем уникальный идентификатор[3].
3. Если вершина графа находится в двух списках смежности i и j, назначить этой вершине идентификатор, равный $min(id(v_i), id(v_j))$, где id – это функция, которая возвращает идентификатор вершины.
4. Обойти все списки смежности и назначить им идентификатор равный $min(id(v_i))$, где v_i – вершины, которые принадлежат текущему списку смежности
5. Воспользоваться известными алгоритмами разбиения графа на подграфы, например Кернигана - Лина, представляющих списки смежности с одинаковыми идентификаторами[1].

Предложенный алгоритм хорошо показал себя в работе графами с большим количеством элементов связанности (>40 миллионов вершин), однако он плохо работает с графами, состоящими из малого числа элементов связанности. Дальнейшими шагами в развитии данной темы является использование стратегий обхода элементов графа и учет компонент связанности подграфов, что позволит создать первоначальные разделение графа на подграфы (п.п. 2-5 алгоритма) с меньшей связанностью.

Список литературы

1. Graph partitioning methods for computation in reconfigurable systems / A. A. Bilenko Electrotechnic and computer systems No 05(81), 2012 - 181-183

2. H. Cormen Introduction to algorithms, second edition / Cormen H., Leiserson E., Rivest L., Stein C. // September 1, 2001, The Mit Press, Cambrigde, Massachusetts London, England

3. Cache algorithms [Електроний ресурс] / Режим доступу до журн.: http://en.wikipedia.org/wiki/Cache_a%thms# Most_Recently_Used

Скачко Д.А.
Институт кибернетики им. В.М.Глушкова НАН Украины, Киев, Украина

Разработка системы автоматизации принятия решения в управлении предприятия с оптимальным распределением ресурсов

В современном мире ничего не стоит на месте. И в экономических условиях все стремительно меняется и развивается в том числе и управление предприятием. Для того чтобы конкурировать на рынке предприятия автоматизируют все системы управления, в том числе и распределение ресурсов. Все многообразие ресурсов, используемых в производстве можно разделить на два принципиально различных класса: складируемые или материально-технические ресурсы и не складируемые, иначе называемые ресурсами типа мощности. Существует довольно значительное количество моделей, описывающих распределение материально-технических ресурсов, но вот распределению ресурсов второго типа намного меньше. Задачи планирование потоков движение покупателей в магазине связаны с решением проблем наилучшего расположения и систем обслуживания в торговых центрах. Именно оптимальное планирование потоков посетителей обеспечит максимальное покрытие магазинов покупателями, создаст заинтересованность у самих посетителей и позволит максимально эффективно исполльзовать все доступные площадя. Это сложная и актуальная задача, учитывая, что здания занимают огромною площадь и их посещают сотни тысяч покупателей еженедельно. Правильное направление потоков покупателей и распределение площадей магазинов позволит торговым центрам увеличивать экономические показатели, не затрачивая дополнительных средств на рекламу или же переоборудование зданий. Мы рассматриваем инновационный подход для анализа и управления человеческих потоков с целью эффективного использования ресурсов в принятии решений. Данный подход основан на следующих данных: размещение WiFi приемников в торговом центре, что даст возможность делать актуальный анализ перемещения потоков покупателей.

Система анализа состоит из следующих компонент: сеть WiFi приемников, локальный сервер сбора данных, общий сервер анализа данных и принятия решения. WiFi приемники занимаются сканированием эфира и анализом всех пакетов с данными от всех устройств. Каждый приемник делает анализ пакета, извлечение полезных данных - MAC адрес устройств и уровень сигнала, после чего отправляет данные на локальный сервер для аггрегации всех данных. Сервер сбора данных занимается не только сбором данных от WiFi приемников - но еще и фильтрацией данны, их нормализацией и определением оптимального приемника для каждого посетителя. После чего данные отправляются на глобальный сервер для дальнейшего анализа.

Рассмотрим задачу, для которых областью допустимых точек размещения центров обслуживания является некоторый граф, т. е. эти центры могут располагаться в какой-либо вершине или на какой-либо дуге графа. В таких задачах есть два основных критерия оценки качества размещения: минимизация максимального расстояния и минимизация суммы расстояний. Соответственно имеем и две основные задачи. Рассмотрим следующее задание: найти максимальный поток и минимальный разрез в потоке покупателей, используя алгоритм Форда–Фалкерсона (алгоритм расстановки пометок). Построить граф приращений. Проверить выполнение условия максимальности построенного полного потока. Источник – вершина 1, сток – вершина 8. Шаг 1. Выбираем произвольный поток, например, 1-3-6-7-8. Его пропускная способность равна минимальной из всех пропускных способностей входящих в него дуг, то есть 6. Уменьшаем пропускные способности дуг этого потока на 6, насыщенную дугу 3-6 вычеркиваем [8].

Шаг 2. Выбираем произвольный поток, например, 1-4-5-8. Его пропускная способность равна минимальной из всех пропускных способностей входящих в него дуг, то есть 24. Уменьшаем пропускные способности дуг этого потока на 24, насыщенную дугу 4-5 вычеркиваем.

Шаг 3. Выбираем произвольный поток, например, 1-5-8. Его пропускная способность равна

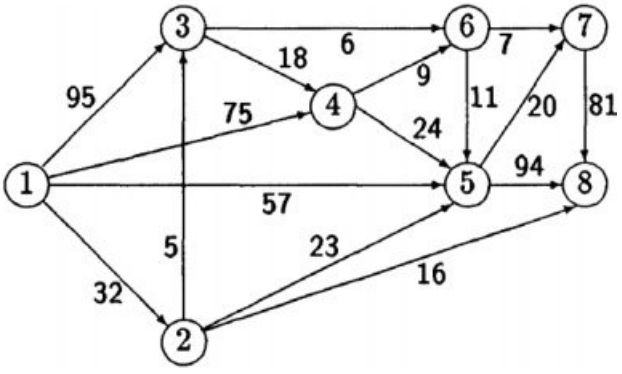


Рис. 1. Решение: С помощью алгоритма Форда-Фалкерсона найдем наибольший поток из 1 в 8

минимальной из всех пропускных способностей входящих в него дуг, то есть 57. Уменьшаем пропускные способности дуг этого потока на 57, насыщенную дугу 1-5 вычеркиваем.

Шаг 4. Выбираем произвольный поток, например, 1-2-8. Его пропускная способность равна минимальной из всех пропускных способностей входящих в него дуг, то есть 16. Уменьшаем пропускные способности дуг этого потока на 16, насыщенную дугу 2-8 вычеркиваем.

Шаг 5. Выбираем произвольный поток, например, 1-2-5-8. Его пропускная способность равна минимальной из всех пропускных способностей входящих в него дуг, то есть 13. Уменьшаем пропускные способности дуг этого потока на 13, насыщенную дугу 5-8 вычеркиваем.

Шаг 6. Выбираем произвольный поток, например, 1-2-5-7-8. Его пропускная способность равна минимальной из всех пропускных способностей входящих в него дуг, то есть 3. Уменьшаем пропускные способности дуг этого потока на 3, насыщенную дугу 1-2 вычеркиваем.

Шаг 7. Выбираем произвольный поток, например, 1-4-6-7-8. Его пропускная способность равна минимальной из всех пропускных способностей входящих в него дуг, то есть 1. Уменьшаем пропускные способности дуг этого потока на 1, насыщенную дугу 6-7 вычеркиваем.

Шаг 8. Суммарный поток 6+24+57+16+13+3+1+8=128. Величина разреза 6+9+24+57+32 = 128.

Следует отметить, что полученное в этом случае решение, удовлетворяя требованиям минимальности необходимого числа размещаемых единиц ресурса, в общем случае не будет соответствовать оптимальному размещению при других критериях, например минимизации затрат на размещение или же максимизации эффекта, получаемого от данного размещения ресурсов типа мощности. Поэтому приходится решать соответствующую задачу комбинаторного программирования. В этом случае, для получения решения, близкого к оптимальному, можно рекомендовать использование следующего эвристического правила: для размещения ресурсов типа мощности пункты выбираются по возрастанию (убыванию) эффекта (затрат) от размещения. В том случае, если не удается разместить все ресурсы, предназначенные для размещения, то размещение необходимо начать с пункта, имеющего более низкие характеристики.

На основании полученных данных система может формировать такие отчеты: карты перемещений, частота и длительность визитов, пересечение аудитории между разными точками, очереди и аномальные скопления людей и множество других аналитических выводов. Благодаря этим данным управленцы получают четкие рекомендации относительно того, где можно получить бОльшую прибыль, или где перестановкой магазинов можно добиться лучших потоков людей, и соответственно большего финансового потока, где можно внести дополнительные тематические зоны с целью увеличить время и частоту пребывания людей. Кроме того управленцы получают информацию о том где надо больше сфокусироваться на охране и уборке, что в свою очередь ведет к оптимизации использования трудовых ресурсов.

Тавров Д.Ю., Сахаров С.Ю.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Застосування нейронечітких технологій до задачі розпізнавання емоцій людини за зображенням її обличчя

Вступ. Розвиток інформаційних технологій розширює сфери застосування методів штучного інтелекту. Однією зі сфер є *розуміння* емоційного стану людини на основі візуальної інформації (виразу обличчя). На сьогоднішній день для класифікації графічних зображень застосовують нейромережеві технології. У силу природної нечіткості параметрів, які визначають емоції, доцільно поєднати цей підхід із апаратом нечіткої логіки для формалізації емоційного стану.

Формалізація емоцій. Переживання людиною емоції супроводжується перебуванням її обличчя в деякому стані — *мімікою* [1]. Міміку можна охарактеризувати числовими параметрами, які відповідають елементам обличчя (ступінь вигину дуги рота, зміщення брів тощо).

Прояв емоції можна задати у вигляді системи n умовних нечітких висловлювань [2] вигляду

$$\{\text{якщо } \bigcap_i (X_i \in A_{ij}), \text{ то } Y \in B_j\}, \tag{1}$$

де X_i — i-та лінгвістична змінна, що відповідає деякій ознаці зображення обличчя, A_{ij} — її значення в правилі j, $j = \overline{1,n}$, Y — лінгвістична змінна, що відповідає емоції, B_j — її значення в правилі j. Додавши до (1) факт $\bigcap_i (X_i \in A'_i)$, можна зробити висновок $Y \in B'$.

Особливості застосування систем нейронечіткого виведення для ідентифікації емоції людини. Штучні нейронні мережі характеризуються [3] мережевою архітектурою, яка включає множину вузлів, з'єднаних орієнтованими дугами, кожна з яких характеризується своєю вагою. Особливість мережі полягає в можливості корекції її вагів у процесі навчання. Визначення параметрів лінгвістичних змінних, що визначають емоційний стан людини, є суб'єктивною задачею, тому доцільним є використання нейромережевого підходу.

Системи нейронечіткого виведення [3] дозволяють здійснювати нечітке виведення щодо емоційного стану людини та адаптувати параметри лінгвістичних змінних на основі аналізу тренувальної вибірки. Архітектура системи подібна до п'ятишарової нейронної мережі:

1. Кожен вузол першого шару отримує на вхід числові дані про елемент обличчя, а на виході видає ступінь прояву асоційованої з ним ознаки. Вузлова функція параметризована.
2. Кожен вузол другого шару відображає ступінь виконання асоційованого з ним нечіткого правила (вихідний сигнал є добутком вхідних).
3. Кожен вузол третього шару нормалізує ступінь виконання асоційованого з ним нечіткого правила відносно ступенів виконання інших правил.
4. Кожен вузол четвертого шару отримує на вході асоційований із ним вихідний сигнал із вузла попереднього шару, а також усі вхідні сигнали мережі. Вузлова функція параметризована й підраховує внесок одного нечіткого правила у вихід мережі.
5. Єдиний вузол цього шару обчислює вихід мережі як суму своїх вхідних сигналів.

Модифікація параметрів проводиться послідовно у два етапи, по одному для кожної групи: методом найменших квадратів для параметрів вузлів першого шару та методом градієнтного спуску для параметрів вузлів четвертого шару.

Застосування даного підходу може дати результати, ліпші за отримувані з застосуванням існуючих нейромережевих підходів за якістю ідентифікації емоційного стану людини.

Література. **1.** Экман П. Психология эмоций. Я знаю, что ты чувствуешь / П. Экман. — Питер, 2010. — 336 с. **2.** Zadeh L. A. The Concept of a Linguistic Variable and Its Application to Approximate Reasoning / L. A. Zadeh // Information Sciences. — 1975. — 8. — P. 199–249. **3.** Jang J.-S. R. Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence / J.-S. R. Jang, C.-T. Sun, E. Mizutani. — Prentice Hall, 1997. — 614 p.

Тавров Д.Ю., Юрченко Д.В.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Підхід до синтезу мовлення на основі поєднання декількох нейромережевих технологій

Вступ. Система синтезу мовлення — комп'ютерна система, призначена [1] для читання вголос *довільного* тексту. Принциповою відмінністю класу систем, які розглядаються в даній роботі, та системами механічного відтворення звуку, є їхня здатність до автоматичного конвертування *нових* речень у мовленнєвий сигнал. Системи синтезу мовлення застосовують у різних областях, від читання художньої літератури до копіювання мовлення певної людини.

На перший погляд, створення системи з зазначеними властивостями не є складною задачею. Проте, у процесі її розробки виникає низка проблем: "штучність" звучання синтезованої мови, складність надання мовленню емоційного забарвлення, обчислювальна складність відповідних алгоритмів, ненавмисне внесення звукових аномалій у мовленнєвий сигнал тощо.

У роботі пропонується підхід до створення системи синтезу українського мовлення за рахунок поєднання декількох нейронних мереж на етапі аналізу тексту.

Організація синтезу мовлення. Синтез мовлення можна розбити на два етапи [2]: *обробку природної мови* та *цифрову обробку*. Обробка природної мови зводиться до виділення набору фонем, який відповідає тексту на вході системи. На етапі цифрової обробки відбувається перетворення отриманих фонем у звуковий сигнал.

Етап обробки природної мови можна додатково розділити на три основні підетапи:

1. Аналіз тексту.
2. Конвертація графем у фонеми.
3. Визначення просодичних властивостей тексту.

Аналіз тексту потрібний для підготовки тексту до наступних підетапів. Він передбачає виконання наступних кроків:

- *попередня підготовка тексту*, яка включає відновлення тексту до форми, відповідної його звучанню (корекція помилок написання, перетворення скорочень у повний текст тощо);
- *морфологічний аналіз*, який має на меті визначення приналежності слова деякій частині мови; достатньо легко реалізується на базі регулярних виразів;
- *контекстний аналіз*, який передбачає визначення контексту, у якому використовується те чи інше слово; для цього використовують N-грамні моделі, багатошарові нейронні мережі або спеціальні словники заготовлених експертом-лінгвістом правил;
- *синтаксично-просодичний аналіз*, який застосовують для визначення структури тексту та груп зв'язаних слів, що дає змогу визначити просодичні властивості тексту; цей крок є найскладнішою частиною аналізу, його в основному реалізовують у комерційних продуктах із високими вимогами до якості синтезованого мовлення.

У даній роботі, для спрощення системи синтезу мовлення, пропонується відмовитися від морфологічного, контекстного та синтаксично-просодичного аналізів, оскільки використання нейронних мереж на наступних етапах синтезу дозволяє отримати задовільні результати.

Існує два основні підходи [2] до реалізації етапу *конвертації графем у фонеми*: на основі словників або на основі правил. Конвертація на основі словників потребує значних витрат пам'яті для збереження інформації про фонеми, пов'язані з кожним словом. Крім того, за такого підходу неможливим є синтез мовлення на основі слів, відсутніх у словнику. Підхід на основі правил позбавлений указаних вад, оскільки всі слова можна складати за допомогою використання правил, що нівелює проблеми з розширенням та збереженням словника. Проте, класичний підхід до синтезу мовлення за такого підходу потребує значних часових витрат на визначення та внесення в систему відповідних фонологічних правил. Наявність винятків додатково ускладнює процес побудови відповідної бази правил.

16-th International conference on System Analysis and Information Technologies SAIT 2014
Institute for Applied System Analysis, National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine, May 26–30, 2014
ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Щоб автоматизувати процес визначення правил генерації фонем на основі графем, у даній роботі пропонується використовувати *нейромережевий підхід*. У цьому випадку на вхідний шар нейронної мережі подається оброблюваний текст, а з вихідного шару знімається інформація про фонеми, які відповідають даному слову. Застосування такої нейронної мережі дозволяє автоматично будувати правила [3] за результатами її навчання на основі корпусів текстів, які покривають достатній обсяг найчастіше використовуваних слів.

Етап *визначення просодичних властивостей тексту* потрібний [1] для надання мовленню емоційного забарвлення, ритму, мелодичності та інтонації. До просодичних властивостей тексту відносять висоту тону, силу звучання, темп, наголос, паузи. Визначення просодичних властивостей базується на тому явищі, що окремі слова в реченні та між реченнями об'єднуються під час мовлення в групи, між якими існують відповідні зв'язки. Для пошуку таких зв'язків зазвичай використовують експертні системи, засновані на синтаксичному аналізі, а також дерева прийняття рішень. У даній роботі пропонується використовувати альтернативний підхід на основі нейронної мережі, на вхідний шар якої подається оброблюваний текст, а з вихідного шару знімається інформація щодо просодичних властивостей окремих слів.

За такої організації синтезу, процес генерації мовленнєвого сигналу можна представити за допомогою схеми, наведеної на рис. 1.

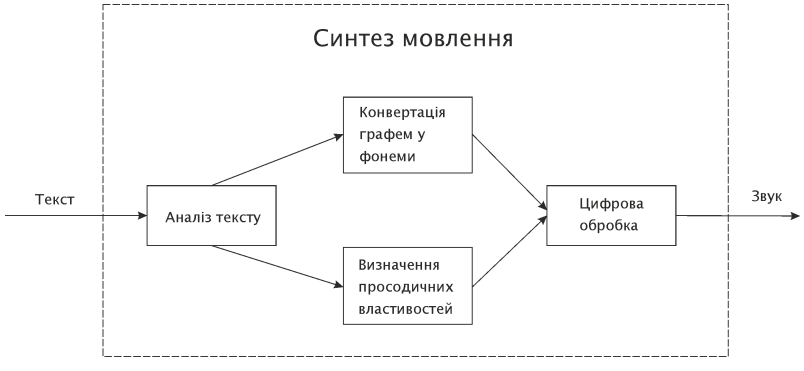


Рис. 1. Схема процесу синтезу мовлення

Описаний підхід відрізняє систему, побудовану на його основі, від існуючих систем синтезу українського мовлення на основі конкатенації частин мови [4].

Висновки. У роботі запропоновано підхід до створення системи синтезу українського мовлення, заснований на поєднанні декількох нейронних мереж. На етапі конвертації графем у фонеми завдяки нейромережевому підходу систему можна навчати новим фонологічним правилам. Використання нейронної мережі для визначення просодичних властивостей тексту надасть додаткову інформацію, потрібну для створення якісного мовлення на етапі цифрової обробки.

Література. **1.** Thierry D. High-Quality Text-to-Speech Synthesis: An Overview / D. Thierry // Journal of Electrical & Electronics Engineering, Australia: Special Issue on Speech Recognition and Synthesis. — 1999. — Vol. 17. — P. 25–37. **2.** Thomas S. Natural Sounding Text-to-Speech Synthesis Based on Syllable-Like Units / S. Thomas // M.S. Thesis. — Indian Institute of Technology, Madras, 2007. — 107 p. **3.** Sejnowski T. J. NETtalk: A Parallel Network That Learns to Read Aloud / T. J. Sejnowski, C. R. Rosenberg // Technical Report, Johns Hopkins University, Dept. of Electrical Engineering and Computer Science. — 1986. — P. 23. **4.** Danylevskyi O. Synthesis of Ukrainian Language Based on Segments Concatenation / O. Danylevskyi // Theoretical and Applied Aspects of Cybernetics. Proceedings of the 3rd International Scientific Conference of Students and Young Scientists [eds. D. O. Terletskyi, A. A. Prashchur, I. O. Lytvynenko]. — Kyiv : Bukrek, 2013. — P. 228–234.

Товстолиткіна О.О., Дідковська М.В.
Інститут прикладного системного аналізу НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Побудова інтелектуальної навчальної системи граматики французької мови з урахуванням семантичних взаємозв'язків

В сучасному інформаційному світі дедалі більшого поширення набувають системи електронного навчання (e-learning), що дозволяють здобувати знання за допомогою інформаційних технологій. Важливе місце серед них займають автоматизовані навчальні системи. [1]

В даній роботі розглядається побудова інтелектуальної навчальної системи для вивчення граматики іноземної мови (французької).

Для побудови сучасних автоматизованих навчальних систем граматики іноземної мови використовують два основні підходи:

- Вибірковий – користувач самостійно обирає теми, які його цікавлять, або ті, знання яких він хоче покращити. Удосконалений варіант цього підходу: перед початком процесу навчання проводиться тестування для визначення рівня користувача, після чого йому надається можливість обирати самостійно граматичні теми згідно цього рівня. Прикладами таких ресурсів є BonjourDeFrance, Syvum, StudyFrench.
- Лінійний – в основі системи лежить алгоритм, згідно з яким граматичні теми засвоюються послідовно. Перед переходом на наступний рівень проводиться тестування ступеню засвоєння поточного. Прикладами ресурсів цього типу є Plaisir d'Apprendre, LinguaLeo.

Вищеназвані підходи не враховують, що етапи процесу вивчення граматики іноземної мови пов'язані між собою [2]. Це означає, що в процесі навчання необхідно виявляти прогалини в знаннях і передбачати можливість повторного вивчення вже пройдених тем. Системи з лінійним алгоритмом не надають такої можливості, а у випадку вибіркових систем задача відслідковування джерела помилок покладається на самого користувача.

Інтелектуальна система, що розглядається, будується з урахування взаємозв'язків між граматичними темами. Для цього створюється структура граматики у вигляді орієнтованого графу, де вершинами є теми, а ребрами – зв'язки між ними. Принцип побудови наступний: якщо для засвоєння теми A необхідне знання теми B, то в графі це відображається ребром, яке направлене від теми B до теми A. Таким чином, якщо користувач протягом тривалого часу не може засвоїти тему A на достатньому рівні, то існує ймовірність того, що він не володіє необхідними для цього знаннями з теми B, яка є «базовою» для A. Такі «базові» теми легко виявити з графу за ребрами, для яких A є кінцевою вершиною.

Після побудови графу теми об'єднуються в класи (кластери) так, щоб до одного кластеру належали теми, в яких користувачі роблять помилки одночасно. Для цього потрібно розділити множину вершин графа на компоненти таким чином, щоб всередині компонент вершини були сильно пов'язані, а між ними – слабо. Це можна здійснити за допомогою алгоритму виділення зв'язних компонент [3]. Для застосування цього алгоритму необхідно кожному ребру графа надати вагу, що відповідає «відстані» між вершинами. Задається вхідний параметр R і з графу видаляються всі ребра, вага яких більша за R. Таким чином, сполученими залишаються тільки найбільш близькі пари об'єктів, а граф «розпадається» на декілька зв'язних компонент. Отримані компоненти і є кластерами.

Така структура дозволяє відслідковувати походження помилок, які здійснюють користувачі, і відповідно реагувати поверненням до незасвоєних тем, що забезпечує високу якість результатів навчання.

Література. **1.** Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики: навчальний посібник / В.В. Корольський, Т.Г. Крамаренко, С.О. Семеріков, С.В. Шокалюк. – Кривий Ріг: Книжкове видавництво Киреєвського, 2009. – 324 с. **2.** Богданова І.М.Соціальна педагогіка. Навчальний посібник / І.М. Богданова. – Харків: Бурун Книга, 2011. – 160 с. **3.** Жамбю М. Иерархический кластер-анализ и соответствия / М. Жамбю – Москва: Финансы и статистика, 1988. – 342 с.

Чернова Е.А. *— рецензент Корначевский Я.И.*
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Классификация алгоритмов сегментации изображений

В общем случае сегментация представляет собой операцию разбиения конечного множества плоскости, на которой определена функция исходного изображения f(x,y) на k непустых связанных подмножеств s_i ($i = [1, k]$) в соответствии с некоторым предикатом P, определяемом на множестве $S = \{s_1, s_2, ..., s_k\}$ и принимающий истинные значения, когда любая пара точек из каждого подмножества s_i удовлетворяет некоторому критерию однородности (например, критерий однородности, основанный на оценке максимальной разности яркости отдельного пикселя и среднего значения яркости, вычисленного по соответствующей области).

Пороговая сегментация. Порог – это признак, который помогает разделить искомый сигнал на классы. Операция порогового разделения заключается в сопоставлении значения яркости каждого пикселя изображения с заданным значением порога [1]. Операция порогового разделения, которая в результате дает бинарное изображение, называется бинаризацией. В процессе бинаризации исходное полутоновое изображение, имеющее некое количество уровней яркости, преобразуется в черно-белое изображение, пиксели которого имеют только два значения – 0 и 1. Метод ориентирован на обработку изображений, отдельные однородные участки которых различаются средней яркостью.

Пороговое преобразование может рассматриваться как операция, при которой производится сравнение с функцией T, имеющей вид T = T (x, y, p(x,y), f), где f - изображение, а p(x,y) обозначает некоторую локальную характеристику точки (x, y) изображения, например, среднюю яркость в окрестности с центром в этой точке.

Простейшим примером такой сегментации является алгоритм бинаризации с нижним порогом [5]. Изображение (x, y), получаемое в результате:

$$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{если} f(x,y) > T \\ 0 & \text{если} f(x,y) \leqslant T \end{cases}$$

Порог задается вручную и подбирается для каждого изображения в зависимости от яркости, контрастности и других характеристик изображения для достижения наилучшего результата. Так же существуют методы автоматического выбора порога, они основываются на информации (энтропия, гистограммы, локальные пороги и т.д.) полученной из изображения.

Сегментация на основе операторов выделения краев. Этот метод пытается разрешить задачу сегментации путем обнаружения края или пикселей между различными регионами, которые имеют резкий переход интенсивности, извлечения и формирования замкнутых границ объектов. Результатом является двоичное изображение. Основной проблемой методов поиска границ является неустойчивость к шуму [3].

При данном подходе задача сегментации формулируется как задача поиска границ регионов. Методы поиска границ хорошо разработаны для полутоновых изображений. Полутоновое изображение рассматривается как функция двух переменных (x и y), и предполагается, что границы регионов соответствуют максимумам градиента этой функции. Наиболее распространенный метод на основе выделения краев это алгоритм Canny.

Методы наращивания областей. (Выращивание регионов, дробление-слияние). Методы наращивания областей. Методы этой группы основаны на использовании локальных признаков изображения. Идея метода наращивания областей состоит в анализе сначала стартовой точки, затем ее соседних точек и т.д. в соответствии с некоторым критерием однородности, и в последующем зачислении проанализированных точек в ту или иную группу (количество стартовых точек должно быть равно количеству однородных областей на изображении). В более эффективных вариантах метода в качестве отправной точки используются не отдельные пиксели, а разбиение изображения на ряд небольших областей. Затем каждая область проверяется на однородность, и если результат проверки оказывается отрицательным, то

соответствующая область разбивается на более мелкие участки. Процесс продолжается до тех пор, пока все выделенные области не выдержат проверку на однородность. После этого начинается формирование однородных областей при помощи наращивания, пока не будет получено разбиение изображения на однородные схожие области максимального размера [2].

Сегментация изображения Марковским полем. Данная модель основана на предположении, что цвет каждой точки изображения зависит от цветов некоторого множества соседних точек. Данный подход является достаточно сложным в реализации, однако может являться наиболее адекватным в случае важности учёта текстуры при сегментации.

Кластеризация цветового пространства. Определение кластеров и разбиение по ним объектов данных выражается в итоговой модели данных, которая является решением задачи кластеризации. Кластеризация особенно необходима вначале исследования, когда о данных мало что известно. Большую популярность при решении задач кластеризации приобрели алгоритмы, основанные на поиске оптимального в определенном смысле разбиения множества данных на кластеры. Данные алгоритмы пытаются сгруппировать данные в кластеры таким образом, чтобы целевая функция алгоритма разбиения достигала экстремума (минимума). Наиболее популярным алгоритмом кластеризации такого типа является алгоритм к-средних [4].

Алгоритм k-средних (k-means): Идея метода заключается в определении центров k кластеров и отнесение к каждому кластеру объектов, наиболее близко находящихся к этим центрам. Метод к-средних хорошо работает, если данные по своей естественной природе делятся на компактные, примерно сферические группы. Данный алгоритм является прообразом практически всех алгоритмов нечеткой кластеризации.

Методы теории графов. Общая идея методов этой группы следующая. Изображение представляется в виде взвешенного графа, с вершинами в точках изображения. Вес ребра графа отражает сходство точек в некотором смысле (расстояние между точками по некоторой метрике). Разбиение изображения моделируется разрезами графа [3].

Обычно в методах теории графов вводится функционал «стоимости» разреза, отражающий качество полученной сегментации. Так задача разбиения изображения на однородные области сводится к оптимизационной задаче поиска разреза минимальной стоимости на графе. Такой подход позволяет помимо однородности цвета и текстуры сегментов управлять также формой сегментов, их размером, сложностью границ и т. п. [3].

Для поиска разреза минимальной стоимости применяются различные методы: жадные алгоритмы (на каждом шаге выбирается такое ребро, чтобы суммарная стоимость разреза была минимальной), методы динамического программирования (гарантируется, что, выбирая на каждом шаге оптимальное ребро, получим в итоге оптимальный путь), алгоритм Дейкстры, и т. п.

Тысячи различных методов сегментации описаны в литературе, но нет ни одного метода, который можно считать идеальным для всех изображений, каждый метод имеет различную степень приемлемости для конкретного типа изображений.

Литература. **1.** Р. Гонзалес, Р. Вудс, Цифровая обработка изображений. Техносфера, 2006 - 1072 с. **2.** Л. Шапиро, Дж. Стокман , Компьютерное зрение. БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006 - 752 с. **3.** А. Вежневец, О.Баринова. Методы сегментации изображений: автоматическая сегментация. Компьютерная графика и мультимедиа. http://cgm.computergraphics.ru/content/view/147, дата обращения к источнику 03.02.2014. **4.** Электронная энциклопедия Википедия, Image segmentation, http://en.wikipedia.org/wiki/Image_segmentation, дата обращения к источнику 03.02.2014. **5.** Новостной сайт и коллективный блог Хабрахабр, Сегментация изображения, http://habrahabr.ru/post/128768/, дата обращения к источнику 03.02.2014

Чертов О.Р., Маніло В.В.
Національний технічний університет України "КПІ", ФПМ, Київ, Україна

Методи приховування даних у мікрофайлах зі збереженням корисності інформації

Вступ. Результатом інформатизації та комп'ютеризації сучасного життя стало те, що зараз кожна 3-4 людина на планеті має доступ до Інтернету. За результатами міжнародного статистичного центру на 2012 рік кількість користувачів Інтернету склала 2,2 мільярди користувачів [1]. Якщо кількість користувачів зросла в двічі, то кількість інформації у відкритому доступі — в десятки разів. У багатьох сучасних клініках та лікарнях медичні картки пацієнтів замінені на електронні записи, які зберігаються у базах даних. З одного боку це дозволяє використовувати зібрані дані для різних досліджень, наприклад, для прогнозування та попередження серйозних захворювань на початкових стадіях. З іншого боку, між різними дослідними центрами та клініками відбувається обмін зібраними даними, що ставить під загрозу порушення приватності особистої інформації.

Збір особистої інформації проводиться у різних місцях. Наприклад, коли береться кредит у банку, необхідно увести деякі дані про дохід, склад сім'ї, нерухомість тощо для того, щоб банк міг зробити висновок про можливість надання кредиту. Між дослідними центрами, що розробляють методи оцінки ризиків, та банками виникає кооперація: банки можуть профінансувати певне дослідження та надати необхідні дані, а дослідники — розробити рішення. Таким чином приватна інформація користувачів банківських послуг може потрапити до інших рук.

Раніше вважалося, що якщо із статистичних даних прибрати ім'я, прізвище, номер кредитної картки або ідентифікаційний номер, то можна анонімізувати інформацію. Але, маючи доступ до мережі Інтернет можна знайти багато різноманітних джерел статистичної інформації різної природи і, зіставляючи наявні дані, можна ідентифікувати певних людей. Наприклад, Sweeney [2] показала, що 87% населення США можуть бути ідентифіковані за допомогою 3-х атрибутів: дата народження, стать, поштовий індекс — які є у відкритому доступі як реєстраційні записи виборців. Такі атрибути називаються квази ідентифікаторами. В дослідженнях по захисту інформації, зазвичай, вважається, що явні ідентифікатори вже видалені з даних. Алгоритми маскування даних застосовуються до квази ідентифікаторів для того, щоб зменшити ризик ідентифікації, та до конфіденційних атрибутів — щоб зменшити ризик розкриття їх значення [3].

Постановка задачі. Основна задача роботи полягає у проведенні огляду сучасних рішень, спрямованих, з одного боку, на захист інформації, що надається для загального доступу, а, з іншого боку, — на збереження корисності інформації (статистичних характеристик, розподілів тощо) після її зміни під час захисту.

Огляд існуючих рішень. Xiao-Bai Li та Sumit Sarkar запропонували новий метод мікроперестановок на основі метода кластеризації за допомогою мінімального остовного дерева [3]. Хоча відомо багато методів для кластеризації, але звичайна кластеризація не дуже підходить для організації мікроперестановок. Наприклад, класична кластеризація k-середніх вимагає знання значення кількості можливих кластерів. Мінімальне остовне дерево (MST) — це остовне дерево з мінімальною довжиною усіх ребер. Коли MST використовується для кластеризації даних, кожна вершина представляє собою точку у просторі даних (запис), а довжина ребра — це відстань між двома точками.

У цьому підході до побудови мікроагрегацій можна виділити дві цілі. Перша — це мінімізувати втрату інформативності або корисності інформації маскованих даних, яка вимірюється за допомогою Евклідової метрики, що в принципі традиційно для мікроагрегації. Але в даному підході використовується нормалізована Евклідова метрика, яка масштабує цифрові значення квази атрибутів у діапазоні [0, 1]. Для категоріальних атрибутів квази ідентифікаторів, різниця між двома значеннями атрибуту дорівнюю 0 якщо значення однакові і 1 — в іншому випадку. Відстань потім нормалізується, ділячи її на кількість атрибутів. Друга ціль — це мінімізувати класову розбіжність у групах після кластеризації. Ця ціль досягається шляхом вимірювання

JSD [4] після того як групи вже сформовані, де JSD — це розбіжність Джонсона-Шеннона. JSD — це випукла функція, яка досягає мінімальне значення у 0. До того ж, вона симетрична, а її квадратний корінь задовольняє умові нерівності трикутника. JSD набуває значень на відрізку від 0 до 1. Тому її можна використовувати як нормалізовану метрику.

Для кожного кандидата стати ребром, алгоритм знаходить найближчого сусіда у частковому MST та розраховує значення JSD, яке базується на розподілі класів відповідного запису (найближчого сусіда). Послідовно знаходимо дві відповідні відстані для кожного кандидата: Евклідову відстань та JSD-відстань. Обидві відстані нормалізовані та мають значення у діапазоні [0, 1].

Luvai Motiwalla та Xiao-Bai Li розробили декілька алгоритмів, заснованих на принципі "розділяй та володарюй". Основна ідея підходу ґрунтується на алгоритмі kd-дерева. Такі дерева рекурсивно ділять набір даних на менші підмножини таким чином, що точки, які належать до однієї підмножини, стають більш однорідними після кожного поділу. Алгоритм kd-дерев, зазвичай, виділяє атрибут з найбільшою різницею у значеннях і ділить дані на дві підмножини — по медіані або по середньому значенню. Після кожного поділу, значення атрибутів в середині підмножини відносно близькі один до одного. Маскування даних проводиться в середині кожної підмножини. Таким чином, статистичні властивості даних в цілому зберігаються [5].

Для категоріальних даних, описаний вище підхід "розділяй та володарюй"може бути заснований на різних комбінаціях категоріальних значень, використовуючи такі техніки, як дерева рішень [6].

Корисність інформації вимірюється на підставі втрати інформації під час проведеного маскування. Одновимірна втрата інформації вимірюється відносним нахилом розподілу (RBID) [5]. Ця величина будується на основі класичної статистичної величини хі-квадрат:

$$RBID = \frac{1}{J}\sum_{j=1}^{J}\Big(\frac{1}{K_j}\sum_{k=1}^{K_j}\frac{|\widetilde{F}_{jk} - F_{jk}|}{F_{jk}}\Big) \quad (1)$$

де J кількість замаскованих атрибутів, а $K_j (j = 1, ..., J)$ кількість категорій (або бінів для числових значень) у j-тому замаскованому атрибуті. F_{jk} частота k-тої категорії j-того атрибуту в початковому наборі даних, $\widetilde{F}_{jk}$ - відповідна величина в замаскованих даних. RBID обчислює середнє відхилення між одновимірним розподілом замаскованих даних і вихідними даними. Багатовимірна втрата інформації оцінюється за допомогою мінімальної квадратичної похибки передбачення (MSPE) [7].

Висновки. Серед розглянутих методів можна виділити метод кластеризації на основі мінімального остовного дерева та метод мікроагрегації на основі kd-дерев, так як вони надають адекватні показники збереження корисності інформації. У подальших дослідженнях планується запропонувати модифікації зазначених методів на базі врахування певних особливостей даних, що захищаються (маскуються).

Література. **1.** Pingdom. (2012, April 19). *World Internet population has doubled in the last 5 years* [Online]. Available: http://royal.pingdom.com/2012/04/19/world-internet-population-has-doubled-in-the-last-5-years/ **2.** L. Sweeney, "k-Anonymity: a model for protecting privacy". *Internatational Journal on Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-based Systems*, 10 (5), pp. 557–570, 2002. **3.** Xiao-Bai Li, Sumit Sarkar, "Class-Restricted Clustering and Microperturbation for Data Privacy". *Management science* Vol. 59, No. 4, pp. 796–812, April 2013. **4.** J. Lin, "Divergence measures based on the Shannon entropy". *IEEE Trans. Inform. Theory* 37(1), pp. 145–151, 1991. **5.** L. Motiwalla, Xiao-Bai Li, "Developing Privacy Solutions for Sharing and Analyzing Healthcare Data". *Internatational Journal Bus Inf Syst* 13(2), January 2013. **6.** Li X-B, S. Sarkar, "Against classification attacks: A decision tree pruning approach to privacy protection in data mining". *Operations Research* Vol. 57, No. 6, pp. 1496–1509, 2009. **7.** J. Neter, W. Wasserman, M. Kutner, *Applied Linear Statistical Models*. Boston, MA: Irwin, 1990, pp. 465-466.

Шевченко Е.А., Ручкин К.А.
Донецкий национальный технический университет, Донецк, Украина

Выделение ладони человека с помощью метода модифицированной заливки на цветном сложном изображении

В настоящее время построение систем распознавания жестов, является актуальной задачей и используется в различных технических приложениях и игровых устройствах [1,2]. При разработке систем распознавания жестов одной из важных подзадач является задача выделения ладони человека на цветном изображении. Эта задача является достаточно сложной задачей, поскольку часто элементы цвета фона совпадают с цветом кожи ладони, что затрудняет дальнейшую обработку и сегментацию изображения. В данной работе для решения задача выделения ладони человека на сложном цветном изображении будет использован модифицированный метод заливки.

Существуют различные методы заливки - порядковое заполнение, заливки области с затравкой, простой алгоритм заливки, построчный алгоритм с затравкой и т.д. Рассмотрим их подробнее. Алгоритмы порядкового заполнения, предполагают, что соседние пиксели в строке одинаковы и меняются только там, где строка пересекается с ребром многоугольника. В алгоритме заливки области с затравкой задается заливаемая (перекрашиваемая) область, код пиксела, которым будет выполняться заливка и начальная точка в области, начиная с которой начнется заливка. Построчный алгоритм заливки с затравкой использует пространственную когерентность: пикселы в строке меняются только на границах, при перемещении к следующей строке размер заливаемой строки, скорее всего или неизменен или меняется на 1 пиксел. Таким образом, на каждый закрашиваемый фрагмент строки в стеке хранятся координаты только одного начального пиксела, что приводит к существенному уменьшению размера стека. Заливка выполняется следующим образом: является ли пиксел граничным или уже закрашенным, если нет, то пиксел перекрашивается, затем проверяются и если надо перекрашиваются 4 соседних пиксела. Очевидный недостаток алгоритмов непосредственно использующих связность закрашиваемой области - большие затраты памяти на стек, так как на каждый закрашенный пиксел в стеке по максимуму будет занесена информация о еще трех соседних. Кроме того, информация о некоторых пикселах может записываться в стек многократно. Это приведет не только к перерасходу памяти, но и потере быстродействия за счет многократной раскраски одного и того же пиксела.

Предлагаемый в работе модифицированный метод заливки ориентирован на работу со сложными цветными изображениями. При выделении ладони человека на цветном изображении элементы цвета фона могут совпадать с цветом кожи ладони. Фон считается простым, если выделения других элементов фона будет незначительным и не превышает какое-то значение, которое определено экспериментальным путем. Сложным будем считать такой фон, на котором много других объектов совпадающих по цвету с ладонью. Уменьшить сложность фона можно за счет этапа предварительной обработки изображения. Сначала происходит предварительная заливка и анализ фона изображения. Если фон изображения достаточно простой цветной, то происходит окончательное выделение руки на изображении с помощью алгоритма заливки (вариант построчного сканирования). Если фон изображения сложный, то изображение необходимо обработать вспомогательными средствами. К вспомогательным средствам относятся перекодировка в 256 цветов и в градации серого. Применение дополнительной обработки позволяет улучшить качество выделения ладони на изображении, но увеличивает скорость обработки изображения. Эта задача будет рассмотрена в дальнейших работах.

Литература. **1.** Степанов В. Н., Попова Г. М., Дружинин Ю. О. Способ компьютерной обработки и анализа изображений разнотипных объектов биологической природы: Патент на изобретение № 2406144 РФ; Зарег. 10.12.2010. **2.** А.М.Малов, Т.Ф. Шереметьева «Метод предварительной обработки медико-биологических изображений» // Научно-технический вестник. 2007, №37, с.10-16

Шоботенко Н.М. *— рецензент Дідковська М.В.*
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Модель оцінки ефективності впровадження методу автоматизації тестування

Автоматизація тестування не завжди необхідна, раціонально обґрунтована або економічно виправдана. Тільки детальний аналіз може допомогти зробити усвідомлений вибір, а також виявити плюси і мінуси. Далі постає проблема вибору власне методу, який буде впроваджено.

Для оцінки доцільності використання відповідного методу автоматизації тестування варто врахувати наступне:

1. Витрати на розробку початкової бібліотеки автоматизованих тестів;
2. Витрати на підготовку і виконання 1го скрипта;
3. Витрати на аналіз результатів першого прогону набору автоматизованих скриптів;
4. Витрати на підтримку автоматизованих тестів у актуальному стані.
5. Кількість запланованих циклів тестування.

Крім того, важливо також врахувати, що у випадку використання інструменту автоматизації вперше, необхідно виділити кошти на власне ліцензію програмного забезпечення, навчання персоналу та купівлю додаткових апаратних засобів у випадку необхідності. [1]

Пропонується використати наступну загальну формулу розрахунку рентабельності інвестицій (ROI) для оцінки доцільності використання відповідного методу автоматизації [2]:

$$ROI = \frac{Gain - Investment}{Gain} * 100\%; \tag{1}$$

Вартість тестування без автоматизації обчислюється за формулою:

$$Gain = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{m} t_j * k_{ij} * c_j \ ; \tag{2}$$

Вартість впровадження конкретного методу автоматизації обчислюється за формулою:

$$Investment = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n} t'_j * k'_{ij} * c * (T_e + T_a + T_m) + T_o * \sum_{j=1}^{n} t'_j * k'_{ij} * c \ + I_o; \tag{3}$$

В порівнянні з класичною формулою [3]:

$$E_a = \frac{T_m * N_r * N_c}{T_d + T_s * N_r * N_c} \tag{4}$$

В залежності від специфікації проекту, видів тестування, які потрібно провести, дана формула дозволяє порівняти ефективність використання конкретного методу автоматизації так,як :

- кожен метод забезпечує автоматизацію різної множини видів тестування;
- час на підготовку вхідних даних та налаштування інструменту автоматизації відрізняється;
- приймається до уваги лише час, що потребує наявності тестера;
- вартість години ручного тестування та автоматизації різняться.

Література. **1.** Гребенюк В.М. Оценка целесообразности внедрения автоматизированного тестирования[Електронний ресурс]. – Режим доступу:http://naukovedenie.ru/PDF/13tvn113.pdf **2.** JOHNSON D., Test Automation ROI[Електронний ресурс]. – Режим доступу:http://www.dijohnic.com/test_automation_roi.pdf **3.** Дастин Э. Автоматизированное тестирование программного обеспечения[Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://progbook.ru/testirovanie-programmnogo-obespecheniya/873-dastin-avtomatizirovannoe-testirovanie.html

Ясько В.В., Самородов Е.Л., Макаренко А.С.
Институт прикладного системного анализа НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Исследование динамики транспортных процессов в городе

Проблема городских перевозок пассажиров в условиях бурного развития Киева становится все более сложной. В этих условиях особую актуальность приобретают вопросы внедрения современных интеллектуальных транспортных систем планирования и оперативного управления движением. Все более важными становятся задачи анализа транспортной работы всех видов городского наземного пассажирского транспорта (МНПТ), которые функционируют в едином информационном пространстве. Современные технологии позволяют более точно прогнозировать состояние транспортной сети города и оптимизировать время достижения заданного местоположения в условиях города со всеми проблемами, пробками, тянучками. Для точных расчетов состояния сети необходимы достоверные данные. Такими данными являются точные электронные карты и результаты реальных измерений. Наиболее полным объемом реальных данных является база данных Автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) КП «Киевпасстранс». Эта система решает внутренние технологические задачи бесперебойного функционирования наземного пассажирского транспорта в Киеве.

Кроме решения своих внутренних технологических задач АСДУ является бесценным источником данных о скоростном режиме движения транспорта. В базе данных хранится информация о реальном передвижении транспорта в столице за последние несколько лет. К тому же идет ежеминутное пополнение таких данных со всех подвижных объектов города. Совмещая эти данные с картой можно наблюдать реальный срез поля скоростей общественного транспорта.

Если использовать «сырые» данные напрямую, то они часто неправильно отображают фактические скорости передвижения транспорта по каждой конкретной улице и подходят для достаточно грубых прогнозов времени проезда заданного участка. Для прогнозирования более точного времени проезда по улицам необходима дополнительная информация по специфике каждой улицы и своя модель пересчета скорости общественного транспорта на фактическую скорость. Именно эти уточненные данные и должны учитываться при оптимизации маршрутов, позволяя существенно повысить точность прогноза. Реальное время достижения заданного места является ключевым моментом для экстренных служб таких, как скорая помощь, пожарная служба, аварийная служба ремонта газового хозяйства, лифтов, если в них люди, и других чрезвычайных ситуациях.

Уточнение реальной пропускной способности позволит принимать обоснованные решения по улучшению трафика в городе. Например, стоит ли на данной улице вводить отдельную полосу для общественного транспорта, или это еще более ухудшит ситуацию. Реальные данные позволяют промоделировать скоростные потоки типа «зеленая волна» с учетом не только данного направления, но и с учетом положения дел на смежных улицах, дают дополнительную информацию, которая позволяет корректировать планы развития города в целом, выбирать оптимальные места строительства новых мостов и автомобильных развязок.

В докладе представлены основные идеи по преобразования наблюдаемого поля скоростей в поле реальных средних скоростей, которые изменяются во времени суток и в зависимости от будних и нерабочих дней. Приведены примеры тестового расчета фактической скорости движения по улицам в Днепровском районе и определения оптимального по времени пути для скорой помощи.

Проанализированы и выявлены возможности использованных данных АСДУ для расширения функциональных возможностей ее применения. Нахождение средней скорости, и оптимального маршрута с учетом пробок на дорогах города.

Было проанализировано транспортную систему города Киева, использования АСДУ (автоматизированной системы диспетчерского управления) и важность решения некоторых реальных задач города.

Литература. **1.** КП«Киевпастранс»[Електронний ресурс] — Режим доступу:, http://kpt.kiev.ua. **2.** Державна служба статистики України [Електронний ресурс] — Режим доступу:, http://www.ukrstat.gov.ua/. **3.** Wikipedia, ru.wikipedia.org.

Authors · Авторы · Автори

Bakhrushin Alexey V., 28
Bakhrushin Vladimir E., 28
Bayas Marcia Marisol, 184
Bidyuk Petro I., 40
Boretska Iryna B., 323
Chernenko Pavel O., 30
Donchenko Volodymyr S., 31
Dubovoy Volodymyr M., 184
Dzyadyk Yuriy V., 33
Gavrylov Sergii V., 185
Gorban Irina M., 35
Hart Liudmila L., 36
Khomenko Olga V., 35
Kozyrev V.S., 40
Krasniuk Roman P., 285
Kroshnyy Ihor M., 323
Kucher Vladyslav O., 284
Lipchak Iliya R., 186
Litvinov Valeriy A., 322
Lyakhevich Sergii V., 187
Maistrenko Svetlana Ya., 322
Makarenko Alexander S., 30
Maksymov Oleksandr I., 38
Makukha, Mykhailo P., 39
Manoilo Mariia V., 36
Matsuki Yoshio, 40
Morozov Ruslan Yu., 41
Oparina, Elena L., 39
Putrenko Viktor V., 42
Pyshnograiev Ivan O., 42
Rovira Ronald H., 189
Sokolovskyy Yaroslav I., 323
Solonko Kateryna V., 324
Stolbov Denys V., 326
Sykala Olha P., 323
Tsegelyk Grygoriy G., 285
Vertiletskij Vladimir G., 186
Yefremov Kostyantyn V., 42
Yegorova Olha V., 190
Yevtushenko Kateryna I., 43
Zadoianchuk Nina V., 44
Zaskaleta Sergii Yu., 45
Zorin Yurii M., 328
Абрамова Олександра Олегівна, 287
Авдеев Борис Александрович, 72
Александрова Валентина Михайлівна, 104
Алескеров Эльман Рамазан, 330
Алфимцев Александр Николаевич, 192
Амонс Олександр Анатолійович, 437
Аракелян Георгий Арменакович, 260
Артюхов Віталій Григорович, 333
Арчвадзе Натела Нодариевна, 335
Бабенко Ярослав Вікторович, 193
Баглай Дмитро Володимирович, 247
Байбуз Олег Григорович, 407
Бакуліч Олена Олександрівна, 79
Балашов Владимир Владимирович, 47
Бардадым Иван Владимирович, 48
Басюк Тарас Михайлович, 337
Безносик Александр Юрьевич, 432
Безносик Юрий Александрович, 223
Бейко Іван Васильович, 50
Белошицкая Оксана Константиновна, 52
Березин Денис Сергеевич, 54
Бєлоус Дмитро Ігорович, 339
Бидюк Петр Иванович, 55
Биков Сергій Сергійович, 288
Биленко Анатолий Александрович, 445
Бідюк Петро Іванович, 56, 194, 218, 219
Білова Марія Олексіївна, 107
Білущак Юрій Ігорович, 57
Боднар Александр Анатольевич, 367
Бойко Юрий Дмитриевич, 105
Болдак Андрій Олександрович, 59
Бомба Андрій Ярославович, 340
Бондарь Ксения Александровна, 290
Борисевич Алексей Валерьевич, 60
Бояринова Юлия Евеньевна, 342
Бриль Андрей Сергеевич, 343
Бритов Олексій Анатолійович, 333, 344

Бугаева Людмила Николаевна, 223
Будько Олександр Сергійович, 111
Булах Богдан Викторович, 303
Булах Богдан Вікторович, 291
Булах Виталий Анатольевич, 62
Бурляй Ігор Володимирович, 362
Буров Євген Вікторович, 196
Буценко Юрій Павлович, 64
Бушуев Сергей Дмитриевич, 17
Вартанян Василий Михайлович, 148
Васенко Анастасія Вікторівна, 346
Васильев Владимир Иванович, 65
Васянин Владимир Александрович, 162
Вахріна Вікторія Андріївна, 377
Величко Віталій Юрійович, 348
Вельбицкий Игорь Вячеславович, 349, 351
Верещинський Олег Андрійович, 22
Виноградов Юрій Миколайович, 353, 443
Вишталь Дмитрий Михайлович, 65
Вініченко Дмитро Миколайович, 354
Вітель Дмитро Юрійович, 22
Власій Олеся Орестівна, 174
Водопьянова Александра Сергеевна, 355
Волков Владимир Евгеньевич, 356
Волкова Виолетта Николаевна, 67
Володін Максим Сергійович, 292
Волошин Николай Владимирович, 198
Воропаєва Вікторія Яківна, 90
Ганчукова Дар'я Володимирівна, 357
Гаюха Александр Александрович, 358, 386
Гвозденко Марина Владиславовна, 216
Гера Богдан Васильович, 69
Гіоргізова-Гай Вікторія Шалвівна, 287
Глухенько Костянтин Анатолійович, 443
Гнинюк Оксана Володимирівна, 200
Говорущенко Теятна Олександрівна, 359
Годлевский Михаил Дмитриевич, 71, 361
Голиков Сергей Павлович, 72
Головань Михайло Володимирович, 133
Головатюк Андрей Олегович, 55
Голоскокова Анна Александровна, 361
Голуб Сергій Васильович, 362
Голубова Ирина Андреевна, 293
Гонтарь Наталья Анатольевна, 364
Гончарук Володимир Євтихієвич, 57, 69
Горбань Игорь Ильич, 74
Горбань Наталія Володимирівна, 76
Горелова Галина Викторовна, 19
Городецкий Виктор Георгиевич, 77
Городько Наталия Алексеевна, 342
Гохкаленко Сергей Дмитриевич, 351
Гранаткіна Тамара Давидівна, 378
Гребенко Петро Андрійович, 287
Гречко Анна Эдуардовна, 316
Гриценко Владимир Ильич, 366
Гришин Игорь Юрьевич, 367
Гуммель Алексей Викторович, 78
Гура Едуард Сергійович, 369
Давидок Анастасія Євгенівна, 171
Далецька Наталя Профірівна, 353
Данчук Віктор Дмитрович, 79
Дворщенко Олег Станіславович, 402
Денисенко Александр Иванович, 80
Денисенко Олександр Іванович, 82, 144
Дехтярук Микола Трохимович, 382
Дзядик Юрій Владиславович, 370
Дивнич Маргарита Юріївна, 201
Диденко Дмитрий Георгиевич, 372, 374
Діденко Дмитро Георгійович, 376
Дідковська Марина Віталієвна, 378
Дідковська Марина Віталіївна, 247, 377, 451
Дмитриенко Валерий Дмитриевич, 203
Дмитрук Вероніка Анатоліївна, 69
Довніч Олександр Сергійович, 111
Долгіх Ірина Петрівна, 90
Донченко Володимир Степанович, 379
Дорофеев Юрий Иванович, 83
Дьоміна Анна Олександрівна, 380
Ерофеева Елена Анатольевна, 204
Ємельянова Дар'я Ігорівна, 109
Єремєєв Ігор Семенович, 85
Жидков Владимир Александрович, 156
Забара Станіслав Сергійович, 382
Забелин Станислав Игоревич, 384
Заболотня Тетяна Миколаївна, 354, 428
Заводник Вячеслав Владленович, 87
Заворотный Евгений Викторович, 206
Загадарчук Тарас Васильович, 402
Заговора Ольга Владимировна, 385
Заец Роман Васильевич, 88

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Зайцева Екатерина Алимовна, 105
Зайцева Еліна Євгенівна, 90
Зайченко Елена Юриевна, 207
Зайченко Юрий Петрович, 208, 211
Зайченко Юрій Петрович, 210
Заковоротный Александр Юрьевич, 203
Згуровський Михайло Захарович, 21
Зінько Петро Миколайович, 127
Зінько Тарас Петрович, 379
Зражевська Наталія Григорівна, 92
Зубарева Полина Константиновна, 214
Зубачева Елизавета Валериевна, 235
Зубенко Иван Николаевич, 245, 386
Иевлев Евгений Сергеевич, 387
Иевлева Светлана Николаевна, 212
Івінський Антон Віталійович, 388
Ільченко Ксенія Олександрівна, 59
Калиновский Яков Александрович, 93
Каниовская Ирина Юрьевна, 214
Капустян Володимир Омелянович, 94
Капшук Олег Олексійович, 297
Карасюк Владимир Васильевич, 216
Караюз Ірина Валентинівна, 218
Каркунов Ярослав Олегович, 96
Кармазь Ксения Юрьевна, 389
Карпенко Сергій Олексійович, 219
Карчева Ольга Яківна, 220
Катренко Анатолій Васильович, 97
Качан Ирина Ивановна, 258
Кириленко Елена Георгиевна, 391
Киричек Галина Григорьевна, 393
Кириченко Людмила Олеговна, 99
Киричок Петро Олексійович, 395
Киричок Тетяна Юріївна, 395
Кирюша Богдан Анатоллиевич, 294
Киселев Геннадий Дмитриевич, 295
Киселева Анна Геннадиевна, 295
Киселёва Елена Михайловна, 102
Киселева Елена Юрьевна, 100
Кифоренко Светлана Ивановна, 366
Кірік Олена Євстафіївна, 104
Климковская Станислава Дмитриевна, 372
Климковська Катерина Дмитрівна, 376
Кобицкая Юлия Александровна, 99
Коваленко Сергей Владимирович, 116
Коваль Александр Васильевич, 105
Коваль Анна Олександрівна, 402
Ковальчук Євген Олександрович, 227
Козлов Кирило Валерійович, 397
Козловская Виктория Александровна, 222
Козуля Марія Михайлівна, 176
Козуля Тетяна Володимирівна, 107, 109
Колябина Дарья Александровна, 223
Комлєв Олександр Олександрович, 111
Комов Дмитрий Игоревич, 112
Кондратенко Наталія Романівна, 224
Кондратова Людмила Павловна, 251
Концевич Валерий Георгиевич, 385
Кораб Катерина Олександрівна, 113
Корнєйчик Борис Анатолійович, 434
Корнійчук Дмитро Петрович, 226
Коряшкина Лариса Сергеевна, 102, 114
Косейкіна Ганна Сергіївна, 353
Костенко Елена Михайловна, 115
Костенко Олексій Володимирович, 297
Котова Алина Борисовна, 222, 366
Кравець Ірина Олександрівна, 227
Кравчук Віталій Володимирович, 402
Красій Андрій Валерійович, 398
Кривцун Елена Владимировна, 140
Крикунова Ксенія Георгіївна, 227
Крюков Александр Александрович, 374
Кудерметов Равиль Камилович, 430
Кудрицький Станіслав Сергійович, 413
Кулешова Ольга Николаевна, 400
Куліков Василь Михайлович, 402
Куценко Александр Сергеевич, 116
Кущ Сергей Николаевич, 435
Лабжинський Володимир Анатолійович, 64
Лавданский Артем Александрович, 403
Лавренюк Николай Васильевич, 366
Лаптюк Андрій Миколайович, 228
Лапшинова Дар'я Володимирівна, 414
Левин Дмитрий Константинович, 48
Лисецкий Юрий Михайлович, 405
Литвин Вероніка Миколаївна, 145
Литовченко Андрей Александрович, 319
Лопатин Алнксей Констанинович, 117
Луценко Олег Павлович, 407
Луцкий Георгий Михайлович, 299

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Лысогор Роман Викторович, 409
Любчик Леонид Михайлович, 83
Магац Андрій Степанович, 97
Мажара Ольга Олександрівна, 277
Мазуркевич Наталья Феоктистовна, 223
Майшмаз Георгий Константинович, 71
Макаренко Александр Сергеевич, 458
Макеєнок Олександр Миколайович, 344
Максименко Глеб Вадимович, 230
Малафеева Людмила Юрьевна, 119
Малышевская Екатерина Николаевна, 232
Маніло Володимир Володимирович, 454
Марковський Олександр Петрович, 411
Марченко Виталий Анатольевич, 412
Маслянко Павло Павлович, 121, 413, 414
Масюткин Дмитрий Евгеньевич, 72
Мегрелишвили Ричард Петрович, 416, 417
Мейтус Владимир Юльевич, 233, 235
Мельник Володимир Володимирович, 419
Микеладзе Бессарион Давидович, 67
Микитін Дмитро Андрійович, 123
Милявский Юрий Леонидович, 147
Михалёва Александра Александровна, 102
Молчанов Александр Артемьевич, 124
Моравецька Катерина Віталіївна, 126
Моргун Микола Євгенійович, 420
Морозенко Сергій Володимирович, 237
Мурга Николай Алексеевич, 239, 241
Мухин Алексей Геннадьевич, 134
Мухин Вадим Евгеньевич, 299, 301
Навоенко Валерия Игоревна, 102
Надеран Светлана Владимировна, 242
Надеран Эдрис, 243
Наконечний Олександр Григорович, 127
Настенко Евгений Арнольдович, 52
Негурица Дмитрий Сергеевич, 244
Недашківська Надія Іванівна, 128
Неупокоев Максим Олегович, 303
Нешта Вікторія Віталіївна, 439
Низовий Дмитро Юрійович, 56
Николаенко Андрей Константинович, 245, 358
Ніколаєв Сергій Сергійович, 421
Носацкий Вячеслав Александрович, 304
Ови Нафас Агаи аг Гамиш, 208
Огородник Ольга Євгенівна, 423
Олефір Олександр Степанович, 226, 272
Онищук Валентин Олегович, 113
Орєхова Наталія Артурівна, 380
Орлов Ігор Анатолійович, 247
Осадчук Николай Павлович, 77
Остапчук Алла Ігорівна, 85
Паберівський Віктор Володимирович, 69
Павлюк Юлія Русланівна, 129
Павлючик Евгения Андреевна, 424
Палійчук Андрій Петрович, 130
Палійчук Лілія Сергіївна, 131
Панкратов Володимир Андрійович, 132
Панкратова Наталія Дмитрівна, 133
Панкратова Наталья Дмитриевна, 134, 135, 137
Папуч Тамара Юріївна, 249
Пархоменко Андрій Володимирович, 395
Пасічник Володимир Володимирович, 196
Пашаев Намик Мухтар, 330
Перепелкина Людмила Владимировна, 62
Петейчук Александра Васильевна, 159
Петрашенко Андрій Васильович, 193
Петренко Алексей Алексеевич, 305
Петренко Анатолій Іванович, 308
Петренко Олексій Олексійович, 312
Печурин Николай Капитонович, 251
Печурин Сергей Николаевич, 251
Пєтівотова Аліса Ігорівна, 425
Пивовар Віталій Вікторович, 426
Пигнастый Олег Михайлович, 138
Пинчук Вячеслав Павлович, 140
Пирожок Владислав Анатолійович, 428
Писарчук Алексей Александрович, 142
Пишнограєв Іван Олександрович, 59, 94
П'ятчаніна Тетяна Віталіївна, 402
Повісенко Сергій Володимирович, 429
Поворознюк Анатолий Иванович, 252
Погорілий Сергій Дем'янович, 22
Подковаліхіна Олена Олександрівна, 82, 144
Подладчиков Владимир Николаевич, 112, 146
Подладчіков Володимир Миколайович, 129, 145, 357
Полищук Евгений Юриевич, 48
Поліщук Вікторія Юріївна, 254

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Польская Ольга Владимировна, 430
Помернюк Марина Сергеевна, 432
Попова Юлия Александровна, 146
Порушкевич Анатолій Юрійович, 255
Потапова Катерина Романівна, 434
Приходнюк Віталій Валерійович, 348
Прогонов Дмитрий Александрович, 435
Пховелишвили Мераб Гайозович, 335
Рагимов Рауф Махмуд, 330
Резниченко Роман Викторович, 257
Римарєв Дмитро Тарасович, 437
Романенко Виктор Демидович, 147
Романенков Юрий Александрович, 148
Романкевич Віталій Олексійович, 439
Романов Валерий Владимирович, 304
Романчук Катерина Геннадіївна, 149
Романчук Романа Іванівна, 440
Ручкин Константин Анатольевич, 456
Рябенко Антон Евгеньевич, 258
Савастьянов Владимир Владимирович, 150
Савченко Ілля Олександрович, 152
Савченко Ян Михайлович, 314
Сальников Николай Николаевич, 124
Самородов Евгений Львович, 458
Сахаров Сергій Юрійович, 448
Сватко Віталій Володимирович, 79
Свистунов Сергей Яковлевич, 315
Севернюк Дмитрий Олегович, 441
Селин Александр Николаевич, 230
Сёмкин Владимир Владимирович, 262
Сергеєва Анастасія Вікторівна, 121
Сергиенко Анатолий Михайлович, 260
Сергієнко Анатолій Михайлович, 443
Сидорук Інна Анатоліївна, 210
Синельникова Ольга Игоревна, 62
Синюта Сергей Борисович, 319
Сирик Сергей Валентинович, 124
Сирота Сергій Вікторович, 348
Ситников Тихон Валерьевич, 445
Сіленко Вікторія Валеріївна, 194
Сіпко Олена Миколаївна, 263
Сіренко Людмила Вікторівна, 153
Скачко Дмитрий Александрович, 446
Скачко Инесса Олеговна, 265
Скрипник Артем Александрович, 266
Слободюк Алексей Юрьевич, 267
Смолка Оксана Андріївна, 154
Снитюк Віталій Євгенович, 263
Снігур Ольга Олексіївна, 224
Соколовський Станіслав Валерійович, 411
Соловйов Володимир Миколайович, 268
Станіна Ольга Дмитрівна, 166
Стефанишин Дмитро Володимирович, 149, 155
Стефанишина-Гаврилюк Юлія Дмитрівна, 155
Стецюк Петр Иванович, 156
Стрельчук Елена Анатольевна, 391
Сулейманов Тофик Ибрагим, 330
Тавров Данило Юрійович, 448, 449
Тахістова Тетяна Павлівна, 158
Темников Владимир Александрович, 159
Темнікова Олена Леонідівна, 158
Терещенко Элина Валентиновна, 258
Тимофієва Надія Костянтинівна, 160
Тимошенко Юрій Олександрович, 421
Тимошин Юрий Афанасьевич, 351
Товстолиткіна Оксана Олександрівна, 451
Токар Ярина Сергеевна, 269
Трачук Ирина Юрьевна, 270
Тройна Антон Викторович, 316
Трофимчук Александр Николаевич, 162
Труш Галина Александровна, 391
Туренко Алина Сергеевна, 93
Туровський Вадим Леонідович, 272
Турубарова Альона Володимирівна, 163
Урупа Анастасія Віталіївна, 165
Ус Світлана Альбертовна, 166
Фауре Эмиль Витальевич, 403
Федорець Ольга Андріївна, 167
Федоречко Ольга Іванівна, 369
Фесюк Александр Владимирович, 156
Филатова Анна Евгеньевна, 273
Форманюк Алла Анатоліївна, 227
Хабачёва Алина Юрьевна, 99
Хала Екатерина Александровна, 275
Хардіков Олександр Євгенійович, 220
Харчун Владимир Михайлович, 135
Харчун Володимир Михайлович, 168
Хаткова Ирина Владимировна, 317

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf

Химич Александр Николаевич, 24
Хицко Яна Владимировна, 93
Хнигічева Альона Михайлівна, 167
Ходневич Ярослав Васильович, 170
Цвяк Аліна Олександрівна, 434
Чабаненко Дмитро Миколайович, 268
Чапля Євген Ярославович, 171
Часовський Дмитро Борисович, 173
Череватенко Антонина Павловна, 114
Черненко Ольга Борисовна, 117
Чернова Елена Александровна, 452
Чернуха Ольга Юріївна, 57, 171, 174
Чертов Олег Романович, 346, 454
Четырбок Пётр Васильевич, 211
Чугай Андрей Михайлович, 262
Шаповалова Світлана Ігорівна, 277
Шаронова Наталья Валеріївна, 176
Шевченко Андрей Юрьевич, 315
Шевченко Евгений Александрович, 456
Шелест Антон Викторович, 137
Шенгелия София Вахтанговна, 417
Шецирули Лия Дмитриевна, 335
Широков Володимир Анатолійович, 25
Шмиговська Ольга Леонідівна, 145
Шоботенко Наталія Миколаївна, 457
Шовгун Наталія Віталіївна, 279
Шпортько Леся Василівна, 340
Шпортько Олександр Володимирович, 340
Шубенкова Ірина Анатоліївна, 154
Щелкалін Віталій Миколайович, 178, 280
Щербовських Сергій Володимирович, 180
Юрченко Владимир Викторович , 319
Юрченко Дмитро Володимирович, 449
Юрченко Ігор Валерійович, 181
Ярошенко Руслан Федорович, 17
Ясько Василий Васильевич, 458
Яшунін Володимир Олександрович, 439

ISBN 978-966-2748-51-2, revision 1.0 (2014.04.29), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2014.ebook.pdf