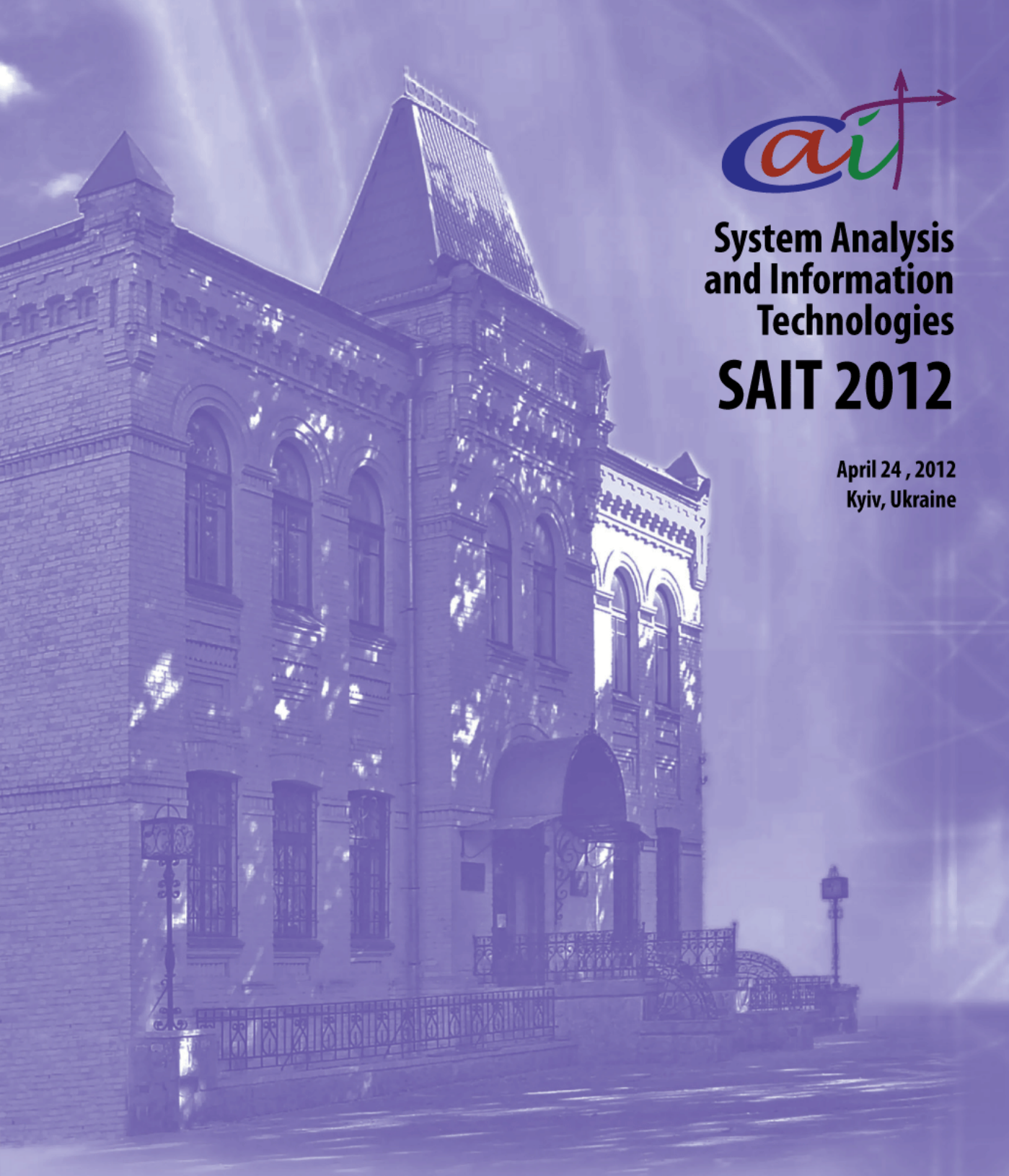


System Analysis and Information Technologies

SAIT 2012

April 24 , 2012
Kyiv, Ukraine

Institute for Applied System Analysis

National Academy of Sciences of Ukraine
Ministry of Education and Science, Youth and Sport of Ukraine
National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

Nataliya D. Pankratova (Ed.)

System Analysis and Information Technologies

14-th International Conference SAIT 2012
Kyiv, Ukraine, April 24, 2012

Proceedings

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:
Gennadii D. Kiselyov, Ph.D.
Mykola A. Murga
Nadezhda I. Nedashkovskaya, Ph.D.
Elena L. Oparina
Lidiya V. Sidolaka
Oleksandr M. Terentiev, Ph.D.

Design and typesetting:
Mykhailo P. Makukha

System analysis and information technologies: 14-th International conference SAIT 2012, Kyiv, Ukraine, April 24, 2012. Proceedings. – ESC "IASA" NTUU "KPI", 2012. – 443 p.

С40 **Системный анализ и информационные технологии**: материалы 14-й Международной научно-технической конференции SAIT 2012, Киев, 24 апреля 2012 г. / УНК "ИПСА" НТУУ "КПИ". – К.: УНК "ИПСА" НТУУ "КПИ", 2012. – 443 с. – Текст: укр., рус., англ.

С40 **Системний аналіз та інформаційні технології**: матеріали 14-ї Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2012, Київ, 24 квітня 2012 р. / ННК "ІПСА" НТУУ "КПІ". – К.: ННК "ІПСА" НТУУ "КПІ", 2012. – 443 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.

ISBN 978-966-2748-07-9
9 789662 748079

© ESC "Institute for Applied System Analysis"
NTUU "KPI", 2012

ISBN 978-966-2748-07-9 (ebook)
http://sait.kpi.ua

Table of contents · Содержание · Зміст

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 **15**
Grinevskaya S.N., Grinevskaya K.S. Modelling of economic processes of region's self-development 17
Korshunova I.A. Free knot splines for functional data classification 18
Makukha M.P. Expert assessment procedure planning in conditions of uncertainty 19
Zgurovsky M.Z., Kasyanov P.O., Zadoianchuk N.V. Long-time behavior of solutions for quasi-linear hyperbolic hemivariational inequalities with application to piezoelectricity problem 20
Акбергенов А.А. Про структуру множини неперервних розв'язків систем нелінійних різницевих рівнянь в околі стану рівноваги 21
Алексахіна І.В., Родіонов А.М. Дослідження поведінки функції імовірності успішності атаки при зміні структури інформаційно-комунікаційної системи 22
Білоклокова Ю.В. Багатокритеріальне оцінювання інвестиційної привабливості компаній з використанням методів підтримки прийняття рішень 24
Богушевський В.С., Зубова К.М. Модель керування конвертерним процесом в умовах енергозберігаючої технології 26
Борисевич А.В. Метод численного продолжения решения по параметру для обнуления выхода многомерных аффинных нелинейных систем 27
Буценко Ю.П., Лабжинський В.А. Багатофакторні ризики та системи екологічного моніторингу 29
Ваврук Є.Я., Грицик І.В. Шляхи забезпечення відмовостійкості обчислень в задачах опрацювання сигналів 30
Ваврук Є.Я., Грос В.В. Шляхи забезпечення відмовостійкості систем опрацювання радіолокаційної інформації 32
Варфоломеєв А.Ю. Simulink-модель для оптимізації параметрів системи автоматичного відслідковування об'єктів 34
Васильев В.И., Виштaль Д.М. Метод оценки вероятности связности стохастического графа 36
Волошин Н.В. Проектирование автоматизированных систем иридодиагностики с использованием математического аппарата Сетей Петри 38
Гарт Л.Л. Об одном варианте проекционно-итерационного метода минимизации функционала в гильбертовом пространстве 40
Глушак Л.В. Сопровождение повышения качества банковской деятельности с помощью линейки развития 41
Годлевский М.Д., Власенко А.М. Принципы построения распределенной трехуровневой системы управления развитием ВУЗа 42
Годлевский М.Д., Станкевич А.А., Годлевский И.М. Основные этапы синтеза системы организационного управления цепочками поставок в области дистрибьюции 43
Горелова Г.В. Рынок труда Юга России, когнитивный анализ развития 44
Гринченко М.А., Чередниченко О.Ю. Прогнозирование процессов развития региональных макроэкономических систем 46
Гришечкина Т.С. Моделирование зависимых отказов в технических системах 48

Губарєв В.Ф., Шабага О.Ю., Дяденко О.М. Дослідження бортового вимірювального комплексу космічного апарату . . . 49
Давидок А.Є., Чернуха О.Ю. Моделювання потоків домішки у смузі з випадково розташованим прошарком за ненульової початкової концентрації . . . 50
Денисенко О.І., Морозов Д.С. Моделювання конвективного охолодження пластинчастого радіатора . . . 52
Дмитрук В.А., Гончарук В.Є., Чернуха О.Ю. Комп'ютерне дослідження стаціонарних процесів конвективної дифузії в бінарних структурах . . . 53
Дорофеев Ю.И., Никульченко А.А. Синтез прогнозирующего линейно-квадратичного управления распределенными сетями поставок с помощью линейных матричных неравенств . . . 55
Дунаевская О.И., Ящук Н.И. Генетический алгоритм. Рекуррентная оценка продолжительности ожидания прогрессора . . . 57
Єремєєв І.С., Дичко А.О. Екологічні системи як об'єкт фрактального аналізу . . . 59
Єршов О.Є., Ємцов О.С. Програмне забезпечення комп'ютерної системи для розв'язання задач математичного моделювання розподілених просторово-часових процесів . . 61
Жданова О.Г., Маяков С.В. Задача мінімізації середнього часу завершення робіт у системі з «вузьким місцем» . . . 62
Заводник В.В. Математическое моделирование процесса очистки природных сред от нефтепродуктов . . . 63
Ивченко М.И. Системный подход к проблеме обучения пользователей в ракурсе развития информационных технологий . . . 64
Івченко В.А. Стратегічне планування розвитку аграрного сектору АР Крим . . . 65
Касьянова К.Н. Применение нечетких когнитивных моделей на этапе имитационного моделирования при решении задач технологического предвидения . . . 66
Катренко А.В., Магац Д.С. Проблеми формування портфелю проектів в мультипроектному середовищі . . . 67
Киричок Т.Ю. Задача багатокритеріального вибору варіанту переоснащення банкнотного виробництва . . . 69
Кірік О.Є. Системний підхід до управління газотранспортними мережами . . . 70
Клименко В.В. Оцінка причинно-наслідкових зв'язків у слабо структурованих і складно формалізованих задачах . . . 72
Козік М.В. Модифікація колокаційного методу з використанням вейвлетів другого покоління для еволюційних задач гідродинаміки . . . 73
Козлов К.В., Макуха М.П. Составление расписаний как инструмент планирования социальных и производственных процессов . . . 74
Козуля Т.В., Ємельянова Д.І. Комплексна оцінка екологічності техногенно-навантажених територіальних об'єктів . . . 75
Кологривов Я.І. Побудова сценаріїв для передбачення майбутнього . . . 77
Коропецький В.В., Малик І.В. Ріст розв'язків стохастичних диференціально-різницевих рівнянь випереджаючого типу . . . 79
Кравець П.І., Лукіна Т.Й., Жеребко В.А., Шимкович В.М. Концепція єдиного підходу до вирішення оптимізаційних задач в ієрархічних технічних системах управління 80
Крамар В.І., Лупенко С.А. Застосування чисел Рамсея з правилами в генетичних алгоритмах . . . 82
Красношлык Н.А., Богатырёв А.О. Квазидвумерная математическая модель межфазного взаимодействия в бинарной металлической системе . . . 84
Литвин В.М., Шмиговська О.Л. Мінімізація ризику втрат в умовах конкурентної боротьби 85

Лопатин А.К., Черненко О.Б. Анализ развития финансовых рынков Еврозоны, США, Великобритании и Украины в период мирового финансового кризиса 2007-2009 г.г. и периода восстановления экономики после кризиса . . . 86
Майстренко О.С., Суханова Л.С. Онтологія як інструментарій проектів системної інженерії . . . 87
Малафеева Л.Ю. Формирование согласованных экспертных оценок при реализации метода Делфи . . . 89
Маслянко П.П., Майстренко О.С. Системна інженерія і інтеграція бізнес-моделей . . . 90
Мащенко С.О., Бовсунівський О.М. Задача прийняття рішень з нечіткою множиною цілей 91
Михайлюк В.О. Про сублінійний алгоритм реоптимізації для задачі про мінімальне вершинне покриття графа . . . 92
Мілявський Ю.Л. Розробка і дослідження системи координуючого цифрового керування хімічним реактором ідеального перемішування . . . 94
Недашковская Н.И. Гибридный метод поддержки принятия решений в нечетких условиях при взаимозависимых критериях . . . 95
Опарина Е.Л. Метод уровней анализа в изучении перспектив скоординированного социально-экономического развития Украины и России . . . 97
Османова Т.М., Макаренко О.С. Використання Грід методологій для поширення ідеї сталого розвитку . . . 98
Панкратов В.А. Моделирование системы показателей текущего состояния окружающей среды Южного берега АР Крым . . . 99
Панкратова Н.Д. К решению многокритериальных оптимизационных задач синтеза иерархических структур СТС . . . 101
Парнюк А.Н., Супруненко О.А. Проблемы практического применения методов и средств верификации при разработке программных проектов . . . 103
Пигнастый О.М. Статистическая модель управления технологическим процессом . . 105
Пинчук В.П., Кривцун Е.В. Численное исследование λ-однородных графов . . . 107
Полищук Е.Ю., Бардадым И.В., Левин Д.К. Альтернативное доказательство теоремы Хомского-Шютценберже . . . 109
Положаєнко С.А., Кузніченко С.Д., Коваленко Л.Б. Обчислювальна реалізація імітаційного дослідження складних фізичних явищ на основі апарату варіаційних нерівностей . . . 111
Порушкевич А.Ю. Алгоритм оцінювання концентрації природних і забруднюючих речовин морських акваторій дистанційними методами . . . 113
Приходнюк В.В. Візуалізація деяких видів спеціалізованих графових структур . . . 115
Пустовойтов П.Е. Технология маршрутизации в компьютерных сетях с учетом динамики трафика . . . 116
Радюк А.Н. Системная стратегия гарантированной безопасности функционирования СТС 118
Реутов О.А. Прийняття оптимальних рішень щодо стабілізації курсу гривня/долар на основі математичних моделей з різнотемповою дискретизацією . . . 119
Родиненко Т.С., Селін О.М. Комбінування методів типу QR знаходження власних чисел матриць, що базуються на перетворенні подібності . . . 121
Савастьянов В.В. Подход к информационному сопровождению процесса предвидения 122
Савченко А.С. Метод учета задержек управляющей и сигнальной информации в крупных корпоративных сетях . . . 123
Савченко І.О. Застосування модифікованого методу морфологічного аналізу за наявності фіксованих альтернатив морфологічної таблиці . . . 124
Савченко Я.М. Комбінований метод дослідження систем зі ступінчастою функцією відгуку 125

Савчук Т.О., Козачук А.В. Прогнозування стану надзвичайних ситуацій на залізниці за допомогою методу ітераційного прогнозування часових рядів . . . 126
Селін Ю.М. Розробка інформаційно-аналітичної системи супроводу процесу функціонування електронної бібліотеки . . . 127
Скатков А.В., Тарасова А.В. Многоверсионный подход при моделировании структурно неоднородных систем . . . 128
Соколовський Я.І., Крошний І.М., Стельмах Р.П. Об'єктно-орієнтована програмна система дослідження процесу сушіння деревини з урахуванням пружних, в'язкопружних і пружно-пластичних деформацій . . . 130
Ставицкий Е.В. Планирование и оптимизация режимов магистральных газотранспортных систем . . . 132
Стефанишин Д.В., Романчук К.Г. Особливості оцінки ймовірностей аварій на гідроспорудах методом дерев несправностей . . . 133
Стефанишина-Гаврилюк Ю.Д., Стефанишин Д.В. Про один метод довгострокового прогнозування за даними спостережень на основі екстраполяцій . . . 134
Тарасенко И.В., Макаренко А.С. Применение индекса цитируемости для изучения устойчивости развития украинской науки . . . 135
Тимофієва Н.К. Визначення подібності задач комбінаторної оптимізації за аргументом цільової функції . . . 136
Тимченко Т.Т., Пилип В.С. Програма для дослідження завадостійких циклічних кодів на комбінаторних конфігураціях . . . 138
Ткаченко К.С., Корепанова Н.Л. Применение принципов системного анализа при проектировании облачных распределенных сред . . . 139
Трачук И.Ю. Когнитивное моделирование работы предприятия гостиничного хозяйства 140
Ущаповський В.П. Використання імітаційного моделювання при створенні плану розробки комплексного програмного продукту . . . 141
Ходневич Я.В. Системний підхід до прогнозування місцевих руслових деформацій на передгірських ділянках річок . . . 143
Чапля Є.Я., Чернуха О.Ю., Білущак Ю.І., Пелех П.Р. Математичне моделювання стаціонарних температурних полів у випадкових структурах з використанням діаграм Фейнмана . . . 144
Чередниченко О.Ю. Принципы построения информационных технологий мониторинга сложных социально-экономических систем . . . 146
Шаронова Н.В., Козуля М.М. Реалізація методології комплексної оцінки екологічності територіальних і об'єктових систем . . . 147
Шило В.П., Рощин В.О., Градинар І.П. Про розв'язання задачі упаковки множини . . 149
Юрченко И.В., Ясинский Е.В. Поведение второго момента решения линейного автономного стохастического уравнения в частных производных со случайными параметрами в правой части . . . 151

Section 2. Intelligent systems for decision-making
Секция 2. Интеллектуальные системы принятия решений
Секція 2. Інтелектуальні системи прийняття рішень **153**
Balashov V.V. System of modeling and forecasting of financial activity of the enterprise . . 155
Konovalenko S.N. Intelligent information processing in the customs risk management . . . 157
Kravchenko I.S. Problem of management storage resources in view of demand and technological limitations . . . 158

Myroshnikova I.Yu., Rodionov A.M. Online data migration in hierarchical storage systems using least-squares policy iteration . . . 159
Алєксєєнко А.О., Подладчиков В.М. Застосування фільтра Калмана для ідентифікації параметрів шумів динамічної системи при прогнозуванні рекламних рейтингів . . 160
Алфимцев А.Н. Типы анализаторов восприятий интеллектуального мультимодального интерфейса . . . 161
Андрияшенко Г.В., Свитый И.Н. Концепция построения систем поддержки принятия решений по размещению запасов зерна . . . 162
Бабиюк Г.Г. Использование нейронных сетей для прогноза показателей скорости проходки горных выработок . . . 164
Байбуз О.Г., Сидорова М.Г. Інформаційна технологія стійкої кластеризації даних . . . 165
Баленко Н.М., Жданова О.Г., Романченко О.В. Застосування генетичного алгоритму для розв'язання задачі про призначення . . . 166
Басараб А.В. Применение методов нечеткой логики для анализа отказов элементов компъютерных систем . . . 168
Бідюк П.І., Коршевнюк Л.О., Терентьєв О.М. Підтримка розв'язання слабкоструктурованих задач в органах державної влади . . . 169
Біндюг І.С. Про методи розрахунку тіньової складової ВВП України . . . 171
Бородкіна А.Г. Дослідження актуарних ризиків байєсівськими методами . . . 172
Булаенко Д.В., Синельникова О.И., Попов С.В. Об одном подходе к структурной идентификации многофакторных моделей нестационарных временных рядов . . . 174
Булгакова О.С., Зосімов В.В., Степашко В.С. Програмний комплекс моделювання складних систем на основі ітераційних алгоритмів МГУА з можливістю мережевого доступу . . . 176
Винокурова Т.В. Прогноз риска банкротства предприятий в период становления устойчивого экономического развития Украины . . . 178
Гарасим О.Р. Аналіз пошукових систем наукового індексу цитованості . . . 180
Глущенко С.О. Задача підготовки макету друкованого видання на прикладі «Міжнародного віснику державних закупівель» . . . 182
Гончарова М.В. Проектування експертної системи для оцінки стану підприємства на основі байєсівських мереж довіри . . . 184
Данченко А.Л., Ульшин В.А. Информационная система мониторинга образовательных ресурсов . . . 186
Дъяконова С.В. Распознавание объектов урбанизированных территорий на спутниковых изображениях сверхвысокого разрешения . . . 188
Єгоров Я.В., Смирнов С.А. Розробка онтологічного підходу для інтелектуального аналізу даних в інформаційній безпеці . . . 189
Єгорова О.В. Нечіткі моделі управління запасами . . . 190
Зайченко Ю.П., Ови Нафас Агаи Аг Гамиш Сравнительный анализ методов прогнозирования риска банкротства в условиях неопределённости . . . 191
Зубрецкая Н.А., Гончаров А.С., Федин С.С. Нейросетевое прогнозирование конкурентоспособности продукции различного целевого назначения . . . 193
Ивашков А.С. Исследование возможностей интеллектуального анализа данных ERP - систем . . . 194
Кальницький Г.В. Використання байєсівського підходу до моделювання і прогнозування 196
Канунiков Д.С., Невмержицька С.І. Про задачу оптимізації капіталовкладень у модернізацію підприємства . . . 197

Клабуновская А.А. Метод главных компонент для редукции пространства входных данных в задачах распознавания образов . . . 199
Ковалев И.В., Ерыгин В.Ю. Учет ограничений на совместимость версий и нечеткость бюджета в модели мультиверсионного программного обеспечения . . . 200
Коваль А.В., Сенченко В.Р. Построение системы анализа выполнения госбюджета на основе сценарного подхода . . . 202
Кулигіна А.А. Обробка даних при аналітико-імітаційному моделюванні складних економічних процесів . . . 204
Курочкин В.В. Алгоритм построения регулярных деревьев опровержения в машинах логического вывода . . . 205
Литвин С.С., Ручкин К.А. Расчет эффективности алгоритма распознавания кривых на плоскости . . . 206
Лищук Е.И., Рубан А.В. Планирование маршрутов в логистических цепочках поставок 208
Лупенко С.А., Хомів Б.А. Моделювання емоційного забарвлення текстової інформації 209
Мальчиков В.В., Косогов С.О. Сегментація мовного сигналу із застосуванням вейвлет-перетворення . . . 211
Мельникова Н.І. Метод оцінювання якості медичних експертних систем . . . 213
Мізерака М.Ю. Якість розміщення реклами при плануванні кампанії на телебаченні . . 214
Надеран Э. Онлайн распознавание рукописных математических выражений . . . 215
Никитчук С.С., Рубин Э.Е. Информационные технологии в управлении функционированием и развитием холдинга на основе ключевых показателей эффективности . . 216
Ногина Н.В., Грунский И.С. Анализ языков, порожденных помеченными графами . . 217
Палійчук О.О. Оптимізація процесу бюджетування на підприємстві на базі BPM-систем 219
Печурин Н.К., Кондратова Л.П., Печурин С.Н. Инструментарий формальных грамматик для оценки эффективности перераспределения функций эталонной модели взаимодействия открытых систем в беспроводной компьютерной сети . . . 220
Поворознюк А.И., Филатова А.Е. Обобщенный метод нелинейной фильтрации в задаче структурной идентификации биомедицинских сигналов с локально сосредоточенными признаками . . . 221
Родіонова Ю.С., Дробишев Ю.П. Оптимізація процесів інвестування за критеріями значимості . . . 223
Савельев О.О. Интеллектуальная система поддержки принятия решений при анализе трафиков телефонных сетей . . . 224
Савчук Т.О., Зьора О.В. Ординальна класифікація техногенної проблемної ситуації . . 226
Савчук Т.О., Луженецький Р.А. Вирішення задач цільового маркетингу, що базується на кластерному аналізі . . . 227
Савчук Т.О., Петришин С.І. Результати моделювання процесу кластерного аналізу надзвичайних ситуацій на залізничному транспорті . . . 229
Савчук Т.О., Сакалюк А.В. Модель рекомендаційної системи на основі колаборативної фільтрації . . . 230
Савчук Т.О., Семененко М.В. Аналіз та моніторинг контингенту студентів ВНЗ з використанням нечіткої логіки . . . 232
Середа А.А. Реализация операции скрещивания генетического алгоритма при решении задачи коммивояжера . . . 233
Сідлецький В.М., Ельперін І.В. Автоматична система прогнозування та багатокритеріального вибору в системі управління дифузійною станцією цукрового заводу . . . 234
Соболева Е.В. Исследование эффективности критериев обобщенной полезности для задач многокритериального оценивания . . . 236

Солонина А.В. Система поддержки принятия решений при продвижении рекламного бренда в Интернете . . . 238
Татаринов Е.А. Оптимизация процесса восстановления графа агентом при помощи построения на его вершинах неявной нумерации . . . 240
Теленик С.Ф., Ролик А.И., Савченко П.С. Адаптивный генетический алгоритм распределения информационно-коммуникационных ресурсов ЦОД . . . 242
Ткаченко Р.О., Машевська М.В. Нейронечітке моделювання в задачах оцінювання показника рівня біокомфорту . . . 244
Трегубенко И.Б. Концепция эволюционного обучения искусственных систем . . . 245
Фадін Я.О. Баєсівський підхід до агентного моделювання вторинного ринку акцій . . . 246
Федорук П.І., Пікуляк М.В. Використання сценарного методу для прийняття рішень в адаптивній навчальній системі . . . 248
Чабаненко Д.М. Алгоритм багатосценарного прогнозування на основі складних ланцюгів Маркова . . . 250
Черевык Т.А. Анализ ситуаций сведения к минимуму ошибки хеджирования при динамическом страховании основных ценных бумаг на финансовом рынке . . . 252
Чубинський В.В., Жданова О.Г. Про задачу розподілу поставок продукції між складами 253
Широкорад Д.В., Корнич Г.В. Применение искусственных нейронных сетей в задаче ионного послойного анализа . . . 255
Шубенкова И.А., Ковалько М.А. Применение теории игр при продвижении новых продуктов на рынок . . . 256
Шубенкова І.А., Усик О.О. Аналіз та моделювання результатів політичних виборів з використанням теорії ігор . . . 257
Щелкалин В.Н. Трендовый подход прогнозирования временных рядов на основе метода «Гусеница»-SSA . . . 258
Щелкалин В.Н. Декомпозиционный подход прогнозирования временных рядов на основе метода «Гусеница»-SSA . . . 260
Щелкалин В.Н. Комбинированный подход прогнозирования временных рядов на основе метода «Гусеница»-SSA . . . 262

Section 3. Grid-technologies in science and education
Секция 3. Грид-технологии в науке и образовании
Секція 3. Грід-технології в науці і освіті **265**
Khomchak M.V. THREETOX 3D numerical model scalability analysis . . . 267
Булах Б.В. Сервісно-орієнтована система комп'ютерного проектування із залученням грід-обчислень . . . 268
Володін М.С. Grid-технології в бізнесі . . . 269
Гіоргізова-Гай В.Ш., Бобир К.М. Інтерфейс для змішаного моделювання аналого-цифрових схем з послідовною структурою блоків . . . 270
Голубова И.А. Способы тестирования приложений, написанных для операционной системы Android . . . 271
Гончаренко В.С. Использование онтологий для повышения точности подбора ресурсов в Грид . . . 272
Дорошенко А.В., Булах Б.В. Інтеграція і менеджмент даних в семантичному гріді . . . 273
Казимир В.В., Пріла О.А. Розробка фреймворку для створення grid-застосувань . . . 274
Капшук О.А. Биометрические технологии в системах информационной безопасности . 275
Кармазь К.Ю. База входных данных и результатов междисциплинарной grid-системы 277

Кирюша Б.А., Горбик А.В. Сравнительный анализ ведущих технологий вычислений общего назначения на графических процессорах . . . 278
Кирюша Б.А., Горбик О.В. Змішане моделювання за допомогою пакетів Matlab, Verilog та NetAllted. . . . 280
Кисельов Г.Д. Управління знаннями в віртуальному освітньому середовищі . . . 281
Кислий Р.В. До побудови грід-систем знань (Knowledge Grid) . . . 283
Костюк В.Н. Гибридное моделирование. Язык Modelica . . . 285
Костюк В.Н. Интеграция пакета ALLTED со средой OpenModelica . . . 286
Кучер В.О. Нейросетевая модель выбора эвристики предоставления ресурсов на уровне потока заданий в grid-системе . . . 287
Ладогубець В.В., Ляпін П.С., Мельничук Р.М. Графічний редактор схем управління . 289
Леонтьев И.А., Гемба О.В. Методы и средства анализа архитектуры корпоративных программных приложений . . . 290
Мельник К.В. Архитектура медицинской скрининговой информационной системы . . . 291
Мельничук С.Ф., Гемба О.В. Методы построения моделей программных проектов . . . 293
Петренко А.І. Хмарні і Грід обчислення для е-науки . . . 294
Петрова О.А. Переносимость, интероперабельность и безопасность в облачных системах 296
Романов В.В., Ляпін П.С., Мельничук Р.М. Система формування маршруту проектування для міждісциплінарного комплексу GridALLTED . . . 297
Сергеев А.А. Применение генетического программирования к тестовой диагностике интегральных схем . . . 298
Ткаченко К.С. Программно-управляющее средство диспетчеризации выполнения процессов в распределенных средах . . . 299
Финогенов А.Д., Кожома Е.И. Анализ электронных платежных систем Украины . . . 300
Харченко К.В. Розширення віртуальної машини LLVM паралельними інструкціями для реалізації системи передачі повідомлень . . . 302
Хаткова І.В., Булах Б.В. Представлення знань в семантичному гріді . . . 303
Храмов Я.А. Грид проекты 7й Рамочной программы (FP7) . . . 304
Храмов Я.А. Европейская Грид инфраструктура EGI . . . 305
Юрченко В.В. Обзор инструментов распределения вычислений на основе системы ROOT 307

Section 4. Progressive information technologies
Секция 4. Прогрессивные информационные технологии
Секція 4. Прогресивні інформаційні технології **309**
Hodych O.V., Prokopiv Yu.O., Chaykivskyy N.B., Maikovych O.L. Visual domain-specific query language for business applications . . . 311
Poryev G.V. Eight-class locally-computed Internet locality estimation method and its impact on peer-to-peer network performance . . . 313
Proskurnia Iu.S., Marques J.M. Large-scale decentralized storage systems used by volunteer computing systems . . . 315
Voloshyn I.V. A simple dynamic metrics of credit risk . . . 317
Агеєнко Ю.М., Макая Дж. Спосіб прискореної реалізації експоненціювання на полях Галуа . . . 318
Алишов Н.И., Марченко В.А. Краткая математическая модель косвенного алгоритма шифрования . . . 319
Амонс О.А., Хмелюк В.С., Островський С.М. Використання “фантомних” об’єктів в розподілених контент-орієнтованих системах . . . 320
Артюхов В.Г., Дромарецький А.В. Проектування дельта-сигма модулятора для АЦП . 322

Арчвадзе Н.Н., Пховелишвили М.Г., Шецирули Л.Д. Автоматическое построение «основной рекурсивной» части программы по описанию структур данных 323
Белецкий Я.В. Мультиагентная технология – средство усовершенствования сети мобильных терминалов для ведения электронной коммерции 324
Бєлоус Д.І., Дрозд В.П. Система бездротової телеметрії і управління системою "розумний дім" 325
Бритов О.А., Сачлі Є.Г., Петренко Д.А. Технології побудови комп'ютерних заставок 326
Васенко А.В., Мальчиков В.В. Використання вейвлет-перетворень для покращення якості звукових сигналів 328
Вахрина В.А. Особенности проектирования интерфейса систем дистанционного обучения для детей с ограниченными возможностями 329
Волинець Н.С., Кодола Г.М., Овчаренко О.В. Можливості застосування систем управління контентом для створення Інтернет-ресурсу кафедри 331
Волошин М.І. Дострокове погашення депозитів в банку 332
Ву Дык Тхинь, Мидцев Ю.В. Повышение безопасности виртуализации за счет группировки виртуальных машин 333
Гаюха А.А. Способы и особенности организации систем распознавания речи 335
Говорущенко Т.О. Ефективність метрик складності та якості програмного забезпечення 336
Гонтарь Н.А., Кудерметов Р.К. Организация семантической сервис-ориентированной архитектуры 337
Диденко Д.Г. Преимущества использования среды моделирования OpenGPSS в процессе обучения студентов 339
Драган Д.Д., Куц П.О., Петренко О.О. Алгоритми оцінки руху об'єктів при обробці відео 341
Єфремов К.В., Болдак А.О. Засоби автоматизації аналітичної обробки даних в СЦД-Україна 343
Забелін Є.В., Никоненко А.О., Рибачок Б.О. Основні принципи створення онтокоректора для україномовної онтології UWN 345
Зубенко І.М., Корначевський Я.І., Макеєнок О.М. Сучасні інформаційні технології програмної обробки відеопослідовностей 347
Іщук О.О. Методи просторового аналізу ГІС в оцінці комплексних ризиків життєдіяльності і господарювання на територіях підвищеної природно-техногенної небезпеки 349
Калмыков А.В. Классификация задач обеспечения преемственности в развитии IT-систем 351
Киричек Г.Г., Амонс О.А., Киричек О.О. Оцінка подібності програмного коду в навчальних проектах студентів 353
Кільченко А.В. Обробка планово-фінансових документів інформаційної системи НАПН України 355
Кльоц Ю.П. Система ідентифікації бульок на зображенні піни 357
Комісар Д.О., Бурячевський А.В. Особливості блочної дедублікації даних в різних операційних системах 358
Копылова А.И., Апраксин Ю.К. Метод анализа дерева достижимых глобальных состояний как способ валидации протоколов распределенных систем 360
Крак Ю.В., Барчукова Ю.В., Троценко Б.А. Оцінювання рівня знань при вивченні української дактильної мови 361
Крещук М.С. Використання бібліотек MapReduce для декомпозиції задач в Google App Engine 362
Кузнецова Ю.А., Туркин И.Б. Метод формирования трассы управляющего алгоритма реального времени 364
Кулишов А.А. Сравнение технологий Microsoft Silverlight и Adobe Flash 366

Кучук О.М., Зорін Ю.М. Алгоритм мурашиної колонії для розв'язку задачі стійкого розфарбування графу . . . 368
Лазарєв І.В., Заболотня Т.М. Програмна бібліотека методів класифікації текстів . . . 370
Литвиненко Е.В. Стиснення зображень без втрат . . . 371
Литвинов В.А., Майстренко С.Я., Оксанич И.Н. Модель прицельной подсказки в интерфейсе пользователя и некоторые особенности ее применения . . . 372
Литвинов В.А., Майстренко С.Я., Юденко О.П. Экспериментальная оценка эффективности автоматического обнаружения типовых ошибок пользователя по словарям русского и украинского языков . . . 374
Логінов О.В. Подавлення адитивного шуму на монохромних цифрових зображеннях за допомогою дискретних вейвлет-перетворень . . . 375
Майданюк І.В., Потапова К.Р., Цвяк А.О. Генератор рівномірно розподілених двійкових векторів заданої ваги . . . 376
Малишевська К.М. Використання каскадних радіально базисних нейронних мереж для задач класифікації об'єктів на оптичних зображеннях . . . 377
Малышевский А.Г. Модель целесообразности приоритезации тестов в регрессивном тестировании . . . 378
Марковський О.П., Федоречко О.І. Спосіб прискореної корекції "пачки" помилок в каналах зі спектральною модуляцією . . . 380
Медзатий Д.М., Жумела А.О., Гребенюк Б.О. Система керування мобільною платформою на основі аналізу зображень та розпізнавання образів . . . 381
Молчановський О.І., Пісоцький М.О. Задачі маршрутизації транспортних засобів: опис та методи розв'язку . . . 382
Найдьонов І.М., Громовий О.В. Використання методу «редагування на льоту» (edit on fly) для побудови Web-систем . . . 384
Невдащенко М.В., Гер'ятович Я.В. Перетворення алгебраїчних систем в об'єктно-орієнтованій парадигмі . . . 385
Николаев С.С. Обучение нейронных сетей для задачи нахождения лиц людей на изображениях . . . 386
Ніколаєнко А.К., Корначевський Я.І. Інтерполяція відеокадрів . . . 387
Новосад І.В., Мальчиков В.В. Оптимальна методика реалізації алгоритмів ЕЦП на ЕВМ 389
Павловська Г.С. Архітектура автоматизованої системи обробки структурованих паперових документів . . . 390
Пархоменко Г.А., Пархоменко О.А., Супруненко О.О. Програмні засоби управління програмними проектами з візуальними механізмами контролю етапності робіт на основі мереж Петрі . . . 392
Петрашенко А.В., Нечипоренко О.О. Алгоритм структурного аналізу веб-документів . 393
Пирогов Е.В., Мальчиков В.В. Информационно-поисковые алгоритмы в системах документооборота . . . 395
Резник Д.И., Амонс А.А. Унификация гетерогенных источников данных . . . 396
Родічева О.С. Особливості використання алгебри показників на базі реляційної алгебри для опису предметної області в процесі створення інформаційної автоматизованої системи управління . . . 398
Родічева О.С., Тютюнник С.В. Особливості адаптації платформи для створення ІАСУ з триланковою архітектурою з desktop інтерфейсом до web-середовища . . . 400
Романец Н.Н., Сторожев С.В. Способ идентификации абонентов на основе концепции нулевых знаний, реализованной на полях Галуа . . . 401
Романов В.В., Савчук О.В. Організація інформаційної безпеки в мережі IP-телефонії . 402

Романчук Р.И. Развертывание IP-телефонии в корпоративной сети 404
Савенко О.С., Лисенко С.М., Крищук А.Ф. Побудова функційної моделі бота як складової ботнет-мережі 405
Савчук Т.О., Ярцева О.І. Аналіз ризиків кредитування з використанням методів контролінгу 407
Саковська А.В., Заболотня Т.М. Особливості побудови АРМ лінгвиста з використанням шаблонів проектування 408
Седухин Д.В. Использование фреймворка Equalizer для распределенного рендеринга трехмерных изображений 409
Середа Х.В. Контент-адміністрування інформаційної системи планування наукових досліджень в Національній академії педагогічних наук України 410
Скарга С.О., Амонс О.А. Огляд та аналіз алгоритмів розповсюдження довідкових даних в розподілених системах 412
Слєпцова О.Я. Розробка інформаційної технології для дослідження процесів і явищ в туризмі на основі методів системного аналізу 414
Стратієвський О.М. Алгоритм автоанотування документів для оцінки їх релевантності 416
Теленик С.Ф., Жук С.В., Лыско В.Т. Интеграция информационных ресурсов Мировой системы данных 417
Тукало С.М. Електронний документообіг як інструмент автоматизації діловодства в науковій установі 418
Филимонов Е.И., Заболотняя Т.Н. Программная библиотека методов кластеризации полнотекстовых документов 420
Ховяков Д.Н., Гацура Е.В. Построение вычислительных облаков с использованием системы OpenStack 421
Цурін О.П., Шиманський А.С. Додавання мета-тегів Google Schoolar в Web-сторінки в деяких популярних CMS 422
Чалий О.І., Амонс О.А. Аналіз алгоритмів пошуку документів в розподілених системах 423
Чёрный С.Г., Козуб Н.А., Субботина Н.А. Разработка системы автоматизированного проектирования для сложных структур 425
Чорноус Г.О., Зубко В.С. Автоматизація планування капітальних вкладень державного підприємства 427
Шаховська Н.Б., Стахів З.В. Автоматизована система укладання реферату 428
Швед В.О. Етапи розгортання програмного забезпечення як сервісу 430
Шевченко Е.А., Ручкин К.А. Интерактивное взаимодействие человека и компьютера посредством языка жестов при обучении 432
Шинкарюк Д.Ю. Методы генетического программирования 433
Шпортько О.В., Шпортько Л.В. Реалізація прогресуючого ієрархічного стиснення зображень без втрат 434
Шумейко И.В. Анализ различий между облачными и распределёнными вычислениями 436
Якушев О.Ю. Вирішення задач символьної регресії за допомогою генетичного програмування 437

Authors · Авторы · Автори **439**

This page was left blank intentionally

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

System analysis of complex systems of various nature

Intelligent systems for decision-making

Grid-technologies in science and education

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.

Grinevskaya S.N., Grinevskaya K.S.
Institute of Economy of Industry of NAS of Ukraine, Donetsk, Ukraine

Modelling of economic processes of region's self-development

Stable development of a region in socio-economic aspect means increasing of level and quality of people's life, that implies overcoming unfavourable social, economic and ecological tendencies, preserving the possibility of a region to provide balanced development, self-regulation, self-improving with the usage of inner and outer loan resources to satisfy needs of people within a region [1].

Numerous scientists devote their attention to the problem of region's self-development, among them: E. Animitsa, V. Buvalceva, A. Tatarkin, G. Fetisov, V.Oreshin, M. Chumachenko, O. Shvecov, M.Keating, R.Putnam, M.Storper, L.Hooghe, R.Walker, J.Hughes, G.Sasse, C.Gordon. However, despite of the scientific investigations in this problematics, the process of modelling of economic processes of region's self-development is not completely explored.

The self-development of a region can be defined as an ability of region's economy in certain conditions to provide balanced development, forced increase of gross regional product for personal finances and creation of competitive atmosphere in a region, that is directed to socio-economic development and corresponding to the increase of the quality of people's living, including optimal consolidation of providing regional self-regulation and state regulation of territorial development [2].

By the level of regional self-development a definite state of a region is meant and it is conditioned by the totality of inner regularity of self-development, that are reflected in the indicator of quantity. The indicators of socio-economic development, that characterize region's self-development potential are proposed, namely: GRP in factual prices as a generalizing socio-economic indicator of regional self-development; the volume of sold industrial products; the quantity of people engaged in the sphere of economy; the volume of performed building works; the volume of realized services; investments in the main capital; industrial enterprises that implement innovations among other enterprises; export of products and services; main means; real income per capita; people's expenses per capita; average month salary; saving (deposits of housekeeping) in national and foreign currency; subsidies (compensations for communal services, gas and fuel). Optimal relation of these indicators of self-development to GRP will be made for economic development of a region. Taking into account these statements, the factors characterizing the level of regional self-development by means of the increase of GRP will be included in the corresponding models with the identifications of regressive regularities.

The present economy-mathematic analysis is proposed for calculation of finding out a potential of regional self-development by means of economic processes regulation through the monitoring of quantitative measurement of self-development factors. Empirical regularities of self-development factors between processes of housekeeping activity have a stochastic character, that enables the development of corresponding models for theoretical generalization of connections of the self-development process, that are calculated for the analysed period.

References. **1.** Гриневская С.Н. Управление социально-экономическими системами при саморазвитии регионов/ Механизмы управления развитием социально-экономических систем. Монография. Под общ.ред.Е.В.Мартяковой/ ДВНЗ «ДонНТУ», Донецк, 2010.- С.411-418. **2.** Гріневська С.М. Соціальна політика при активізації процесів саморозвитку регіонів /Формування ринкової економіки: Зб.наук.пр. - Спец. випуск у 3-х т.-Т.1: Київ: КНЕУ.-2010.-С.218-223.

Korshunova I.A. — *reviewer Ladohubets T.S.*
National Technical University of Ukraine "KPI", FAM, Kyiv, Ukraine

Free knot splines for functional data classification

Functional data come in many forms, but their defining quality is that they consist of functions – often, but not always, smooth curves. From the machine learning perspective classification of such data is very challenging. In many situations information collected about different objects is not identical, so the data does not have a typical form found in benchmark datasets. Statistical classification becomes possible if the function can be reflected to Euclidean space with much less dimension than the number of function's measurements.

In account of functional aspect of observations it seems natural to fit the curves by splines [1]. Suppose we are given data $\{x_i, y_i\}$ where

$$a \leqslant x_1 < ... < x_i < x_{i+1} < ... < x_m \leqslant b, \tag{1}$$

and the measurements $y_i = f(x_i)$. A natural measure of the goodness of the fit provided be spline s is given by

$$\varphi = \frac{1}{2}\sum_{m}^{i=1}(f_i - s(x_i))^2. \tag{2}$$

Since splines provide a powerful tool for solving such problems, the function s can be taken from the n-dimensional space $S_{k,\mathbf{t}}$, consisting of all polynomial splines s of order $k \geqslant 1$ with knot sequence $\mathbf{t} = \{t_j\}$ where

$$t_1 = ... = t_k = a < t_{k+1} \leqslant ... \leqslant t_n < b = t_{n+1} = ... = t_{n+k}, \tag{3}$$

and $m \gg n$.The spline s can be represented as the linear combination of B-splines which are perfect as they can be evaluated in a numerically stable way and achieve a local sensitivity to data. Data fitting through splines improves dramatically if the knots are treated as free variables that minimize the sum of squared residuals. However, in this case the approximation problem becomes a very difficult continuous multimodal and multivariate nonlinear optimization problem. To overcome these difficulties we apply a new efficient method based on the differential evolution method (DE), which belongs to metaheuristics, to find a good location of the free knots. The choice of the spline's order and the dimension of knot vector can be made due to the Pareto efficiency concept.Computation time and the minimized sum of squared residuals are chosen as criteria. Adapted DE can be also efficiently applied to this multi-objective optimization problem [3].

For the classification we have 96 bone outlines which are known to correspond to the presence or absence of arthritis [2]. Each bone shape is a multiple-valued function. Splines can not hold with such data, so the parameterization is needed. A fruitful approach is the parameterization by arc length which yields points evenly spaced along the bone outline. The complete specification of the shape as a parameterized curve is achieved by defining the functions $x(t)$ and $y(t)$ where $t \in [0; 1]$ is a parameter [2]. For all 96 outlines mean curves $\bar{x}(t)$ and $\bar{y}(t)$ are calculated. For $\bar{x}(t)$ and $\bar{y}(t)$ we obtained the same Pareto optimal number of free knots which is equal to 6, however the order of spline is different. Thus we get the classical classification problem in 12-d space. Finally, we used leave-one-out cross-validation method with k-nearest neighbor classifier and obtained the next: percent of correctly classified instances is 79.1667 % which is better than algorithm based on principal components analysis on 10 % [2].

References. **1.** Nicolas Molinari,"Free Knot Splines for Supervised Classification," *Journal of Classification*, vol.24, pp.221-234, Sept.2007. **2.** J.O. Ramsay and B.W. Silverman,"How do bone shapes indicate arthritis?," in *Applied functional data analysis: methods and case studies*, New York: Springer-Verlag, 2002, pp.115-130. **3.** K.V. Price and R.M.Storn,Eds.,"Problem domains," in *Differential Evolution.A practical approach to global optimization*, Germany: Springer-Verlag Berlin, 2005, pp.244-254.

Makukha M.P.
ESC "Institute for Applied System Analysis" NTUU "KPI", Kyiv, Ukraine

Expert assessment procedure planning in conditions of uncertainty

Expert assessment planning problem formalization as the combinatorial optimization problem is proposed. Constraints and optimality criteria are formulated.

The large real world problems that use expert assessment procedures, such as policymaking, technology foresight, scenario analysis problems, are characterized by the large number of questions in the questionaries and may involve hundreds and thousands of experts. It can be very hard, expensive, or impossible for each expert to answer all the questions on the specific subject. So, the problem of efficient expert assessment procedure planning arises. The problem of efficient expert assessment procedure planning consists in selecting a limited set of questions for each expert subject to a number of optimality criteria and constraints.

In this message, we propose a formalization of the expert assessment planning problem as the combinatorial optimization problem.

Expert assessment procedure is held on some *general problem domain* $\mathscr{D}$, that is clustered into the set $D \subset 2^{\mathscr{D}}$ of smaller *domains* (domains can intersect or can even be nested), such that $\bigcup_{d \in D} d = \mathscr{D}$. There is a finite set E of *experts* who answer *questions* from the finite set Q.

The following information is also assumed to be known:

- $w(d) \in \mathbb{R}_+$ is the *weight* of domain $d \in \mathscr{D}$ (w is monotonous: $w(d_1) < w(d_2)$ when $d_1 \subset d_2$);
- $s(q, d) \in [0, 1]$ is the *relative significance* of question $q \in Q$ for domain $d \in D$ (some questions can be significant for several domains, and if $s(q, d) = 0$, then q is irrelevant for domain d);
- $c(q, e) \in \mathbb{R}_+$ is the *cost* of answering question $q \in Q$ by expert $e \in E$;
- $m(e) \in \mathbb{N}$ is the *maximum number of questions* that can be answered by expert $e \in E$ during the current expert assessment procedure.

Expert assessment procedure is a mapping that associates each expert from E with some subset of questions from Q. Let $P = (2^Q)^E$ be the set of all possible expert assessment procedures.

Let $Q|_d = \{q \mid s(q, d) > 0\}$ be the set of all questions that are relevant for domain $d \in D$.

Each expert assessment procedure $p \in P$ can be characterized by the total cost (expert's time, fee, etc.) and the total significance of all questions answered by all experts:

1. The *total cost* $C : P \to \mathbb{R}_+$ of the expert assessment procedure can be specified as

$$C(p) = \sum_{e \in E} \sum_{q \in p(e)} c(q, e). \tag{1}$$

2. The *total significance* $S : P \to \mathbb{R}_+$ of the procedure can be specified as

$$S(p) = \sum_{d \in D} w(d) \sum_{e \in E} \sum_{q \in p(e)} \frac{s(q, d)}{\sum\limits_{q' \in Q|_d} s(q', d)}. \tag{2}$$

It is obvious that objectives C and S are conflicting: adding more questions for each expert increases C and S at the same time, but C should be minimized while maximizing S.

The following constraints appear in real expert assessment procedures:

$$\text{Expert assessment procedure budget is limited by } c_0\text{:} \qquad C(p) \leqslant c_0, \quad c_0 > 0, \tag{3}$$

$$\text{Each expert } e \text{ can answer at most } m(e) \text{ questions:} \qquad |p(e)| \leqslant m(e), \quad e \in E. \tag{4}$$

If constraint (3) is present, optimal expert assessment procedure can be found by solving single-objective problem (5), otherwise optimal expert assessment procedure should be found in the Pareto set of multi-objective problem (6) or as a solution of single-objective problem (7):

$$S(p) \to \max, \quad \text{constrained by (3) and (4)}, \tag{5}$$

$$C(p) \to \min, \quad S(p) \to \max, \quad \text{constrained by (4)}, \tag{6}$$

$$S(p)/C(p) \to \max, \quad \text{constrained by (4)}. \tag{7}$$

The proposed formalization allows to solve complex expert assessment problems more efficiently.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Zgurovsky M.Z., Kasyanov P.O., Zadoianchuk N.V.
Institute for Applied System Analysis NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Long-time behavior of solutions for quasilinear hyperbolic hemivariational inequalities with application to piezoelectricity problem

We consider the asymptotic behavior (as $t \to +\infty$) of all weak solutions of hyperbolic quasilinear evolution inclusions in infinitedimensional spaces. As one of possible application we consider a nonlinear piezoelectric mathematical model from [2]. The existence solutions theorems in nonautonomous case for such problem were presented in [2].

For evolution triple $(V; H; V^*)$, linear operators $R : H \to H$, $G : V \to V^*$ and locally Lipschitz functional $J : H \to \mathbf{R}$ we consider a problem of investigation of dynamics for all weak solutions defined for $t \geqslant 0$ of non-linear second order autonomous differential-operator inclusion (cf. [4, 5]):

$$u''(t) + Ru'(t) + Gu(t) + \partial J(u(t)) \ni \bar{0} \quad \text{a.e.} \quad t > 0. \tag{1}$$

We need the following hypotheses:.

$H(R)$ $R : H \to H$ is a linear symmetric such that $\exists \gamma > 0 : (Rv, v)_H = \gamma \|v\|_H^2$ $\forall v \in H$;

$H(G)$ $G : V \to V^*$ is linear, symmetric and $\exists c_G > 0 : \langle Gv, v\rangle_V \geqslant c_G \|v\|_V^2$ $\forall v \in V$;

$H(J)$ $J : H \to \mathbf{R}$ is a function such that

(i) $J(\cdot)$ is locally Lipschitz and regular one [1];

(ii) $\exists c_1 > 0$: $\|d\|_H \leqslant c_1(1 + \|v\|_H)$ $\forall v \in H$, $\forall d \in \partial J(v)$;

(iii) $\exists c_2 > 0$: $(d, v)_H \geqslant -\lambda \|v\|_H^2 - c_2$ $\forall v \in H$, $\forall d \in \partial J(v)$, where $\partial J(v)$ denotes the Clarke subdifferential of $J(\cdot)$ at a point $v \in H$ (see [1] for details), $\lambda \in (0, \lambda_1)$, $\lambda_1 > 0$: $c_G \|v\|_V^2 \geqslant \lambda_1 \|v\|_H^2$ $\forall v \in V$;

(H_0) V is a Hilbert space.

The phase space for Problem (1) we define Hilbert space $E = V \times H$. Let $-\infty < \tau < T < +\infty$.

The function $(u(\cdot), u'(\cdot))^T \in L_\infty(\tau, T; E)$ is called a *weak solution* for (1) on (τ, T), if there exists $d \in L_2(\tau, T; H)$, $d(t) \in \partial J(u(t))$ for a.e. $t \in (\tau, T)$, such that $\forall \psi \in V$, $\forall \eta \in C_0^\infty(\tau, T)$

$$-\int_\tau^T (u'(t), \psi)_H \eta'(t) dt + \int_\tau^T \left[(u'(t), \psi)_H + (u(t), \psi)_H + (d(t), \psi)_H\right] \eta(t) dt = 0,$$

The long-time behavior (as $t \to +\infty$) of all weak solutions for the problem (1) investigated in [3]. Results are applied to a mathematical model which describes the contact between a piezoelectric body and a foundation. The physical setting is formulated as in [2].

Литература. **1.** F.H. Clarke, Optimization and Nonsmooth Analysis. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1983. **2.** Z. Liu, S. Migórski, Noncoercive Damping in Dynamic Hemivariational Inequality with Application to Problem of Piezoelectricity. Discrete and Continuous Dynamical Systems Series B. (2008) doi:10.3934/dcdsb.2008.9.129 **3.** Michael Z. Zgurovsky, Pavlo O. Kasyanov, Nina V. Zadoianchuk (Zadoyanchuk). Long-time behavior of solutions for quasilinear hyperbolic hemivariational inequalities with application to piezoelectricity problem / Applied Mathematics Letters (Available online 31 January 2012) http://dx.doi.org/10.1016/j.aml.2012.01.016 (in press) **4.** M.Z. Zgurovsky, V.S. Mel'nik, P.O. Kasyanov, Evolution Inclusions and Variation Inequalities for Earth Data Processing I. Springer, Berlin, 2011 **5.** M.Z. Zgurovsky, V.S. Mel'nik, P.O. Kasyanov, Evolution Inclusions and Variation Inequalities for Earth Data Processing II. Springer, Berlin, 2011

Акбергенов А.А.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Про структуру множини неперервних розв'язків систем нелінійних різницевих рівнянь в околі стану рівноваги

Розглядається система нелінійних різницевих рівнянь вигляду

$$x(t+1) = A(t)x(t) + f(t, x(t)), \tag{1}$$

де $t \in \mathbb{R}$, $A(t)$ - дійсна $(n \times n)$ - матриця, $f : \mathbb{R} \times \mathbb{R}^n \to \mathbb{R}^n$.

Вивчається питання про побудову загального неперервного розв'язку системи (1) у випадку, коли матриця $A(t)$ є неперервною 1-періодичною, а вектор-функція $f(t, x)$ є неперервною за всіма своїми змінними і N-періодичною по t.

За допомогою взаємо-однозначної заміни змінних, дослідження системи (1) зводиться до дослідження системи

$$y(t+1) = \Lambda(t)y(t) + \tilde{f}(t, y(t)), \tag{2}$$

де $\Lambda(t) = diag(\lambda_1(t), \ldots, \lambda_n(t))$, $\lambda_i(t)$, $i = 1, 2, ..., n$ - власні числа матриці $A(t)$.

При цьому відносно $\lambda_i(t)$, $i = 1, 2, ..., n$ та вектор-функції $\tilde{f}(t, y)$ припускаються виконаними наступні умови:

1. власні числа $\lambda_i(t)$, $i = 1, 2, ..., n$ задовольняють співвідношення

$$\lambda_i(t) \neq \lambda_j(t), i \neq j,$$
$$0 < |\lambda_i(t)| < 1, i, j = 1, 2, ..., n, t \in [0, 1);$$

2. для довільного набору $(i_1, ..., i_n)$ цілих невід'ємних чисел $(\sum\limits_{j=1}^{n} i_j \geqslant 2)$ при $t \in \mathbb{R}$ виконуються нерівності

$$\lambda_i(t) \neq \lambda_1^{i_1}(t) \cdot \lambda_2^{i_2}(t) \cdot \ldots \cdot \lambda_n^{i_n}(t), i = 1, 2, ..., n.$$

3. вектор-функція $\tilde{f}(t, y)$ розкладається в ряд

$$\tilde{f}(t, y(t)) = \sum_{|i|=2}^{\infty} \tilde{f}_i(t) y^i(t),$$

де $\tilde{f}_i(t)$ - N - періодичні вектор-функції, $i = (i_1, ..., i_n)$ - вектор, компонентами якого є невід'ємні цілі числа, $|i| = \sum\limits_{j=1}^{n} i_j$, $y^i = y_1^{i_1} y_2^{i_2} \cdot \ldots \cdot y_n^{i_n}$, та підсумовування здійснюється по всіх i, для яких $|i| \geqslant 2$;

4. $|\tilde{f}_{ij}(t)| \leqslant F_{ij}$ при всіх $t \in \mathbb{R}$ та $|i| \geqslant 2$, $j = 1, 2, ..., n$, де $F_{ij} = const > 0$;
5. ряд $F(y) = \sum\limits_{|i|=2}^{\infty} F_i y^i(t)$, $F_i = (F_{i1}, \ldots, F_{in})$, збігається при $|y| = \max\limits_{1 \leqslant j \leqslant n} |y_j| < \rho, \rho > 0$.

Доведена наступна теорема.

Теорема. Якщо виконуються умови 1-5, то існує заміна змінних

$$y(t) = \gamma(t, z(t)) = z(t) + \sum_{|i|=2}^{\infty} \gamma_i(t) z^i(t), \tag{3}$$

де $\gamma_i(t)$, $|i| = 2, 3, ...$ - вектор-функції, що задовольняють при $t \in \mathbb{R}$ умовам $|\gamma_{ij}(t)| \leqslant \Gamma_{ij}$, $|i| = 2, 3, \ldots$, $j = 1, \ldots, n$, $\Gamma_{ij} = const > 0$, $\Gamma_i = (\Gamma_{i1}, \ldots, \Gamma_{in})$ та ряд $z + \sum\limits_{|i|=2}^{\infty} \Gamma_i z^i$ збігається при $|z| < \rho_1 < \rho$, що приводить систему рівнянь (2) до лінійного вигляду

$$z(t+1) = \Lambda(t)z(t). \tag{4}$$

Алексахіна І.В., Родіонов А.М.
Національний технічний університет України "КПІ", ФТІ, Київ, Україна

Дослідження поведінки функції імовірності успішності атаки при зміні структури інформаційно-комунікаційної системи

У зв'язку з широким використанням інформаційно-комунікаційних систем (ІКС) у різних сферах діяльності, актуальною є задача захисту таких систем. Серед факторів, що впливають на захищеність цих систем, можна виділити наступні: якість програмного та програмно-апаратного забезпечення всіх рівнів, налаштування параметрів програмного та програмно-апаратного забезпечення, архітектура програмного забезпечення та архітектура ІКС, користувачі та інформаційне середовище, у якому працює комп'ютерна система, а також система захисту інформації в організації.

ІКС є структурно-складною системою, тому для оцінки її рівня захищеності у роботах [1,2] було запропоновано застосувати логіко-імовірнісний підхід, розроблений академіком І.О. Рябініним для аналізу надійності та безпеки структурно-складних систем [3].

В рамках логіко-імовірнісного підходу аналізуються усі шляхи з урахуванням топології мережі ІКС, якими зловмисник може отримати доступ та атакувати важливі об'єкти ІКС. За результатами такого аналізу визначається послідовність дій зловмисника та записуються сценарії атак у вигляді функції алгебри логіки. Сценарій атаки становить кон'юнкцію подій Z_i, жодну із яких не можна вилучити, не порушивши небезпечного функціонування системи.

Досягнення глобальної цілі атаки (успішна атака на один з важливих об'єктів ІКС), з урахуванням усіх можливих сценаріїв атак, представляється у вигляді функції небезпечного стану (ФНС) [4]:

$$y(Z_1, ..., Z_N) = \bigvee_{l=1}^{d} \varphi_l = \bigvee_{l=1}^{d} \Big(\bigwedge_{i \in K_{\varphi l}} Z_i \Big), \tag{1}$$

де d - кількість сценаріїв (шляхів) атаки,
φ_l - l-тий маршрут зі сценаріїв атаки,
$K_{\varphi l}$ - послідовність дій зловмисника у ІКС, яка відповідає l-тому сценарію атаки,
$Z_i = \{0, 1\}$ - не захоплення або захоплення i-того об'єкту ІКС.

На основі такої ФНС рівень захищеності ІКС визначається як імовірність реалізації хоча б одного зі сценаріїв атак, тобто:

$$P\{y(Z_1, ..., Z_N) = 1\} = P\Big\{ \bigvee_{l=1}^{d} \Big(\bigwedge_{i \in K_{\varphi l}} Z_i \Big) = 1 \Big\}. \tag{2}$$

Функцію імовірності (2) названо *функцією імовірності успішності атаки.*

Для обчислення значення функції імовірності успішності атаки, ФНС у вигляді функції алгебри логіки (1) необхідно перетворити у еквівалентну їй ортогональну диз'юнктивну нормальну форму (ОДНФ), і для функції представленої у цій формі виконати пряме заміщення булевих змінних Z_i на їх імовірнісні значення $P\{Z_i = 1\} = P_i$ - імовірності захоплення об'єктів.

Таке перетворення від ФНС до функції імовірності позначимо як оператор F. Тоді перехід до функції імовірності успішності атаки матиме наступний вигляд

$$y(Z_1, ..., Z_N) \xrightarrow{F} P\{y(Z_1, ..., Z_N) = 1\} = P(P_1, ...P_N), \tag{3}$$

або у короткій формі $y \xrightarrow{F} P$.

Якщо розглянути отриману функцію імовірності успішності атаки

$$P(G, P_1, ..., P_N), \tag{4}$$

то вона залежить від імовірностей захоплення об'єктів ІКС - $\{P_1, ..., P_N\}$, а її структура - від топології мережі ІКС - $G(V, E)$, представленої за допомогою матриці суміжності (V - множина об'єктів ІКС, E - наявність або відсутність зв'язку між ними).

Для (4) були показані наступні властивості [5]:

1. За своєю структурою функція імовірності успішності атаки (4) є полілінійною формою, тобто є лінійною за кожним зі своїх аргументів при фіксованих значеннях всіх інших. При фіксації усіх аргументів, крім деякого P_k, функція імовірності має вигляд
$$P(P_1, ..., P_k, ..., P_N) = A_k P_k + B_k(1 - P_k) + C_k,$$
при цьому, згідно з логіко-імовірнісним методом
$$\forall k : A_k P_k + B_k(1 - P_k) + C_k \leqslant 1.$$
Коефіцієнти A_k, B_k, та C_k є індивідуальними для кожної ІКС і залежать від джерел загроз та об'єктів атак, а також топології мережі $G(V, E)$.
2. Функція імовірності успішності атаки $P(P_1, ..., P_N) = P(G^*, P_1, ..., P_N)$ при фіксованій топології мережі G^* монотонно зростає по кожній зі своїх змінних:
$$\forall P_i^{(1)}, P_i^{(2)} : P_i^{(1)} < P_i^{(2)} \Rightarrow P(P_1, ..., P_i^{(1)}, ..., P_N) \leqslant P(P_1, ..., P_i^{(2)}, ..., P_N).$$
3. Функція імовірності успішності атаки є дуго-монотонною і не зростає при видаленні одного або декількох ребер з матриці суміжності.
З цього випливає, що при фіксованих значеннях імовірностей захоплення об'єктів $P(G) = P(G, P_1^*, ..., P_N^*)$ для довільних матриць суміжності $G_1(V, E_1)$ та $G_2(V, E_2)$, таких що $E_1 \subset E_2$ буде виконуватись нерівність $P(G_1) \leqslant P(G_2)$.

Але при змінах топології мережі ІКС і, відповідно, матриці суміжності, буде також змінюватись і ФНС, і, як наслідок, структура функції імовірності успішності атаки. Це призводить до того, що при кожній зміні структури ІКС (як, наприклад, додавання або вилучення зв'язку між об'єктами ІКС) кожен раз необхідно здійснювати процедуру переводу функції до ОДНФ, що значно уповільнює та ускладнює обчислення. Особливо це є критичним для вирішення задачі побудови безпечної топології мережі ІКС [5].

Тому, актуальним є дослідження поведінки функції імовірності успішності атаки при змінах структури ІКС, тобто дослідження властивостей оператора F. А також розробка алгоритму, який дозволяє, за наявності деяких ФНС y_1 та y_2, представлених у вигляді функцій алгебри логіки, та відповідних ним імовірнісних форм P_1 та P_2, отриманих за допомогою оператора F
$$y_1 \xrightarrow{F} P_1, y_2 \xrightarrow{F} P_2,$$
перевести диз'юнкцію та кон'юнкцію цих функцій у імовірнісні форми P_3 та P_4
$$y_3 = y_1 \vee y_2 \xrightarrow{F} P_3 = P_1 \oplus P_2,$$
$$y_4 = y_1 \wedge y_2 \xrightarrow{F} P_4 = P_1 \otimes P_2,$$
при цьому не виконуючи кроків по перетворенню y_3 та y_4 до ОДНФ.

Таким чином, зазначений алгоритм дозволить отримувати функції імовірностей успішності атаки P_3 та P_4 лише на основі вже відомих функцій P_1 та P_2. Що також дасть змогу спростити обчислення рівня захищеності для ІКС великої розмірності та їх складових сегментів.

Література. **1.** Тимошенко А. Побудова логіко-ймовірностної моделі захищеної комп'ютерної системи / Новіков О., Тимошенко А.// Правове, нормативне та метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні. – 2001.- № 3. – С.101–105 **2.** Родіонов А.М. Логіко-імовірнісна модель захищеності компонентів інформаційно-комунікаційних систем / Новіков О.М., Родіонов А.М. // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2008. – № 1 (11). – С. 170-175. **3.** Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем / Рябинин И.А. – СПб: Политехника. – 2000. – 248с. **4.** Солженцев Е.Д. Сценарное логико-вероятностное управление риском в бизнесе и технике. 2-е изд. / Солженцев Е.Д. - СПб: Бизнес-пресса. – 2006. – 560с. **5.** Родионов А.Н. Синтез безопасной топологии сети информационно-коммуникационной системы / Мартыненко Л.П., Новиков А.Н., Родионов А.Н.// Кибернетика и вычислительная техника. – 2010. – № 161. – С. 3-14.

Білоклокова Ю.В. *— рецензент Недашківська Н.І.*
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Багатокритеріальне оцінювання інвестиційної привабливості компаній з використанням методів підтримки прийняття рішень

Інвестиційна привабливість компаній – це характеристика, яка не може бути однозначно і об'єктивно оцінена, адже на її формування безпосередньо впливають судження учасників економічного життя і ситуативні фактори, що постійно змінюються і не підкоряються конкретним законам. Але задача оцінювання інвестиційної привабливості є актуальною і постає як перед приватними інвесторами, що прагнуть отримати дохід від дивідендів чи процентів, так і перед самими компаніями у пошуку перспективного бізнесу для розширення і покращення власної діяльності.

В даній роботі інвестиційну привабливість пропонується розглядати як комплексний показник, що характеризує ефективність операційної діяльності підприємства і включає як звичні фінансові показники: рентабельність, ліквідність, фінансова стійкість, так і якісні характеристики: ефективність роботи менеджменту, впровадження інноваційних технологій, політика компанії по відношенню до клієнтів та персоналу. Процес агрегування показників є завданням для систем підтримки прийняття рішень. Для досліджуваної задачі пропонується використати метод аналізу ієрархій (МАІ) [1], оскільки він дозволяє поєднати якісні і кількісні показники, а також взяти до уваги уподобання особи, що приймає рішення. В процесі оцінювання інвестиційної привабливості компаній останній фактор виявляється надзвичайно важливим, оскільки в економічній сфері досвід та інтуїція аналітика часто відіграють значнішу роль, ніж математичні методи.

Згідно з МАІ виконується декомпозиція проблеми в ієрархічну структуру, вершиною якої є сама проблема (головна ціль), на останньому рівні розміщуються компанії, діяльність і перспективність яких мають бути оцінені. В даній роботі об'єктами дослідження виступають публічні акціонерні товариства (ПАТи), оскільки вони найбільш зацікавлені у залученні нових інвесторів і зобов'язані публікувати свою звітність, а також інформацію про важливі події в своїй корпоративній діяльності. Результатом МАІ є глобальні ваги – інтегральні показники інвестиційної привабливості ПАТів (далі – альтернатив).

Підготовка вхідної інформації для МАІ відбувається в декілька етапів: 1) формування ОПР/ експертом загальної структури ієрархії, що містить 4 типи критеріїв і зв'язки між ними: фінансові показники, операційні (ефективність операційної діяльності, що включає впровадження нових технологій, оцінку роботи менеджменту, умови роботи для персоналу), ринкові (прибуток на акцію, дивідендну політику, відношення до міноритарних акціонерів), клієнтські (розмір сегменту ринку, що займає компанія, її рейтинг серед споживачів); 2) формування оцінок парних порівнянь критеріїв у фундаментальній шкалі відносної важливості та оцінок парних порівнянь альтернатив за якісними критеріями останнього рівня ієрархії критеріїв; 3) формування бази статистичних даних альтернатив за кількісними критеріями.

В роботі розроблено комп'ютерну систему підтримки прийняття рішень в інвестиційній сфері, що реалізовує декілька модифікованих МАІ [1, 2] і містить модулі оцінювання важливості критеріїв, розрахунку ваг критеріїв різними методами парних порівнянь, оцінювання узгодженості оцінок експертів, підвищення узгодженості оцінок експертів, розрахунку глобальних ваг альтернатив за ієрархією критеріїв (рис. 1). Глобальна вага представляє відстань альтернативи до деякого ідеального за усіма критеріями рішення і розраховується з використанням абсолютних значень альтернативи за критеріями (статистичних даних). Розроблена система також містить модуль оцінювання чутливості отриманого рішення. Це дозволяє ОПР дослідити вплив ваг критеріїв на результат, підібрати найбільш прийнятні ваги критеріїв, знайти чутливі критерії оцінювання.

Приєднана база даних містить показники діяльності ПАТ, що вибрані з фінансової та інших видів звітності компаній за останні 5 років, а також базу експертних оцінок якісних

критеріїв у вигляді балів. В процесі роботи експертні оцінки можуть бути переглянуті шляхом побудови матриць парних порівнянь або переоцінки у балах. Кількісні показники імпортуються в програму без можливості зміни.

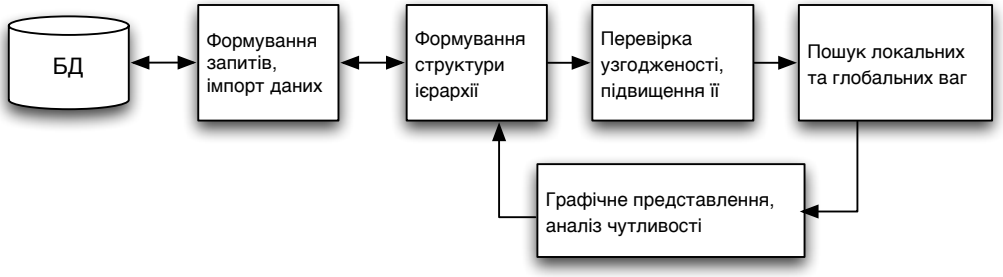


Рис. 1. Пошук глобальних ваг альтернатив за допомогою розробленої комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень

Основним етапом в процесі проведення класичного інвестиційного аналізу є дослідження спеціальних показників, які не містяться безпосередньо в звітності, але можуть бути з неї отримані шляхом математичних перетворень – коефіцієнтний аналіз (коефіцієнти ліквідності, фінансової стійкості тощо). Подібні коефіцієнти, стандартні або створені безпосередньо за участю ОПР, підраховуються у спеціальному модулі і можуть бути використані при побудові ієрархічної структури критеріїв.

Наприкінці підготовчого етапу сформовано ієрархію критеріїв та альтернатив, побудовано матриці парних порівнянь альтернатив за якісними критеріями та вектори безпосередніх кількісних оцінок альтернатив. Пошук глобальних ваг альтернатив за допомогою розробленої комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень складається з наступних етапів: 1) перевірка матриць парних порівнянь на неузгодженість шляхом побудови індексів узгодженості та порівняння їх з пороговими значеннями; 2) в разі неприпустимості неузгодженості матриць визначення елементів, що мають бути повернені експерту для переоцінки; 3) організація зворотнього зв'язку з експертом; 4) якщо з певних причин немає можливості для виконання п.3, а неузгодженість МПП є неприпустимою, то проводиться автоматичне коригування МПП або приймається рішення про подальше використання методів, стійких до викидів; 5) пошук локальних ваг альтернатив, нормування; 6) розрахунок глобальних ваг альтернатив шляхом агрегування локальних ваг альтернатив за якісними та кількісними критеріями, вибір оптимальної альтернативи або ранжування; 7) графічна ілюстрація пріоритетності альтернатив; 8) дослідження отриманого результату, аналіз чутливості до зміни ваг критеріїв.

Подібний аналіз для однієї й тієї самої групи компаній проводиться за останні 3-5 років діяльності за річними результатами роботи. Результати відображаються графічно, прослідковуються тенденції розвитку компаній, стійкість або зміна їх місць на відповідному ринку. На кожному етапі роботи ОПР пропонується здійснити вибір подальших дій, методів їх реалізації або застосовується автоматичний сценарій роботи на всіх етапах, окрім підготовчого.

Таким чином, ОПР отримує програмну підтримку процесу прийняття рішень, результати якої самостійно або разом з іншими методами дозволять прискорити і полегшити процедуру прийняття рішень в інвестиційній сфері.

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.** Недашківська Н.І. Кількісна оцінка чутливості задачі обробки поглядів експертів за методами аналізу ієрархій// Матеріали науково-технічної конференції з міжнародною участю «СППР-2010: Теорія і практика» (26–30 травня 2010 р., м. Київ). – К.:ІПММС НАНУ, 2010.– С.42 – 45.

Богушевський В.С., Зубова К.М.
Національний технічний університет України "КПІ", ІФФ, Київ, Україна

Модель керування конвертерним процесом в умовах енергозберігаючої технології

Істотним недоліком киснево–конвертерного процесу є обмежені можливості переробки брухту. Враховуючи, що гази, які відходять з конвертера, складаються приблизно із 90 % CO і 10 % CO_2, а тепловий ефект допалювання CO становить близько 21000 кДж/кг вуглецю, великі резерви у збільшенні частки брухту криються у збільшенні ступеня допалювання CO у порожнині конвертера [1]. Ступінь допалювання монооксиду вуглецю у порожнині конвертера визначають параметри режиму дуття, зокрема відстань фурми від рівня спокійної ванни. Збільшуючи відстань фурми, збільшують ступінь допалювання CO, але одночасно збільшується кількість заліза, що окиснюється і переходить у шлак. Тепло від допалювання CO виділяється у верхніх шарах порожнини конвертера, перегріваючи футерівку, що достроково зношується [2].

Для усунення цих недоліків пропонується модель керування конвертерним процесом з наданням фурмі постійного зворотно–поступального руху у вертикальному напрямку. Це приводить до руху у вертикальному напрямку рівня рідкої ванни. При піднятті фурми ванна опускається, зменшуючи кількість заліза у шлаці, а при опусканні — ванна піднімається і заберає тепло у перегрітої футерівки [3].

Періодичну зміну відстані фурми в режимі зануреного струменя ΔH проводять за наступними залежностями:

$$W = K_1,$$

$$\Delta H_{(n+1)} = \Delta H_n + K_2, \quad \text{якщо } \Delta H_n > \Delta H_{(n-1)},\ \gamma_{\mathrm{CO_2}n} \geqslant \gamma_{\mathrm{CO_2}(n-1)},$$

або

$$\Delta H_{(n+1)} = \Delta H_n + K_2, \quad \text{якщо } \Delta H_n < \Delta H_{(n-1)},\ \gamma_{\mathrm{CO_2}n} < \gamma_{\mathrm{CO_2}(n-1)},$$

$$\Delta H_{(n+1)} = \Delta H_n - K_2, \quad \text{якщо } \Delta H_n < \Delta H_{(n-1)},\ \gamma_{\mathrm{CO_2}n} \geqslant \gamma_{\mathrm{CO_2}(n-1)},$$

або

$$\Delta H_{(n+1)} = \Delta H_n - K_2, \quad \text{якщо } \Delta H_n > \Delta H_{(n-1)},\ \gamma_{\mathrm{CO_2}n} < \gamma_{\mathrm{CO_2}(n-1)},$$

де W — швидкість руху фурми, калібр/хв.; K_1, K_2 — коефіцієнти; $\gamma_{\mathrm{CO_2}}$ — ступінь окиснення газу до CO_2 у порожнині конвертера; $(n-1)$, n, $(n+1)$ — індекси попереднього, поточного і наступного значень уставок керуючого параметра.

Ступінь окиснення газу до CO_2 у порожнині конвертера визначають за результатами хімічного аналізу газів, що виходять із порожнини конвертера.

Для регулювання відстані фурми застосовано регулятор з нечіткою логікою.

У результаті досліджень, що проведені нами на конвертерах місткістю 160 тон, встановлено, що запропоноване керування конвертерної плавки в умовах енергозберігаючої технології збільшує частку переробленого брухту у металевій шихті на 1,5 %.

Література. **1.** В. С. Богушевский, В. Ю. Сухенко, Е. А. Сергеева. Математическая модель управления дутьевым режимом конвертерной плавки // Изв. вузов. Чорная металлургия. — 2011. — № 8. — С. 24–25. **2.** В. С. Богушевский, Е. А. Сергеева. Динамическая модель управления температурным режимом конвертерной ванны // Металл и литье Украины. —2011. — № 5. — С. 24–28. **3.** В. С. Богушевський, К. О. Сергеева, С. В. Жук. Автоматизована система керування конвертерною плавкою // Вісник НТУУ "КПІ", серія Машинобудування. — 2011. — № 61. — Т. 2. — С. 147–151.

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

Метод численного продолжения решения по параметру для обнуления выхода многомерных аффинных нелинейных систем

Пусть дана аффинная нелинейная система с m входами и m выходами в пространстве состояний размерности n:

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

где $x \in X \subseteq \mathbb{R}^n$, $y \in Y \subseteq \mathbb{R}^m$, $u \in U \subseteq \mathbb{R}^m$, отображения $f : \mathbb{R}^n \to \mathbb{R}^n$, $g_i : \mathbb{R}^n \to \mathbb{R}^n$, $h : \mathbb{R}^n \to \mathbb{R}^m$ – гладкие векторные поля $f, g, h \in C^\infty$. Функции $f(x)$ и $g(x)$ считаем ограниченными на X.

В настоящей работе рассматривается решение задачи обнуления выхода системы (1) с относительными степенями выходов $r_j > 1$, что расширяет ранее полученный в [1] результат для случая $r_j = 1$. Далее предполагается, что (1) свободна от нуль-динамики, т.е. $n = \sum_{i=1}^{m} r_j$.

Сопоставим с объектом управления (1) систему с линейной динамикой, в которой m входов u, n состояний z, m выходов η с такими же относительными степенями r_i, как и у (1)

$$\dot{z} = Az + Bu,\ \eta = Cz,\ \frac{d^{(r_i)}}{dt^{(r_i)}}\eta = u_i. \tag{2}$$

Запишем уравнение гомотопического отображения, связывающего динамику выходов систем (1) и (2):

$$H = (1-\lambda)\cdot\eta + \lambda\cdot y = 0. \tag{3}$$

По определению относительной степени выхода, каждый компонент H_i должен быть продифференцирован r_i раз по t до тех пор, пока не станет явной функцией от какого-либо входа u. Получаем после дифференцирования:

$$\begin{aligned} H_i^{(r_i)} = \sum_{k=1}^{r_i-1} C_{r_i}^k \eta_i^{(r_i-k)}\lambda^{(k)} + u_i\lambda + \eta_i\lambda^{(r_i)} - \sum_{k=1}^{r_i-1} C_{r_i}^k y_i^{(r_i-k)}\lambda^{(k)} - y_i\lambda^{(r_i)} + \\ + (1-\lambda)\left(\mathcal{L}_f^{r_i}h_i + \sum_{k=1}^{m}\mathcal{L}_{g_k}\mathcal{L}_f^{r_i-1}h_i\cdot u_k\right) = 0, \end{aligned} \tag{4}$$

что дает:

$$H^{(r_i)} = \mathcal{A}_{i,1}(x,z,\Lambda)\cdot u + \mathcal{A}_{i,2}(x,z,\Lambda)\cdot\lambda^{(r_i)} + \mathcal{B}_i(x,z,\Lambda), \tag{5}$$

где $\Lambda = (\lambda, \dot{\lambda}, \ddot{\lambda}, ..., \lambda^{(r_i-1)})$, C_n^k – биномиальные коэффициенты.

Рассматривая все компоненты H_i после дифференцирования в соответствии с относительными степенями выходов r_i, можно записать алгебраическое условие, задающее непрерывную деформацию системы (2) в (1)

$$\bar{H} = \mathcal{A}_1(x,z,\bar{\Lambda})\cdot u + \mathcal{A}_2(x,z,\bar{\Lambda})\cdot\lambda^{(r_{max})} + \mathcal{B}(x,z,\bar{\Lambda}) = 0, \tag{6}$$

где $r_{max} = \max\{r_i\}$, $\bar{\Lambda} = (\lambda, \dot{\lambda}, \ddot{\lambda}, ..., \lambda^{(r_{max}-1)})$

Если $\mathcal{B} = 0$, что соответствует случаю $r_i = 1$, $f(x) = 0$, то известный метод продолжения решения по параметру [2] может определить траекторию $u(t), \lambda(t)$ как $\begin{pmatrix} u(t) \\ \dot{\lambda}(t) \end{pmatrix} = \tau(t)$, где $\tau(t)$ – касательный вектор к кривой $H = 0$, который получается из линейного матричного уравнения $\mathcal{A}\tau = 0$. Это уравнение имеет бесконечно много решений, поскольку в нем n условий и $n+1$ переменных. Для однозначного определения $u(t)$ и $\dot{\lambda}(t)$ необходимо дополнительное условие нормализации длины вектора $\|\tau\| = 1$. Кроме того, для выбора правильного направления вектора τ, накладывается условие его положительной ориентации относительно поверхности H, задаваемое в виде неравенства $\det\begin{pmatrix} \mathcal{A} \\ \tau^T \end{pmatrix} > 0$.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Рассматривая общий случай $\mathcal{B} \neq 0$, можно показать существование связной траектории $(u(t), \lambda(t))$ для $t \in [0, T)$, начинающейся в точке $(u_0, 0)$, такой, что

$$\lim_{t \to T} \lambda(t) = 1, \ \bar{H}(u(t), \lambda(t), t) = 0, \tag{7}$$

получаемой из (6) следующим образом:

$$\begin{gathered} \begin{pmatrix} u \\ \lambda^{(r_{max})} \end{pmatrix} = \alpha \cdot \tau + \bar{\tau}, \\ \bar{\tau} = \mathcal{A}^{+}\mathcal{B}, \\ \mathcal{A} \cdot \tau = 0, \ \|\tau\|_2 = 1, \ \det \begin{pmatrix} \mathcal{A} \\ \tau^T \end{pmatrix} > 0, \end{gathered} \tag{8}$$

при дополнительном условии

$$\operatorname{rank} \mathcal{A}(x, z, \bar{\Lambda}) = m, \tag{9}$$

где $\alpha > 0, \ \alpha \in \mathbb{R}$ – некоторая скалярная константа, A^{+} – инверсия Мура-Пенроуза матрицы A.

Условие (9) является стандартным допущением при использовании методов продолжения по параметру, что соответствует возможности существования предельных точек траектории $(u(t), \lambda(t))$, в которых $\mathcal{A}_1 \notin \operatorname{im} \mathcal{A}_2$, при отсутствии точек бифуркации. При этом в некоторых областях фазового пространства $X \times Z$ возможна ситуация, где $\operatorname{rank} \mathcal{A}_1(x, z, \bar{\Lambda}) < m$ – в таком случае система не может быть линеаризована по обратной связи, однако предложенный метод остается применимым. Преодоление точек бифуркации, в которых наблюдается $\mathcal{A}_1 \in \operatorname{im} \mathcal{A}_2$, также возможно в рамках известных подходов для метода продолжения решения по параметру (например, с применением разложения Ляпунова-Шмидта [2]).

Уравнение (6) задает обратную связь по состоянию, а (8) – динамику регулятора. Также стоит заметить, что, согласно (4), выражение для $\mathcal{B}$ и $\mathcal{A}_2$ зависит в явной форме от y, что реализует обратную связь по выходу.

Нами было проведено исследование динамики предложенного регулятора в MATLAB/Simulink на абстрактных аффинных нелинейных системах, а также для управления асинхронным электродвигателем по нелинейной модели в пространстве состояния из [3]. Предложенный метод показывает достаточную устойчивость к неопределенностям в модели объекта управления, а также позволяет регулировать системы в областях фазового пространства, в которых линеаризация по обратной связи невозможна.

Дальнейшая работа будет сконцентрирована на учете неопределенностей в явном виде, экспериментальной реализации регулятора для управления реальным оборудованием, обобщению предложенного подхода с использованием методов дифференциальной геометрии.

Литература. **1.** A. Borisevich, M. Krupskaya, 'Some aspects of numerical continuation methods in control of nonlinear affine systems', *Proc. Int. Symp. Applied Natural Sciences 2011*, Trnava, 2011, pp. 111-115. **2.** B. Krauskopf, H. M. Osinga, and J. Galan-Vioque. *Numerical continuation methods for dynamical systems: path following and boundary value problems*, Springer, 2007. **3.** M. Bodson, J. Chiasson, 'Differential-Geometric Methods for Control of Electric Motors', *Int. Journal of Robust and Nonlinear Control*, vol. 8, pp. 923-954, 1998.

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

Багатофакторні ризики та системи екологічного моніторингу

При дослідженні стану навколишнього природного середовища типовими є ситуації невизначеності, що викликає необхідність розробки методів передбачення, прогнозування та своєчасного виявлення небажаних станів екосистем [1]. Ризики, які пов'язані зі станами таких систем, є багатофакторними, що вимагає дослідження багатовимірних часових рядів; вони викликані як впливом на виробничу діяльність випадкових та хаотичних процесів, так і неможливістю отримати абсолютно вірогідну інформацію про динаміку таких процесів та адекватно інтерпретувати її в режимі реального часу. В роботі [2] була запропонована методологія системного аналізу відповідного діагностування і вказано на першочерговість врахування при цьому часового фактору. Пропонована робота ґрунтується на вказаній методології і розглядає задачу виявлення загроз в екологічній сфері та реагування на них.

Математична модель ґрунтується на поданні об'єкта (контрольованої ділянки навколишнього середовища) у вигляді області в n-вимірному просторі. Це пов'язано з фактором невизначеності, який змушує розглядати саме таке подання замість простої точки. Динаміка функціонування об'єкта являє собою рух вказаної області (з можливою зміною її форми) всередині області допустимих станів системи (ОДСС). Границі ОДСС суть частини різних гіперповерхонь, що пов'язано з різними наслідками (та методами ліквідації цих наслідків), виходом значень різних параметрів системи за межі ОДСС. Стан системи оцінюють за прогнозованими строками її виходу за межі ОДСС, тобто за допомогою n-вимірного вектора, знаходження годографа якого допускається лише всередині області допустимих часів досягнення (ОДЧД). Ці часи визначаються тривалостями процедур відключення елементів виробничої інфраструктури, що допомагає уникнути подальшого забруднення та/або термінами розгортання засобів ліквідації наслідків такого забруднення.

Істотно, що кожна з координат системи може бути "укрупненою" (тобто являти собою, наприклад, сумарне забруднення навколишнього середовища певним компонентом, що пов'язане з усіма його джерелами на контрольованій території) або бути "деталізованою" (відображати, відповідно, діяльність лише одного з таких джерел). Якщо всі контрольовані параметри "укрупнені", то це дозволяє істотно знизити розмірність задачі і, в той же час, ускладнює побудову ОДЧД внаслідок необхідності запровадження "зваженості" для джерел однакових забруднень, або знижує ефективність роботи такої системи охорони навколишнього середовища у випадку оцінювання "за найгіршим варіантом".

При реальному функціонуванні системи врахування фактору невизначеності (побудову області, що відображає поточний стан системи) здійснюють шляхом аналізу похибок вимірювальних приладів та завад у каналах зв'язку. Переміщення області визначають як за показами вимірювальної апаратури, так і наявною інформацією про поведінку системи в аналогічних ситуаціях. Наявність відповідної "бібліотеки сценаріїв" є характерною рисою реальних систем, що функціонують в стаціонарному режимі тривалий час. Передбачаються також перехідні (пов'язані з включенням до складу системи нових елементів та/або виключенням з неї деяких елементів) та аварійні (визначаються функціонуванням системи поза межами ОДСС, що викликано істотними модифікаціями як її структури, так і ресурсів, які знаходяться в розпорядженні управлінської ланки) режими. При аналізі системи враховують наявність у ній ланок, які функціонують передбачуваним чином (наприклад, реактори - хімічні, біотехнологічні та інші) з мінімальним втручанням випадкових факторів, та більш підданих їхньому впливу.

Література. **1.** Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2010 році [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://www.mns.gov.ua/files/2011/5/17/5_3_2010.pdf. **2.** Панкратова Н. Д. Розпізнавання позаштатної ситуації в динаміці функціонування техногенно небезпечного об'єкта / Н. Д. Панкратова, А. М. Радюк // Наукові вісті НТУУ "КПІ". - 2008. - № 3. - С. 43-52.

Ваврук Є.Я., Грицик І.В.
Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна

Шляхи забезпечення відмовостійкості обчислень в задачах опрацювання сигналів

Виділені основні підходи використання природньої надлишковості для підвищення відмовостійкості обчислень які базуються на аналізі даних. Описані шляхи підвищення відмовостійкості обчислень в задачах опрацювання сигналів з врахуванням базової відмовостійкості алгоритму.

Задача забезпечення необхідного рівня відмовостійкості є комплексною задачею, що включає: аналіз вимог, особливостей організації обчислювального процесу та принципів застосування сучасних механізмів підвищення відмовостійкості на всіх етапах проектування [1]. Підвищення відмовостійкості обчислень в комп'ютерних системах (КС) передбачає введення схем резервування, самодіагностування та самовідновлення в структуру обчислень [2,3]. В загальному випадку відносний рівень відмовостійкісті обчислень можна представити у вигляді виразу:

$$F = \Delta F + F^{\text{базова}}, \tag{1}$$

де ΔF- приріст відмовостійкості за рахунок введення схем резервування, самоконтролю та самовідновлення; $F^{\text{базова}}$ – показник базової відмовостійкості обчислень; F- сумарний показник відмовостійкості обчислень. На основі аналізу джерел в [2,3] варто відзначити, що базова відмовостійкость обчислень недостатньо враховується при проектування відмовостійких СОС.

Якщо розглядати систему опрацювання сигналів відносно обчислень, то канонічна основа конструкції СОС описується моделлю колективу обчислювачів [4], яка представлена парою:

$$S = \langle H, A \rangle, \tag{2}$$

де H і A - відповідно, опис конструкції та алгоритму роботи колективу обчислювачів. Колектив обчислювачів описується у вигляді:

$$H = \langle C, G \rangle, \tag{3}$$

де $C = \{c_i\}$ - множина обчислювачів c_i, необхідних для реалізації алгоритму A, $i = 1..N$; N- потужність множини C; G - опис макроструктури колективу обчислювачів $c_i \in C$ (зв'язки між обчислювачами системи). Враховуючи введення схем резервування, самодіагностування та самовідновлення, вираз (3) перепишемо у вигляді:

$$H^* = \langle C^*, G^* \rangle, \tag{4}$$

де $C^* = C \cup C_{\text{роз}} = c_1, \ldots, c_N, c_1^p, ..., c_M^p$— доповнена множина C обчислювачами c_j^p, необхідними для забезпечення відмовостійкості всіх правил алгоритму A, $N + M$ – потужність множини C^*; G^* — макроструктура відмовостійкого колективу обчислювачів, тобто структури зв'язків між обчислювачами $c_j^p \in C^*$, $c_i \in C^*$.

Якщо розглядати алгоритм як сукупність даних I та множини правил виконання R, то модель алгоритму можна виразити як

$$A = \langle I, R \rangle, \tag{5}$$

де I - множина вхідних даних; $R = \{r_1, r_2, ..., r_n\}$ - множина правил; $n = 1...N$, N - кількість правил алгоритму. Процес перетворення вхідних даних у вихідні задається виразом

$$I \xrightarrow{r_1} I^{r_1} \xrightarrow{r_2} I^{r_1 r_2} \xrightarrow{\cdots} I^{r_1 r_2 \ldots r_n}, \tag{6}$$

де $I^{r_1 r_2 \ldots r_n}$ - проміжні дані. А враховуючи, що $R = \{r_1, r_2, ..., r_n\}$, (6) можна представити у вигляді:

$$I \xrightarrow{R} I^R. \tag{7}$$

Згідно визначення алгоритму [5], будь-яка надлишковість правил виконання є штучно введеною. На основі цього, (6) та (7), базова відмовостійкість визначається лише природною надлишковістю даних I_k.

Відносно даних, інформаційну надлишковість можна розглядати кількісно та якісно. *Кіль-*

кісний підхід базується на введенні надлишковості вхідних даних без зміни макроструктури колективу обчислювачів. На основі (6) та (7) даний підхід можна представити у вигляді:

$$I + \Delta I \xrightarrow{R} (I + \Delta I)^R. \tag{8}$$

Особливістю такого підходу є додаткові апаратні затрати, пов'язані зі збільшенням об'єму опрацьованих даних. Базова відмовостійкості не враховується і рівна нулю, $F^{\text{базова}} = 0$. На рис. 1 наведена схема, яка ілюструє даний підхід.

Якісний підхід базується на використанні якісної складової інформаційної надлишковості. Забезпечення відмовостійкості виконується на основі аналізу результатів виконання множини правил R над перетвореними, за певним законом T_k, вхідними даними I. Враховуючи це та вираз (6), даний підхід можна представити у вигляді

$$T_k(I) \xrightarrow{r_1} (T_k(I))^{r_1} \xrightarrow{r_2} (T_k(I))^{r_1 r_2} \xrightarrow{\cdots} (T_k(I))^{r_1 r_2 \cdots r_n}, \tag{9}$$

де $T_k \in T$, T - множина перетворень, $k = 1..K$, K -потужність множини перетворень. З врахуванням (7) отримаємо

$$T_k(I) \xrightarrow{R} (T_k(I))^R, \tag{10}$$

Блок-схема виконання алгоритму, відмовостістійкість якого досягається на основі цього підходу і для якого виконуються (9), наведена на рис. 2.

Рис. 1. Кількісний підхід

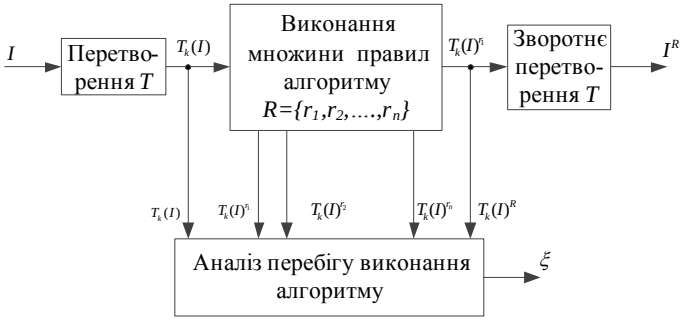


Рис. 2. Якісний підхід

Таким чином, основними шляхами забезпечення відмовостійкості в процесі проектування є кількісний, якісний та кількісно-якісний підходи. Ці підходи дають можливість врахувати відносний показник базової відмовостійкості обчислень, що призведе до зростання ефективності підвищення відмовостійкості за рахунок сумісного використання природньої та штучної надлишковості обчислень.

Література. **1.** Грицик І.В. Система оцінювання аналізу параметрів задачі / Ваврук Є.Я., Грицик І.В. // Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка".-2009.-№658. - С.26-30. **2.** Koren I.,Krishna C.M. Fault-tolerant systems. San Francisco-USA. Morgan Kaufmann Publishers,2007.-pp.11-30 **3.** Goessel Michael Fault Tolerant Systems. Problems and Solutions /University of Postdam,Institute for Informatics,Fault Tolerant Computing Group, 2004. **4.** Хорошевский В.Г. Инженерный анализ функционирования вычислительных машин и систем. М.: Радио и связь, 1987. **5.** Черкаський М.В. Еволюція тлумачення поняття "алгоритм" /Черкаський М.В.//Вісник Нац.ун-ту "Львівська політехніка". – 2003. – №492. – С.142–146.

Ваврук Є.Я., Грос В.В.
Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна

Шляхи забезпечення відмовостійкості систем опрацювання радіолокаційної інформації

Розглянуті основні операції опрацювання радіолокаційної інформації та виділені алгоритми їх виконання. Запропоновано шляхи забезпечення відмовостійкості на кожному етапі опрацювання.

Задачами опрацювання радіолокаційної інформації (РЛІ) є виявлення об'єктів, визначення їх координат, захоплення, супроводження та розрахунок їх прогнозованої траєкторії руху. Радіолокаційні станції (РЛС) повинні забезпечити виконання поставленого завдання в умовах дії зовнішніх природних і штучних завад, при виникненні збоїв та відмов апаратури. Це зумовлює необхідність формулювання і розв'язання суперечливої науково-технічної задачі одночасного підвищення відмовостійкості функціонування РЛС і продуктивного опрацювання інформації в реальному часі.

У великих радіолокаційних комплексах опрацювання РЛІ проводиться в три етапи. При первинному опрацюванні визначається швидкість та координати (азимут, кут місця, віддаль) об'єктів спостереження [1–3]. При цьому використовуються такі операції [2,3]:

1. Оптимальна багатоканальна частотно-часова фільтрацію сигналів, для виконання якої застосовують:
   - кореляційне опрацювання;
   - кореляційно-фільтрове опрацювання (узгоджена фільтрація);
   - оптимальну фільтрація сигналів в частотній області.
2. Попереднє виявлення корисних сигналів за результатами одного зондування (порогове опрацювання з фіксованим або адаптивним порогом).
3. Визначення координат, що відповідають виявленим сигналам.
4. Визначення сигналів-помилок по кутових координатах, дальності та швидкості для супроводжуваних цілей.

Вторинне опрацювання передбачає опрацювання інформації, отриманої протягом кількох періодів зондування з метою виявлення та безперервного супроводу траєкторій. При цьому виконують такі операції:

1. Визначення параметрів рухомих цілей (напрям, швидкість, прискорення і т.д.) згідно даних, отриманих за кілька періодів опрацювання.
2. Виділення області простору, в якій з деякою імовірністю очікується поява відмітки в наступному періоді опрацювання (екстраполяція відміток).
3. Співставлення екстрапольованих координат з черговими отриманими даними і прив'язка нової відмітки до траєкторії цілі (продовження траєкторії).

У випадку використання в радіолокаційному комплексі кількох станцій, інформація від них об'єднується з метою отримання єдиного системного треку - третинне опрацювання. Основними операціями даного етапу опрацювання є:

1. Збір інформації від джерел вторинного опрацювання.
2. Приведення відміток до єдиної системи координат і єдиного часового відліку.
3. Визначення приналежності відміток цілям.
4. Укрупнення інформації.

Достовірність результатів опрацювання кожного наступного етапу залежить від попереднього. При первинному опрацюванні пропонується забезпечувати відмовостійкість елементарних функцій (алгоритмів). На другому етапі пропонується використовувати надлишковість апаратних компонентів. На обох рівнях опрацювання сигналів відповідним вузлом керування здійснюється контроль за інформацією про стан окремих компонентів. На етапі третинного опрацювання відмовостійкість забезпечується шляхом дублювання каналів зв'язку та вузлів

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

опрацювання, використання кодів корекції помилок та схем мажоритарування. На всіх трьох етапах опрацювання пропонується забезпечувати відмовостійкість застосуванням на різних рівнях інтеграції методів для виявлення несправностей та відновлення даних, зокрема [4, 5]:

- модуль відновлення;
- розподілені модулі відновлення;
- консенсусний модуль відновлення;
- N-версійне програмування;
- N-версійне програмування із самоконтролем;
- вибірка серед достовірних та інш.

Для первинного опрацювання цими методами відмовостійкість забезпечується шляхом введення різного типу надлишковості в елементарні алгоритми функціонування; для вторинного опрацювання - шляхом використання апаратного резервування обчислювальних вузлів; для третинного – цілих комплексів (серверів). Тому для етапів вторинного та третинного опрацювання виділяти алгоритми опрацювання недоцільно.

Додатково проаналізовано розглянуті алгоритми первинного опрацювання РЛІ, що дає можливість виділити елементарні алгоритми опрацювання сигналів, відмовостійкість яких може забезпечуватись використанням алгоритмів виявлення, обходу помилок та інших додаткових ресурсів, орієнтованих на конкретний алгоритм. До останніх належать: швидке перетворення Фур'є (ШПФ), зворотнє ШПФ, рекурсивна і нерекурсивна фільтрація, поелементні операції з масивами, порогове опрацювання та ін. Зокрема для ШПФ, відмовостійкість забезпечується шляхом [6]:

- порозрядного опрацювання даних («бітовий рівень») матриці логічних елементів метелика ШПФ з використанням резервного рядка чи стовпця;
- резервування MSA (multiply-substract-add) модулів метелика;
- модульної надлишковості з розподіленим часом виконання;
- ШПФ процесора на базі моделі лінійного клітинного автомату.

Ефективність наведених підходів забезпечення відмовостійкості проаналізовано на базі системи опрацювання інформації когерентно-імпульсних РЛС [1], де відмова в одному з вузлів (процесорів) первинного опрацювання впливає на функціонування інших складових компонентів схеми і в залежності від його функції може призвести до припинення функціонування системи або до готовності лише частини результатів опрацювання. Тому при обчисленні ефективності забезпечення відмовостійкості кожного з етапів опрацювання РЛІ, показник ефективність системи розраховується як з'єднання окремих її вузлів. Враховується спосіб з'єднання компонентів (послідовне чи паралельне), вибирається метод розрахунку, а залежність за даними - вагові коефіцієнти, які визначають важливість кожного вузла. Показник ефективності забезпечення відмовостійкості кожного складового вузла системи розраховується індивідуально, відповідно до методу забезпечення відмовостійкості. Для об'єднання показників ефективності кожного з трьох послідовних етапів опрацювання РЛІ вводиться коефіцієнт, що характеризує вплив чергового пакету даних на виконання поставленої задачі.

Література. **1.** Ваврук Є. Організація відмовостійкості в системах опрацювання сигналів/ Ваврук Є. Я.// Вісник Нац. ун-т «Львівська політехніка». — Львів, 2006. — N565. – С.36-46. **2.** Бакулев П.А. Радиолокационные системы: Учебник для вузов. – М.: Радиотехника, 2004.- с.320 **3.** Бобров Д.Ю, Доброжанский А.П., Зайцев Г.В., Маликов Ю.В., Цыпин И.Б. Цифровая обработка сигналов в многофункциональных РЛС. Часть 2. // Цифровая обработка сигналов, 2002. - №1. - С.28-39. **4.** Koren I.,Krishna C.M. Fault-tolerant systems. San Francisco-USA. Morgan Kaufmann Publishers,2007.-p.399 **5.** Ваврук Є.Я., Грос В.В., Організація модулів відновлення відмовостійких систем опрацювання сигналів. // Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка». – Львів 2010. – №672. – С.23-29. **6.** Ваврук Є.Я., Грос В.В. Методи забезпечення відмовостійкості вузлів вимірювання швидкості об'єкта/ Ваврук Є.Я., Грос В.В.// Вісник Нац. ун-т «Львівська політехніка». — Львів, 2010. — N688. – С.41-52.

Варфоломеєв А.Ю.
Національний технічний університет України "КПІ", ФЕЛ, Київ, Україна

Simulink-модель для оптимізації параметрів системи автоматичного відслідковування об'єктів

Відомо, що розробка універсальних систем візуального автоматичного відслідковування, здатних працювати із різними об'єктами та за будь-яких умов спостереження, не є тривіальною задачею. Однією з причин цього є наявність певних обмежень, які накладаються на розмір ознак, параметри навчання, модель руху тощо. Зазвичай підбір вказаних обмежень здійснюється емпірично в ході експериментальних випробувань. Такий підхід не є зручним і далеко не завжди гарантує оптимальний результат. Для вирішення зазначеної проблеми в даній роботі пропонується Simulink-модель, яка дозволяє: по-перше, працювати із вже існуючими моделями систем відслідковування (створеними, наприклад, за принципом, описаним в роботі [1]), а по-друге – ефективно використовувати потужні засоби оптимізації програми Matlab. Запропонована Simulink-модель із її складовими наведена на рис. 1.

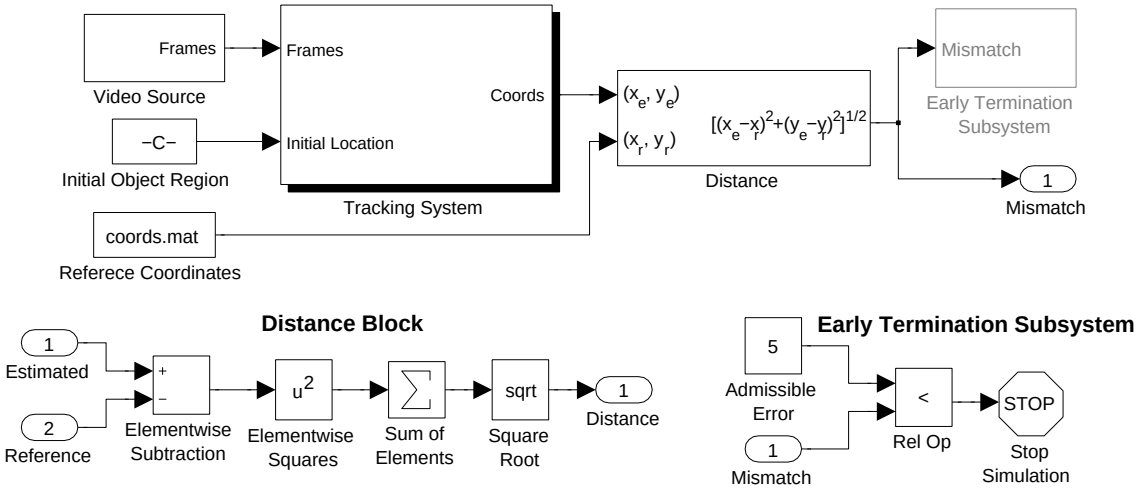


Рис. 1. Simulink-модель для оптимізації параметрів системи автоматичного відслідковування та її складові

У даній моделі система відслідковування, що підлягає оптимізації, реалізована блоком *Tracking System*. Його параметри мають бути визначені як іменовані константи (наприклад, за допомогою стандартного блоку *Constant*, в який замість конкретного значення введено ім'я).

Суть процесу оптимізації зводиться до мінімізації відхилення – *Mismatch* між опірними координатами об'єкта (які завідомо є вірними для налагоджувального відео) та його положенням, отримуваним системою відслідковування. Опірні координати зчитуються з файлу блоком *Reference Coordinates*, а відео – блоком *Video Source*. Значення *Mismatch* пропонується визначати шляхом обчислення евклідової відстані в блоці *Distance*. З метою підвищення швидкодії в модель додатково введено блок раннього зупину – *Early Termination Subsystem*. Зауважимо, що даний елемент моделі є необов'язковим, проте на початкових етапах оптимізації дозволяє її прискорити за рахунок переходу до нової ітерації при перевищенні допустимої помилки *Admissible Error*, не очікуючи завершення повного циклу моделювання. Оптимальне налаштування параметрів здійснюється за допомогою спеціального засобу, доступного в меню Tools → Parameter Estimation... вікна середовища Simulink.

Слід зауважити, що для досягнення найкращої якості оптимізації налагоджувальне відео має враховувати різноманітні умови спостереження, сценарії поведінки об'єкта та складні ситуації, що потенційно можуть виникнути при майбутній експлуатації системи відслідковування.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Експериментальне випробування моделі. Запропоновану модель було успішно застосовано для оптимізації параметрів простої системи відслідковування, основаної на кореляційному співставленні. Пошук об'єкта в даній системі виконується шляхом обчислення коефіцієнта кореляції [2]:

$$\gamma(u,v) = \frac{\sum\limits_{(x,y)\in\Omega} (f(x,y) - \overline{f}_{u,v})(t(u-x,v-y) - \overline{t})}{\sqrt{\sum\limits_{(x,y)\in\Omega} (f(x,y) - \overline{f}_{u,v})^2 \sum\limits_{(x,y)\in\Omega} (t(u-x,v-y) - \overline{t})^2}} \tag{1}$$

де f – вихідне зображення; $\overline{f}_{u,v}$ – його середнє значення в околі Ω точки (u,v); t – еталонне зображення, яке необхідно знайти; $\overline{t}$ – середнє значення t; Ω – область, в якій виконується пошук об'єкта і яка має такий самий розмір, як і t. Точка (u,v), для якої знайдене за формулою (1) значення γ є максимальним, ототожнюється з координатами об'єкта відслідковування.

З метою підвищення надійності роботи систем, заснованих на кореляційному співставленні до еталонного зображення, часто застосовується експоненційна фільтрація [2]:

$$t_i = \alpha f_{(u,v)} + (1-\alpha)t_{i-1} \tag{2}$$

де t_i – еталон для наступного кроку алгоритму; $f_{u,v}$ – область вихідного зображення, яка визнана об'єктом на поточному кроці; t_{i-1} – еталон із попереднього кроку алгоритму, $\alpha \in [0;1]$ – параметр фільтрації. Чим менше α, тим більше в еталонному зображенні накопичується інформації про об'єкт. З іншого боку, якщо α є малим, а об'єкт динамічно змінюється, то система не встигатиме пристосовуватись до його вигляду, що призводитиме до дрейфу області виявлення та зриву відслідковування. Отже, параметр α є предметом оптимізації.

Процедура оптимізації описаної вище системи відслідковування виконувалась менеджером Parameter Estimation, налаштованим наступним чином:

1. Створено динамічні дані Transient Data → New, до яких на вкладці Output Data додані дані Data у вигляді масиву нулів (бажане відхилення), а також масив часової прив'язки Time (розмірності обох масивів визначаються тривалістю джерела відео, а часова прив'язка – його частотою кадрів).
2. Додано змінну, що підлягає оптимізації Variables → Add... та задано її межі Minimun: 0.01, Maximum: 1.00 і початкове значення, що дорівнює, наприклад, 0.125.
3. Додано нове оцінювання параметрів Estimation → New, в якому на вкладці Data Sets обрано динамічні дані, створені на кроці один, на вкладці Parameters обрано змінну, що оптимізуватиметься, створену на кроці два, на вкладці Estimation налаштовано опції оптимізації (кнопка Estimation Options...), в яких в якості методу оптимізації обрано Method: Pattern Search, Search Method: Genetic Algorithm, Parameter Tolerance: 0.005, Function Tolerance: 0.1.

Слід зазначити, що для оцінювання параметра α доцільним буде використання тільки безпосереднього пошуку (*Pattern Search*), оскільки залежність відхилення *Mismatch* від параметру α є досить складною функцією, яка може бути не гладкою, мати розриви, а отже, не дозволяє застосування методів градієнтного пошуку.

В результаті оптимізації на синтетично-створеній відеопослідовності вдалося налаштувати параметр α таким чином, що відслідковування об'єкта відбувалось без зривів, чого не досягалось при використанні стандартного значення $\alpha = 0,125$.

Література. **1.** *Варфоломеєв А. Ю.* Simulink-модель системи автоматичного відслідковування // SAIT-2011. – 2011. – 65 с. **2.** *Lewis J. P.* Fast Template Matching // Vision Interface, 1995 – 120–123 сс. **3.** *Б. А. Алпатов, П. В. Бабаян, О. Е. Балашов, А. И. Степашкин.* Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.

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

Метод оценки вероятности связности стохастического графа

Рассматривается связный граф без петель. Допускаются параллельные ребра. Заданы весовые значения параметров элементов графа - средние стационарные временные интервалы пребывания элементов в состояниях доступности и недоступности, стационарные вероятности доступности элементов (коэффициенты готовности). Требуется для любого заданного подмножества вершин графа оценить точно или приближенно вероятность связности, среднее стационарное время пребывания графа в заданном подмножестве состояний.

Пусть $\{1, 2, ..., n\}$ - пронумерованные элементы стохастического графа. Предполагается, что эволюция элементов графа во времени моделируется независимыми альтернирующими процессами (θ_i, ξ_i) с конечными математическими ожиданиями $M\theta_i < \infty, M\xi_i < \infty$, где θ_i - случайные интервалы доступности i-го элемента, а ξ_i - случайные интервалы недоступности i-го элемента.

Эволюция графа относительно рассматриваемого свойства моделируется соответствующим альтернирующим процессом $(\theta_\varphi, \xi_\varphi)$, где θ_φ - случайный интервал времени, когда граф обладает заданным свойством, а ξ_φ - случайный интервал времени, когда граф не обладает заданным свойством, φ - это структурная функция, соответствующая рассматриваемому свойству.

Распределения всех случайных величин, характеризующих поведение стохастическго графа, не являются арифметическими.

Распределение F называют арифметическим (решетчатым) [1], если существует $\lambda > 0$, такое, что любая точка роста F кратна λ, то есть имеет вид $n \cdot \lambda$, где n - целое число.

Если такого числа λ не существует, то распределение F называется неарифметическим (нерешетчатым).

Точка x называется точкой роста функции распределения F, если для любых чисел a и b таких, что $a < x < b$: $F(b) - F(a) > 0$.

Граф рассматривается как носитель определенного набора свойств (предикатов), например, граф обладает свойством (s-t)-связности, если существует, по крайней мере, один простой путь, соединяющий вершины s и t; граф обладает свойством полносвязности, если существует, по крайней мере, одно остовное дерево; граф обладает свойством полносвязности, если две любые пары вершин связны.

Если свойство имеет структурную интерпретацию, то его можно заменить соответствующей структурной функцией. Основанием для такой замены служат законы Буля [2]. Первый из них 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 $x \leqslant y$. 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: $x \wedge y = [x] \cap [y]$; $x \vee y = [x] \cup [y]$; $x' = [x]'$.

В силу этих законов многие задачи комбинаторной логики свойств и классов могут быть получены алгебраическим путем.

Для решения таких задач требуется находить семейство минимальных подграфов графа, обладающих заданным свойством Q. Подграф $\tilde{G}$ графа G называется минимальным подграфом [3] по отношению к некоторому свойству Q, если $\tilde{G}$ обладает свойством Q и не является собственным подграфом никакого другого подграфа графа G, обладающего свойством Q.

Если свойство Q соответствует высказыванию "граф G связен", то в качестве минимальных носителей свойства Q выступают остовные деревья графа.

Если свойство Q' соответствует высказыванию "граф G не связен", то в качестве минимальных носителей свойства Q' выступают минимальные разрезающие множества графа G.

Если свойство P соответствует высказыванию "граф G $(s-t)$-связен", то в качестве минимальных носителей свойства P выступают минимальные $(s-t)$-пути.

Если свойство P' соответствует высказыванию "неверно, что граф G $(s-t)$-связен", то в качестве минимальных носителей свойства P' выступают минимальные $(s-t)$-сечения графа.

Основная проблема, с которой приходится сталкиваться при оценке вероятности связности произвольного подмножества вершин стохастического графа - трудновычислимость.

Основные положения, которые используются для снижения вычислительной трудоемкости метода:

- изоморфизм алгебры свойств и алгебры классов, что позволяет работать не с отдельными состояниями, а с классами состояний;
- двойственность и минимизация сложности представления структурной функции, соответствующей рассматриваемому отношению связности;
- ортогонализация структурной функции.

В результате получаем вычислительную схему с минимальной вычислительной трудоемкостью, позволяющую проводить оценку и анализ вероятности связности произвольного подмножества вершин стохастического графа.

В случае графа чрезмерно большой размерности на основе детерминированных и вероятностных свойств детерминированных структур [4], [5] конструктивным образом формируются оценки "снизу" и "сверху" с минимальной вычислительной трудоемкостью.

Знание вычислительной схемы для нахождения вероятности связности и знание вероятностей существования элементов позволяет осуществлять мониторинг доступности сетевой услуги в процессе эксплуатации, что дает возможность своевременно принимать меры по развитию сети, оценивать важность как отдельных элементов, так и групп элементов при решении задач оптимального распределения ресурсов с целью максимизации вероятности связности.

Литература. **1.** Климов Г.П. Теория вероятности и математическая статистика.- Москва: Изд-во МГУ, 1983. - 328 с. **2.** Зайченко Ю.П., Васильев В.И., Вишталь Д.М., Гвоздев В.С. Булев метод исследования свойств сети связи в классе бинарных стохастических моделей //Матеріали Четвертої Міжнародної науково-технічної конференції і Другої студентської науково-технічної конференції "Проблеми телекомунікацій" (20-23 квітня 2010 р., м. Київ, Україна). - 2010, с. 55. **3.** М. Свами, К. Тхуласираман. Графы, сети и алгоритмы. - Москва: Изд-во "Мир", 1984.- 444 с. **4.** Васильев В.И., Вишталь Д.М., Гвоздев В.С., Галушко М.Е. Детерминированные и вероятностные свойства монотонных бинарных структур в задачах анализа надежности сетей связи //Матеріали XII Міжнародної науково-технічної конференції "Системний аналіз та інформаційні технології" (25-29 травня 2010 р., м. Київ, Україна). - 2010, с. 57. **5.** Васильев В.И., Вишталь Д.М., Гвоздев В.С. Точные и интервальные оценки вероятности связности сетевых структур //Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції "Системний аналіз та інформаційні технології" (23-28 травня 2011 р., м. Київ, Україна). - 2011, с. 66.

Волошин Н.В.
Институт проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова НАН Украины, Киев, Украина

Проектирование автоматизированных систем иридодиагностики с использованием математического аппарата Сетей Петри

Определение или выделение зрачка наиболее часто используется для наблюдения за вертикальным или горизонтальным положением глаза. Большинство из начальных систем выделения зрачка используют слишком упрощающее предположение, что зрачок представляет собой круг и что его центр можно рассчитать как пересечение соответствующих горизонтали и вертикали, упуская такую важную деталь, как текстура радужки, которая необходима при оценке ее плотности. Для того, чтобы закодировать текстуру, можно использовать метод локальных бинарных шаблонов (ЛБШ).

В принципе, ЛБШ определяется для каждого пикселя в качестве порога для соседних пикселей, а также в виде бинарной строчки бит. ЛБШ представляет собой описание очертания пикселя изображения в двоичной форме. 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». Таким образом, получается восьмиразрядный двоичный код, описывающий очертание пикселя. Затем данные коды переводятся в десятичную систему, и формируется гистограмма изображения. Каждый ЛБШ-код представляет тип микроизображения структуры, а их распределение можно использовать в качестве описания текстуры.

Как метод для распознавания используется метод Adaboost. Данный метод основан на усилении простых классификаторов. Усиление простых классификаторов – подход к решению задачи классификации путём комбинирования примитивных «слабых» классификаторов в один «сильный».

Под «силой» классификатора в данном случае понимают эффективность (качество) решения задачи классификации. Слабый классификатор записывается в виде:

$$h(x, f, p, \Theta) = \begin{cases} 1 & pf(x) < p\Theta \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$$

где f – признак, p – полярность, которая указывает направление неровности, Θ– пороговое значение.

Финальный сильный классификатор имеет вид:

$$C(x) = \begin{cases} 1 & \sum_{t=1}^{T} \alpha_t h_t(x) \geqslant \frac{1}{2} \sum_{t=1}^{T} \alpha_t \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$$

Таким образом, чтобы распознать радужную оболочку глаза сначала создается набор для классификации на основе ЛБШ-кодов. Каждый следующий классификатор строится по объектам, неверно классифицированным предыдущими классификаторами. AdaBoost вызывает слабый классификатор в цикле. После каждого вызова обновляется распределение весов, которые отвечают важности каждого из объектов обучающего множества для классификации. На каждой итерации веса каждого неверно классифицированного объекта возрастают (или аналогично, вес каждого корректно классифицированного объекта уменьшается), таким образом, новый классификатор «фокусирует своё внимание» на этих объектах.

Нечеткая Нейронная Сеть Петри (ННСП) используется в качестве метода для принятия решений. Сеть имеет следующие три слоя:

- входной слой состоит из n входов;
- слой переходов состоит из скрытых переходов;
- выходной слой, состоящий из m выходов.

Входы обозначают значения функций. Переходы выступают в качестве обрабатывающих

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

модулей. Попадания зависят от параметров переходов, которые являются пороговыми значениями и параметров дуг (соединений), которые являются весами. Каждый выход соответствует классу шаблону. Маркировка выходных позиций отражает уровень шаблона соответствующего класса.

Характеристики сети следующие:

- X_j является маркером j-го входного слоя, который вычисляется функцией треугольного отображения. Вершина данной функции является средним значением входных точек. Длина основы треугольника рассчитывается, исходя из разницы между минимальным и максимальным значениям входных сигналов. Этот процесс поддерживает ввод сети на периоде $[0, 1]$.
$$X_j = f(input(j))$$
где f-треугольная функция:
$$f(x) = \begin{cases} \frac{x-\min(x)}{average(x)-\min(x)} & x < average(x) \\ \frac{\max(x)-x}{\max(x)-average(x)} & x > average(x) \\ 1 & x = average(x) \end{cases}$$
- W_{ij} - вес между i-ым переходом и j-ым входом;
- r_{ij} - пороговый уровень, связанный с маркировкой j-го входа и i-го перехода;
- Z_i - активация i-го перехода, который определяется следующим образом:
$$Z_i = T_{j=1}^{n} \langle W_{ij} S(r_{ij} \to X_j) \rangle \; j = 1, 2, ..., n; i = 1, 2, ..., hidden$$
- Y_k - маркировка k-ого выхода, который формируется переходом и выполняет нелинейное отображение взвешенных сумм уровней активации этих переходов (Z_i) и соединённые связями V_{ki}
$$Y_k = f(sum_{i=1}^{No.ofTransactions} V_{ki} Z_i),$$
где f является нелинейной монотонной возрастающей функцией от R к [0,1].

Используя цветовые пространства, можно построить любые классификаторы под любые потребности классификации объектов наблюдения на изображении. Цветовое пространство – это математическое представление набора цветов. Существуют три наиболее популярные цветовые модели – это RGB (используется в компьютерной графике); YIQ, YUV или YCbCr (используются в видео системах); и CMYK (используется в полиграфии). Так, используя цветовое пространство YCbCr, можно построить классификатор, который будет фильтровать изображения, оставляя лишь иридопризнаки.

Каждый иридопризнак проецируется на свою зону, которая отвечает за определенный орган в теле человека. В общем, все иридопризнаки делятся на две большие группы: те, которые находятся в цилиарном поясе и те, которые находятся в зрачковом поясе. Всего выделяют 26 зон (в общем случае). 11 из них выступают как независимые от других систем (уши, селезенка, головной мозг и т.д.), остальные 15 состоят в группах и, соответственно, объединяются в некоторые системы (пищеварительная, дыхательная и т.д.) или классы. Сегментация используется для извлечения целевых данных из входящих иридопризнаков для формирования вывода.

Всего было выделено 7 классов иридопризнаков в этом дереве. Первые два класса – иридопризнаки, которые не попали в группы в цилиарном и зрачковом поясах. Так в цилиарном поясе это: головной мозг, уши, сердечно-сосудистая система, молочные железы, селезенка и половые органы. А в зрачковом поясе: позвоночник, шейный отдел, грудной и поясничный отделы. Также нужно выделить классы, которые объединяются в системы. Таких в цилиарном поясе можно выделить 4 класса (органы эндокринной системы, вырабатывающие гормоны; пищеварительная, дыхательная и мочевыделительная системы), а в зрачковом – 1 класс (пищеварительная система).

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Гарт Л.Л.
Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара, Днепропетровск, Украина

Об одном варианте проекционно-итерационного метода минимизации функционала в гильбертовом пространстве

Рассмотрен вопрос о сходимости проекционно-итерационного метода, основанного на одном варианте метода условного градиента, для решения задачи минимизации с ограничениями в гильбертовом пространстве. Доказаны теоремы о сходимости, получены оценки погрешности.

В последнее время весьма актуальными стали вопросы наилучшего (в том или ином смысле) управления различными процессами физики, техники, экономики, описываемыми системами обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнениями с частными производными, интегро-дифференциальными уравнениями, задачи наилучшего приближения функций и многие другие. Все вышеупомянутые задачи можно трактовать как экстремальные задачи в подходящим образом выбранных функциональных пространствах и для их исследования использовать аппарат и методы функционального анализа.

Для решения экстремальных задач часто применяют методы аппроксимационного (проекционного) типа, позволяющие заменить исходную задачу некоторой последовательностью вспомогательных аппроксимирующих ее экстремальных задач. Вопросам аппроксимации различных классов экстремальных задач посвящены работы многих авторов. Исследования проекционных, а также проекционно-итерационных методов решения экстремальных задач с ограничениями в гильбертовых и рефлексивных банаховых пространствах, проводились, в частности, в работах С.Д. Балашовой [1], в которых были предложены общие условия аппроксимации и сходимости последовательностей точных и приближенных решений аппроксимирующих экстремальных задач, рассматриваемых как в подпространствах исходного пространства, так и в некоторых пространствах, изоморфных им.

Несмотря на широкую область применения, проекционные методы имеют свои недостатки. Хотя аппроксимирующие экстремальные задачи и проще исходной, тем не менее получение их точных решений практически затруднительно. Сложным является также вопрос о выборе такой задачи из всей последовательности «приближенных» экстремальных задач, который обеспечивал бы получение решения исходной задачи с заданной степенью точности. Если же решение некоторой «приближенной» задачи не удовлетворяет поставленным требованиям, то приходится решать следующую «приближенную» задачу, никак не используя при этом результат, полученный на предыдущем шаге.

Проекционно-итерационный подход к приближенному решению экстремальной задачи естественно устраняет трудности, возникающие при решении этой задачи обычным проекционным методом, так как основан на возможности применения итерационных методов к решению аппроксимирующих ее задач. При этом для каждой из «приближенных» задач находится с помощью выбранного итерационного метода лишь несколько приближений и на основании последнего из них строится начальное приближение для следующей «приближенной» задачи.

Данная работа в продолжение цикла научных работ С.Д. Балашовой и ее учеников посвящена исследованию проекционно-итерационного метода решения задачи минимизации функционала на множестве гильбертова пространства, который основан на одном варианте метода условного градиента [2] для минимизации аппроксимирующих функционалов в некоторых пространствах, изоморфных подпространствам исходного пространства.

Доказаны теоремы о сходимости, получены оценки скорости сходимости.

Литература. **1.** Балашова С.Д. О решении задач минимизации проекционно-итерационными методами/ Математические модели и вычислительные методы в прикладных задачах. - Д.: ДГУ, 1996. - С. 99-104. **2.** Данилин Ю.М. Методы минимизации, основанные на аппроксимации исходного функционала выпуклым // ЖВМ и МФ. - 1970. - Т. 10, № 5. - С. 1067-1080.

Глушак Л.В.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Сопровождение повышения качества банковской деятельности с помощью линейки развития

Сейчас, когда в основном решены наиболее острые проблемы банковского сектора, порожденные финансовым кризисом, и завершен первый, наиболее трудный этап реструктуризации кредитных организаций, остро стоит вопрос определения стратегии дальнейшего развития банковской системы, ее места в экономике страны. Необходимо решить проблему повышения финансовой устойчивости банковского сектора, определить принципы его регулирования, обосновать требумые изменения в структуре банковской системы, роль государства, частного сектора, иностранных инвесторов в развитии банковской деятельности, создать стимулы для переориентации взаимодействия банков с экономикой. Основополагающим изменением в банковском секторе за последнее десятилетие был переход от принципов плановой экономики к рыночным принципам. Этот многогранный процесс включал в себя как институциональные изменения - прежде всего формирование двухуровневой банковской системы с кардинальными изменения роли НБУ, так и установление принципиально иных по сравнению с плановым хозяйством взаимоотношений банков с экономикой в целом. Формирование ядра банковской системы и увеличение количества кредитных институтов происходило в условиях роста дефицита государственного бюджета, стагнации производства, увеличения числа убыточных предприятий, нарастания неплатежей, расширения бартерных и других неденежных форм расчета. Уже достаточно много анализировались такие ошибки в управлении банками, как значительный объем выданных кредитов, которые либо не обслуживались заемщиками, либо не могли быть ими возвращены, и проведение кредитной политики в интересах отдельных крупных клиентов без учета интересов частных вкладчиков и других кредиторов. Кроме того, отмечались низкий уровень профессионализма руководящего звена банков, а также случаи личной хозяйственной заинтересованности банков и их менеджеров в проведении операций, нарушающих экономические интересы кредиторов и акционеров. В результате кризисов 2008, 2011 годов банки понесли значительные убытки. Из-за кризиса ликвидности банковская система перестала выполнять одну из основных своих функций - проведение зачетов в экономике. Нельзя не отметить и кризис доверия - как банков друг к другу, так и клиентов к банкам, что вызвало отток средств с банковских счетов. Кризис банковского сектора был кризисом системы, преодоление последствий которого потребовало значительных усилий НБУ.

Основным содержанием нового этапа в развитии банковской сферы должно стать повышение качества банковской деятельности, включающей расширение состава банковских продуктов и услуг и совершенствование способов их предоставления, обеспечения долгосрочной эффективности и устойчивости бизнеса кредитных организаций. Все более активно должны использоваться достижения современных информационных технологий, составляющих основу модернизации банковской деятельности. В связи с этим особое значение приобретает формирование в перспективе ближайших нескольких лет более эффективной системы банковского регулирования и надзора. Получит дополнительный импульс процесс консолидации в банковской сфере, который базируется на экономических интересах участников рынка.

Управление коммерческим банком в длительной перспективе целесообразно проводить на основе технологии «линейки развития» [1]. Разрабатываемая технология «линейки развития» позволит не только визуализировать разработанные сценарии в доступном для анализа виде, но и хранить несистематизированные экспертные данные относительно развития банковского кластера в целом.

Литература. **1.** Афанасьев Г.Э. Инфраструктура инноваций: ИТЛР 2.0 // Процедура разработки форсайта: Материалы Первой международной научно-практической Интернет-конференции (Иркутск, февраль 2007 г.) / Под науч. ред. Н.Я. Калюжновой. — Иркутск: Изд-во Иркутского гос. ун-та, 2007. — С. 122–128.

Годлевский М.Д., Власенко А.М.
Национальный технический университет "ХПИ", Харьков, Украина

Принципы построения распределенной трехуровневой системы управления развитием ВУЗа

Управление развитием сложной социально-экономической системы, примером которой является ВУЗ, рассматривается с точки зрения временного и пространственного аспектов. Временной аспект означает развертывание планов (управляющих воздействий) во времени. Данный аспект представлен в рамках основных временных контуров управления развитием ВУЗа. Не менее важным является вопрос развертывания управляющих воздействий «в пространстве». Фактически это означает создание некоторой иерархической распределенной системы управления развитием ВУЗа, определения: механизмов управления на каждом уровне, управляющих воздействий, критериев, ограничений (в том числе ресурсных).

В работе исследуется трехуровневая организационная структура. На третьем уровне иерархии (ректорат) осуществляется управление с точки зрения интересов всего университета. Второму уровню иерархии соответствует учебно-научный институт (УНИ), объединяющий родственные специальности в отдельно взятом учебно-научном направлении ВУЗа. Основной структурной составляющей УНИ является кафедра, которая проводит обучение по одной или нескольким специальностям. Специальность – основная структурная единица учебного процесса, на основе которой осуществляется лицензирование учебного процесса в ВУЗе.

Технологией учебного процесса по определенной специальности является учебная программа. В работе согласно [1] учебный процесс в ВУЗе рассматривается в виде трех основных структурных составляющих:

1. подготовка и отбор абитуриентов – структурная составляющая «Абитуриент»;
2. обучение на образовательно-квалификационном уровне (ОКУ) «Бакалавр»;
3. обучение на ОКУ «Магистр».

Первая составляющая связана с довузовской подготовкой школьников. При рассмотрении ОКУ «Бакалавр» и «Магистр» весь учебный процесс разобьем на отдельные элементы: процессы проведения обучения по отдельным дисциплинам, практики, курсовое и дипломное проектирование и т.д.

На соответствующих уровнях управления рассматриваются следующие задачи.

1. Уровень кафедры. Решается задача оптимального распределения ресурсов между отдельными специальностями кафедры и видами ресурсов в рамках специальности.
2. Уровень УНИ. Решаются две оптимизационные задачи, которые соответствуют использованию финансовых ресурсов УНИ в двух направлениях:
   a) оптимальное распределение финансов между различными видами ресурсов, которые находятся в компетенции УНИ;
   b) координация функционирования отдельных кафедр УНИ на основе оптимального (рационального) распределения ресурсов между ними.
3. Уровень всего университета. Решаются две оптимизационные задачи, которые соответствуют использованию финансовых ресурсов университета (на верхнем уровне иерархии) в двух направлениях:
   a) оптимальное распределение финансов между различными видами ресурсов, которые находятся в компетенции ректората;
   b) координация функционирования отдельных УНИ на основе рационального распределения ресурсов между ними.

Литература. 1. Годлевский М.Д., Гамлуш Я.Н., Бронин С.В. Иерархия критериев управления развитием высшего учебного заведения на основе качества учебного процесса // Вестник Национального технического университета «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2005. – №19. – С. 19–26.

Годлевский М.Д., Станкевич А.А., Годлевский И.М.
Национальный технический университет "ХПИ", Харьков, Украина

Основные этапы синтеза системы организационного управления цепочками поставок в области дистрибьюции

В работе впервые в виде последовательности отдельных этапов представлена технология формирования иерархической структуры и системы организационного управления (СиСОУ) для распределенной логистической системы (ЛС) при стратегическом планировании.

Задача формирования логистической стратегии на основе стратегического анализа и сценарного планирования, которые относятся ко всей фирме в целом, является основой для рассматриваемой проблемы.

Канал распределения готовой продукции (ГП) функционально разделен на маркетинговый и логистический. Маркетинговый канал образуют фирмы, участвующие в процессе купли-продажи. Логистический канал представляет собой сеть рабочих взаимосвязей, обеспечивающих движение и размещение готовой продукции на основе следующих логистических операций: транспортировка, хранение запасов, грузопереработка, обработка заказов и т.д. Таким образом, можно сказать, что конфигурирование логистической сети фактически означает формирование логистических каналов и является первым этапом создания СиСОУ распределенной ЛС, связанной с формированием маркетинговых каналов. Как мы видим, две эти задачи тесно взаимосвязаны и должны решаться на основе итерационного процесса, состоящего из следующих этапов.

Этап 1. Конфигурирование логистической сети. Этот этап состоит из двух подэтапов: структурный синтез сети цепочек поставок; параметрический синтез сети цепочек поставок.

Этап 2. Формирование участников сети цепочек поставок.

Этап 3. Определение типов связей бизнес-процессов. С точки зрения центральной компании-производителя ГП можно выделить четыре основных типа связей между бизнес-процессами [1]: управляемые; отслеживаемые; неуправляемые; связи с объектами, не входящими в цепочки поставок.

Этап 4. Синтез иерархической организационной структуры управления распределенной ЛС [2]. Данный этап предполагает предварительное решение ряда проблем, таких как: конфигурирование ЛС; выделение отдельных звеньев ЛС как объектов управления и анализ претендентов на управление ими; формирование центров влияния (координации); анализ типов связей сети цепочек поставок; анализ видов агрегирования и интеграции, а также типов структур служб логистики.

Этап 5. Формирование локальных задач и задач координации иерархической системы управления.

Этап 6. Оптимизация распределенной ЛС может быть представлена в виде решения ряда двухуровневых задач межорганизационной и межфункциональной координации, а также соответствующих локальных задач для каждой из подсистем.

Этап 7. Принятие решения по выбору СиСОУ логистикой дистрибьюции. Осуществляется на основе формирования множества альтернативных вариантов.

Анализ исследований в области разработки организационнных систем управления ЛС показывает, что в настоящее время в научной литературе практически отсутствует формализация проблем, представленных в выше приведенных этапах. Поэтому дальнейшие исследования авторов будут посвящены решению этих задач .

Литература. **1.** Сток Дж. Р. Стратегическое управление логистикой. / Сток Дж. Р., Ламберт Д. М. — М.: ИНФРА-М, 2005. — 797с. **2.** Годлевский М. Д. Базовые модели и алгоритмы координации бизнес-процессов в логистических цепочках поставок / М. Д. Годлевский, А. А. Станкевич // Матеріали XII Міжнародної науково-технічної конференції «Системний аналіз та інформаційні технології» (SAIT 2010). — Київ. — 2010. — С. 67.

Горелова Г.В.
Технологический институт Южного федерального университета в г. Таганроге, Таганрог, Россия

Рынок труда Юга России, когнитивный анализ развития

В докладе представлены основные результаты когнитивного моделирования рынка труда ряда депрессивных территорий Юга России. Социально-экономическое положение территорий рассматривается как внешняя среда для регионального рынка труда. Разработаны когнитивные карты рынка труда по статистическим, экспертным и теоретическим данным. Проанализированы структурная устойчивость рынка труда и возможные сценарии его развития. Проведено сравнение существующих и рекомендуемых стратегий регионального развития.

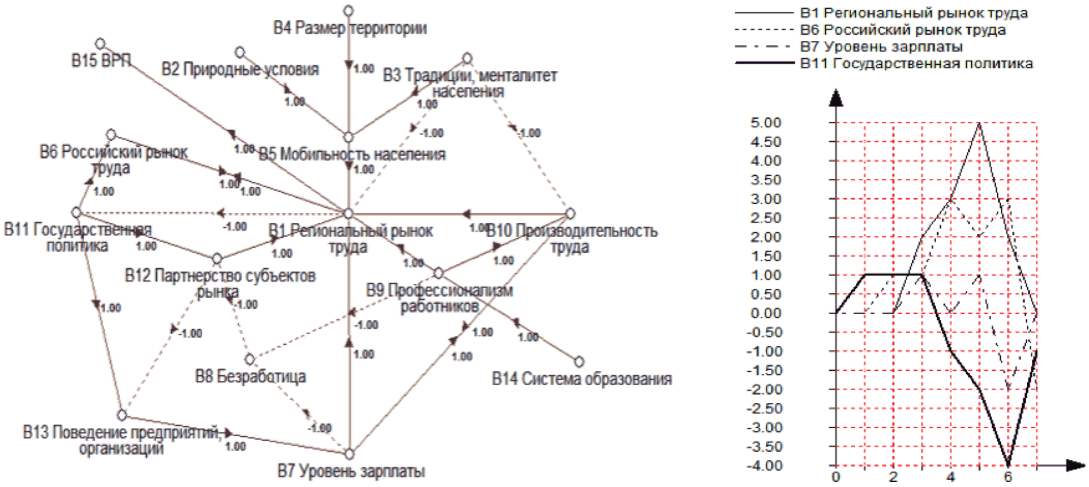
В России формирующийся рынок труда представляет собой одну из важных сфер социально-экономической жизни современного общества. Но у него существует немало проблем, обусловленных различными социально-экономическими причинами, в том числе – неравномерностью развития регионов РФ, структурными диспропорциями рынка труда в профессиональном, территориальном и отраслевом разрезе, слабостью внешнего регулирования рынка труда, невысокой эффективностью государственных служб занятости населения, оторванностью системы образования от требований конкретных работодателей и др. На Юге России в Северо-Кавказском Федеральном округе (СКФО) проблемы рынка труда стоят особенно остро, что связано в немалой степени с депрессивностью его территорий. Безработица в СКФО остается крайне высокой - ее официальный уровень варьируется от 8 до 55 %, что в 1,5–9 раз превышает среднероссийский уровень. Имеет место скрытая безработица и высокий процент занятости населения в низкооплачиваемых секторах экономики. Поэтому в Стратегии социально-экономического развития СКФО до 2025 года [1] провозглашено: «Главной целью Стратегии является обеспечение условий для опережающего развития реального сектора экономики в субъектах Российской Федерации, входящих в состав Северо-Кавказского федерального округа, создание новых рабочих мест, ... повышение уровня жизни населения...».

На состоянии рынка труда СКФО сказывается и географическое положение, и небольшие возможные для хозяйствования территории, численность и состав населения, (характерен многонациональный этнический состав), а также характер природных ресурсов, недостаточно хорошее состояние промышленности и сельского хозяйства, дотационность регионального бюджета и многое другое.

Изучение состояния социально-экономической системы региона, рынка труда, количества и качества трудовых ресурсов, выявление причин, влияющих на процессы их воспроизводства, потребовало применения адекватных методов исследования. Для того, чтобы провести анализ рынка труда южных территорий России и разработать обоснованные предложения к стратегии его устойчивого развития, в исследовании были применены методы когнитивного анализа (например, работы [2,3]) и методология когнитивного моделирования [4–7], развиваемая в ТТИ ЮФУ. Итогом когнитивного анализа состояния рынка труда СКФО стали схемы причинно-следственных связей в виде графа – когнитивных карт, призванных обозначить характер и структуру проблемной ситуации. Фрагмент одной из когнитивных карт, отражающий внутреннюю структуру взаимосвязи основных причин и следствий на региональном рынке труда, представлен на рис. 1а). На рис. 1б) изображены графики импульсных процессов в 4-х вершинах, являющиеся иллюстрацией части сценария развития ситуаций при внесении положительного возмущения в вершину В11 «Государственная политика» по регулированию рынка труда, т.е. в предположении, что усилия государства будут направлены на улучшение положения на региональном рынке труда. Эти результаты моделирования получены с помощью программной системы когнитивного моделирования ПСКМ [5]. На рисунке когнитивной карты штрихпунктирными линиями обозначены отрицательные связи (т.е. «+» в одной вершине вызывает «−» в смежной с ней, например, рост безработицы снижает уровень оплаты труда). На графике рис. 1б) по оси абсцисс отмечены такты моделирования, по оси ординат – величины

Исследование выполнено в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры», грант №2009-1.1-306-077-004 «Моделирование процессов социального взаимодействия и проблем национальной безопасности Юга России».

импульсов в вершинах когнитивной карты, которые порождаются начальным импульсом-возмущением в какую-либо вершину (или совокупностью возмущений).



а) б)

Рис. 1. а) – когнитивная карта, б) – графики импульсных процессов при внесении возмущения $q_{11} = +1$.

Рис. 1 представляет лишь незначительную часть результатов исследования регионального рынка труда депрессивной территории СКФО и иллюстрирует часть возможностей методологии когнитивного моделирования и поддерживающего ее инструментария – программной системы когнитивного моделирования.

В итоге исследований было показано, что существенным фактором для обеспечения стабильного и безопасного развития социально-экономической системы СКФО могут быть трудовые ресурсы, но для этого требуется повышение уровня человеческого потенциала округа. Сейчас, когда для российского рынка труда характерен переход от монополии государства в административном определении правил регулирования социально-трудовых отношений к развитию социального партнерства основных субъектов рынка труда (государство, наемный работник, работодатель, союз работодателей, профсоюзы), необходима программно-нормативная регламентация социально-трудовых отношений на принципах демократизации и регионализации.

По итогам проведенного исследования были разработаны предложения к стратегии развития рынка труда на территориях СКФО, согласующиеся со стратегией [1].

Литература. **1.** Стратегия социально-экономического развития Северо-Кавказского федерального округа до 2025 года от 6 сентября 2010 г. № 1485-рI. **2.** Абрамова Н.А. Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций: проблемы методологии, теории и практики / Н.А.Абрамова, З.К. Авдеева / Проблемы управления. 2008. №3. С. 85–87. **3.** Кульба В.В. Сценарный анализ динамики поведения социально-экономических систем / В.В.Кульба, Д.А. Кононов, С.С.Ковалевский, С.А. Косяченко, Р.М.Нижегородцев, И.В. Чернов (Научное издание). – М.:ИПУ РАН, 2002. – 122с. **4.** Горелова Г.В. Когнитивный анализ и моделирование устойчивого развития социально-экономических систем / Г.В.Горелова, Е.Н.Захарова, Л.А. Гинис. – Ростов н/Дону: Изд-во РГУ, 2005. - 288 с. **5.** Горелова Г.В. Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем: когнитивный подход / Г.В.Горелова, Е.Н.Захарова, С.А.Радченко. - Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2006. - 332с. **6.** Gorelova G.V., Verba V.A., Byanov B.J. Experience in cognitive modeling of complex systems // Cybernetics and systems 2010, Proceedings of the 20-th European Meeting on Cybernetics and Systems Research. – Pr. In Austria, Vienna, 2010. – p.220-223. **7.** Горелова Г.В. Когнитивные исследования проблем Юга России / Г.В.Горелова, М.Д. Розин, В.Н.Рябцев, С.Я.Сущий / Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Перспективные системы и задачи управления».- Таганрог: Изд. ТТИ ЮФУ, 2011, №3.- С.78-93.

Гринченко М.А., Чередниченко О.Ю.
Национальный технический университет "ХПИ", Харьков, Украина

Прогнозирование процессов развития региональных макроэкономических систем

Актуальность оценки последствий проводимой государственной политики для регионов уже ни у кого не вызывает сомнений. Вариантное прогнозирование является тем инструментом, который предоставляет возможность изучать поведение сложных социально-экономических систем в будущем, разрабатывать гибкие стратегические планы и проводить эффективную государственную политику.

Целью данного исследования является разработка технологии долгосрочного прогнозирования макроэкономической системы регионального уровня.

Сложность данной задачи обуславливается многообразием социальных, экономических и экологических процессов, протекающих внутри данных систем, их взаимодействием с соседними территориальными образованиями, зависимостью состояния региональной системы от принятых решений государственного уровня и состояния внешней среды.

Отмеченные особенности региональных макроэкономических систем (МЭС) накладывают определенные ограничения на используемые методы и средства построения компьютерной модели рассматриваемого объекта. Очевидно, что для целостного моделирования региональной системы необходима разработка комплекса моделей различной природы и структуры. Данный комплекс моделей должен позволять осуществлять прогнозирование основных социально-экономических и финансовых показателей развития региона и давать оценку проводимой бюджетно-налоговой, кредитно-денежной и административно-территориальной политике.

Однако, использование данных моделей сопряжено со сбором, обработкой и хранением значительных объемов разнородной социально-экономической и финансовой информации, поступающей из различных источников данных. Решение данной задачи невозможно без использования современных информационных технологий.

Из всего многообразия методов моделирования структурно-сложных экономических систем можно выделить два основных "работающих" подхода к моделированию макроэкономической системы: эконометрическое и имитационное моделирование.

Проведя анализ эконометрического подхода, основанного на применении методов современной прикладной статистики, можно сделать вывод, что разработка и практическое использование таких моделей основаны на применении сравнительно несложных, но эффективных методов и программных средств, степень проработки различных прикладных аспектов которых весьма высока. К основным недостаткам таких моделей можно отнести: формальное использование методов регрессионного анализа, что часто приводит к неадекватности моделей, а также ограниченность интервала прогнозирования, что не позволяет их использовать для долгосрочных прогнозов.

Анализируя модели и методы мировой динамики, необходимо отметить некоторые методологические недостатки. Например, не учитываются территориальные особенности, что ведёт к полному игнорированию социально-экономических различий при моделировании процессов мировой динамики. Достоинством модели Дж. Форрестера является отражение основных, естественных связей между элементами мировой экономической системы, с помощью которых эти элементы влияют друг на друга, определяя историческую динамику экономической системы. В работах по системной динамике Дж. Форрестер обращал внимание исследователей на значение систем имитационного моделирования поведения исследуемых объектов с использованием компьютерной техники.

Одно из объяснений живучести моделей мировой динамики состоит в их простоте, в том, что практически все компоненты модели могут быть легко записаны и модифицированы на основании содержательных, формулируемых в четких экономических, социологических терминах соотношений.

Динамику развития МЭС характеризуют основные группы показателей, которые определяют сферу производства, сферу потребления, экологическую сферу. Анализ показывает, что модель системной динамики в наибольшей степени информативна при описании процессов развития, происходящих в МЭС. Однако, проведенный анализ существующих методов прогнозирования показывает, что теоретические разработки для долгосрочного комплексного регионального прогноза практически отсутствуют.

Основное внимание в данной работе уделено региональной макроэкономической системе (РМЭС). Основным компонентом предлагаемой технологии является имитационная модель процессов развития (ИМПР) РМЭС. В основе имитационной модели лежит модель системной динамики, уровни которой рассматриваются как переменные первого типа. Кроме этого ИМПР дополнена такими переменными как интеллектуальный капитал общества, доля интеллектуального капитала в сельском хозяйстве и валовой региональный продукт.

Технология прогнозирования процессов развития РМЭС рассматривается на трех временных интервалах: настроечный, проверочный и прогнозный. Важным аспектом в имитационном моделировании является проверка адекватности модели, которая производится в процессе настройки ИМПР. На этапе настройки формируются начальные значения всех параметров модели.

Поскольку метод системной динамики не дает достаточно полного описания РМЭС, технология прогнозирования включает этап прогнозирования показателей системы национальных счетов, что позволяет расширить систему показателей для описания состояния РМЭС.

Настроенная модель прогнозирования используется для формирования пробного прогноза на интервале проверки. Критерием оценки качества прогноза предлагается коэффициент Джини.

В данной работе прогнозирование последствий государственной политики осуществляется на основе ИМПР РМЭС. Чтобы отразить воздействия государственной политики на РМЭС, необходимо дополнить имитационную модель следующими составляющими: 1) моделью, которая строится на основе формализации государственной политики; 2) моделью коррекции настроечных параметров.

На первом этапе формируются начальные условия государственного регулирования. Затем чувствительные к выбранной политике настроечные параметры ИМПР РМЭС определяются как временные функции, зависящие от изменений макропоказателей госполитики. На втором этапе осуществляется прогноз основных переменных ИМПР РМЭС. На каждом шаге значения параметров передаются в ИМПР РМЭС для прогнозирования на последующий период.

Разработанный комплекс моделей предлагается использовать в информационно-аналитической системе прогнозирования процессов развития РМЭС.

Разработанная технология была применена для прогнозирования процессов развития Харьковской области. Для настройки прогнозной модели в качестве настроечного периода был выбран интервал времени 2000-2006 гг. После задания всех необходимых исходных данных было осуществлено пробное прогнозирование. Настроенная имитационная модель далее была использована для прогнозирования процессов развития Харьковской области на период до 2025 года. Оценка качества прогнозирования на проверочном периоде, так же как и при настройке модели, осуществлялась на основе расчета коэффициентов Тейла и Джини. Все значения коэффициентов Тейла и Джини, вычисленные как для отдельных показателей, так и для модели в целом, на периоде 2007-2010 гг. находятся на уровне 0,012. Данные значения коэффициентов свидетельствует о достаточно высокой точности прогноза.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Гришечкина Т.С.
Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. академика В. Лазаряна, Днепропетровск, Украина

Моделирование зависимых отказов в технических системах

Задача повышения производительности труда в значительной мере определяется не только созданием новой техники, но и повышением эффективности ее использования, что, в свою очередь, приводит к повышенным требованиям к надежности технического объекта.

Выделим основные задачи в области надежности сложных технических систем (СТС):

- создание новых, более совершенных типов СТС;
- определение рациональных режимов работы существующих СТС;
- для выбранного технического объекта определение его рациональной системы содержания, учитывающей режимы его работы.

Рассмотрим подробнее третий пункт, а именно, построение рациональной системы содержания сложного технического объекта. Основная задача системы содержания - поддержание объекта в работоспособном состоянии - состоянии, из котороо может вывести событие, называемое отказом. Возникает задача изучения набора условий, при которых возникает отказ техничесой системы. Исследования [1] показывают, что одной из основных причин отказов технического объекта являются зависимые отказы его элементов.

Таким образом, очевидно следующее: отказ каждого элемента в общем случае может приводить к нарушению работоспособности других элементов. Причем, множество элементов, восстанавливаемых после отказа, представляет собой результат некоторого ветвящегося процесса. То есть, если отказал один элемент, он может повредить некоторые другие элементы, а те, в свою очередь, другие и т.д.

При математическом моделировании подобных процессов целесообразно использовать понятие "волн"отказов. Так, например, первая волна отказов представляет собой перечень элементов, которые непосредственно повреждаются при отказе данного элемента. Вторая волна, соответственно, представляет собой набор элементов, повреждение которых вызвали отказы элементов первой волны.

Пусть $V_i(n)$ - множество отказавших элементов после отказа i-го элемента в n-том поколении. Тогда имеет место соотношение:

$$V_i(n) = \bigcup_{j \in V_i(n-1)} V_j(1), \tag{1}$$

где $V_j(1)$ - первая волна при отказе j-го элемента.

И полный набор повреждений после отказа i-го элемента элемента определяется по формуле:

$$A_i(n) = \bigcup_{k=1}^{n} V_i(k), \tag{2}$$

где k - номер волны, n - число волн.

Очевидна ограниченность числа "волн"ветвящегося процесса зависимых отказов в силу конечности количества элементов технического объекта.

Соотношение (2) позволяет определить объем восстановительных работ после отказа i-го элемента элемента.

Литература. 1. Влияние зависимых отказов на безопасность технических систем на примере анализа транспортных происшествий с 2005 по 2008 гг./ Босов А.А., Гришечкина Т.С., Савченко Л.Н.//Локомотив-информ.-2010.-№1.-С.5-9.

***Губарєв В.Ф.*[1], *Шабага О.Ю.*[2], *Дяденко О.М.*[2]**
[1]*Інститут космічних досліджень НАНУ і НКАУ, Київ, Україна;* [2]*ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна*

Дослідження бортового вимірювального комплексу космічного апарату

Розглядається задача оцінювання параметрів орієнтації космічного апарату (КА) при його орбітальному польоті по поточним даним вимірювань, що здійснюються за допомогою вимірювального комплексу.

Під орієнтацією КА розуміється орієнтація зв'язаної з космічним апаратом системи координат (ЗСК) відносно орбітальної системи координат (ОСК). В якості параметрів орієнтації використовуються компоненти нормованих кватерніонів [1] $\Lambda^T = (\lambda_0, \lambda^T)$, де $\lambda = [\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3]^T$ (параметри Родріга-Гамільтона), а також швидкісні параметри $\omega = [\omega_1, \omega_2, \omega_3]^T$ - проекції кутової швидкості КА на осі зв'язаної з ним системи координат (ЗСК). Кватерніон є нормованим:

$$\lambda_0(t) = cos(\sigma(t)/2), \lambda_i(t) = n_i(t) * sin(\sigma(t)/2), n_1^2(t) + n_2^2(t) + n_3^2(t) = 1. \quad (1)$$

Де $n_i(t), i = 1, 2, 3$ - напрямляючі косинуси ейлерової осі повороту ЗСК $Oxyz$ відносно обрітальної системи координат $Ox_0y_0z_0$ (ОСК), а $\sigma(t)$- кут повороту базису X відносно цієї осі.

Рух ЗСК відносно ОСК, згідно [1],[2] можна описати рівннями:

$$\begin{aligned} 2\dot{\Lambda} &= B(\Lambda)[\omega - S(\Lambda)\omega_*] \\ J\dot{\omega} &= m_u - \Omega(\omega)J\omega + m_p \end{aligned} \quad (2)$$

Де $B(\Lambda) = \begin{vmatrix} -\lambda^T \\ \lambda_0 I_3 + \Omega(\lambda) \end{vmatrix}$; $S(\Lambda) = [s_1(\Lambda), s_2(\Lambda), s_3(\Lambda)] = I_3 - 2\lambda_0\Omega(\lambda) + 2\Omega(\lambda)\Omega(\lambda)$.
Тут $s_i(\Lambda), i = 1, 2, 3$ - вектори-стовпчики матриці $S(\Lambda)$; I_3 - одинична матриця розмірності 3x3, $\Omega(\lambda)$ - кососиметрична вироджена матриця; $J = J^T > 0$ - симетрична додатньо визначена матриця, що є представленням тензора інерції КА відносно центра ЗСК; m_u -керуючий момент; m_p - постійний неконтрольований збурюючий момент.

В якості компонентів бортового вимірювального комплексу КА розглядається система трьохвісних магнітометрів, побудовник місцевої вертикалі, датчики кутових швидкостей.

Рівняння спостережень мають вигляд:

$$y^h(t) = S(\Lambda)h_0; y = G_b S(\Lambda)b_0, \quad (3)$$

де $h_0 = (cos(\xi(t)), cos(\varphi(t)), cos(\zeta(t)))$ - вектор напруженості магнітного поля Землі, $\xi(t), \varphi(t), zeta(t)$ - кути сформовані вектором h_0 з осями x_0, y_0, z_0 ОСК відповідно. При цьому $cos^2(\xi(t)) + cos^2(\varphi(t)) + cos^2(\zeta(t)) = 1$.

Щоб знизити собівартість самого КА та його руху по орбіті, бажано використати найменшу кількість приборів, але при цьому має зберігатись спостережуваність системи. Ставиться задача дослідження умов спостережуваності системи КА при різних комбінаціях датчиків, що входять до складу вимірювального комплексу.

Завдяки тому, що елементи кватерніону Λ нормовані, тобто утворюють многогранник, дослідження проводились на основі лінеаризованих рівнянь (2) поблизу всіх можливих рівноважних станів.

Було встановлено мінімальну конфігурацію елементів вимірювального комплексу, що забезпечує спостережуваність системи КА.

Література. **1.** Бранец В.Н., Шмыглевский И.П. Применение кватернионов а задачах ориентации твердого тела. - М.:Наука, 1976. - 320с. **2.** Wertz J.R. Spacecraft Attitude Determination and Control. Springer, 1978 - 858 P.

Давидок А.Є.[1]***, Чернуха О.Ю.***[2]
[1]*Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника, Івано-Франківськ, Україна;* [2]*Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України, Львів, Україна*

Моделювання потоків домішки у смузі з випадково розташованим прошарком за ненульової початкової концентрації

При математичному моделюванні потоків маси домішкової речовини в багатофазних тілах стохастично неоднорідної структури виникають значні труднощі при проведенні процедури просторового усереднення. Для вирішення цієї проблеми у роботі [1] запропоновано підхід, відповідно до якого на основі рівняння балансу маси будують рівняння дифузії для потоку мігруючих частинок, і крайові задачі формулюють безпосередньо для функції потоку. Проте необхідно враховувати, що у випадку, коли значення потоку на «верхній» межі є значно більшим ніж на «нижній», в обмежене тіло може поступити необмежена кількість дифундуючої речовини, що є певним парадоксом. В протилежному випадку, коли підтримується значно більший потік через «нижню» границю шару, також приходимо до певних протиріч.

У даній роботі розв'язано конкретну крайову задачу дифузії домішкової речовини у шарі з випадково розташованим прошарком, сформульовану для потоку маси.

Розглянуто дифузію домішкових частинок, які мігрують у шарі товщини z_0 (вісь Oz спрямована перпендикулярно до поверхонь шару). У початковий момент часу потік маси дорівнює нулю, що відповідає сталому розподілу концентрації в тілі. Потік маси на границі $z = 0$ є постійним, а на границі шару $z = z_0$ – концентрація дорівнює нулю, при цьому функцію потоку на цій межі потрібно додатково визначати.

В одновимірному за просторовими координатами випадку рівняння, яке задовольняє функція потоку, а також крайові умови, мають вигляд

$$\frac{\partial J(z,t)}{\partial t} = D(z)\frac{\partial^2 J(z,t)}{\partial z^2}; \tag{1}$$

$$J(z,t)\big|_{t=0} = 0; \quad J(z,t)\big|_{z=0} = J_* \equiv const, \quad J(z,t)\big|_{z=z_0} = F(t). \tag{2}$$

Тут $J(z,t)$ – випадковий потік маси, $D(z)$ – випадковий коефіцієнт дифузії, який приймає значення D_0 , якщо біжуча точка попадає в базову фазу, і D_1 – якщо у включення.

Відповідно до [1] крайову задачу (1),(2), зводимо до еквівалентного інтегродиференціального рівняння з випадковим ядром:

$$J(z,t) = J_0(z,t) + \int_0^t \int_0^{z_0} G(z,z',t,t')L_s(z')J(z',t')dz'dt'. \tag{3}$$

Тут $J_0(z,t)$ – розв'язок однорідної крайової задачі, $G(z,z',t,t')$ – детермінована функція Гріна, $L_s(z) = (D_0 - D_1)\eta_1(z)\dfrac{\partial^2}{\partial z^2}$, $\eta_1(z) = \begin{cases} 1, \ z \in [z_1; z_2] \\ 0, \ z \notin [z_1; z_2] \end{cases}$ – випадкова функція, z_1, z_2 – випадкові координати меж включення.

Для того, щоб знайти розв'язок однорідної крайової задачі

$$\frac{\partial J_0(z,t)}{\partial t} = D_0\frac{\partial^2 J_0(z,t)}{\partial z^2};$$

$$J_0(z,t)\big|_{t=0} = 0; \quad J_0(z,t)\big|_{z=0} = J_*, \quad J_0(z,t)\big|_{z=z_0} = F(t),$$

спочатку необхідно визначити функцію $F(t)$. Для цього розв'язана відповідна крайова задача для функції концентрації $c(z,t)$:

$$\frac{\partial c(z,t)}{\partial t} = D_0\frac{\partial^2 c(z,t)}{\partial z^2};$$

$$c(z,t)\big|_{t=0} = C_* \equiv const; \quad \frac{\partial c(z,t)}{\partial z}\big|_{z=0} = -\frac{J_*}{D_0} \equiv const, \quad c(z,t)\big|_{z=z_0} = 0.$$

Звідки визначений потік в однорідному шарі з фізичними характеристиками матриці:

$$J_0(z,t) = J_* - \frac{2}{z_0}\sum_{n=1}^{\infty} e^{-D_0\xi_n^2 t}\left(\frac{J_*}{\xi_n} + (-1)^n D_0 C_*\right)\sin(\xi_n z).$$

Зокрема, вираз для потоку маси через границю шару $z = z_0$ має вигляд

$$J_0(z,t)\big|_{z=z_0} = J_* - \frac{2}{z_0}\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^{n+1} e^{-D_0\xi_n^2 t}\left(\frac{J_*}{\xi_n} + (-1)^n D_0 C_*\right).$$

Тут $\xi_n = \pi(2n-1)/2z_0$.

Розв'язок рівняння (3), побудований методом послідовних наближень у вигляді ряду Неймана:

$$\begin{aligned} J(z,t) = J_0(z,t) + \int_0^t\int_0^{z_0} G(z,z',t,t')L_s(z')J_0(z',t')dz'dt' + \\ + \int_0^t\int_0^{z_0} G(z,z',t,t')L_s(z')\int_0^{t'}\int_0^{z_0} G(z',z'',t',t'')L_s(z'')J_0(z'',t'')dz''dt''dz'dt' + \dots \end{aligned} \tag{4}$$

У цьому випадку ряд Неймана (4) є абсолютно і рівномірно збіжним, якщо коефіцієнти дифузії є обмеженими: $D_j \leqslant K < \infty$, і коефіцієнт дифузії матриці відмінний від нуля: $D_0 \neq 0$ [2]. Також справджується теорема існування розв'язку інтегродиференціального рівняння (3).

Прийнято, що випадковий прошарок товщини h, з об'ємною часткою v_1, розташований у тілі за рівномірним розподілом. Тоді, обмежившись двома членами ряду Неймана, одержимо вираз для потоку частинок, усередненого за ансамблем реалізацій структури тіла:

$$\begin{aligned} \langle J(z,t)\rangle = J_0(z,t) - (D_0 - D_1)\int_0^t\Bigg[\frac{v_1}{h}\int_0^h z'G(z,z',t,t')\frac{\partial^2 J_0(z',t')}{\partial z'^2}dz' + \\ + v_1\int_h^{z_0} G(z,z',t,t')\frac{\partial^2 J_0(z',t')}{\partial z'^2}dz'\Bigg]dt'. \end{aligned} \tag{5}$$

Враховуючи у формулі (5) вигляд функції Гріна та вираз для потоку маси в однорідному шарі, отримаємо розрахункову формулу для усередненого за ансамблем реалізацій структури тіла потоку домішкової речовини у шарі для випадку рівномірного розподілу прошарку в області тіла:

$$\frac{1}{J_*}\langle J(z,t)\rangle = 1 - \frac{2}{z_0}\sum_{n=1}^{\infty} e^{-D_0\xi_n^2 t}\left(\frac{J_*}{\xi_n} + (-1)^n D_0 C_*\right)\sin(\xi_n z) +$$

$$+\frac{2v_1}{z_0^2}\cdot\frac{(D_1 - D_0)}{D_0}\sum_{k=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\xi_n A_{kn}}{y_k^2 - \xi_n^2}\left(J_* + (-1)^n D_0 C_* \xi_n\right)\left(\frac{3}{2}e^{-D_0\xi_n^2 t} - e^{-D_0 y_k^2 t}\right)\sin(y_k z),$$

де $A_{kn} = \dfrac{\cos[(y_k - \xi_n)h]}{h(y_k - \xi_n)^2} - \dfrac{\cos[(y_k + \xi_n)h]}{h(y_k + \xi_n)^2} - \dfrac{4y_k\xi_n}{h(y_k^2 - \xi_n^2)^2} + (-1)^{k+n}\dfrac{2y_k}{y_k^2 - \xi_n^2}, \quad y_k = \dfrac{k\pi}{z_0}.$

Варто зазначити, що оскільки при виведенні формули (5) не використовувся конкретний вигляд крайових умов, її можна застосовувати для різних типів граничних і початкових умов. При цьому зміниться вираз для розрахункової формули, оскільки іншого вигляду набудуть функції Гріна та потоку в однорідному шарі.

Література. **1.** Чапля Є.Я., Чернуха О.Ю., Васьо Н.О. Моделювання дифузійних потоків домішки в тілах випадкової структури // Матеріали 13-ї міжнар. наук.-техн. конф. SAIT «Системний аналіз та інформаційні технології». – К.:ННК «ІПСА» НУТУ «КПІ», 2011. – С. 173. **2.** Чапля Є.Я.,Чернуха О.Ю. Математичне моделювання дифузійних процесів у випадкових і регулярних структурах. – Київ: Наук. думка, 2009. – 302с.

Денисенко О.І., Морозов Д.С.
Запорізький національний технічний університет, Запоріжжя, Україна

Моделювання конвективного охолодження пластинчастого радіатора

Проблема конвективного охолодження електронних елементів є досить актуальною, оскільки температурний режим суттєво впливає на надійність та працездатність електронних пристроїв. Разом з тим, задача конвективного охолодження радіаторів розвинутої геометрії являє собою у математичному відношенні досить складну проблему. Складність полягає в необхідності розв'язку сполученої мультифізичної задачі в тривимірній постанові. Аналітичний розв'язок таких моделей існує тільки для окремих найпростіших випадків . В загальних випадках використовують наближені балансові моделі, або натурний експеримент, який потребує великих витрат.

Використання сучасних чисельних методів дозволяє проводити чисельні експерименти для складних тривимірних мультифізичних моделей. В роботі розглядається модель конвективного охолодження пластинчатого радіатора в умовах примусової конвекції. Математична модель містить рівняння Нав'є-Стокса та енергії для потоку повітря та рівняння теплопровідності для алюмінієвого радіатора. Використовується тривимірна форма рівнянь, а також (k-ε) модель турбулентності. Нижня площина радіатору поєднана з джерелом тепла прямокутної форми, потужність якого задається. Чисельна реалізація моделі виконувалась за допомогою метода скінченних елементів в середовищі програмного комплексу COMSOL Multiphysics [1,2]. Проведено серію чисельних експериментів для різних значень швидкості повітряного потоку, температурного режиму, а також для різних значень кутів повороту радіатора по відношенню до вхідного потоку. Модуль візуалізації результатів дозволяє наглядно відобразити складні гідродинамічні ефекти в окремих зонах розрахункової області, а також розподіл температури в тілі радіатора та в області навколо нього. Картина турбулентного потоку відповідає фізичним уявленням процесу конвективного охолодженням з інтенсивним перемішуванням. Час розрахунку одного варіанту для сітки з 44284 елементів на комп'ютері з процесором 2,33 Ггц не перевищує 18 хвилин. На рис. 1 представлено варіант розрахунку обдуву радіатора під кутом 45° по відношенню до вектора вхідного потоку.

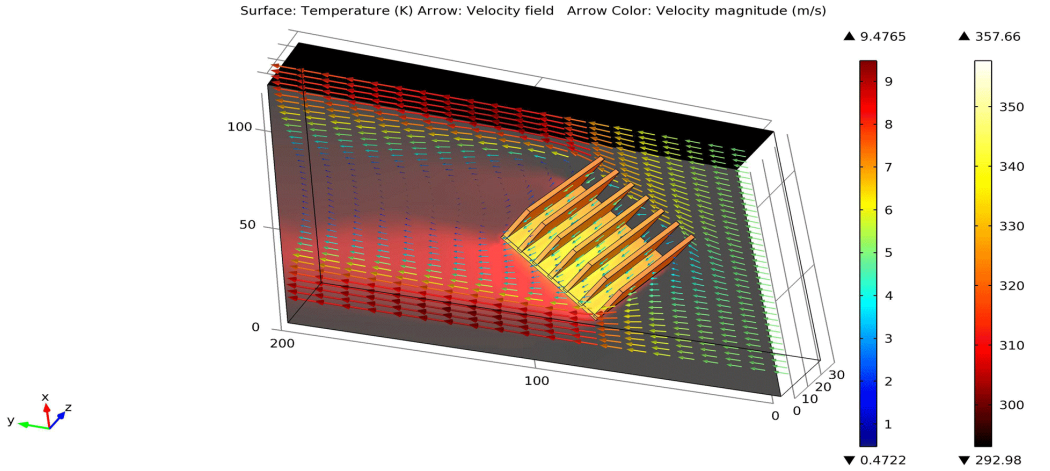


Рис. 1. Поле швидкостей та розподіл температури (кут обдуву 45°)

Результати чисельних експериментів дозволяють прогнозувати температурний режим роботи електронних пристроїв в залежності від геометрії радіаторів та умов повітряного обдуву.

Література. **1.** Roger W. Pryor, Multiphysics Modeling Using COMSOL: Jones and Bartlett Publishers, LLC, 2009. **2.** В.И.Егоров Применение ЭВМ для решения задач теплопроводности. Учебное пособие. – СПб: СПб ГУ ИТМО, 2006. - 77 с.

Дмитрук В.А.[1,2] ***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*

Комп'ютерне дослідження стаціонарних процесів конвективної дифузії в бінарних структурах

Для визначення дифузійних властивостей нових композитних матеріалів виникає потреба досліджувати конвективно-дифузійні процеси у середовищах складної структури, зокрема в горизонтально-періодичних системах. Таке дослідження будується на оцінці розподілів концентрацій та відповідних потоків домішкової речовини в результаті масообміну між контактуючими підсистемами в кусково-однорідних середовищах, у т.ч. просторово-регулярних. Концентрації та потоки речовини зазвичай знаходились шляхом розв'язання відповідних контактно-крайових задач математичної фізики класичними методами, які навіть для найпростіших геометричних областей викликали значні труднощі.

Для контактно-крайових задач дифузії домішкової речовини у бінарних регулярних структурах з врахуванням конвективного механізму в одній з фаз запропоновано та обґрунтовано новий метод побудови точних аналітичних розв'язків шляхом використання інтегральних перетворень окремо в контактуючих областях [1]. Отримано точні аналітичні розв'язки задачі та відповідні аналітичні вирази для функції концентрації домішкової речовини за різних типів крайових умов. Знайдено вирази для потоків домішкових частинок через певну поверхню тіла та потоки маси через внутрішню міжфазну поверхню контакту. Отримано вирази для функцій усереднених за шириною сумарних концентрацій та потоку домішкової речовини.

Для проведення комп'ютерних досліджень стаціонарних процесів конвективної дифузії в бінарних періодичних структурах розроблено і реалізовано програмний комплекс, який базується на отриманих точних розв'язках контактно-крайової задачі конвективної дифузії. Даний програмний комплекс застосовується для аналізу розподілів концентрацій та відповідних потоків домішкової речовини у структурних елементах тіла. Компоненти даного програмного комплексу дають користувачеві можливість швидкої оцінки результатів для різних вхідних параметрів конкретної системи дослідження. Причому можна варіювати як геометричні характеристики структури та її елементів, так і їхні фізико-хімічні властивості.

Програмний комплекс складається з наступних компонент:

- модуль переходу до безрозмірних змінних;
- модуль розрахунку потоків домішки через поверхню контакту фаз;
- модуль розрахунку розподілів концентрацій домішкової речовини у структурних елементах тіла за різних типів крайових умов;
- модуль розрахунку потоків через заданий переріз тіла (як горизонтальний, так і вертикальний)за різних типів крайових умов;
- модуль дослідження поведінки функції, усередненої за шириною сумарної концентрації дифундуючої речовини;
- модуль дослідження поведінки функції, усередненої за шириною сумарного потоку домішки.

Результати комп'ютерного дослідження виводяться у файли, графіки, та просторові діаграми. Передбачена можливість ознайомлення з детальними результатами розв'язування задачі. Користувач може переглянути таблицю, у якій для кожної точки знайдено концентрацію домішки у структурному елементі тіла. Для загального уявлення про характер розподілів концентрацій і потоків дифундуючої речовини доцільно переглядати тривимірні діаграми відповідних розподілів та контури рівнів концентрацій. Розроблений комплекс реалізовано на мові Pascal в середовищі Delphi XE2, який входить до складу пакету розробки програм RAD Studio XE2. Для побудови тривимірних діаграм комп'ютерних досліджень використовувався пакет автоматизованого проектування Mathcad 15. Відкрита архітектура застосування у поєд-

нанні з підтримкою технологій .NET і XML дозволяють легко інтегрувати Mathcad в будь-які інженерні розрахунки.

В цій роботі представлено застосування розробленого пакету для комп'ютерного дослідження процесів насичення поверхонь стальних деталей вуглецем з метою підвищення твердості, міцності і зносостійкості стальних виробів [2]. Проводиться більше трьох циклів нагрівання-охолодження деталей до певних температур, які визначаються необхідною товщиною цементитного шару і потрібним процентним вмістом вуглецю (C) в ньому. Розглянуто два випадки співвідношення поверхневих концентрацій C в границі зерен і поза ними при температурі $1020K$. На рис. 1 прийнято, що відношення концентрації C на поверхні границі цементитного зерна з аустеніту до концентрації C на поверхні об'єму матеріалу $c_2^{(0)}/c_1^{(0)} = 0.8$. Це означає, що з поверхні в границі цементитного зерна потрапляє 56 % вуглецю, а в об'єм матеріалу – 44 %. На рис. 2 наведений інший випадок: $c_2^{(0)}/c_1^{(0)} = 1.2$, що означає, що з поверхні на границю зерна попадає 45 % C, а в об'єм зерна - 55 % C. Коефіцієнт дифузії вуглецю в аустеніті залежить від концентрації вуглецю і температури [3]. Для даної задачі коефіцієнт дифузії в границі цементитного зерна з аустеніту $D_1^C = 1.57 \cdot 10^{-12}$м^2/с, а коефіцієнт дифузії в об'ємі матеріалу $D_2^C = 10^{-6} \cdot D_1^C$м^2/с [3, 4]. Транспорт вуглецю в метал здійснюється на глибину $x_0 = 2$ мм, ширина границі зерна з аустеніту L =1.5 мкм [2]. Міграція вуглецю в сталь за запропонованим методом цементації здійснюється зі швидкістю $\upsilon = 2.78 \cdot 10^{-8}$м/с, що значно вища за швидкість проникнення вуглецю в метал при традиційному способі [2]. Числові розрахунки проводились у безрозмірних змінних ξ і ζ [5].

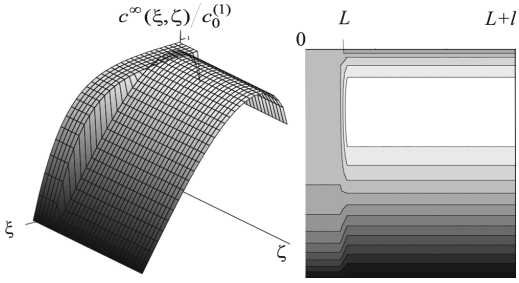


Рис. 1. Просторові розподіли концентрації C в шарі з аустеніту та рівні однакових концентрацій (1 випадок)

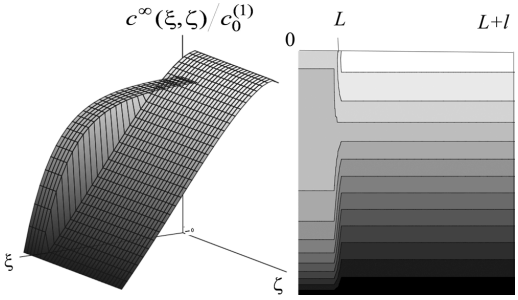


Рис. 2. Просторові розподіли концентрації C в шарі з аустеніту та рівні однакових концентрацій (2 випадок)

Розроблений програмний комплекс комп'ютерного дослідження стаціонарних процесів конвективної дифузії у горизонтально-періодичних структурах на основі методу інтегральних перетворень окремо в контактуючих областях може використовуватись для дослідження процесів конвективної дифузії та перевірки адекватності наближених числових методів, а також встановлення їхньої області застосовності.

Література. **1.** Чернуха О. Ю., Дмитрук В. А. Математичне моделювання стаціонарних процесів конвективної дифузії в бінарних періодичних структурах // Матер. 12 міжнар. наук.-техн. конф. САІТ. – К. ННК «ІПСА» НУТУ «КПІ», 2010. - С. 175. **2.** Пат. 2355816 Российская Федерация, МПК' С 23 С 8/66 (2006.01). Способ ускоренной цементации стальных деталей / Орлов П. С.; Шкрабак В. С., Гусев В. П. и др.; заявитель и патентообладатель Ярославль, Ярославск. гос. сель.-хоз. акад. - № 2007101061/02; заявл. 09.01.07 ; опубл. 20.05.09, Бюл. № 23 (II ч.). **3.** Любов Б. Я. Диффузионные процессы в неоднородных твердых средах. – М: Наука, 1981. – 295 с. **4.** Энтин Р. И. Превращение аустенита в стали. – М: Металлургия, 1966. – 256 с. **5.** Чапля Є. Я., Чернуха О. Ю. Математичне моделювання дифузійних процесів у випадкових і регулярних структурах. – К.: Наук.думка, 2009. – С. 302.

Дорофеев Ю.И.*, *Никульченко А.А.
Национальный технический университет "ХПИ", Харьков, Украина

Синтез прогнозирующего линейно-квадратичного управления распределенными сетями поставок с помощью линейных матричных неравенств

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам построения систем управления запасами для эшелонированных многономенклатурных сетей поставок. Пополнение запасов всегда происходит с некоторым запаздыванием относительно момента выдачи требования, и один из классических путей моделирования подобных систем предполагает построение "дискретно-событийных" моделей, которые учитывают конструктивные ограничения на переменные состояний и управления, а также временные запаздывания между моментом принятия решения о пополнении запаса и фактическим поступлением ресурса на склад:

$$x(k+1) = x(k) + \sum_{t=0}^{\Lambda_{max}} B_t u(k-t) + Ed(k), \tag{1}$$

$$x(k) \in X = \left(x \in \mathbb{R}^N | 0 \leqslant x \leqslant x^+\right), \tag{2}$$

$$u(k) \in U = \left(u \in \mathbb{R}^m | 0 \leqslant u \leqslant u^+\right), \tag{3}$$

где $x(k) \in \mathbb{R}^N$ - вектор состояний, элементами которого являются наличные уровни запаса ресурсов в узлах сети в момент времени k; $u(k) \in \mathbb{R}^m$ - вектор управляющих воздействий, элементы которого отражают объемы заявок на поставку ресурсов, формируемые узлами в момент k; $d(k) \in \mathbb{R}^q$ - вектор внешних возмущений, элементами которого являются размеры внешнего спроса на конечную продукцию, которые поступают в момент k на узлы 1-го уровня сети поставок; структура сети определяется структурой матриц влияния управлений $B_t \in \mathbb{R}^{N\times m}$, $t = \overline{0, \Lambda_{max}}$ и матрицы влияния возмущений $E \in \mathbb{R}^{N\times q}$; Λ_{max} - максимальное значение периода запаздывания материальных потоков в сети; x^+ и u^+ - векторы, определяющие максимальную вместимость хранилищ узлов сети и максимальные объемы перевозок, элементы которых считаются известными.

Для преобразования модели к стандартному виду без запаздываний применяется техника расширения пространства состояний путем включения в вектор состояний векторов, содержащих размеры ресурсов, находящихся в процессе транспортировки:

$$\xi(k) = \left[x(k)^T, u(k-1)^T, u(k-2)^T, ..., u(k-\Lambda_{max})^T\right]^T. \tag{4}$$

Предполагается, что сеть поставок функционирует в условиях неизвестного, но ограниченного спроса, который характеризуется интервальной неопределенностью [1]:

$$d(k) \in D = \left(d \in \mathbb{R}^q | d^- \leqslant d \leqslant d^+\right), \tag{5}$$

где элементы векторов d^- и d^+ определяются на основании статистики предыдущих продаж.

Для построения стратегии управления запасами предлагается использовать метод прогнозирующего управления (*Model Predictive Control*), который предполагает наличие дополнительной информации, позволяющей построить прогноз будущих значений внешнего спроса на несколько шагов вперед, т.е. в течение некоторого горизонта прогнозирования N_p. Для текущего момента времени k вычисляется последовательность управляющих воздействий $u(k+l|k), l = \overline{1, N_c}$, где $N_c \leqslant N_p$ - горизонт управления, как результат минимизации критерия качества, который задается выпуклой квадратичной функцией вида:

$$J(k) = \sum_{l=1}^{N_p} \xi(k+l|k)^T R_\xi \xi(k+l|k) + \sum_{l=1}^{N_c} u(k+l|k)^T R_u u(k+l|k), \tag{6}$$

где $\xi(k+l|k)$ - прогноз значений вектора состояний на l шагов вперед, который вычисляется с помощью "прогнозирующей" модели; $R_\xi > 0$, $R_u > 0$ - диагональные весовые матрицы соответствующих размерностей. Значение горизонта прогнозирования должно быть не меньше

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

значения максимального периода запаздывания $N_p \geqslant \Lambda_{max}$.

Таким образом задачу синтеза MPC-стратегии управления можно представить в виде:

$$\min_{u(k+1),\ldots,u(k+N_c)} J(k) \tag{7}$$

при условии

$$\xi(k+i+1|k) = A\xi(k+i|k) + Fu(k+i|k) + Gd(k+i|k), \quad i \geqslant 0,$$
$$\xi(k|k) \equiv \xi(k),$$

где матрицы A, F, G "расширенной" модели сети имеют соответствующую блочную структуру.

После решения задачи (7) и определения последовательности управляющих воздействий только первый элемент этой последовательности $u(k) = u(k|k)$ применяется для управления сетью поставок. Затем определяется новое значение вектора состояний $\xi(k+1)$ и процедура повторяется, используя принцип отступающего горизонта.

Поскольку имеют место ограничения на переменные состояний и управления (2), (3), невозможно найти общее решение задачи (7) в аналитическом виде. Поэтому задача приводится к виду задачи квадратичного программирования и решается численно.

Анализ свойств полученного прогнозирующего линейно-квадратичного управления позволяет сделать следующие выводы. При любом конечном значении горизонта прогнозирования N_p реальные состояния замкнутой системы будут отличаться от спрогнозированных оптимальных состояний, даже в случае абсолютно точного прогноза внешнего спроса и совпадения уравнений "прогнозирующей" модели с уравнениями объекта. В силу этого базовая MPC-стратегия управления не гарантирует устойчивости замкнутой системы по Ляпунову.

Для синтеза MPC-стратегии управления, которая гарантирует устойчивость, предлагается подход, который предполагает наихудший сценарий реализации внешних возмущений, что приводит к необходимости рассмотрения минимаксной задачи. Необходимо оценить верхнее граничное значение критерия качества (6) и найти оптимальное решение, которое минимизирует найденную оценку. Используя процедуру, основанную на построении квадратичной функции Ляпунова $V(\xi(k)) = \xi(k)^T P\xi(k), P > 0$, оптимизационная задача может быть сформулирована следующим образом:

$$\min_{u(k+1),\ldots,u(k+N_c)} \left(\max_D J(k)\right) = \min_{u(k+1),\ldots,u(k+N_c)} V(\xi(k)). \tag{8}$$

Сформулированная задача может быть решена с помощью подхода, предложенного в работе [2], основная идея которого заключается в том, чтобы решать задачу синтеза закона управления в виде линейной обратной связи по состоянию вида $u(k) = L\xi(k), k \geqslant 0$ в режиме *on-line* для каждого текущего состояния системы с использованием методов полуопределенного программирования (*Semi-Definite Programming*).

Используя идею, предложенную в работе [3], интервальные ограничения на переменные состояний и управляющие воздействия (2), (3) можно представить в виде линейных матричных неравенств. В результате задача синтеза прогнозирующего линейно-квадратичного управления для распределенной сети поставок с запаздываниями управляющих потоков в условиях неопределенного внешнего спроса сведена к задаче минимизации линейной функции при ограничениях, представляющих собой линейные матричные неравенства, то есть к задаче выпуклой оптимизации. Если решение задачи существует, то его особенностью является то, что устойчивость замкнутой системы обеспечивается выбранным методом синтеза.

Литература. **1.** Blanchini F., Rinaldi F., Ukovich W. Least inventory control of multistorage system with non-stochastic unknown inputs. // IEEE Trasaction on robotics and automation. 1997. Vol.13. P.633-645. **2.** Kothare M.V., Balakrishnan V., Morari M. Robust constrained model predictive control using linear matrix inequalities. / Automatica. 1996. Vol.32(10). P.1361-1379. **3.** Boyd S., Ghaoui El., Feron E., Balakrishnan V. Linear matrix inequalities in system and control theory. SIAM, Philadelphia, USA. 1994.

Дунаевская О.И., Ящук Н.И.
Национальный технический университет "ХПИ", Харьков, Украина

Генетический алгоритм. Рекуррентная оценка продолжительности ожидания прогрессора

Рассмотрен один из актуальных вопросов совершенствования алгоритма генетической оптимизации. Предложена процедура рекуррентной оценки продолжительности ожидания прогрессора – особи, обеспечивающей лучшее решение по сравнению с полученными ранее. Задача решена применительно к задаче коммивояжера, комбинаторный характер которой делает ее NP-полной.

Введение. Хорошо известна высокая эффективность генетических алгоритмов (ГА) при решении многоразмерных комбинаторных задач [1, 2]. Это связано с конструктивно заложенной в ГА возможностью быстрого формирования большого числа потенциальных решений задачи в разных областях пространства поиска. ГА – адаптивный алгоритм. Как экспериментально показано в [3], рациональные значения основных параметров ГА существенно зависят от класса решаемой задачи. Там же предложена двухуровневая иерархическая алгоритмическая процедура настройки параметров ГА с учетом характера решаемой задачи. Однако, ни в этой работе, ни во многих других, посвященных проблеме эффективного использования ГА, не рассматривался принципиальный вопрос о числе непрогрессирующих поколений до останова. Проблема состоит в том, что априорное задание числа эпох ожидания или уровня приспособленности наилучшей особи, при достижении которых целесообразен останов решения задачи, не могут быть корректно обоснованы из каких-либо общих соображений или рекомендаций, привязанных к типу решаемой задачи. С другой стороны, важность этой проблемы определяется тем, что никак не обоснованная продолжительность ожидания появления прогрессивной особи может привести к ошибке в решении задачи.

В связи с этим поставим задачу построения процедуры оценки продолжительности ожидания прогрессора, учитывающей на каждом шаге оптимизационной процедуры достигнутый к этому шагу уровень качества решения.

Основные результаты. Введем

T - временной интервал, прошедший от момента начала решения задачи,

$\varphi(R)$ - плотность распределения численного значения критерия на множестве возможных решений задачи,

$R(T)$ - лучшее решение, полученное к моменту T,

$P(T) = \int_{R_{min}}^{R(T)} \varphi(R)\, dR$ - вероятность того, что решение, соответствующее произвольно выбранной особи из очередной популяции, будет лучше (то есть обеспечивать меньшее значение критерия), чем $R(T)$.

При этом $P_n = 1-(1-P(T))^n$ - вероятность того, что хотя бы одно из решений в очередной популяции окажется лучше, чем $R(T)$.

$N(T)$ – число эпох, в течение которых алгоритм ожидает появления решения, лучшего, чем $R(T)$. Тогда $P(N) = (1-P(T))^{nN(T)}$ - вероятность того, что в течение $N(T)$ эпох не будет получено решение лучшее, чем $R(T)$. Если неполучение лучшего решения в течении $N(T)$ популяций трактовать как признак того, что лучшего решения не существует, то $P(N)$ - вероятность ошибки. Рассчитаем число эпох ожидания (значение $N(T)$), обеспечивающее заданную вероятность ошибки.

$$(1-P(T))^{nN(T)} = P_3$$

Пусть $nN(T)$ - общее число особей, использованных для поиска лучшего решения в течении $N(T)$ эпох. Легко получить оценку среднего числа проб до получения прогрессивной особи.

Пусть P – вероятность получения решения, лучшего, чем предыдущее в одиночном опыте. Тогда

$P_1 = p$ - вероятность получения лучшего решения в первом опыте,

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

$P_2 = qp$ - вероятность получения лучшего решения во втором опыте, $q = 1 - p$,

.....

$qP_k = q^{k-1}p$ - вероятность получения лучшего решения в k-м опыте.

При этом, можно доказать, что среднее число опытов до получения лучшего решения будет равно

$$\bar{m} = p + 2qp + 3q^2p + ... + kq^{k-1}p + ... = p\left(1 + 2q + 3q^2 + ... + kq^{k-1} + ...\right) =$$
$$= p\frac{d}{dq}\left(q + q^2 + q^3 + ... + q^k + ...\right) = p\frac{d}{dq}\left(\frac{q}{1-q}\right) = p\left(\frac{1-q+q}{(1-q)^2}\right) = \frac{p}{p^2} = \frac{1}{p}$$

Трудности теоретической оценки значения $P(T)$ преодолеваются с использованием экспериментального исследования. Пусть для конкретной задачи после первой популяции, в которой отсутствует решение, лучшее, чем все предыдущие, фиксируется продолжительность ожидания (число эпох, в которых также не оказалось лучшего решения), и при этом получена последовательность $M_1, M_2, ..., M_k, ..., M_s$. Введем рекуррентную зависимость продолжительности ожидания на очередном этапе улучшения решения от значения этой продолжительности на предыдущем этапе

$$M_{k+1} = a_1 M_k + a_2 M_k^2 \tag{1}$$

Найдем неизвестные параметры a_1 и a_2.

Введем

$$H = \begin{pmatrix} M_1 & M_1^2 \\ M_2 & M_2^2 \\ ... & ... \\ M_s & M_s^2 \end{pmatrix}, A = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \end{pmatrix}, Y = \begin{pmatrix} M_1 \\ M_2 \\ ... \\ M_{s+1} \end{pmatrix}.$$

Тогда

$$A = \left(H^T H\right)^{-1} H^T Y \tag{2}$$

В качестве тестовой выбрана задача коммивояжера для по порядку пронумерованных $n = 120$ пунктов, расположенных на кольцевой дороге, представляющей собой окружность радиуса R = 1. Исследование искомой зависимости было проведено, начиная от момента, когда ситуация ожидания лучшего решения возникла в течение нескольких циклов работы ГА подряд. В результате приведенной выше технологии полученно соотношение, позволяющее оценить продолжительность ожидания появления прогрессивной особи в задаче коммивояжера для заданного числа пунктов n на каждом этапе улучшения уже достигнутого решения.

Выводы. Рассмотрена технология оценки продолжительности ожидания прогрессивной особи при решении задачи коммивояжера с помощью генетического алгоритма. Эта оценка формируется рекуррентно и учитывает результаты работы ГА на предыдущем шаге улучшения решения. Исследована зависимость параметров полученного оценочного соотношения от размерности задачи.

Литература. **1.** Goldberg D. Genetic Algorithms / D. Goldberg. – MA: Addison Wesley, 1989. – 210 p. **2.** Лысенко Ю. Г. Нейронные сети и генетические алгоритмы / Ю. Г. Лысенко, Н. Н. Иванов, А. Ю. Минц. – Донецк: ООО «Юго – Восток, Лтд», 2003. – 265 с. **3.** Серая О. В. Многоиндексные модели логистики в условиях неопределенности / О. В. Серая. – Х.: ФОП Стеценко Н. И. 2010. – 512 с.

***Єремєєв І.С.*[1]*; Дичко А.О.*[2]**
[1]*Київський державний університет управління і підприємництва, Київ, Україна;* [2]*Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна*

Екологічні системи як об'єкт фрактального аналізу

Використання результатів спостережень і аналогій дають підставу вважати, що структури і функціонування екологічних систем демонструють у широкому сенсі самоподібність, тобто системи більш-менш однаково уписуються у широкий діапазон просторових, часових та кількісних шкал (масштабів), що свідчить про наявність певної симетрії шкал. Інакше кажучи, невеликі фрагменти систем можуть бути подібні системі у цілому. У такому разі для дослідження подібних систем можна використати методи фрактального аналізу та елементи теорії хаосу. Дійсно, розвиток як окремих організмів, так і популяції і екосистеми у цілому можна представити однією і тією ж моделлю «вісімки», яка характеризує динаміку цих об'єктів у різних просторових та часових межах [1], причому на будь-якому рівні деталізації можна спостерігати однакові компоненти циклів: розвиток (r), консервація (K), криза (w) і реорганізація *(l)*, у тому числі й реструктуризація (s) як це показано на рис.1.

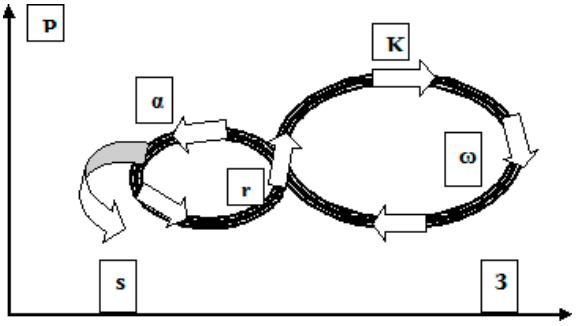


Рис. 1. Динаміка екологічних об'єктів Р – ресурс (енергія); З – зв'язність (складність).

Початок кожного з циклів (чи то добового, чи сезонного, чи багаторічного або життєвого) починається з *розвитку*, накопичення енергії, зв'язків, розгалуження структури тощо, після чого настає період *консервації* усього накопиченого, сталого функціонування до моменту початку кризи (ніч, зима, природні чи антропогенні катаклізми тощо), коли накопичена енергія витрачається за для компенсації кризових впливів, а встановлені зв'язки порушуються, нарешті починається період *реорганізації* (адаптації), коли система або пристосовується до умов, що склалися, і повертається до старої «орбіти», або починає реструктуризацію, в наслідок якої може перейти на іншу «вісімку» (s), або загине.

Оскільки екосистема має ієрархічну структуру (окремі організми – спільнота конкретних організмів – система у цілому, яка включає спільноти різних організмів та абіоту), тобто може розглядатися на мікро-, макро- і системному рівнях, цікаво розглянути зв'язки між цими рівнями (рис.2). Тут також фігурують «вісімки», які утворюють своєрідну деревовидну структуру: на нижньому рівні – окремі організми, на середньому – спільноти, а на найвищому – екосистема. Усі рівні мають певні зв'язки між собою: кожний з організмів мікро-рівня надсилає інформацію щодо наслідків своєї реорганізації (адаптації) у зону K відповідного макро-рівня (що забезпечує більш стійкий режим функціонування цієї спільноти організмів), а інформація з зони K екосистеми надається до зони *(l)*, «вісімок» макро-рівня, що дозволяє використати накопичену системою інформацію для більш вдалої їхньої адаптації (реорганізації).

Оскільки функціонування на кожному рівні відбувається циклічно і оскільки початкові умови для кожного циклу, як правило, не однакові, існують умови для створення «хаосу», тобто непередбачуваного розвитку подій [2], що є дуже характерним для екологічних систем. Інакше кажучи, у таких системах існує можливість лише спрогнозувати межі, всередині яких можливе існування. Ці межі задаються «дивними атракторами». Так, наприклад, якщо йдеться

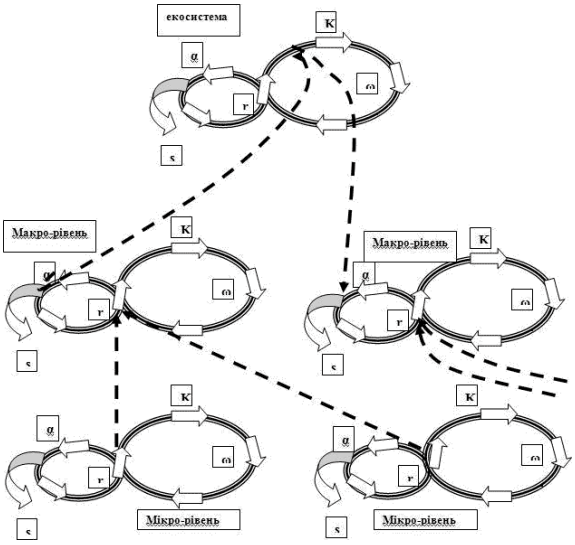


Рис. 2. Зв'язки між різними рівнями системи

про розвиток популяції в умовах різних природних загроз, очікувану щільність популяції N у момент t+1 Nt+1 можна представити у вигляді нелінійної моделі авторегресії

$$N_{t+1} = N_t \left[1 + \breve{r}\left(1 - \frac{N_t}{K}\right)\right], \tag{1}$$

де Nt – щільність популяції у момент t, ř – внутрішній темп зростання популяції а K – максимальний обсяг даної популяції, можливий для даного регіона. Після певних перетворень цю модель можна представити у вигляді

$$x_{t+1} = rx_t\left(1 - x_t\right), \tag{2}$$

де

$$x_t = \frac{N_t\breve{r}}{[(1 + \breve{r}K)]}, \tag{3}$$

а r=1+ř, так що xt виявляється безрозмірною величиною, яка характеризує популяцію. Якщо наведену модель використати для виконання низки ітерацій, обираючи значення r в межах 3-4, і при цьому змінюючи початкові умови, можна отримати рішення у досить широких межах, які, з одного боку, не дозволяють однозначно прогнозувати результат («хаотичне» рішення), а з іншого – зазначають межі, в яких цей результат можна очікувати.

Таким чином, розглядання екологічної системи та її складових як фрактальних структур дозволяє, з одного боку, зрозуміти процеси і зв'язки, а з іншого – виявити граничні межі, в яких ці процеси та зв'язки можуть існувати.

Література. **1.** Holling C.S. Understanding the Complexity of Economic, Ecological and Social Systems. Ecosystems, 2001, 4, pp.390-405. **2.** Hastings A., Hom C.L., Ellner S., Turchin P., Godfray H.C.L. HAOS IN ECOLOGY: Is Mother Nature a Strange Attractor? Annu. Rev. Ecol. Syst. 1993, 24, pp. 1-33.

Єршов О.Є., Ємцов О.С. *— рецензент Стоян В.А.*
Національний технічний університет України "КПІ", ФІОТ, Київ, Україна

Програмне забезпечення комп'ютерної системи для розв'язання задач математичного моделювання розподілених просторово-часових процесів

Актуальність проблеми. У наш час важко уявити побудову нової та ресурсомісткої системи без використання методів математичного моделювання динамічних систем. Таке моделювання не тільки дозволяє зекономити на вартості системи, але й взагалі гарантує успішність проекту вцілому. Зауважимо, що і у такому підході існують свої труднощі – важкість, а інколи і неможливість, побудови математичної моделі задачі за існуючими даними, відсутність у повному обсязі необхідних експериментальних даних, неможливість розв'язання задачі методами класичної прикладної математики. Подолання цих труднощів у наш час є дуже актуальною та досліджуваною проблемою.

Математичні основи. Узагальнення методик лінійної алгебри та псевдоінверсного обернення[1] систем лінійних рівнянь дає змогу побудувати середньоквадратичне наближення до розв'язків інтегральних, алгебраїчних та функціональних рівнянь. Останнє разом з запропонованим у [2] методом математичного моделювання початково-крайових умов дає змогу досліджувати просторово розподілені динамічні системи за неповноти вхідних даних з високою точністю та відносно великою швидкодією. Отримувані при цьому результати обчислень задовольняють умовам головного диференційного рівняння процесу точно, а крайовим умовам – за середньоквадратичним критерієм.

Завдання роботи. Основним завданням даної роботи було розв'язання проблем практичного використання псевдоінверсного підходу до математичного моделювання стану просторово-часових процесів, практична реалізація програмного комплексу та оцінка якості моделювання конкретних просторово-часових процесів. Значна увага приділялася точності обчислень та експериментальним показникам.

Результат роботи. Результатом виконаної роботи став програмний комплекс, що являє собою систему підтримки прийняття рішень (СППР), за допомогою якої можна отримати розв'язки кількох задач моделювання динаміки конкретних просторово розподілених процесів, керуючи параметрами процесу, та обрати найкращий за похибкою розв'язок серед отриманих. Дана СППР містить наступні підсистеми: "Інтелектуальна підсистема побудови моделі задачі", "Підсистема графічного аналізу розв'язку задачі", "Підсистема чисельної аналітики розв'язку задачі". З головних проблем, що були вирішені при побудові програмного комплексу, необхідно виділити аналітику роботи з формулами при програмній реалізації псевдоінверсного підходу (основою даної аналітики є розроблена граматика з набором правил, що відповідають допустимим операціям з формулами, та побудований на базі цієї граматики інтерпретатор формул), яка дозволила виконувати оброку аналітичних виразів і розв'язувати задачі з неперервно-визначеними спостереженнями за досліджуваним процесом; відокремлення незалежних частин алгоритму та реалізацію їх паралельного виконання, що значно підвищує швидкодію роботи комплексу; побудова 3D-графіків функцій, отриманих у результаті роботи комплексу, на базі модифікованого алгоритму тріангуляції Делоне (рішення представлене у "Підсистемі графічного аналізу розв'язку задачі").

Література. **1.** Кириченко Н.Ф. Псевдообращение матриц и их рекуррентность в задачах моделирования и управления // Пробл. управления и информатики. – 1995. – № 1. – С. 114–127. **2.** Стоян В.А. Математичне моделювання лінійних, квазілінійних і нелінійних динамічних систем.– Київ: ВПЦ «Київський університет», 2011. – 320 с.

Жданова О.Г., Маяков С.В.
Національний технічний університет України "КПІ", ФІОТ, Київ, Україна

Задача мінімізації середнього часу завершення робіт у системі з «вузьким місцем»

Складання оптимального розкладу виконання робіт підприємства є актуальною і важливою задачею, бо від цього залежить конкурентоспроможність підприємства.

Проблемами впорядковування робіт займається такий розділ прикладної математики, як теорія розкладів **[2, 3]**. У загальному формулюванні задача складання розкладу полягає у наступному. За допомогою деякої множини ресурсів (обслуговуючих пристроїв) повинна бути виконана певна фіксована система робіт (завдань). Мета полягає в тому, що при заданих властивостях робіт і ресурсів, а також накладених на них обмежень, знайти такий розклад виконання робіт, який в деякому сенсі є оптимальним.

В роботі розглядається така задача: необхідно скласти послідовність виконання n робіт на m машинах (верстатах), враховуючи технологічні карти виконання робіт. Технологічна карта задає обмеження на послідовність виконання операцій відповідної роботи. Вона може бути представлена, як орієнтований граф, кожна вершина якого - це операція, дкя якої задані час виконання та машина, на якій вона має бути виконана. Ця задача належить до класу NP-повних задач **[1]**. Проте на практиці часто зустрічаються такі випадки, коли серед усіх операцій кожної роботи можна виділити таку операцію, час виконання якої значно більше, ніж у інших **[3]**. Якщо при цьому вона виконуться однією і тією ж машиною в усіх роботах, то ця операція є домінантною. Це означає, що в системі обслуговування ця машина є «вузьким місцем». Тоді ефективність розкладу виконання усієї множини робіт залежить від ефективності розкладу для цієї машини. В результаті досліджень був розроблений евристичний алгоритм складання розкладу. Цільовою функцією являється мінімізація середнього часу завершення робіт. Загальна схема алгоритму така:

- Крок 1. Визначення домінантної операції.
- Крок 2. Побудова розкладу для верстата, який виконує домінантну операцію.
- Крок 3. Вбудовування в розклад інших операцій робіт.
  - Цикл по работах:
    - Цикл по операціях поточної роботи:
      - обрати операцію поточної роботи, якщо вона не домінантна; якщо вона домінантна – перейти до наступної операції;
      - визначити верстат, на якому виконується операція;
      - визначити час початку виконнаня обранної роботи по відношенню до домінантної;
      - вбудувати операцію у визначене місце.
    - Кінець циклу по операціях.
  - Кінець циклу по роботах.

Для дослідження ефективності розробленого алгоритму був створений програмний продукт. Він складається з трьох основних частин: модуля генерації множини робіт, які необхідно впорядкувати; модуля побудови розкладу; модуля оцінки результатів та збору статистики.

Після проведення серії експерементів було виявлено, що розроблений алгоритм дає достатньо гарні результати.

Література. **1.** Гэри М, Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые ЗЦЦВ -М.: Мир. 1982.-416 с. **2.** Левин В.11. Структурно-логические методы в теории рас писаній Монография. - П.: Изд-во Пенз. гос. технол. акад., 2006. - 176 с. **3.** Конвей Р. В., Максвелл В. Л., Миллер Л. В. Теория расписаний.- М.: Наум, 1975.-360 с.

Заводник В.В.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Математическое моделирование процесса очистки природных сред от нефтепродуктов

В настоящее время человеческое общество сталкивается с проблемой, как беспрерывно и устойчиво повышать энергопотребление и сохранить при этом экологическую среду в состоянии, пригодном для комфортного проживания. Основным энергоносителем на сегодняшний день и в обозримом будущем являются углеводороды, в частности нефть. Но в местах ее добычи и переработки, при транспортировке случаются техногенные аварии, количество которых год от года растет, и предотвратить их принципиально невозможно. Данная проблема может быть сведена к задаче оперативного мониторинга за экологически опасными объектами и быстрого реагирования на результаты аварий. Решение этой задачи связано с необходимостью построения эффективных технологических методик, основанных на математическом моделировании процессов распространения загрязнения и его очистки, а также создания химических ингредиентов самой очистки, при этом быстрой и эффективной.

В докладе приведено исследование процесса очистки природных сред от нефтепродуктов, представлены три математические модели, которые представляют собой модификацию модели [1], рассмотрен пример.

Объектом исследования является процесс загрязнения (распространения) нефтепродуктов в природных средах: грунта, подземного водонасыщенного слоя и открытых водоемов. Цель – оптимальная очистка, в смысле минимизации энергозатрат и времени процесса нейтрализации загрязнителя методам адсорбции, а также разномасштабное по времени прогнозирование.

Метод расчета концентрации нефтепродуктов в природных средах основывается на применении математической модели процесса загрязнения, а также методов теории оптимального управления и идентификации параметров пространственно распределенных процессов для повышения адекватности математической модели исследуемому объекту. Модель, описывающая процесс распространения нефтепродуктов в природных средах, в основу которой положена теория уравнений математической физики, настроенная по результатам натурных измерений, позволяет решать следующие задачи: восстановить поле концентрации в полном масштабе; восстановить местоположение и вид границ загрязненной области; определить функцию перетока загрязнителя через границы; отслеживать изменение концентрации загрязнителя в одной из сред в интересуемых временных интервалах; идентифицировать пространственно-распределенное поле параметров среды; проводить кратко и среднесрочное прогнозирование состояния процесса распространения загрязнителя в среде; оптимально разместить заданное количество измерительных датчиков на контролируемом участке; оптимизировать программу режимов измерений во времени и по измерительным датчикам; оптимально (в заданом количестве точек и заданную массу) разместить адсорбирующий ингредиент.

В данном докладе рассматриваются только некоторые из перечисленных задач. Процедура расчета состоит из следующих этапов: выбор математической модели процесса загрязнения и метода ее конечномерной реализации; уточнение модели с использованием измерительной информации; прогнозирование процесса загрязнения с использованием уточненной модели и исходных данных о процессе; определение оптимального режима очистки загрязненной среды. Рассмотрен пример среднесрочного моделирования процесса очистки подземного водонасыщенного слоя от загрязнения нефтепродуктами под промышленной площадкой.

Предложены результаты анализа, проведенного моделирования и интересные выводы. Представлен иллюстративный материал: графики, таблицы, рисунки, выполненные на основании полученных расчетов.

Литература. **1.** Заводник В.В. Моделирование, идентификация параметров и оптимизация процесса очистки грунтовых вод. // Miedzynarodowa konferencja VI szkola geomechniki, – Gliwice–Ustron, 2003. – czesc II., – P. 81 – 88.

Ивченко М.И.
УМК "Институт последипломного образования" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Системный подход к проблеме обучения пользователей в ракурсе развития информационных технологий

Массовое обучение пользователей ИТ началось в 1980-х годах, вслед за появлением персональных компьютеров. Термин *пользователь* (*user*) возник в то же время и стал средством дифференциации потребителей ИТ, фактически разделив их на два класса: ИТ-специалисты и ИТ-пользователи.

За прошедшие десятилетия, в рамках системы образования, сложилась и функционирует полноценная система обучения пользователей. Обучено не одно поколение пользователей, накоплен опыт, сложились традиции. Интенсивную научную разработку вопросов изучения ИТ и их применения в образовании ведут психология и педагогика. В практической плоскости ими занимаются государственные ведомства и профессиональные сообщества. Важную роль в обучении пользователей играет ИТ-бизнес. Большой интерес к вопросам ИКТ-компетентности проявляют бизнес-структуры, отраслевые и государственные ведомства.

Тем ни менее, несмотря на такую долгосрочность, всеобщность и постоянную актуализацию всех вопросов обучения пользователей ИТ, ожидаемого результата в виде всеобщей ИТ-компетентности получить не удается. Это накладывает определенные ограничения на развитие ИТ-отрасли, экономики, общества.

Так, для ИТ-проектов, использующих самые современные методологии и технологии, типичными являются трудности, природа которых лежит в плоскости взаимодействия ИТ с пользователями (от заказчиков до так называемых «конечных пользователей»). Причины этой проблемы носят двусторонний характер. С одной стороны, это недостаточная ИТ-компетентность и, связанная с этим неготовность пользователей к инновационным изменениям. С другой стороны – доминирование объектно-ориентированных подходов и пренебрежение человеческим фактором, как важнейшей составляющей ИТ-проекта.

Для преодоления этого диссонанса предлагается пересмотреть традиционный взгляд на обучение пользователей, как элемент системы образования. По-видимому, назрела необходимость исследовать обучение пользователей, как выделенную систему, порожденную технологическим развитием общества, его переходом от индустриального к информационному. Задачей этой системы является развитие человеческого ресурса, его готовности к адекватному функционированию в рамках новых реалий взаимодействия с информацией, управления знаниями, осуществляемого, в том числе, посредством ИТ.

С учетом определяющей роли ИТ в обеспечении устойчивого развития общества, всеобщей тенденции расширения и углубления науки и практики в междисциплинарные области знаний, а также общего отставания уровня пользовательской культуры от задач, которые способны решать ИТ, вполне реальным выглядит вариант развития, при котором функция обучения (или «дообучения») пользователей смещается в зону социальной ответственности ИТ-индустрии.

Напрашивается предположение о возможности возникновения в границах ИТ нового направления - *юзер-тренинг - ЮТ (Users Training - UT)* по аналогии с бизнес-тренингом. Это было бы естественным продолжением экспансии ИТ-индустрии в область человеческих ресурсов, наряду с развитием таких, ориентированных на пользователей, направлений, как юзабилити, человеко-компьютерное взаимодействие, эргономика, инженерная психология, а также управление ИТ-проектами.

Поскольку переход к информационному обществу сопровождается сменой не только алгоритмов взаимодействия пользователя с ИТ, но и психологических, когнитивных, ментальных моделей его поведения, система *юзер-тренинг* должна избегать сложившихся образовательных стереотипов. Она требует междисциплинарного подхода и должна базироваться на современных открытиях в области системного анализа, психологии, когнитивных наук, менеджмента, педагогики и андрагогики.

Івченко В.А.
Державне агентство з питань науки, інновацій та інформатизації України, Київ, Україна

Стратегічне планування розвитку аграрного сектору АР Крим

Під стратегічним плануванням розуміють процес спрямування дослідницького майбутнього до бажаного [1]. При прямому процесі планування розглядаються поточні фактори і результат, який можна отримати при застосуванні до цих факторів певної логічної послідовності дій. Зворотній процес направлений на виявлення бажаних станів системи та їх пріоритетів. Сценарій - це результат, який сприймається та визначається за допомогою деяких припущень про поточні та майбутні тенденції. Розрізняють два типи сценаріїв – дослідницький і попереджуючий. В дослідницькому сценарії аналізується логічна послідовність подій, породжена компонентами системи, що вивчається. Важливість дослідницького сценарію полягає в тому, що він змушує осіб, що приймають рішення, звернути увагу на фактори, які раніше не розглядалися. Попереджуючий сценарій проходить зворотній шлях, який починається від бажаного майбутнього стану і рухається назад до сьогодення з метою виявлення впливів і дій, потрібних для реалізації бажаної цілі. При прямому процесі планування будується дослідницький сценарій, при зворотному – попереджуючий. Поєднання цих обох процесів дозволяє вирішити проблему стратегічного планування, забезпечуючи зближення логічного майбутнього з бажаним.

В даній роботі для розв'язання задачі вибору політик акторів для досягнення бажаного майбутнього пропонується ітераційний процес послідовного застосування прямого і зворотного процесів модіфікованого методу аналізу ієрархій (МАІ) з урахуванням bocr-факторів:

1. Прямий процес МАІ:
   1.1. Побудова ієрархії прямого процесу, яка містить наступні рівні: загальну ціль або фокус; фактори доходів, витрат, можливостей та ризиків (bocr-фактори), що впливають на досягнення загальної цілі (економічні, технічні, соціальні, політичні тощо); актори – особи, які впливають на реалізацію загальної цілі; цілі акторів; політики досягнення цілей акторів; можливі результати чи сценарії як результати реалізації цілей акторів; узагальнений результат чи сценарій.
   1.2. Оцінювання ієрархії прямого процесу, використовуючи МАІ [2]: розрахунок ваг факторів, акторів, їх цілей, ефективностей політик акторів; розрахунок імовірностей можливих результатів/сценаріїв.
2. Зворотній процес МАІ:
   2.1. Побудова ієрархії зворотного процесу, яка містить: узагальнений бажаний сценарій – фокус; бажані сценарії; проблеми і можливості; актори; цілі акторів; політики акторів, направлені на реалізацію бажаного майбутнього.
   2.2. Оцінювання ієрархії зворотного процесу.
3. Перехід на п.1. Побудова другого прямого процесу:
   3.1. Побудова ієрархії другого прямого процесу з додаванням на рівні політик найбільш важливих цілей і політик, визначених на етапі 2.2 зворотного процесу.
   3.2. Оцінювання ієрархії другого прямого процесу, починаючи з рівня цілей:
      3.2.1. Розрахунок ефективностей цілей та політик акторів.
      3.2.2. Розрахунок імовірностей можливих результатів/сценаріїв.
4. Порівняння імовірностей можливих результатів/сценаріїв другого прямого процесу, отриманих на етапі 3.2.2, і пріоритетів бажаних сценаріїв, отриманих на етапі 2.2. Перехід на етап 2 чи кінець.

З використанням запропонованого інструментарію виконано оцінювання сценаріїв і вибір політик акторів для досягнення бажаного стану аграрного сектору АР Крим.

Література. **1.** Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с. **2.** Панкратова Н.Д., Недашківська Н.І. Моделі і методи аналізу ієрархій: Теорія. Застосування: Навчальний посібник. – К: ІВЦ «Політехніка», 2010. – 371 с.

Касьянова К.Н.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Применение нечетких когнитивных моделей на этапе имитационного моделирования при решении задач технологического предвидения

Принятие решений для сложных социально-экономических систем (СЭС) должно рассматривать систему с позиции устойчивого развития. Имитационное моделирование позволяет смоделировать различные варианты будущего состояния системы и проверить систему на устойчивость, и именно поэтому является важным этапом при анализе и отборе сценариев будущего развития объекта исследования лицами, принимающими решения (ЛПР). Классические подходы имитационного моделирования не учитывают ряд свойств, присущих задачам технологического предвидения. Для таких задач целесообразно применять *нечеткое когнитивное моделирование*, которое позволяют моделировать динамические системы, так как обладает наглядностью, гибкостью отображения предметной области, возможностями абстрактного представления и элементами нечеткой логики (суждений).

Нечеткая когнитивная карта (НКК) – это взвешенный ориентированный граф, в котором вершины представляют факторы, а ребра – связи между факторами, которые принимают значения либо из отрезка $[-1, 1]$, либо из некоторой лингвистической шкалы и характеризуют силу влияния связи. Подход к вычислению нечетких влияний заключается в следующем. Пусть между f_i и f_j имеется m путей, $I_r(f_i, f_j) = \min_p(\omega_{p,p+1})$ – влияние f_i на f_j по r-му пути, а $T(f_i, f_j) = \max_{1 \leqslant r \leqslant m} I_r(f_i, f_j)$ – суммарное влияние f_i на f_j по всем m путям, где $\omega_{p,p+1}$ – вес ориентированного ребра от f_p к f_{p+1} на r-м пути. Т.о., операция $I_r(f_i, f_j)$ выделяет наиболее слабую связь в r-м пути, а $T(f_i, f_j)$ – наиболее сильную из связей $I_r(f_i, f_j)$ [1].

Для возможности применения аппарата когнитивного моделирования сценарии представляются в виде набора управляющих воздействий, приводящих систему в желаемое состояние. Для проведения имитационного моделирования набор значений управляющих факторов принимается за начальное состояние $X(0)$ и задается вектор приращений факторов, который может вывести систему из начального состояния $P(0)$. Далее строится прогноз развития ситуации в последовательные моменты времени $t = 1, \ldots, n$ на основании нахождения приращений в $(t + 1)$ момент времени: $p_i(t + 1) = \max_j(|p_j(t) \cdot \omega_{ij}|)$, где ω_{ij} – элементы матрицы смежности НКК [2]. Таким образом, приращение $p_i(t + 1)$ - это максимальная из величин $p_j(t) \cdot \omega_{ij}$, где максимум берется по всем факторам, которые влияют на i-тый фактор (для остальных: $\omega_{ij} = 0$).То есть задается в лингвистических значениях начальное состояние $Y(0)$ и следующее - $Y(1)$, возникающее после применения управляющих воздействий. Вычисляется числовое начальное приращение $P(0) = (Y(1)) - (Y(0)) = X(1) - (X(0)$. Далее вычисляются приращения в последовательные моменты $t = 1, \ldots, n$, а состояние ситуации определяется из соотношения: $X(t + 1) = X(t) + P(t + 1)$.

При получении прогноза наряду с вычислением вектора $P(t + 1)$ целесообразно вычислять вектор $C(t + 1) = c_1(t + 1), \ldots, c_n(t + 1)$. Величина $c_i(t + 1)$ - это консонанс i-того фактора, который характеризует степень определенности прогноза на момент $t + 1$. То есть, результат прогноза характеризуется парой $X(t + 1)$ и $C(t + 1)$. Это важно в рамках имитационного моделирования, т.к. позволяет оценить "реальность" перехода системы из начального состояния в заданное экспертами состояние $Y(1)$. Таким образом, нечеткое когнитивное моделирование даёт возможность систематического качественного учета отдаленных последствий принимаемых решений и выявления побочных эффектов, которые трудно оценить интуитивно при большом числе факторов и многообразии путей взаимодействия между ними. Это позволяет в большей степени учесть особенности процессов на этапе отбора сценариев будущего развития СЭС лицами, которые принимают решения.

Литература. **1.** Kosko B. Fuzzy Thinking, Hyperion, 1993 **2.** Liu Z.-Q. Interrogating the structure of fuzzy cognitive maps.//Soft Computing, 2003

Катренко А.В., Магац Д.С.
Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна

Проблеми формування портфелю проектів в мультипроектному середовищі

Формування портфелю проектів та управління ним є особливо актуальним в галузі інформаційних технологій (ІТ), що викликане високим рівнем динаміки середовища, зрослою конкуренцією, за якої кількамісячне запізнення з виходом нового працездатного програмного продукту на ринок в багатьох випадках розцінюватиметься як невдача відповідного проекту, одночасним виконанням декількох проектів однією організаціїю - тобто наявністю мультипроектного середовища.

Зазвичай задача формування портфелю проектів в «чистому вигляді» виникає на початку функціонування проектноорієнтованої організації, а надалі при формуванні портфелю проектів ця задача розв'язується з врахуванням проектів, які вже поточно виконуються, і потребуватимуть певних ресурсів для завершення.

Слід також враховувати те, що невизначеності параметрів з наближенням часу завершення робіт над проектом зменшуються, і реально при формуванні портфелю проектів в визначений момент часу ми маємо справу як з проектами, для складових робіт яких відомі їх тривалості та потреби в ресурсах та залежності тривалостей від об'ємів вкладених ресурсів, так і з проектами-кандидатами на включення до портфелю, для яких може бути взагалі невідомою ієрархічна структура проекту ІСП.

Таким чином, проекти повинні бути «виміряні» в однакових одиницях одиницях, і, окрім того, наявний портфель проектів повинен бути скорегований шляхом вилучення та закриття неперспективних проектів, можливого призупинення виконання певних проектів на користь включення нових та поповнення портфелю новими проектами.

Для успішного розв'язання цих проблем насамперед було побудоване дерево цілей, коренем якого є генеральна мета - оптимальне управління портфелем проектів (рис. 1).

Рис. 1. Дерево цілей проблеми оптимального управління портфелем проектів

На цьому рисунку наведені лише основні аспекти та критерії для включення проектів до портфелю - насправді в залежності від конкретної ситуації їх може бути значно більше.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Проблема оптимального управління портфелем проектів включає такі основні аспекти, як: ресурсно-вартісний, суспільний, часу та ризику.

Суспільний аспект, з одного боку, має в собі критерії, що стосуються суспільства (суспільне значення та престижність проекту), та фірми-виконавця (зміна престижу фірми). Проект може бути неприбутковим, але важливим з точки зору суспільного аспекту, що в подальшому, зі стратегічної точки зору, може сприяти значному зростанню прибутків. Оскільки ці критерії є значною мірою якісними, то вони оцінюються експертами якісно сформульованій шкалі, яка має відповідність зі шкалою відношень.

Ресурсно-вартісний аспект з точки зору тактики є найважливішим, і включає критерії загалом кількісні, але які вимагають прогнозування (загальний об'єм ресурсів, необхідних для виконання проекту, очікуваний прибуток та загальна вартість проекту). Значення цих критеріїв є все більш точними при наближенні проекту до свого завершення. Для проектів, які є кандидатами на включення до портфелю, ці значення отримуються шляхом порівняння з аналогами, або ж експертного опитування.

Важливим є також аспект часу, тому що відхилення в бік зростання в цьому випадку безпосередньо призводять до додаткових витрат ресурсів, тобто час також можна розглядати як особливий вид ресурсу, який здатен індукувати додаткові витрати ресурсів. Цей аспект включає два якісні критерії - ступінь обов'язковості завершення проекту в термін та можливість призупинення проекту. Якщо ступінь обов'язковості незначний, то є можливість подовжити час завершення, відповідно зменшити інтенсивність споживання ресурсів та за рахунок цього включити виконання нових проектів. Призупинення повністю виключає використання ресурсів на час призупинення.

Аспект ризику включає можливість невчасного виконання проекту та недостатнього ресурсного забезпечення.

Узагальнений алгоритм управління портфелем проектів працює на початку кожного періоду планування та включає наступні кроки:

1. Встановлення пріоритетів проектів, які виконуються.
2. Встановлення пріоритетів проектів - кандидатів на включення до портфелю.
3. Виділення з множини проектів, що виконуються, найважливіших за пріоритетами та відповідне корегування відносно вільних ресурсів на наступні періоди планування.
4. Встановлення пріоритетів проектів - кандидатів на включення до портфелю.
5. Порівняння проектів, що залишилися з множини виконуваних, з проектами-кандидатами на включення до портфелю.
6. Прийняття рішення про дотермінове закриття неперспективних проектів, призупинення проектів, що виконуються, корегування наявних об'ємів ресурсів та включення нових проектів до портфелю.

Таким чином, портфель проектів поповнюється на початку кожного періоду планування новими перспективними проектами, і водночас виключаються вже виконані, а також неперспективні проекти, та призупиняється виконання інших, які з тих чи інших причин доцільно призупинити.

Проблема формування та управління портфелем проектів є важливою в галузі IT, розв'язання якої дозволяє уникнути необгрунтованих витрат ресурсів та часу. Найпершим кроком в розв'язанні цієї проблеми є побудова дерева цілей, що в подальшому дозволяє прийняти обґрунтовані рішення з управління портфелем проектів. Запропоноване дерево цілей відображає основні аспекти управління портфелем проектів та може бути при необхідності деталізоване. Запропонований алгоритм дозволяє сформувати підмножину проектів, які продовжуватимуть виконуватися, та множину проектів - кандидатів на включення до портфелю, і обрати серед конфліктуючих за включення до портфелю нових проектів ті, які будуть включені, а серед залишку тих, що виконуються, ті, які будуть закриті, призупинені, чи продовжуватимуть виконуватися.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Киричок Т.Ю.
Національний технічний університет України "КПІ", Видавничо-поліграфічний інститут, Київ, Україна

Задача багатокритеріального вибору варіанту переоснащення банкнотного виробництва

До цінних паперів та документів суворої звітності висуваються підвищені вимоги щодо захищеності. На теперішній час технології захисту цінних паперів, зокрема банкнот, невпинно розвиваються, у виробництво впроваджуються велика кількість новітніх технологій, спрямованих на підвищення рівня захищеності, однак, через певний час після появи нових захисних елементів вони починають зазнавати підробок різного рівня виконання. У зв'язку з цим періодично змінюють дизайн та системи захисту валюти. Зазвичай, під час цього відбувається комплексне технічне та технологічне переоснащення підприємств з випуску банкнот. Тому актуальною задачею є вибір оптимального варіанту переоснащення.

Процес прийняття рішень щодо вибору варіанту переоснащення підприємства з випуску банкнот може розглядатися як задача багатокритеріального вибору. В роботі показано, що цю задачу доцільно вирішити за допомогою методу аналізу ієрархій, запропонованого Т. Сааті [1], шляхом представлення у вигляді домінантної ієрархії. Метод аналізу ієрархій дає можливість поєднати в одній ієрархічній структурі кількісну та якісну інформацію та отримати на основі експертних оцінок парних порівнянь елементів структури пріоритети альтернативних варіантів рішень.

Глобальною метою в ієрархії, побудованій в результаті декомпозиції проблеми, є виробництво банкноти найвищої якості, критеріями – вимоги до банкноти. Риси "досконалої" валюти [2]: її надзвичайно важко підробити; легко розпізнати населенню; зносостійка (залишається придатною після значного зношування), придатна до машинного зчитування, легко виробляється за низькою ціною, прийнятна для населення естетично, нетоксична та безпечна.

Валюта має бути придатною для сприйняття людьми з обмеженими можливостями зору (незрячі, дальтоніки, особи зі слабким зором). Тому доцільно виділити такі критерії (2 рівень ієрархії), котрі характеризують банкноту і як суб'єкт грошового обігу, і як об'єкт технологічного процесу: захищеність, зносостійкість, розпізнаваність населенням, машиночитаність, естетична прийнятність, низька собівартість, технологічність, безпечність.

Елементами третього рівня ієрархії є графічний дизайн, захист основи банкноти, фарби, оздоблення, обладнання, технологічний процес, інформаційно-організаційні заходи. Альтернативами, котрі оцінюються, (4 рівень ієрархії) є три запропоновані різними постачальниками комплексні рішення. Для встановлення відносної важливості елементів ієрархії використано традиційну для методу шкалу відносної важливості з оцінками від 1 до 9 [1].

Запропонована чотирирівнева ієрархічна структура може бути використана також для визначення пріоритетних напрямків досліджень у сфері захисту цінних паперів та документів суворого обліку. При цьому альтернативами (елементами 4 рівня ієрархічної структури) будуть: захист паперового полотна; захист на стадії формування зображення оригіналу; поліграфічні методи захисту; захист за рахунок застосування поліграфічних фарб та лаків зі спеціальними властивостями; захист за рахунок поліграфічних післядрукарських та оздоблювальних процесів; застосування захисних голографічних елементів та штрих кодів; системи, прилади контролю та способи розпізнавання справжності та ідентифікації [3].

Література. **1.** Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Пер. с англ. Р.Г.Вачанадзе. – М.: Радио и связь, 1993. – 315 с. **2.** R.E. Schafrik, M.A. Crimp, C.B. Duke, et al.: Committee on Technologies to Deter Currency Counterfeiting, National Research Counsil, A Path to the New Generation of U.S. Banknotes: Keeping Them Real, Wasnhington, D.C.: The National Academies Press, 2007, 328 p. **3.** Киричок Т.Ю. Тенденції досліджень та розробок у сфері захисту цінних паперів та документів суворого обліку [Текст] / Т.Ю. Киричок, К.М. Безпала // Зб. наук. праць: Технологія і техніка друкарства. – К., 2010. – №4(30). – С. 51-59.

Кірік О.Є.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Системний підхід до управління газотранспортними мережами

Одними з ключових аспектів системних досліджень у енергетиці, зокрема в газовій галузі, є математичне моделювання та оптимальне управління системами енергетики. Роль формалізованих моделей і методів з часом зростає в зв'язку з ростом складності самих систем і пов'язаних з їх розвитком і функціонуванням проблем. Основними інструментами моделювання і практичних розрахунків на функціональному та техніко-економічному рівнях є методи математичного програмування і мережеві потокові моделі, реалізовані в сучасних системах управління. Зважаючи на складність досліджуваних систем, необхідно розробляти моделі з різним ступенем конкретизації та різними видами припущень.

Так, схема функціонування процесу транспонування газу включає в себе видобуток газу на газових промислах, що мають обмеження на обсяги видобутку, прокачку газу через компресорні станції, кожна з яких у свою чергу має обмежену потужність, та транспортування його по різних ділянках газопроводів, які мають обмежені пропускні спроможності. Актуальною для подібних систем є оптимізаційна задача планування: за заданих обмежень на обсяги видобутку газу, обмеження на пропускні спроможності ниток газопроводу і фіксовані потужності компресорних станцій потрібно на заданий період планування при «штатних» умовах визначити максимально можливі обсяги транспортування газу в існуючій системі при мінімальних витратах на транспортування та обслуговування системи. Під «штатними» умовами розуміються умови безаварійної роботи, при яких показники ключових елементів системи не виходять за межі заданих характеристик.

Для розв'язання задач такого типу побудовано комплекси математичних моделей руху потоків у розподільчих мережах, що базуються на класичному та модифікованому законах збереження, та розроблено ефективні алгоритми розрахунку оптимальних потоків із застосуванням методів нелінійного програмування та спеціальних процедур аналізу мереж.

Загальний підхід до розв'язання нелінійних задач оптимізації за наявності обмежень полягає в заміні вихідної задачі на інші задачі, які розв'язуються простіше і можуть служити основою для побудови ітераційних процесів наближення до розв'язку [1]. Як приклад, метод лінеаризації Б.Н. Пшеничного виявився зручним для розв'язання задач розподілу потоків, оскільки він дає можливість побудувати обчислювальні процедури, ефективні з точки зору збереження та обробки інформації. Метод лінеаризації забезпечує збіжність з широкої області початкових наближень, має інші особливості, але іноді швидкість збіжності методів першого порядку виявляється недостатньою. Бажання поліпшити звичайну для методів градієнтного типу швидкість збіжності призвело до використання квадратичної апроксимації цільової функції і до побудови алгоритмів найкращого розподілу потоків, що поєднують переваги методів першого і другого порядку. Обґрунтовано близькість оцінок ефективності побудованих алгоритмів і методів послідовного квадратичного програмування.

При розробці спеціальних методів аналізу мереж особлива увага приділяється врахуванню структури мережі. Так, нелінійна задача розподілу потоків, де невідомими є потоки вздовж ділянок мережі, зводиться до задачі без обмежень, розмірність якої залежить від кількості замкнених циклів мережі [2]. Такий підхід дозволяє зменшити розмірність задачі у десятки разів.

Надійність транзитних поставок газу і безпека газопостачання внутрішніх споживачів в значній мірі забезпечується комплексом підземних сховищ газу. Мережа газосховищ України, загальний обсяг яких перевищує 30 млрд. м3, є найпотужнішою в Європі і може ефективно використовуватися не тільки для власних потреб, а й для споживачів газу в Центральній і Західній Європі. При математичному моделюванні процесу керування потоками можливість створення та використання резервів ресурсів враховується за рахунок певних параметрів, що відображають об'єми заповнення та випорожнення тимчасових сховищ.

У задачах розрахунку мереж частину вузлових параметрів можна розглядати як невідомі, тоді оптимізація відбувається не тільки за рахунок мінімізації вартості доставки газу споживачам, але і за рахунок перерозподілу навантаження джерел. Якщо накласти на ці вільні вузлові змінні певні обмеження, то їх можна розглядати як параметри резервуарів тимчасового зберігання ресурсів. Задача оптимізації функціонування підземних сховищ газу за критерієм досягнення мінімальних сумарних експлуатаційних витрат сформульована і досліджена в [3].

Складна ситуація з використанням та розподілом енергетичних ресурсів робить актуальними питання, пов'язані з отриманням гарантованого допустимого розв'язку в задачі управління розподільчими системами. На випадок відсутності допустимого розв'язку в задачі розподілу потоків розроблено процедуру модифікації системи обмежень вихідної моделі. У рівняння неперервності вводяться змінні, що відображають можливі відхилення функцій споживання від замовлень споживачів Розв'язується задача розподілу потоків, що забезпечує існування допустимого розв'язку за умови мінімізації відхилення споживання від потреб замовників.

Весь комплекс видобутку, розподілу та транспортування газу треба розглядати як єдину систему і розв'язувати задачу управління газотранспортними мережами з точки зору системного підходу. При розв'язанні задачі планування як суто оптимізаційної не враховуються деякі моменти функціонування мережі, що важко або не можна формалізувати.

Пропонується декомпозиційно-ієрархічна схема, коли на основі інженерно-управлінського досвіду мережа поділяється на певні підмережі. Це можуть бути регіональні мережі, а можуть бути спеціальним чином виділені функціонально пов'язані блоки. Як приклад, такий блок може містити родовище або систему сховищ та станції перекачки, кожна з яких має певну кількість компресорних цехів, разом з ділянками газогонів, що їх з'єднують. Експерти визначають ключові параметри, наприклад, допустимі обсяги видобутку газу з родовищ, а обраховується оптимальна комплектація компресорних станцій та збалансовані потоки вздовж магістральних ділянок. Отримані розв'язки будуть вихідною інформацією для моделі вищого рівня, де можна розрахувати оптимальні об'єми видобутку газу з різних родовищ за умови задоволення всіх споживачів газу.

Верхнім ієрархічним рівнем аналізу мереж може слугувати модель паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) в цілому [4]. Тоді схема формування та взаємного узгодження управлінських рішень має стати більш варіантною, гнучкою і адаптивною. Це вимагає розширення складу варійованих показників і переходу до їх нежорсткого опису (інтервального, імовірнісного і т.п.). Інформація, що враховується при узгодженні рішень повинна включати в себе наступне:

- з боку ПЕК - діапазони можливих обсягів видобутку та надходження газу для потреб енергетики регіонів і країни в цілому, а також структуру і обсяги необхідного паливо-і енергопостачання з більш детальним опрацюванням питань газоспоживання;

- з боку газотранспортних систем - скориговані (за рахунок уточненого розгляду структури і параметрів розвитку, а також комплексу заходів з аварійного і сезонного резервування та інших галузевих рішень) вихідні дані з видобутку, зберігання, транспортування та споживання газу, а також результати техніко-економічних розрахунків потрібних ресурсів для всієї множини варіантів і умов розвитку ПЕК.

Ці проблеми вимагають комплексу взаємопов'язаних розрахунків ПЕК і систем газопостачання, що спираються на методологію системного аналізу та методи системної оптимізації і є предметом подальших досліджень.

Література. **1.** Кірік О.Є. Алгоритми лінеаризації та спряжених градієнтів для нелінійних задач розподілу потоків // Наукові вісті НТУУ "КПІ".-Київ, 2007.-№3.– С.67-73. **2.** Кірік О.Є. Розподіл потоків в мережах складної кільцевої топології//Наукові вісті НТУУ "КПІ".–2009. №2.–С.18-26. **3.** Кірік О.Є. Оптимізація заповнення сховищ в задачах розподілу потоків для розподільчих мереж//Наукові вісті НТУУ "КПІ". –2010.-№1.–С.28-35. **4.** Системные исследования в энергетике /под ред. чл.-кор. РАН Н.И.Воропая. Новосибирск.:"НАУКА 2010.–686 с.

Клименко В.В.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Оцінка причинно-наслідкових зв'язків у слабо структурованих і складно формалізованих задачах

Розглядаючи слабо структуровані та складно формалізовані задачі, що повсякчас постають в соціально-економічних, екологічних, політичних напрямах життя, важко застосовувати традиційні математичні чи економічні підходи для аналізу та розробки комплексних рішень щодо майбутнього. Альтернативним підходом в такому випадку є поєднання методологій технологічного передбачення [1] та когнітивного аналізу [2], що включає аспекти сприйняття, мислення, пізнання, пояснення і розуміння.

Для визначення заходів, які необхідно здійснити сьогодні для досягнення «бажаного» майбутнього, в методології технологічного передбачення наявна велика кількість методів, які можна використовувати як незалежно один від одного для дослідження майбутнього, так і в поєднанні [3], утворюючи потужні інструменти передбачення.

Зокрема, на попередньому етапі ефективно застосовувати метод аналізу перехресного впливу [4], що приділяє основну увагу ланцюгам причинно-наслідкових зв'язків: «x» впливає на «y», «y» впливає на «z». Метод є одним з інструментів, що може бути використаний для організації й інтерпретації суб'єктивних знань шляхом структурованого відображення взаємозв'язків різних елементів конкретної системи.

Застосовуючи ж когнітивний підхід, будується когнітивна карта у вигляді графа, що схематично за допомогою причинно-наслідкових зв'язків зображує ситуацію, рішення щодо якої необхідно розробити.

Проте, якщо розглядувана система містить велику кількість факторів (драйверів) v_i, $i = 1, \ldots, n$, аналітику важко визначити, який саме з них має найбільш/найменш вагомий вплив $e_j^{v_i}$, $j = 1, \ldots, k$, $i = 1, \ldots, n$ на всю систему, а саме з цього починається аналіз системи для досягнення «бажаного» майбутнього. Тобто при розв'язуванні задачі за допомогою когнітивного підходу необхідно виділити ті фактори, зміна, вилучення чи додавання яких матиме вплив на систему. Для цього варто прокласифікувати фактори за їх впливом і залежністю від інших подій за принципом методу аналізу перехресного впливу, згідно якого вага зв'язку (впливу) може приймати додатне значення, що позначає вплив на фактор, та від'ємне значення у випадку, якщо мається на увазі вплив від фактора v_i.

Згідно даної класифікації драйвери можуть бути домінантними (визначаючими), ключовими (змінюючими), сусідніми, регулятивними (середніми), результуючими (домінованими) або автономними (виключеними).

Метод аналізу перехресного впливу допомагає зменшити невизначеності при скануванні області можливих варіантів майбутнього, дозволяє виявити групи подій, що мають одночасний вплив на соціально-економічну систему. Перевагою методу є врахування подій та тенденцій, що дозволяє визначити характер розвитку подій для того, щоб скористатися сприятливими можливостями і отримати додаткові переваги.

Література. **1.** Згуровський М. З., Панкратова Н. Д. Технологическое предвидение – Киев : Изд-во Политехника. – 2005. – 165с. **2.** Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Радченко С.А. Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем. Когнитивный подход. - Ростов н/Дону: Изд-во РГУ, 2006 **3.** Клименко В.В. Моделювання вирішення головних проблем м. Севастополь на основі методології передбачення // Наукові праці Миколаївського державного гуманітарного університету ім. Петра Могили комплексу НаУКМА. – 2011 **4.** UNIDO Technology Foresight Manual — Organization and Methods Module. Vienna, 2005, vol.1, 2.

Козік М.В. *— рецензент Молчанов О.А.*
Національний технічний університет України "КПІ", ФПМ, Київ, Україна

Модифікація колокаційного методу з використанням вейвлетів другого покоління для еволюційних задач гідродинаміки

Вступ. Важливе місце в гідродинамічних дослідженнях належить аналізу хвильових процесів в атмосфері, які найкраще описує повна система рівнянь Нав'є-Стокса. Серед новітніх підходів до цифрового аналізу сигналів найпопулярнішим є використання вейвлетів [1]. Однак обмежений набір вейвлет-базисів є вагомим недоліком для будь-якої задачі. Схема ліфтингу дозволяє конструювати вейвлет-базиси згідно власним потребам.

Постановка задачі. Гідродинамічна система рівнянь Нав'є-Стокса:

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = -\left(\vec{v}\cdot\nabla\right)\vec{v} + k\Delta\vec{v} - \frac{1}{\rho}\nabla p + \vec{f}, \quad \nabla\vec{v} = 0 \tag{1}$$

В якості граничних умов беремо експоненційний спад густини і тиску зі збільшенням висоти.

Схема ліфтингу. Вейвлети, що зсувають і масштабують одну функцію — називаються вейвлетами першого покоління. Схема ліфтингу [2] дозволяє конструювати вейвлети другого покоління. Використання схеми ліфтингу має наступні переваги:

- Швидша, ніж вейвлет-перетворення.
- Використовує in-place обчислення.
- Просто знайти інверсне перетворення.

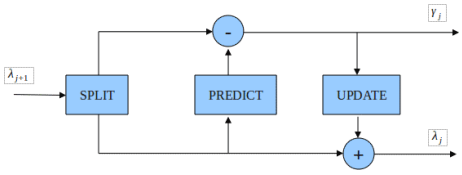


Рис. 1. Схема ліфтингу

Класична схема ліфтингу складається з трьох рівнів:

1. SPLIT (розділення сигналу λ_0 на два менших сигнали λ_{-1} і γ_{-1});
2. PREDICT (прогнозування сигналу γ_{-1} по сигналу λ_{-1});
3. UPDATE (уточнення сигналу λ_{-1} по прогнозованому значенню сигналу γ_{-1}).

Метод коллокації на основі вейвлетів другого покоління. Розв'язком задачі буде визначення значень невідомої функції у точках колокації. Як відомо, будь-яку функцію можна дискретизувати у термінах скейлінг-функцій і вейвлетів:

$$f^j(x) = \sum_k c_k^0 \cdot \phi_k^0(x) + \sum_j \sum_l d_l^j \cdot \psi_l^j(x) \tag{2}$$

В даній формулі замість вейвлет-перетворення ми використовуємо схему ліфтингу [3]. Відкинувши вейвлет-коефіцієнти, що менші за ε, ми значно прискоримо процес динамічної адаптації сітки до поверхні функції. Формальний ітераційний алгоритм методу наступний:

1. По відомим значенням функції $\vec{u}_k^j(x)$ в точках коллокації обчислюємо вейвлет-коефіцієнти.
2. Обчислюємо значення на сітці $t + \Delta t$, ті, яких немає на сітці t.
3. Проводимо процедуру динамічної адаптації сітки t.
4. Інтегруємо отриману систему диференційних рівнянь.

Отримані значення функції в кожен момент часу t дозволяють спостерігати еволюцію хвилі та проводити потрібний аналіз в realtime.

Перспективи подальших досліджень. Даний підхід можна покращити, узагальнивши алгоритм на тривимірний простір. Також можливо розглянути нові підходи до модифікації його основних підзадач — динамічної адаптації сітки та просторового інтегрування.

Література. **1.** Rich Vudue. A Wavelet Collocation Method for Solving PDEs // U.C. Berkeley Math 228B Report, 2001. **2.** Wim Sweldens. The Lifting Scheme: A Construction of Second Generation Wavelets. // To appear in SPIE, 1995. **3.** Oleg V. Vasilyev, Christopher Bowman. Second-Generation Wavelet Collocation Method for the Solution of Partial Differential Equations // Journal of Computational Physics, vol. 165, pp. 660-693, 2000.

Козлов К.В., Макуха М.П.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Составление расписаний как инструмент планирования социальных и производственных процессов

Составление оптимальных расписаний является важным инструментом планирования и позволяет оптимально использовать материальные и человеческие ресурсы в производстве, финансовой сфере, розничной торговле, сфере услуг. Задача составления расписания [2] часто формулируется как задача удовлетворения ограничений (constraint satisfaction problem, CSP) – частный случай задачи дискретного программирования [1].

В данной работе задача составления расписаний рассматривается на примере постановки задачи составления расписания тренингового центра. Решение задачи составления раписания заключается в нахождении значений ряда переменных, которыми могут быть, например, следующие: тренинг, группа, время (день недели, временной слот), тренинговая аудитория.

Для математической постановки задачи вводятся следующие конечные множества объектов: D – множество учебных курсов, или тренингов; G – множество групп слушателей; A – множество тренинговых комнат; $D_{ay} = \{1, \ldots, 7\}$ – множество дней недели (с понедельника по воскресенье); $T_{ime} = \{1, \ldots, 6\}$ – множество временны́х слотов по 2 академических часа.

Расписание представляет собой множество кортежей вида

$$P \subset D_{ay} \times T_{ime} \times G \times D \times A, \tag{1}$$

для которого выполняются свойства (2) и (3):

- В одной тренинговой комнате одновременно может проходить только один тренинг:

$$\begin{aligned}(\forall\, p_1 = \langle i_1, j_1, g_1, d_1, a_1\rangle \in P)(\forall\, p_2 = \langle i_2, j_2, g_2, d_2, a_2\rangle \in P) :\\ (i_1 = i_2) \wedge (j_1 = j_2) \wedge (a_1 = a_2) \to (p_1 = p_2).\end{aligned} \tag{2}$$

- Каждая группа может одновременно участвовать только в одном тренинге:

$$\begin{aligned}(\forall\, p_1 = \langle i_1, j_1, g_1, d_1, a_1\rangle \in P)(\forall\, p_2 = \langle i_2, j_2, g_2, d_2, a_2\rangle \in P) :\\ (i_1 = i_2) \wedge (j_1 = j_2) \wedge (d_1 \neq d_2) \to (g_1 \neq g_2).\end{aligned} \tag{3}$$

Пусть $n(d, g)$ – количество занятий в тренинге $d \in D$ в неделю для группы $g \in G$. Если группа g в тренинге d не участвует, то $n(d, g) = 0$. Считая $n(d, g)$ известным, введем ограничение (4):

- Группы должны пройти тренинги в полном объёме:

$$(\forall\, g_0 \in G)(\forall\, d_0 \in D) : |\{\langle i, j, g, d, a\rangle \in P \mid g = g_0 \wedge d = d_0\}| = n(d_0, g_0). \tag{4}$$

Задача составления расписания занятий тренингового центра заключается в нахождении такого множества P, которое удовлетворяет по крайней мере ограничения (2)–(4). Эти ограничения являются минимально необходимыми, на практике их число значительно больше. Кроме того, почти всегда требуется дополнительно задавать целевую функцию, например, функцию штрафов за невыполнение менее важных ограничений. При составлении расписаний тренинговых центров могут приниматься следующие предположения:

1. Расписание является еженедельным и не изменяется в течение всего периода обучения. Задача состоит в формировании расписания тренингов на одну неделю.
2. Слушатели разделены на группы, расписание одинаково для слушателей из одной группы.
3. Обучение проводится каждый рабочий день и включает несколько занятий в день для каждой группы. Занятия по каждому тренингу проходят несколько раз в неделю в течение всего периода обучения.
4. В каждом тренинге может одновременно участвовать только одна группа, однако в течение недели в одном тренинге могут поучаствовать несколько групп.
5. Продолжительность занятия в каждом тренинге составляет 2 академических часа. День разделен на 6 слотов по 2 академических часа каждый с перерывами между слотами.

Литература. **1.** Constraint satisfaction problem. Статья. – Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Constraint_satisfaction_problem. **2.** B. Koo, M. Fischer. Formalizing Construction Sequencing Constraints for Rapid Generation of Schedule Alternatives. // CIFE Working Paper Nr. 75 – CIFE, Stanford University, Stanford, CA., 2003. – p. 3–28.

Козуля Т.В., Ємельянова Д.І.
Національний технічний університет "ХПІ", Харків, Україна

Комплексна оцінка екологічності техногенно-навантажених територіальних об'єктів

Актуальність даної роботи пов'язана з дослідженням питань в галузі охорони навколишнього середовища (НС), удосконалення управління екологічною безпекою відповідно до прийнятої в Україні екологічної політики, яка відповідає принципам концепції сталого розвитку.

Метою роботи є формування задачі ідентифікації ступеня екологічності територіально-об'єктових систем, що передбачає розв'язання таких задач:

1) формування методології комплексної системи оцінки якості різнорідних систем і процесів в них за єдиною універсальною функцією з метою встановлення рівня їх екологічності (відсутність негативного впливу на об'єкти біосфери і людину);

2) проведення розрахунків оцінки екологічності стану техногенно-навантажених об'єктів за наданою методикою і забезпечення об'єктивності отриманих результатів.

Аналіз результатів. Методика і аналіз екологічності розраховується з «нульової» стадії виробництва – одержання досліджених матеріалів чи сировини з урахуванням незворотних змін у природних потоках і циклах. Відповідно до запропонованої схеми визначення рівня техногенного навантаження на НС за MIPS- аналізом встановлюють ступінь впливу на екологічну систему з боку соціально-економічної діяльності. Оцінка екологічності надається кількістю переміщеної у навколишньому середовищі маси речовини в об'єктах довкілля з урахуванням стану біотичних і абіотичних ресурсів в природних екосистемах (рис. 1).

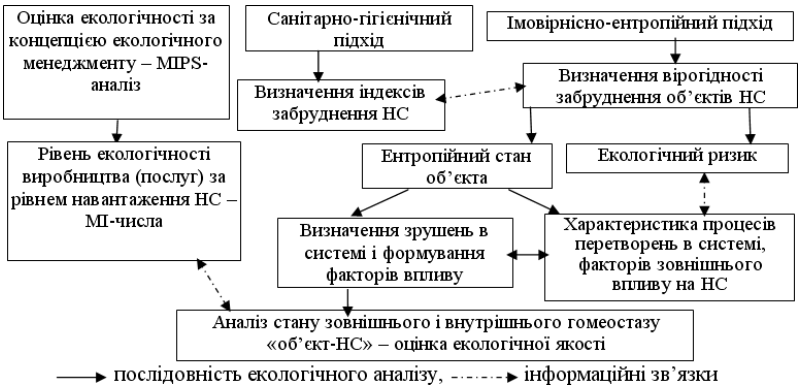


Рис. 1. Схема визначення рівня техногенного навантаження на НС

Таким чином, встановили неприємність для природного середовища даного виду діяльності, порушення природної рівноваги в НС.

При оцінюванні екологічності порушуються питання допустимості наявності факторів впливу в об'єктах НС. За методикою оцінки санітарно-гігієнічної якості стану систем розраховуються індекси забруднення, на які запропоновано перекласти відповідальність за вірогідність виникнення порушень в елементах систем об'єкта. Зрушення в системі будь-якого рівня дослідження визначаються як дестабілізація упорядкованості через певні складові і процесні зміни, які загалом характеризуються ентропійною функцією. Такий підхід дозволяє, по-перше, оцінити ступінь екологічної врівноваженості стану систем, по-друге, напрямки трансформаційних перетворень, які можуть призвести до появи нового фактору аналізу з оцінки екологічності об'єкта.

Перша частина задачі розв'язується на основі визначення кількісних ризик-характеристик для кожного фактору впливу (Risk).

Другий етап розв'язку задачі стосується термодинамічного аналізу трансформаційних змін забруднювачів в НС відповідно до феноменологічних даних і визначення ентропійних

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

характеристик стану і процесів для розглянутих систем (S).

Практична реалізація комплексу MIPS- аналізу (табл. 1) і імовірнісно-ентропійного підходу надана на прикладі комплексної оцінки екологічного стану території Дергачівського полігону (рис. 2, табл. 2).

Табл. 1. Розрахунок MIPS-показників (дані полігону ТБО) [1]

Показники	MI-числа для повітря 1	MI-числа для води 2	MI-числа для людини 3	S, т	MIPS 1	MIPS 2	MIPS 3
водневий показник	0.7	93.7	2.52	90.00	0.0077778	1.041111	0.028
сульфати	0.413	112.1	2.61	85	0.0048588	1.318824	0.30706
хлориди	1.15	110.6	8.61	73.00	0.0157534	1.515068	0.117945
аміак	5.04	10.1	1.85	17.00	0.2964706	0.594118	0.108824
нітрати	0.99	58	1.43	11.00	0.09	5.272727	0.13
нітрити	10.5200	351.2	14.2200	37.00	0.2843243	9.491892	0.384324
Загальне значення MIPS					0.6991849	19.23374	0.799799

Висновки. Дослідження питання оцінки якості НС відповідно до концепції сталого розвитку з метою формування комплексного методичного підходу розв'язання даної задачі дозволило встановити:

1) доцільність врахування етапності в рішенні даної задачі з урахуванням макро- і макрорівня аналізу об'єкта:

- визначення загального рівня екологічності виробництва (MI-числа);

- оцінка відповідності навантаження нормативам якості об'єктів НС (індекси забруднення);

2) підвищення об'єктивності прийняття рішення при впровадженні в аналітичну систему складової «стан - процес - стан», дослідження трансформаційних процесів в об'єктах НС.

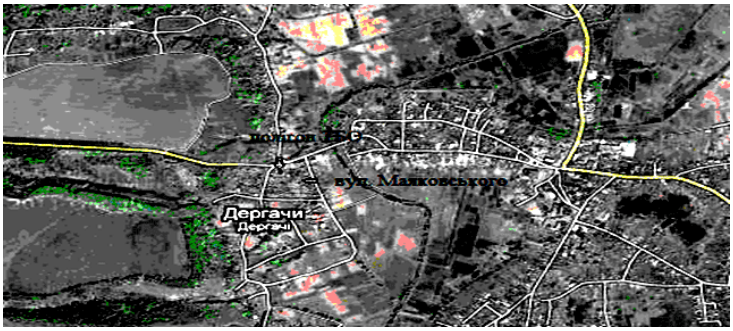


Рис. 2. Карта території полігону ТБО

Табл. 2. Значення комплексної оцінки впливу на НС

Показники	Risk [2]	S [3]	MI_e
водневий показник	0.089109306	0.16334405	4.29791667
сульфати	0.061793855	0.25846712	3.41897647
хлориди	0.081678017	0.0455302	7.33438356
аміак	0.223838433	−9.05966061	2.85833333
нітрати	0.045054978	0.3132299	7.29363636
нітрити	0.335062322	−14.8755632	56.1162162

Література. **1.** Пахомова Н.В. Экономика природопользования и экологический менеджмент. / Н. В. Пахомова, К. К. Рихтер – СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 1999. - 488 с. **2.** Яглом А. М. Вероятность и информация / А. М. Яглом, И. М. Яглом. – М.: Наука, 1973 – 512 **3.** Козуля Т. В. Еколого-гігієнічна оцінка стану території населених пунктів на основі використання концепції корпораційної екологічної системи (КЕС)/ Т. В. Козуля, М. Г. Щербань, О. О. Шевченко, Д. І. Ємельянова // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2011. – № 01 (008). – С. 49–56.

Кологривов Я.І.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Побудова сценаріїв для передбачення майбутнього

Побудова сценаріїв – це інструмент, який використовується для стратегічного аналізу і планування на середньо – і довгострокову перспективи. Він використовується для розробки політики і стратегій, які є надійними, стійкими, гнучкими та інноваційними.

Сценарії – це історії, які описують, як світ може виглядати, скажімо, в 2020 або 2030 роках. Вони вивчають, як світ зміниться, якщо певні тенденції більш істотно почнуть впливати на систему або, навпаки, цей вплив послабиться, або різноманітні події відбудуться чи не відбудуться, і як це вплине на систему. Зазвичай кількість сценаріїв, що розробляються, знаходиться в діапазоні від двох до п'яти, кожен з яких описує свій, відмінний варіант майбутнього, пов'язаний з різними тенденціями і подіями.

Ці сценарії використовуються для огляду або тестування ряду планів і варіантів політики: висновком є те, що різні плани, ймовірно, краще працюють в різних сценаріях. Альтернативні сценарії можуть бути використані по черзі, щоб стимулювати розробку нових стратегій, або в якості основи для стратегічного бачення. Їх також можна використовувати в якості індикатору «раннього попередження», який сигналізуватиме про зсув до певного виду майбутнього.

У будь-який момент часу є нескінченне число можливих сценаріїв майбутнього. Сценарне планування не намагається передбачити, які з них будуть відбуватися, проте через формальний процес визначає обмежений набір прикладів можливих варіантів майбутнього, які надають цінну точку відліку при оцінці поточної стратегії або розробці нових стратегій [1].

Є багато способів розробки сценаріїв, але, можливо, найбільш популярними є «архетипний» і «матричний» підходи. У першому, різні світогляди (або системи цінностей) можуть бути використані для розробки нормативних контрастних сценаріїв, наприклад, «Зелене майбутнє». Або теперішнє може бути по-різному екстрапольовано в майбутнє на основі різних припущень про форму та/або напрямок рушійної сили (драйвера), що продукує зміни. На відміну від цього, в матричному підході зазвичай обираються дві важливі, але невизначені рушійні сили, що продукують зміни. Наступним кроком є визначення екстремальних значень для кожної з цих рушійних сил, наприклад, візьмемо невизначену рушійну силу «економічне зростання», одним екстремумом якої може бути «низькі темпи зростання», іншим – «високі темпи зростання». Вісі цих рушійних сил наносяться на графік один навпроти одного, щоб створити простори сценаріїв (для двох рушійних сил створюється матриця розмірністю 2 на 2, тобто чотири сценарні простори).

Важко виділити, який з підходів є кращим, вони обидва є досить популярними. Структурований характер матричного підходу зрозуміліший для користувача. В ньому чітко зрозуміло, як були отримані сценарні простори. Однак, ця матриця може бути також надто обмеженою з погляду масштабу і може не найкращим чином підходити для відображення майбутнього «можливого простору». Архетипний підхід, навпаки, надає сценаристам більшої свободи.

Для кращих результатів важливо, щоб у розробці сценаріїв брали участь зацікавлені сторони/особи. І не тільки як консультанти, а за рахунок залучення їх безпосередньо до участі в підготовці сценаріїв, часто шляхом проведення семінарів.

Важливого значення необхідно приділити якості даних, у протилежному випадку до сценаріїв, що розроблені без належної підтримки якості даних, може бути відсутня довіра через неточності, нерозуміння тощо. Це вимагає перегляду відповідної літератури, у тому числі наявних досліджень з передбачення (foresight), і, можливо, використання опитувань та інтерв'ю для того, щоб заповнити прогалини. Сценарії також повинні бути заохочувальними, якщо вони хочуть бути корисними. Цього можна досягнути як через зміст (наприклад, аналіз і синтез), так і через уявлення (розповідь, графічне представлення тощо).

Важливим є бачення і розуміння, як сценарії будуть використовуватись. У великій кількості робіт з передбачення не приділяється достатньої уваги цьому питанню, приділяючи непропор-

ційно більше часу та зусиль підготовці. Ергономічність сценаріїв є надзвичайно важливою, оскільки зручний у практичному користуванні сценарій буде зрозумілий користувачам, що збільшить кількість його використань.

Деякі розробники сценаріїв стверджують, що розуміння, як використовуватиметься розроблений сценарій, не є їх прерогативою, і кінцевий користувач самостійно повинен визначити, як його використовувати. Інші ж дотримуються більш конструктивної точки зору, розробляючи основні принципи щодо того, як сценарії можуть бути використані.

Очевидно, що найкращим підходом є включення в розробку передбачення фази його практичного використання. Хоча, звичайно, різні групи користувачів будуть використовувати сценарії у той спосіб, який вважатимуть за потрібний. Чим більше сценаріїв буде використано, тим краще (за умови, що вони придатні для використання). Необхідно розробити процес стратегічного планування таким чином, щоб бути впевненими, що використання цих сценаріїв буде зрозумілим, конкретним та ефективним. Для цього необхідно розбити процес планування на декілька кроків, про які мова піде далі.

Хоча існує багато різних методологічних варіантів розробки сценаріїв, є кілька спільних кроків, які, в цілому, необхідні більшості з них. Перший з них передбачає узгодження цілей, необхідність визначення меж сценаріїв, а також важливим є доступ до всіх ресурсів, що можуть бути використаними в роботі.

Загалом, процес має бути ефективним і творчим, з наявністю всіх необхідних ресурсів. Він включає в себе максимальне використання можливостей для проведення консультацій, маючи чітке розуміння, яка інформація потрібна і від кого, а також наявність чіткої стратегії комунікацій. Широка участь експертів має вирішальне значення [2].

Цей процес, за визначенням Міжнародної ради наукових спілок (ICSU), складається з чотирьох консультативних етапів.

На першому етапі відбувається збір від провідних авторитетних національних та міжнародних організацій, вчених та інших зацікавлених сторін інформації щодо ключових рушійних сил, які впливатимуть, наприклад, на розвиток світової економіки наступні 20 років.

На другому етапі будуються «пробні» сценарії з використанням ключових рушійних сил і проводяться консультації з тим же колом учасників, що брали участь у попередньому етапі. Після чого початкові ідеї з перших двох етапів стануть основою для формування проекту «Стратегічний план 2011–2030».

На третьому етапі відбувається розробка «бажаних» сценаріїв довгострокового бачення. Завершення розробки проекту стратегічного плану.

На четвертому етапі проводяться широкі консультації стосовно проекту «бажаного» сценарію щодо його наслідків, включаючи думки щодо регіональних відмінностей.

Література. **1.** Scenario Planning Report. Government Office for Science (UK) [електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.bis.gov.uk/assets/foresight/docs/horizon-scanning-centre/foresight_scenario_planning.pdf. – Загол. з екрану. **2.** ICSU Foresight Analysis [електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.icsu.org/1_icsuinscience/PDF/ICSU_Foresight_summary.pdf. – Загол. з екрану.

Коропецький В.В., Малик І.В.
Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, Чернівці, Україна

Ріст розв'язків стохастичних диференціально-різницевих рівнянь випереджаючого типу

У роботі наведені результати, що стосуються росту розв'язків стохастичних диференціально-різницевих рівнянь випереджаючого типу. Узагальнено аналогічні результати робіт [1-3].

На ймовірнісному базисі [1] $(\Omega, F, \Im, P)$ заданий випадковий процес $x(t) \in R^1, t \geqslant 0$, що є розв'язком стохастичного диференціально-різницевого рівняння (СДРР)

$$dDx_t = Lx_t dt + Gx_t dw(t), \tag{1}$$

де для $\varphi \in C^1([-h, r])$ визначені різницеві оператори [3] $D\varphi := \sum\limits_{i=0}^{n} \delta_i \varphi(-\tau_i)$, $L\varphi := a\varphi(r) + \sum\limits_{i=0}^{n} l_i \varphi(-\tau_i)$, $G\varphi := \sum\limits_{i=0}^{n} g_i \varphi(-\tau_i)$, $0 = \tau_0 < \tau_1 < \tau_2 < ... < \tau_n = h < \infty$, $0 < r < \infty$, $w(t)$ – вінерів процес, узгоджений з $\Im$.

Поряд з рівнянням (1) розглянемо відповідне детерміноване диференціально-різницеве рівняння

$$dDy_t = Ly_t dt. \tag{2}$$

Як відомо з праць [2,3] має місце наступний результат:

Теорема 1. Нехай $a = 0$ та тривіальний розв'язок рівняння (2) нестійкий. Тоді тривіальний розв'язок відповідного стохастичного рівняння (1) буде нестійкий у l.i.m..

Наведена теорема вірна для стохастичних диференціальних рівнянь без запізнення ($\delta_i = l_i = g_i = 0, i = \overline{1, n}$), СДРР запізнюючого типу($\delta_i = 0, i = \overline{1, n}, \sum_{i=1}^{n} |l_i| + \sum_{i=1}^{n} |g_i| > 0$) та СДРР нейтрального типу ($\sum_{i=1}^{n} |\delta_i| > 0$). Для СДРР випереджаючого типу($a \neq 0$) аналогічного результату немає, оскільки тривіальний розв'язок завжди є нестійким.

Введемо простір монотонно зростаючих неперервно-диференційовних функцій:

$$V_1 := \{\varphi \in C^1(-h, +\infty) : \varphi(t) = 1, t \in [-h, 0]; \varphi'(t) \geqslant 0, t \in [0, \infty); \lim_{t \to \infty} \varphi(t) = +\infty\}.$$

Наведемо два результати, що стосуються росту розв'язків рівнянь (1) та (2):

Теорема 2. Нехай $a \neq 0$ та $f \in V_1$. Тоді для $\forall T > 0$, $\forall A > 0$ та $\forall \varepsilon > 0$ існує початкова умова $\varphi \in C^\infty(-h, 0)$ для рівняння (1), така що $\sup_{t \in [-h, 0]} |\varphi(t)| < \varepsilon$, проте

$$\frac{Ex^2(T)}{f(T)} > A.$$

Теорема 3. Нехай $x(t), t \geqslant 0$ – розв'язок рівняння (1) при початковій умові $\varphi \in C^\infty(-h, 0)$, $y(t), t \geqslant 0$ – розв'язок рівняння (2) при початковій умові $\varphi \in C^\infty(-h, 0)$. Тоді

$$y^2(t) \leqslant Ex^2(t), t \geqslant 0.$$

Література. **1.** Гихман И.И., Скороход А.В. Стохастические дифференциальные уравнения и их применения. – К.: Наукова думка, 1982. – 612 с. **2.** Кореневский Д.Г. Дестабилизирующий эффект параметрического белого шума в непрерывных и дискретных динамических системах. – К.: Академпериодика, 2008. – 128 с. **3.** Царьков Е.Ф. Случайные возмущения дифференциально-функционалных уравнений. – Рига: Зинатне, 1989. – 421 с.

Кравець П.І., Лукіна Т.Й., Жеребко В.А., Шимкович В.М.
Національний технічний університет України "КПІ", ФІОТ, Київ, Україна

Концепція єдиного підходу до вирішення оптимізаційних задач в ієрархічних технічних системах управління

Аналіз сучасних автоматизованих систем управління технічних комплексів (АСУ) показав, що вони будуються як ієрархічні структури централізованого типу, кожний рівень якої має своє визначене місце та пріоритет по відношенню до більш нижчого рівня ієрархічної структури. В такій структурі виділяють рівень локальних систем регулювання (САР), рівень локальної оптимізації (САУ), рівень координації локальних оптимізаторів (КЛО) та рівень прийняття рішень і оперативного управління (ПРУ) [1]. Рівень САР забезпечує вирішення задач стабілізації чи програмного керування технічними об'єктами у відповідності до завдань, що задаються рівнем САУ. Рівень САУ складається з ряду локальних підсистем і призначений для вирішення оптимізаційних задач в кожній із таких підсистем. На рівні КЛО виконується координація роботи локальних оптимізаторів САУ з метою досягнення загальних цілей функціонування системи за одним або декількома критеріями. Рівень ПРУ забезпечує вирішення загальних цілей функціонування системи. Для оперативної реалізації завдань кожного рівня в АСУ формуються інформаційна підсистема та підсистема управління, перша з яких забезпечує всі рівні оперативною інформацією про стан системи, а друга – формує відповідні управляючі рішення. В загальному випадку оптимізаційні задачі вирішуються на всіх рівнях ієрархічної структури.

Основними проблемами, що мають місце при вирішенні оптимізаційних задач управління в таких системах, є необхідність трудомістких наукових розробок для кожного рівня ієрархічної структури, що передбачають вивчення та моделювання об'єктів, стратегій та ситуацій, створення альтернатив та пошук варіантів рішень на альтернативах, виходячи з конкретного ситуаційного стану технічного комплексу та стану навколишнього середовища, особливо в умовах невизначеності інформації про стан об'єктів керування, зміни параметрів об'єктів, збурень та критеріїв функціонування, а також велика різноманітність та складність математичного апарату, що при цьому використовується, складність обчислювальних алгоритмів і процедур та жорсткі обмеження в часі [1, 2]. Все це призводить до того, що оптимізаційні задачі в АСУ ТП в повній мірі практично не реалізуються і не використовуються, хоча такі проблеми, як інтенсифікація роботи технічних комплексів та мінімізація їх енерговитрат, є дуже актуальними.

Для подолання цілого ряду із перерахованих вище проблем пропонується при вирішенні оптимізаційних задач в таких системах виходити з концепції єдиної технології вирішення оптимізаційних задач на всіх рівнях ієрархічної системи, яка полягає в використанні інтелектуальних технологій обробки інформації – нечіткої математики, нейромережевих структур та еволюційних алгоритмів. Концепція використовує як основу методику вирішення двоетапної задачі оптимізації з використанням лінгвістичних і нейромережевих моделей об'єктів і систем управління та еволюційних алгоритмів пошуку оптимальних рішень. Оптимізаційні задачі на всіх рівнях представляються у вигляді узагальненої моделі задачі оптимального управління – моделі ЗОУ. У загальному вигляді модель ЗОУ представляється у вигляді кортежу K:

$$K = \langle M, F, S, O \rangle, \quad M \in \mathbf{M}, F \in \mathbf{F}, S \in \mathbf{S}, O \in \mathbf{O},$$

де $\mathbf{M}$, $\mathbf{F}$, $\mathbf{S}$, $\mathbf{O}$ – множини відповідно моделей об'єктів управління, видів функціоналів оптимізації, стратегій реалізації ОУ та особливостей задачі. У кортежі перші місця посідають модель об'єкта управління M і функціонал F, які визначають, стратегію і можливі види функцій оптимального управління. Останні місця – визначають технологію реалізації оптимального управління (програмну або позиційну) та додаткові обмеження (можуть бути обмеження на ліміт енергії або запас палива, швидкості зміни управління, фазових координат і т.п.). Модель ЗОУ, в якій на інтервалі управління змінюються компоненти M, F, S кортежу K, називають складною [3].

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Концепція єдиної технології вирішення оптимізаційних задач передбачає, що моделі об'єктів всіх рівнів ієрархічної системи в ЗОУ представляються лінгвістичними, нейромережевими або нечіткими нейромережевими структурами. Функціонали оптимізації - класичними видами, з яких один використовується як основний функціонал оптимізації, а всі інші зводяться до обмежень. Стратегія формування оптимального управління змішаного типу - програмна і позиційна.

Для оптимальної параметризації моделей об'єктів управління використовується технологія генетичного пошуку.

Вирішення оптимізаційних задач при позиційній стратегії зводиться до оптимальної параметризації законів (регуляторів) управління шляхом генетичного пошуку оптимальних значень налагоджуваних параметрів, а при програмній стратегії – шляхом пошуку оптимальної стратегії управління на моделях оптимально налагоджених систем управління.

Реалізація оптимізаційних задач управління на рівні САР, де в основному мають місце процеси управління та регулювання фізичних величин (переміщення, температура, тиск), відбувається шляхом використання програмної і позиційної стратегій в перехідних режимах і позиційної стратегії в режимах стабілізації регуляторами, що функціонують на основі нечітких множин та нечіткої логіки [4], нейромережевих структурах або класичних ПІД-регуляторів з переналагоджуваними параметрами.

З можливостями та перевагами таких регуляторів на рівні САР можна ознайомитися в [5], а для рівнів КЛО та ПРУ – в [6].

Для впровадження концепції авторами доповіді розроблено технічні та програмні засоби для створення моделей об'єктів керування та систем керування в цілому, програмні засоби для моделювання об'єктів та систем керування, розроблено програмні засоби для реалізації технології генетичного пошуку оптимальної параметризації моделей та систем управління, розроблено методики синтезу та реалізації оптимізаційних задач управління на рівнях САР, САУ та КЛО.

Розроблені концепція і програмні середовища для її реалізації та методики синтезу оптимальних програмних керувань дозволяють довести складність побудови систем керування, що вирішують оптимізаційні задачі керування, до рівня інженера розробника АСУ, технолога чи оператора АСУ.

Література. **1.** Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления: Учебник / Под ред. Н.Д. Егупова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. - 744 с., **2.** Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 3-х т. Т.2: Оптимизация многообъектных многокритериальных систем. Под ред. Н.Д. Егупова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 748 с., **3.** Гостев В.И. Синтез нечетких регуляторов систем автоматического управления. – К. «Радіоаматор», 2003. – 512 с., **4.** Матвейкин В.Г. Теоретические основы энергосберегающего управления динамическими режимами установок производственно-технического назначения: Монография / В.Г. Матвейкин, Д.Ю. Муромцев. – М. «Издательство Машиностроение-1», 2007. – 128 с., **5.** Дилигенский Н.В., Дымова Л.Г., Севастьянов П.В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности. М.: «Издательство Машиностроение–1», 2004. – 397 с., **6.** Цвиркун А.Д. Структура сложных систем. – М.: Сов. радио 1975. – 200 ст.

Крамар В.І., Лупенко С.А.
Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Тернопіль, Україна

Застосування чисел Рамсея з правилами в генетичних алгоритмах

У цій публікації розглянуто можливість практичного застосування підходу до опису самоорганізації з використанням теорії Рамсея [1] та показано ефективність застосування чисел Рамсея з правилами в генетичних алгоритмах при селекції хромосом.

Наведемо таке формулювання теореми Рамсея для скінченого випадку: нехай S - множина, яка містить N елементів, і T - сімейство всіх підмножин множини S, які містять по r елементів з S. Нехай T розбите на t (непересічних) підсімейств T_1, T_2,..., T_t і нехай $q_1,q_2,\ldots,q_t$,r - цілі числа, $q_i \geqslant r \geqslant 1$, i=1,2,...,t. Тоді існує таке мінімальне число $n(q_1,q_2,\ldots,q_t,r)$, яке залежить лише від $q_1,q_2,\ldots,q_t$,r і не залежить від множини S і $N \geqslant n(q_1,q_2,\ldots,q_t,r)$, то для деякого i, існує підмножина A_i з q_i елементів, всі r-підмножини якої знаходяться в сімействі T_i [2]. Такі мінімальні числа n називають числами Рамсея.

Правилами P назвемо такі входження певних підмножин множини S, які містять по r елементів з S, в підсімейство T_i незалежно від розбиття T. А числа $n(q_1,q_2,\ldots,q_t,r,P)$, якщо задані правила P, назвемо числами Рамсея з правилами. Відповідно до запропонованого підходу правила P, які призводять до самоорганізації, повинні задовольняти умові $n(q_1,q_2,\ldots,q_t,r,P) < n(q_1,q_2,\ldots,q_t,r)$.

Як відомо n(3,3)=6, якщо ж використати деяке правило P(AE=0, ED=0, AC=1, CD=1), то n(3,3,P)=5, як показано на рис. 1 (розбиття графа представлено суцільними та штрихованими лініями, які в правилі відповідно позначені 1 та 0).

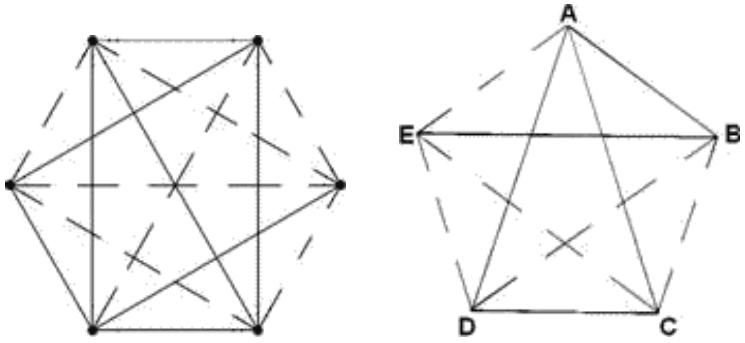


Рис. 1. Повні графи з 6 та 5 вершинами

В генетичних алгоритмах числа Рамсея з правилами застосовувалися на етапі відбору хромосом для їх схрещування. Число Рамсея представляє кількість хромосом в популяції. Правила представляють умови, які хромосоми можуть схрещуватися.

Було розроблено програму для тестування генетичних алгоритмів на мові PHP. За допомогою генетичних алгоритмів розв'язувались діофантові рівняння. Такі рівняння широко використовуються для тестування генетичних алгоритмів з метою їх порівняння, як і функції Де Йонга.

Використовувались генетичні алгоритми з селекцією за методом рулетки, турнірним відбором, селекцією з відсіканням. Правила самоорганізації були застосовані до селекції за методом рулетки та турнірного відбору. Також для порівняння використовувся генетичний алгоритм з правилами, які не призводять до самоорганізації.

Для тестування використовувались шість алгоритмів, які далі на діаграмах будуть так позначатися: GA (відбір з методом рулетки), GA_TOURNAMENT (турнірний відбір), GART (відбір з методом рулетки та правилами самоорганізації), GA_TRUNCATION (відбір з відсіканням), GART_TOURNAMENT(турнірний відбір з правилами самоорганізації), GART_NOSELFORG (відбір з методом рулетки та правилами, які не призводять до самоорганізації). Генетичні

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

алгоритми відрізнялись лише на етапі відбору хромосом для їх схрещування, на інших етапах параметри в алгоритмах були однаковими.

Порівняння проводилось за кількістю ітерацій (поколінь), необхідних для знаходження розв'язку, та за використанням часу. На рис.2 представлені сумарні результати для 50 запусків кожного з алгоритмів.

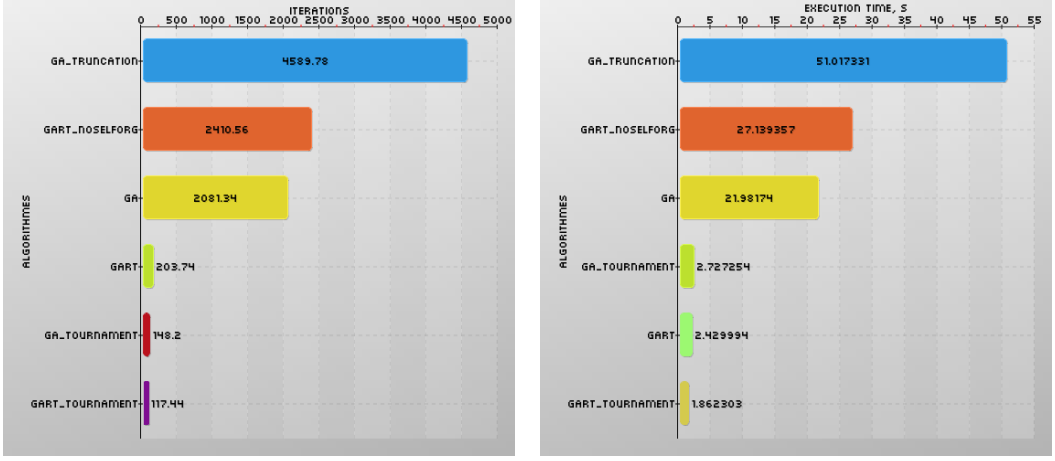


Рис. 2. Результати тестування генетичних алгоритмів

Застосування правил на етапі відбору хромосом для їх схрещування виявилось досить ефективним як для селекції за методом рулетки (розв'язки рівнянь знаходились приблизно в 9 разів швидше), так і для турнірного відбору (розв'язки рівнянь знаходились приблизно в 1,5 раз швидше) для знаходження розв'язків діофантових рівнянь першого порядку.

Однак можна відзначити такий недолік застосування цього підходу до генетичних алгоритмів – популяція складалась лише з 5 особин (використовувалось n(3,3,P)=5), що для практичного використання є досить мало, оскільки знаходження чисел Рамсея та і самих правил є дуже складною задачею (число n(5,5) на сьогодні залишається невідомим).

Кількість можливих правил можна знайти за формулою:

$$P_{m,k} = \sum_{n=1}^{m-1} k^n C_m^n \ = (k+1)^m - k^m - 1, k = t, m = |T|. \quad (1)$$

Наприклад, можна обчислити кількість правил для графів з 5 та 15 вершинами:

$$P_{10,2} = (2+1)^{10} - 2^{10} - 1 = 58024, \quad (2)$$

$$P_{105,2} = (2+1)^{105} - 2^{105} - 1 \approx 1,25 * 10^{50}. \quad (3)$$

Як можна побачити, для графа з 15 вершинами перевірка всіх правил є обчислювально дуже складною на сьогодні.

Запропонований підхід до опису самоорганізації з використанням теорії Рамсея ще потребує досить ґрунтовної розробки. Однак його можливість практичного застосування показана на прикладі генетичних алгоритмів, хоча і з вище описаними обмеженнями.

Література. **1.** Крамар В.І. Числа Рамсея як міра самоорганізації систем / В.І. Крамар, С.А. Лупенко // Матеріали XV наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Тернопіль, 14 - 15 грудня 2011 р. – Тернопіль: ТНТУ, 2011 – С. 76. **2.** Райзер Г.Дж. Комбинаторная математика / Г.Дж. Райзер – М.: Мир, 1966. – 154 с.

Красношлык Н.А., Богатырёв А.О.
Черкасский национальный университет им. Б. Хмельницкого, Черкассы, Украина

Квазидвумерная математическая модель межфазного взаимодействия в бинарной металлической системе

Предлагается квазидвумерная математическая модель межфазного взаимодействия в двухфазной бинарной металлической системе $A-B$. В модели учитывается различие парциальных мольных объёмов компонентов фаз, что позволяет объяснить изменение объёма образца в процессе отжига. Диффузионный образец представляет собой прямоугольную область $\Omega = \{(x,y)|0 \leqslant x \leqslant l_1, 0 \leqslant y \leqslant l_2\}$, разделяемую криволинейной межфазной границей $s(t)$ на две фазы.

Перераспределение концентрации в α и β-фазах при взаимной диффузии описывается следующими уравнениями, полученными на основе второго закона Фика:

$$\frac{\partial N_B}{\partial t} = \tilde{D^n}\left(\frac{\partial^2 N_B}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N_B}{\partial y^2}\right) + \frac{1}{V_m^n}\left(\frac{\partial N_B}{\partial x} + \frac{\partial N_B}{\partial y}\right)^2 \cdot$$
$$\cdot\left(-3\tilde{D^n}\left(\Omega_B^n - \Omega_A^n\right) + \Omega_B^n D_A^n - \Omega_A^n D_B^n\right) - v^n\left(\frac{\partial N_B}{\partial x} + \frac{\partial N_B}{\partial y}\right), n = \overline{\alpha,\beta}, \quad (1)$$

где N_i – мольная доля компонента i $(N_A + N_B = 1)$, $\tilde{D^n}$ – коэффициент взаимной диффузии (м^2·с$^{-1}$), D_i^n – собственный коэффициент диффузии компонента i (м^2·с$^{-1}$), V_m^n – общий мольный объём (м^3·моль$^{-1}$), $\Omega_i^n \equiv \frac{\partial V_m^n}{\partial N_i}$ – парциальный мольный объём i -го компонента (м^3·моль$^{-1}$), v^n – скорость смещения, обусловленная различием парциальных мольных объёмов компонентов системы в соседних фазах (м·с$^{-1}$). При построении модели предполагалось, что в пределах каждой n-ой фазы $\Omega_A^n = const$, $\Omega_B^n = const$, но $\Omega_A^n \neq \Omega_B^n$.

Для решения поставленной задачи область Ω делится параллельно координатной оси x на M равных частей. В этом случае исходная задача сводится к решению M одномерных двухфазных задач. Внутри каждого слоя и между слоями протекает диффузионный процесс, описываемый уравнением (1). Однако движение межфазной границы, которое должно быть направлено по нормали к ней, описывается в каждом слое независимо от других.

Скорость движения границы вдоль пространственной координаты x определяется балансом потоков на межфазной границе и имеет следующий вид:

$$\frac{ds_x}{dt} = \frac{1}{\frac{N_B^\beta}{V_m^\beta} - \frac{N_B^\alpha}{V_m^\alpha}} \cdot \left(-\tilde{D^\beta}\frac{\Omega_A^\beta}{(V_m^\beta)^2}\left.\frac{\partial N_B}{\partial x}\right|_{s+0} + \tilde{D^\alpha}\frac{\Omega_A^\alpha}{(V_m^\alpha)^2}\left.\frac{\partial N_B}{\partial x}\right|_{s-0} + \frac{N_B^\beta}{V_m^\beta}\cdot v^\beta\right),$$

где $\frac{ds_x}{dt}$ – скорость движения границы вдоль координатной оси x (м·с$^{-1}$), $N_B^\alpha \equiv N_B\left(s(t)-0,t\right)$, $N_B^\beta \equiv N_B\left(s(t)+0,t\right)$ – равновесные значения концентрации на межфазной границе.

Граничные условия записываются исходя из того, что на границах образца поток компонентов отсутствует:

$$\left.\frac{\partial N_B}{\partial x}\right|_{x=0} = 0,\ \left.\frac{\partial N_B}{\partial x}\right|_{x=l_1} = 0,\ \left.\frac{\partial N_B}{\partial y}\right|_{y=0} = 0,\ \left.\frac{\partial N_B}{\partial y}\right|_{y=l_2} = 0.$$

В соответствии с предложенной моделью была построена компьютерная модель межфазного взаимодействия в двухфазной бинарной металлической системе. Результаты численных экспериментов продемонстрировали важность учёта парциальных мольных объёмов при моделировании движения межфазной границы.

Полученная модель более точно описывает взаимную диффузию в металлических системах и позволяет исследовать процессы роста/угнетения фаз в различных бинарных двухфазных сплавах. Дальнейшее исследование предполагает обобщение предложенной модели на многофазный случай.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Литвин В.М., Шмиговська О.Л. *— рецензент Подладчиков В.М.*
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Мінімізація ризику втрат в умовах конкурентної боротьби

За нестабільності світової економіки, особливо в період кризових ситуацій, будь-яка діяльність організації може спричинити суттєві збитки, наслідками яких стають втрата позицій на ринку, зменшення кількості клієнтів або навіть банкрутство. Тому, дуже важливим є аналіз основних стратегій організації, особливо врахування діяльності конкурентів. Оцінивши ймовірність перемоги і поразки та можливі збитки, можна обрати найбільш оптимальний варіант плану досягнення поставлених цілей: захоплення нових територій на ринку, запуск нової лінії продукції, відкриття нових філіалів.

Оптимізаційну модель для визначення стратегії двох конкуруючих установ, що максимізує виграш при обмежених грошових ресурсах, було наведено в роботі [1]. В цій роботі формалізується і на основі чисельних методів розв'язується задача математичного програмування для визначення максимального виграшу і оптимальної стратегії розподілу грошових засобів для одержання цього виграшу.

Теоретико-ігрову модель боротьби двох конкуруючих організацій наведено в роботі [2]. Доведено, що для запропонованого в цій моделі функціонала якості існує розв'язок задачі оптимізації, що максимізує виграш при обмежених грошових ресурсах.

В даній роботі розглянутий варіант розрахунку збитків для одної компанії у випадку двох конкурентів, які не об'єднуються в коаліцію, а діють одноосібно. На практиці достовірна інформація про стратегію конкурентів невідома і може мати лише імовірнісний характер. В такому випадку організація, що прагне отримати перемогу, може, з одного боку, значно перевищити вкладений капітал, щоб гарантовано досягнути своєї мети, а іншого боку, недооцінити потреби у вкладених грошах і внаслідок цього програти вибори. Тому в умовах невизначеності доцільно формувати стратегію конкуруючої організації таким чином, щоб мінімізувати ризик невірного рішення щодо вкладених грошей.

Ми припускаємо, що ймовірності розподілу капіталу організацій-конкурентів, а також оптимальний капітал, який необхідно виділити компанії, щоб виграти, при відповідному вкладі противників, є відомими.

Оперуючи отриманою оцінкою капіталу, який необхідного виділити на кожний регіон за фіксованої кількості конкурентів для досягнення поставленої цілі, ми мінімізуємо ризик втрат даної організації. На основі розв'язку задачі про оптимальний розподіл грошових засобів між регіонами для максимізації виграшу визначається прямий і непрямий вплив кожного учасника економічного і соціального процесу на регіони [3,4].

Проаналізовано розв'язок задачі розподілу капіталу трьома конкуруючими організаціями між двома регіонами при заданих чисельних значеннях параметрів оптимізаційної моделі. Отримані кількісні результати дозволяють одержати максимальний виграш, скоротити зайві витрати.

Одним із напрямків подальших досліджень є узагальнення задачі для випадку більшої кількості організацій.

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. – Библиогр.: с. 146. **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. – Библиогр.: с. 145. **3.** Реклейтис Г. Оптимизация в технике. Кн. 2 / Реклейтис Г., Рейвиндран А., Рэгсдел К.; пер.с англ. В.Я.Алтаев, В.И.Моторин. - М. : Мир, 1986. - 320 с. : ил. **4.** Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Вентцель Е.С. – М. : Наука, 1969. – 576 с. : ил.

Лопатин А.К.[1,2] ***Черненко О.Б.***[1]
[1] *Национальная академия управления, Киев, Украина;* [2] *УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина*

Анализ развития финансовых рынков Еврозоны, США, Великобритании и Украины в период мирового финансового кризиса 2007-2009 г.г. и периода восстановления экономики после кризиса

Разработана эффективная экономическая модель для исследования экономических процессов в послекризисный период финансового кризиса 2007-2009 годов.

В качестве основной модели для исследования экономических процессов в после кризисный период мирового финансового кризиса 2007-2009 г.г. выбрана эталонная модель диффузионного индекса деловой активности PMI_EURO. Для него построены статистические циклы Херста (на основе метода нормированного размаха Херста).

Далее исследуемый числовой ряд разбивается на эти циклы и проводится анализ его поведения, в том числе, и путем сопоставления с эталонным индексом.

На основе анализа диффузионного индекса деловой активности Еврозоны, США, Германии, Великобритании в качестве эталонного выбран индекс PMI (Еврозона) по двум причинам, так как он: характеризует европейскую зону, куда входит Украина; имеет высокую корреляцию со всеми другими индексами (0,95-0,99).

Проведен анализ статистических циклов индекс PMI_EURO и получен такой результат:

Временной период	Показатель Херста
Предкризисный период август 2006 -август 2007г.г.	0,4527
Начало кризиса август 2007- август 2008 г.г.	0,4649
Разгар кризиса август 2008 - февраль 2010 г.г.	1,4202
Начало восстановления февраль 2010 г.г.- февраль 2011 г.г	0,2483
Стабильное восстановление февраль 2010 г.г.-настоящее время	0,9735

На основе предложенной методики проведен анализ ключевых показателей экономики за период 2006-2011: динамика индекса Dow Jones Industrial Average; динамика индекса Standard and Poors 500; динамика индекса Nasdaq Composite; динамика Индекса Украинской биржи (UX); динамика мировых цен на золото (London Fix PM), USD/унцию; динамика мировых цен на серебро (London Fix), USD/унцию; динамика мировых цен на платину (London Fix PM), USD/унцию; динамика мировых цен на нефть марки Brent (IPE), USD/баррель; динамика мировых цен на алюминий на Лондонской бирже металлов, USD/тонну; динамика мировых цен на медь на Лондонской бирже металлов, USD/тонну.

Получен следующий результат: фондовые и финансовые рынки США и Еврозоны в предкризисный, кризисный и послекризисный периоды на временном интервале 2004-2011 г.г. в целом следует закономерностям мирового кризиса. На этапе "Стабильное восстановления февраль 2010 г.г. – настоящее время" также имеется хорошая корреляция в поведении по сравнению с диффузионным индексом деловой активности. Индекс корреляции здесь порядка 0,7- 0,8, что говорит о стабилизации этих процессов.

На пятом цикле "Стабильное восстановление февраль 2010 г.г. – настоящее время" показатель Херста 0,9735 индекса PMI_EURO говорит о стабильном росте фондововых и финансовых рынках, их персистентном характере. Вместе с тем хорошая корреляция с исследованными данными порядка 0,7 - 0,8 указывает на тот факт, что рассмотренные финансовые рынки имеют тенденцию к стабилизации в ближайшем будущем.

Оценка восстановления фондовых и финансовых рынков после февраля 2011 года до настоящего времени и в ближайшем будущем положительна и оптимистична.

Литература. **1.** Лопатин А.К. Статистическая периодичность числовых рядов и их качественная классификация // Искусственный интеллект - 2007. - № 3 - С.93-104. **2.** Лопатин А.К., Черненко О.Б. Статистические циклы числовых рядов курса USD-UAH и их качественная характеристика// Актуальные проблемы экономики - 2007. - № 10 - С. 142-150.

Майстренко О.С., Суханова Л.С.
Національний технічний університет України "КПІ", ФПМ, Київ, Україна

Онтологія як інструментарій проектів системної інженерії

Системна інженерія — це система міждисциплінарних процесів, що необхідна і достатня для інжинирінгу систем [1]. Для поєднання різних дисциплін у систему необхідно мати інструментарій, що забезпечить формалізоване представлення сутностей і відношень цих дисциплін. Така формалізація повинна висвітлювати поняття і відношення предметної області дисципліни, а також надавати можливість продукувати нові знання і розширювати систему існуючих даних, інформації та знань. Онтологія є інструментом, що надає необхідні можливості за рахунок формалізації предметної області.

В статті [2] поняття "онтологія" визначається як знання для досліджуваної області, тобто словником, семантичними зв'язками та правилами виводу і логічними правилами. Визначення [3] виділяє наступні сутності поняття "онтологія": *a*) всі основні визначення в області знань, *b*) класифікація цих визначень, *c*) відношення, включаючи всі важливі ієрархії та обмеження і *d*) аксіоми області знань.

Визначенню "онтологія" притаманний певний дуалізм. Онтологія є словником предметної області та одночасно сукупністю знань, що використовує цей словник [4]. Наведене визначення є рекурсивним. Формалізація онтології передбачає дослідження предметної області, тобто виявлення її важливих елементів та взаємозв'язків, що необхідні і достатні для найбільш повного і несуперечливого представлення предметної області. Наприклад, в [5] онтологія визначається як дослідження організації та природи світу, незалежно від форми знань про нього. В [6] онтологія — це дослідження категорій, які існують або можуть існувати в деякій області знань. Важливою рисою онтології є саме загальнодоступність представлення важливих визначень в певній області знань [7].

Формальне визначення поняття "онтологія" пропонується в [8, 9]. Це поняття надається на основі формальної концепції $\langle D, R\rangle$, де D — предметна область (*domain*), а R — множина релевантних відношень на D (*relevant relations*). "Специфікація осмислення" є еквівалентним визначенням формальної концепції. Замість множини R можна використати множину W всіх можливих розташувань та взаємозв'язків елементів (*maximal states of affairs*). Розширенням поняття формальної концепції є формальна трійка $C = \langle D, W, \mathfrak{R}\rangle$, що дозволяє розглядати також множину концептуальних відношень $\mathfrak{R}$ на області $\langle D, W\rangle$. На основі формальної концепції онтологію визначають з використанням формальної мови та функції інтерпретації (відображення словника на множину $D \cup R$) [9].

В результаті проведеного порівняльного аналізу виявлена неузгодженність формалізованих та неформалізованих визначень, відсутність відповідності між ними. Більше того, існуючі рішення висвітлюють поняття "онтологія" з точок зору, що необхідні для використання цього поняття в певній предметній області. Тому авторами пропонується визначити поняття "онтологія" як систему, що грунтується на різних класах знань (рис. 1). Під знаннями розуміють інформацію, що зберігається, використовується та формується. Базовим класом знань є словник. Під словником ми розуміємо набір термінів предметної області з їх однозначною інтерпретацією (тлумаченням). Інші класи знань онтології використовують словник в якості фундаменту. Такими класами знань є відношення та правила. За своєю природою ми виділяємо два класи відношень: структурні та семантичні. Структурні відношення використовують для створення класифікації, ієрархії або таксономії на основі словника, тобто представляють його структуру. Семантичні відношення розкривають сутність елементів цієї структури. Правила є механізмом безпосереднього використання онтології для вирішення задач предметної області за рахунок їх застосування до словника та вхідних даних задач. На рисунку 1 пропонується структурне представлення поняття "онтологія" у вигляді діаграми класів UML.

Онтологія $O(X)$ предметної області X є трійкою $O(X) = \langle V(X), R, F\rangle$, де $V(X)$ є словником предметної області, R — відношенням між елементами словника, що необхідні і достатні для

розкриття онтології, а F — правилами використання онтології. Терміни предметної області, що входять до словника, поєднуються відношеннями, тобто $R = R(V)$. В свою чергу правила грунтуються на відношеннях та елементах словника: $F = F(V, R)$.

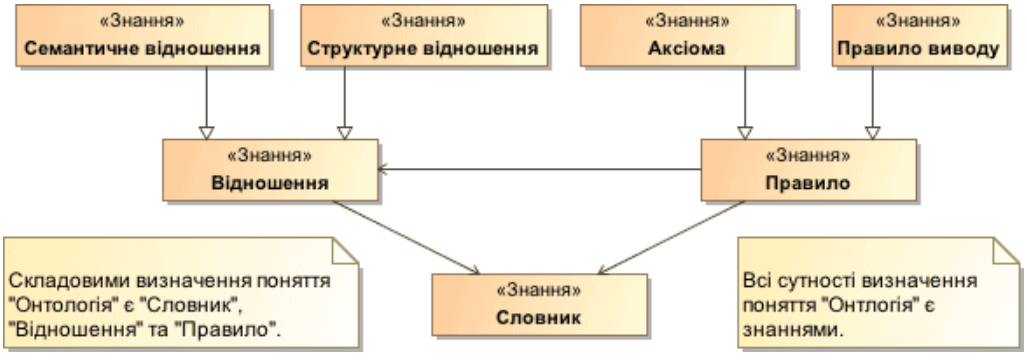


Рис. 1. Структурне представлення визначення поняття “онтологія”

Оскільки запропоноване визначення “онтологія” базується на теорії систем, то таке поєднання дозволяє безпосередньо використовувати онтологію як частину системної інженерії без додаткових налаштувань. Онтологія, як частина системної інженерії організаційних систем, є важливою поєднуючою ланкою між її бізнес-моделями та бізнес-профілем [10].

В роботі проведено порівняльний аналіз існуючих визначень поняття “онтологія”. Ці визначення є або зрозумілими, але неконкретними, або вимагають наявності спеціалізованих знань для застосування такого інструмента на практиці. Авторами запропоновано визначення поняття “онтологія” на основі теорії систем. Воно дозволяє уникнути цих недоліків за рахунок використання системи “сутність–відношення”. Таке визначення можна використовувати в системній інженерії без додаткових налаштувань. Поєднання онтології і конкретних технологій виконання проектів системної інженерії організаційних систем не є тривіальним і потребує подальших досліджень.

Література. **1.** Kossiakoff A. Systems engineering: principles and practice / A. Kossiakoff, W.N. Sweet, S.J. Seymour, S.M. Biemer. — Wiley, 2011. — P. 528. — ISBN 987-0-470-40548-2. **2.** Hendler J. Agents and the semantic web // IEEE Intelligent Systems. — 2001. — Vol. 16, № 2. — P. 30–37. **3.** Gašević D.V. Bridging MDA and OWL ontologies / D.V. Gašević, D.O. Djurić, V.B. Devedžić // Journal of Web Engineering. — 2005. — Vol. 4, No.2. — P. 118–143. **4.** Chandrasekaran B. What are ontologies, and why do we need them? / B. Chandrasekaran, J.R. Josephson, V.R. Benjamins // IEEE Intelligent Systems. — 1999. — Vol. 14, № 1. — P. 20–26. **5.** Guarino N. Formal ontology, conceptual analysis and knowledge representation. — International Journal of Human-Computer Studies. — 1995. **6.** J.F. Sowa Knowledge representation: logical, philosophical, and computational foundations. — Pacific Grove, CA: Brooks/Cole, 2000. — P. 594. — ISBN 0-534-94965-7. **7.** Kalfoglou Y. Exploring ontologies // Handbook of Software Engenineering and Knowledge Engenineering: vol. 1: Fundamentals, World Scientific Publishing. — 2001. — № 1. — C. 863–887. **8.** Gruber T.R. A translation approach to portable ontology specifications // Knowledge Acquisition. — 1993. — Vol. 5, № 2. — P. 199-220. **9.** N. Guarino Formal Ontology and Information Systems // Formal Ontology in Information Systems. Proceedings of FOIS’98, Trento, Italy. Amsterdam, IOS Press. — 1998. — P. 3–15. **10.** Маслянко П.П. Бізнес-інжинирінг організаційних систем / П.П. Маслянко, О.С. Майстренко // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. — 2011. — № 1. — С. 69–78.

Малафеева Л.Ю.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Формирование согласованных экспертных оценок при реализации метода Делфи

На переломном этапе экономического развития в последней трети прошлого века возникла необходимость в новых подходах определения приоритетов научно-технического развития, предусматривающих рассмотрение не только научно-технических, но и социально-экономических факторов. Основная направленность процесса технологического предвидения [1] - это выявление новых тенденций, трендов, стратегических научных направлений, технологических достижений и т.д., которые в долгосрочной перспективе смогут оказать существенное воздействие на экономическое и социальное развитие в будущем. При решении задач предвидения в процессе реализации процедуры формирования альтернатив сценариев возникает необходимость в привлечении методов качественного и количественного анализа с целью всестороннего и разнопланового изучения функциональных элементов исследуемой системы.

Предлагается математическая формализация этапа формирования согласованных экспертных оценок и достижения общего консенсуса экспертных мнений в процессе реализации процедуры экспертного оценивания на основе метода Делфи [2]. При этом оценивание выполняется по выбранным направлениям и сформированным критериям исследуемого объекта, результаты которого служат базовой платформой для разработки рекомендаций ЛПР для последующего этапа принятия решений.

Математический аппарат представлен в терминах интервальных оценок и интервальной метрики с учетом компетентности экспертов и их уверенности в поставленном ответе. При решении поставленной задачи была использована 7-ми уровневая шкала Миллера, введен показатель степени важности индивидуальных оценок экспертов, выраженный в количественном виде. Формализация выполнена на высоком уровне обобщенности, что позволяет выполнять реализацию согласования на любом метрическом пространстве и решать задачи технологического предвидения из различных предметных областей. Основными преимуществами и особенностями итерационного процесса формирования согласованных экспертных мнений при реализации метода Делфи являются:

- возможность учета новых идей экспертов;
- акцентирование внимания на мнениях противостояния;
- обеспечение согласования противостояний (формирование согласованного мнения, которое представляет лучший вариант, а не выбор одной из противоположностей);
- обеспечение стимула для креативности.

Представленная формализация является основой программных модулей с привлечением подходов искусственного интеллекта и автоматизированного инструментария [3] с целью обеспечения проведения экспертного оценивания в режиме on-line в составе Информационной платформы сценарного анализа [4].

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.** Панкратова Н.Д. Математическое обеспечение задач технологического предвидения применительно к отрасли промышленности. // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2002. — № 1. **3.** Малафєєва Л.Ю. Розробка структурованої бази знань для розв'язання задач з технологічного передбачення // Наукові вісті НТУУ "КПІ". — 2009. — № 6. — С. 61 — 68. **4.** Zgurovsky M. The Scenario Analysis Platform as an Methodological Base of the National Foresight Program of Ukraine // System Research and Information Technologies. — 2003. — No 1.

Маслянко П.П., Майстренко О.С.
Національний технічний університет України "КПІ", ФПМ, Київ, Україна

Системна інженерія і інтеграція бізнес-моделей

Сучасні соціально-економічні організаційні системи існують у конкурентному ринковому середовищі, що вимагає від них постійної адаптації для подальшого існування. Для досягнення такої мети необхідно мати можливість перманентного аналізу як організаційної системи та її елементів, так і середовища існування, тобто ринку. *Бізнес-моделі* можуть надати такі можливості за рахунок необхідних даних, інформації та знань.

В літературі не існує єдиного визначення поняття "бізнес-модель". Ми використовуємо визначення поняття "бізнес-модель", що запропоновано в [1,2] на основі теорії систем. Бізнес-модель $BM(S)$ організаційної системи S визначається як система представлень P організаційної системи, що грунтується на її ознаках $F(S)$, тобто

$$BM(S) = \left(\left\{p_i = P(S, F_{BM}^{(i)}) | F_{BM}^{(i)} \subseteq F(S)\right\}, R_{BM}\right).$$

Для того, щоб розглянути організаційну систему з усіх необхідних точок зору, створюється множина бізнес-моделей і, відповідно, множина представлень. Представлення можуть бути різних видів, різного призначення, виконані у різній формі та за допомогою різних інструментів, тобто вони є різнорідними. Тим не менш, серед усіх представлень можна виділити два класи представлень.

1. Представлення, що властиві практично для будь-якої організаційної системи.
2. Представлення, що описують природу організаційної системи як об'єкту господарювання деякої галузі діяльності.

Для забезпечення цілісності бізнес-моделей та їх коректності необхідно поєднати (інтегрувати) такі різнорідні бізнес-моделі та відповідні представлення. Інтегровані бізнес-моделі надають можливість для співпраці спеціалістів різних галузей та обгрунтованого виконання проектів організаційної системи.

Така інтеграція представлень можлива в рамках *системної інженерії* організаційних систем. Системна інженерія — це система, що поєднує міждисциплінарні процеси в проектах інжирінгу організаційних систем [3]. Авторами пропонується використання *специфікації* для інтеграції бізнес-моделей організаційних систем. Під "специфікацією" деякої сутності системи ми розуміємо множину її ознак із визначеними значеннями та множину відношень цієї сутності з іншими сутностями системи. Під "ознакою" ми розуміємо конструкцію виду $f = (k, v)$, де k є назвою ознаки, а v — її значенням. Значення ознаки може бути визначено з використанням різних механізмів, зокрема, формальної мови специфікації [4]. Таке визначення дозволяє створити модель представлення з використанням обраного інструменту, а також забезпечити a priori інтеграцію (та інтероперабельність) різних представлень. Створену модель представлення можна верифікувати, тобто перевірити її відповідність специфікації.

Таким чином, інтеграція (та інтероперабельність) різнорідних бізнес-моделей можлива в рамках системної інженерії організаційних систем на основі методології системного аналізу з використанням специфікації систем та їх елементів.

Література. **1.** Маслянко П.П. Бізнес-інжинирінг організаційних систем / П.П. Маслянко, О.С. Майстренко // Наукові вісті НТУУ "КПІ". — 2011. — № 1. — С. 69–78. — ***Бібліорг.: с. 77–78.*** **2.** Маслянко П.П. Система сущностей бизнес моделей организационных систем / П.П. Маслянко, А.С. Майстренко // Кибернетика и Системный анализ. — 2012. — № 1. — С. 118–123. — ***Библиорг.: с. 122–123.*** **3.** Kossiakoff A. Systems engineering: principles and practice / A. Kossiakoff, W.N. Sweet, S.J. Seymour, S.M. Biemer. — Wiley, 2011. — P. 528. — ISBN 978-0-470-40548-2. **4.** Alagar V.S. Specificaiton of Software Systems / V.S. Alagar, K. Periyasamy. — Springer, 2011. — P. 644. — ISBN 978-0-85729-276-6.

Мащенко С.О., Бовсунівський О.М.
Київський національний університет ім. Т. Шевченка, Київ, Україна

Задача прийняття рішень з нечіткою множиною цілей

Розглядається задача раціонального вибору альтернатив з множини X з ціллю, яка задається нечіткою множиною $\widetilde{N} \subseteq N = \{1, \ldots, n\}$ відношень переваги $\{R_1, \ldots, R_n\}$. Відношення переваги $R_i \subseteq X \times X$, $i \in N$, будемо вважати нечіткими нестрогими впорядкуваннями [1], які задаються функціями належності $r_i : X \times X \to [0, 1]$.

Нехай $\eta_i : N \to [0, 1]$ — функція належності нечіткої множини $\widetilde{N}$ нечітких відношень R_i, $i \in N$, переваги особи, що приймає рішення (ОПР). У доповіді пропонується визначити агреговану ціль ОПР відношенням $R = \bigcap_{i \in \widetilde{N}} R_i$, яке є перетином нечіткої множини $\widetilde{N}$ нечітких відношень R_i, $i \in N$ [2]. Ця множина відноситься до класу нечітких множин [1] типу 2 (нечітка множина, функція належності якої приймає значення з нечіткої множини).

Вона задається трійками $(x, y, r(x, y, z))$, де x, y — елементи множини альтернатив X, $z \in [0, 1]$, а $r(x, y, z)$ — функція належності, де $r : X \times X \times [0, 1] \to [0, 1]$ — функція належності нечіткого відображення $\widetilde{r}(x, y)$, яке виконує роль "нечіткої функції належності" нечіткого відношення $\widetilde{R}$ типу 2 і для $Z \in \{0, 1\}$ має вигляд

$$r(x, y, z) = \begin{cases} \max_{i \in N}\{\eta^{\cap}(x, y, i) \mid r_i(x, y) = z\}, & \exists i \in N : r_i(x, y) = z, \\ 0, & r_i(x, y) \neq z, \forall i \in N. \end{cases}$$

Значення нечіткого відображення $\widetilde{r}(x, y)$ при фіксованих $x^0, y^0 \in X$ утворюють нечітку підмножину $\widetilde{R}(x^0, y^0)$ множини $\{0, 1\}$ з функцією належності $r(x^0, y^0, z)$, $z \in \{0, 1\}$. Відмітимо, що множина $\{0, 1\}$ приймається за універсальну множину образів нечіткого відображення $\widetilde{r}(x, y)$, оскільки з визначення $r(x, y, z)$ слідує $z \neq r_i(x, y) \in \{0, 1\} \Rightarrow r(x, y, z) = 0$ для $\forall x, y \in X$, $i \in N$. Значення $r(x, y, 1)$ можна розуміти як ступінь належності пари $(x, y) \in X \times X$ відношенню $\widetilde{R}$. Відповідно значення $r(x, y, 0)$ можна розуміти як ступінь неналежності пари $(x, y) \in X \times X$ відношенню $\widetilde{R}$.

Якщо для чіткої множини N значення характеристичної функції належності перетину чітких відношень $r(x, y) = max_{j \in N} r_j(x, y) = max_{j \in N} r_{(x,y)}(j)$ утворюють чітку множину значень цільової функції задачі чіткого дискретного програмування, то для нечіткої множини $\widetilde{N}$ значення $\widetilde{r}(x, y) = max_{j \in \widetilde{N}} r_j(x, y) = max_{j \in \widetilde{N}} r_{(x,y)}(j)$ утворюють нечітку множину значень цільової функції задачі нечіткого дискретного програмування: $\widetilde{r}(x, y) = max_{j \in \widetilde{N}} r_{(x,y)}(j)$, — максимізувати чітку функцію $r_{(x,y)}(j) = r_j(x, y)$ на нечіткій множині $\widetilde{N}$.

У доповіді формалізоване означення множини $R = \bigcap_{i \in \widetilde{N}} R_i$, розглядається конструктивний спосіб побудови цієї множини та приклад його застосування.

Нехай $r^{ND}(x)$, $x \in X$, $z \in [0, 1]$, — функція належності нечіткої множин типу 2 альтернатив, які є недомінованими за агрегованим відношенням переваги R. ОПР пропонується вибирати альтернативи, які максимізують як $z \in [0, 1]$ — нечітке значення ступеню її недомінованості, так і r^{ND} — ступінь належності $z \in [0, 1]$ нечіткій множині типу 2 альтернатив, які є недомінованими за агрегованим відношенням переваги R.

Відповідно до концепцій сильної та слабкої оптимальності за Парето для отриманої задачі двохкритеріальної оптимізації, у доповіді розглядаються поняття нечітких сильних та слабко ефективних альтернатив, визначаються способи їхнього знаходження.

Література. **1.** Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. — М.: Наука, 1981. — 208 с. **2.** Мащенко С.О. Нечеткие индивидуально-оптимальные равновесия // Кибернетика и вычислительная техника. — 2010. — Вып.159. — с.19—29.

Михайлюк В.О.
Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАНУ, Київ, Україна

Про сублінійний алгоритм реоптимізації для задачі про мінімальне вершинне покриття графа

Відомо, що для NP-складних задач не існує точних ефективних (з поліноміальною складністю) алгоритмів їх розв'язання (при стандартній гіпотезі $P \neq NP$). А тому застосовуються чисельні наближені алгоритми. Виникає така ідея: виходячи з оптимального рішення екземпляра проблеми (або близького до нього) чи можна використати цю інформацію для знаходження оптимального (або близького до нього) рішення екземпляра проблеми, отриманого в результаті незначних локальних модифікацій вихідного екземпляра. Даний підхід, названий реоптимізіцією (і вперше запропонований в [1]), дозволяє, наприклад, в деяких випадках отримати кращу якість наближення (яке визначається як відношення значення наближеного рішення до точного і називається відношенням апроксимації) в локально модифікованих екземплярах, ніж у вихідних. Якщо для деяких оптимізаційних задач відношення апроксимації не можна покращити (наприклад, в класі всіх наближених алгоритмів з поліноміальною складністю), то таке відношення називають пороговим або оптимальним (алгоритм, на якому досягається це відношення, також називають пороговим, або оптимальним). В [2] вдалося отримати точне значення порогового відношення апроксимації для реоптимізації узагальнених проблем про виконуваність спеціального класу для алгоритмів поліноміальної складності. В даній роботі це питання вивчається для реоптимізації задачі про мінімальне вершинне покриття в графі в класі сублінійних алгоритмів, зокрема константної складності.

Кажуть, що алгоритм має сублінійну складність, якщо час його роботи оцінюється величиною $o(n)$, де n – розмірність входу. Для того, щоб сублінійний алгоритм був точним, необхідно, щоб він використовував паралельну або некласичну обробку даних, або враховував спеціальні обмеження на вхідні дані (наприклад, логарифмічний бінарний пошук у відсортованих масивах). Інакше такий алгоритм не в змозі прочитати весь вхід, щоб забезпечити деякий результат роботи. Тому сублінійні алгоритми повинні видавати результат без читання всього входу, а мати доступ до нього тільки деякими обмеженими порціями і бути випадковими, видаючи тільки наближені розв'язки. Ефективність таких алгоритмів вимірюється так званою складністю запитів (query complexity) – кількістю доступів до деякого оракулу, що обробляє вхід (порціями).

Сублінійні алгоритми знайшли широке застосування в розділі теоретичної інформатики, який називається перевірка властивостей проблем (property testing) [3]. Перевірка властивостей проблем (релаксація проблем розпізнавання) пов'язане з розробкою алгоритмів (сублінійних), що розрізняють об'єкти з заданою властивістю від об'єктів, які далекі від цієї властивості (ε-далекі, ε-far). Наприклад, для задач теорії графів з n вершинами і обмеженою степінню вершин d властивість "бути ε-далекими від деякої властивості P" означає наступне. Треба по меньшій мірі добавити або видалити εdn ребер, щоб граф мав цю властивість P. Сублінійні алгоритми перевірки властивостей (тестери) знайшли своє застосування в теорії навчання і теорії наближення.

Задачу про мінімальне вершинне покриття графа (Min-Vertex-Cover) сформулюємо так. Вершинним покриттям (vertex cover) неорієнтованого графа $G = (V, E)$ називається така підмножина його вершин $V' \subset V$, що для довільного ребра $(u, v) \in E$ хоча б одна з вершин u або v міститься в V' . Під розміром покриття розуміється число його елементів. Вимагається знайти покриття мінімального розміру. Через VC_G будемо позначати оптимальне рішення цієї задачі, а через C' - наближене, n – число вершин в графі.

Означення. Значення C' є (α,ε) - оцінкою VC_G, якщо $VC_G \leqslant C' \leqslant \alpha VC_G + \varepsilon n$, де $\varepsilon > 0$ – деякий параметр. Алгоритм, який для даного $\varepsilon > 0$ в якості вхідного параметра обчислює з ймовірністю, не меншою ніж $2/3$, (α, ε)–оцінку VC_G для деякого значення α, називається α-наближеним алгоритмом з адитивною помилкою.

Відмітимо, що значення α визначається особливостями конкретного алгоритму. В [4] показана зведеність від локальних розподілених наближених алгоритмів (distributed algorithms) до сублінійних наближених алгоритмів. Термін розподілені алгоритми відноситься до множини процесорів, що пов'язані деякою мережею зв'язків, а термін локальні відноситься до таких алгоритмів, які використовують «мале» число комунікаційних раундів і кожний процесор отримує інформацію від безпосередньо «близьких» процесорів. Нехай G розподілена мережа з n вузлами і степінню вузлів не більше d (d=const) і D – розподілений алгоритм (можливо випадковий), що обчислює за k раундів вершинне покриття C таке, що з високою (константною) ймовірністю $|C| \leqslant \alpha VC_G$, де VC_G – розмір мінімального вершинного покриття в графі, $\alpha > 1$. Тоді можна визначити [4] випадковий сублінійний α-наближений алгоритм, що видає оцінку VC рішення таку, що з ймовірністю, не меншою ніж 2/3, $VC_G \leqslant VC \leqslant \alpha VC_G + \varepsilon n$. Складність запитів сублінійного алгоритму є $O(d^k/\alpha^2)$.

Використовуючи ці результати, в [5] встановлений такий факт.

Теорема 1. Для довільного $\delta>0$ і кожного графа G існує сублінійний алгоритм, що виводить з ймовірністю, не меншою ніж 2/3, оцінку $\overline{C}$, що задовольняє $VC_G \leqslant \overline{C} \leqslant 2VC_G + \delta n$. Складність запитів алгоритму є $d^{O(log(d/\delta))}$.

Таким чином, теорема 1 встановлює існування 2-наближеного алгоритма з адитивною помилкою константної складності для задачі Min-Vertex-Cover. В [4] встановлена така нижня оцінка якості наближення.

Теорема 2. Для довільних двох даних констант γ і ε знайдеться константа d така, що визначення з константною ймовірністю $(2-\gamma, \varepsilon)$ -оцінки мінімального вершинного покриття графа з n вершинами степені d вимагає $\Omega(\sqrt{n})$ запитів.

З теореми 2 слідує, що не існує наближеного сублінійного алгоритма (з константною складністю) для задачі Min-Vertex-Cover з відношенням апроксимації меншим 2.

Наслідок 1. Для задачі Min-Vertex-Cover існує оптимальний 2-наближений алгоритм з адитивною помилкою з константною складністю.

Визначимо задачу Ins-Min-Vertex-Cover (реоптимізаційний варіант задачі Min-Vertex-Cover). Довільний екземпляр цієї задачі отримується з екземпляра Min-Vertex-Cover добавленням однієї вершини $v_{new} \notin V$ з деякою кількістю інцидентних їй ребер. Задача полягає в знаходженні у створеному екземплярі оптимального рішення, використовуючи раніше знайдений оптимум VC_G.

Основний результат даної роботи полягає в наступному. Використовуючи вище наведені результати (теореми 1, 2 і наслідок) отримаємо твердження.

Теорема 3. Для задачі Ins-Min-Vertex-Cover існує оптимальний (3/2)-наближений алгоритм з адитивною помилкою з константною складністю.

Зауваження 1. Відмітимо, що якість наближення алгоритма з теореми 3 краща (менша), ніж якість наближення оригінального алгоритма задачі Min-Vertex-Cover.

Література. **1.** Archetti C. Reoptimizing the traveling salesman problem/ C. Archetti, L. Bertazzi, and M.G. Speranza //Networks. – 2003. – 42(3). – P.154 – 159. **2.** Михайлюк В.А. Реоптимизация обобщенных проблем о выполнимости с аппроксимационно-устойчивыми предикатами/ В.А. Михайлюк, И.В. Сергиенко // Кибернетика и систем. анализ. – 2012 . – 48, N 1. – С.89 –104. **3.** Goldreich O.Property testing and its connection to learning and approximation/O. Goldreich, S. Goldwasser, and D. Ron//Journal of the ACM. - 1998. - 45(4). - P. 653 - 750. **4.** Parnas M. Approximating the minimum vertex cover in sublinear time and a connection to distributed algorithms/ M. Parnas, D. Ron// Theoretical Computer Science. – 2007. – 381(1-3). – P.183 – 196. **5.** Marko S. Distance approximation in bounded-degree and general sparse graphs/ S. Marko, D. Ron //In Proceedings of the Tenth International Workshop on Randomization and Computation (APPROX-RANDOM). – 2006. – P.475 – 486.

Мілявський Ю.Л.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Розробка і дослідження системи координуючого цифрового керування хімічним реактором ідеального перемішування

Керування співвідношеннями (координуюче керування) є однією з основних задач системного аналізу. У даній роботі вперше розглянута задача *координуючого керування для нелінійної стохастичної системи.* За основу було взято математичну модель хімічного реактора ідеального перемішування – двовимірної нелінійної системи з різними запізненнями по каналах керування [1, 2] . Після дискретизації вихідної кінетичної моделі реактора отримаємо таку систему:

$$Y(k) = Y(k-1) + B_1 \begin{pmatrix} u_1(k-3) \\ u_2(k-4) \end{pmatrix} + B_2 Y(k-1) u_1(k-3) +$$
$$+ B_3 \begin{pmatrix} Y_1(k-1) exp(coef/Y_2(k-1)) \\ 0 \end{pmatrix} + v + \zeta(k) + C\zeta(k-1),$$

де $Y = (Y_1, Y_2)^T$, Y_1, Y_2 - концентрація вихідного продукту і температура реактора відповідно (вихідні координати), u_1, u_2 – витрати реагуючої суміші і потоку води відповідно (керування), ζ – двовимірне випадкове збурення, v - константа, усі векторно-матричні коефіцієнти вважаються відомими.

Задамо бажані значення для вихідних координат як $G(k)$. Нехай додатково повинно виконуватись лінійне співвідношення між вихідними координатами, задане як $SY(k) = b$, $S = (s_1, s_2)$. Запропонуємо два критерії оптимальності:

1. Стабілізуючий критерій:

$$E[(Y(k+4)-G(k))^T (Y(k+4)-G(k))] + \begin{pmatrix} u_1(k+1) - u_1(k) \\ u_2(k) - u_2(k-1) \end{pmatrix}^T R \begin{pmatrix} u_1(k+1) - u_1(k) \\ u_2(k) - u_2(k-1) \end{pmatrix} \to \min;$$

2. Координуючий критерій:

$$E[(SY(k+4) - b)^T (SY(k+4) - b)] \to \min;$$

Мінімізуватимемо ці критерії відносно вектора керування з випередженням $(u_1(k+1), u_2(k))^T$. Нехай для простоти $b = 0$. По аналогії з методом, розробленим у [3] для лінійного випадку, зведемо задачу багатокритеріальної безумовної оптимізації до однокритеріальної умовної і в результаті отримаємо:

$$\begin{pmatrix} u_1(k+1) \\ u_2(k) \end{pmatrix} = -N(k+3)(I - D^T(k+3) S^T L^{-1}(k+3) S D(k+3) N(k+3) \Big[D^T(k+3) \cdot$$
$$\cdot \left(Y^*(k+3) + B_3 \begin{pmatrix} Y_1^*(k+3) exp(coef/Y_2^*(k+3)) \\ 0 \end{pmatrix} + v - G(k) \right) - R \begin{pmatrix} u_1(k) \\ u_2(k-1) \end{pmatrix} \Big] -$$
$$- N(k+3) D^T(k+3) S^T L^{-1}(k+3) S \left(Y^*(k+3) + B_3 \begin{pmatrix} Y_1^*(k+3) exp(coef/Y_2^*(k+3)) \\ 0 \end{pmatrix} + v \right),$$

де $D(k+3) = B_1 + B_2 \begin{pmatrix} Y^*(k+3) & 0 \end{pmatrix}$, $N(k+3) = (D^T(k+3) D(k+3) + R)^{-1}$, $L(k+3) = SD(k+3)N(k+3)D^T(k+3)S^T$. Оцінки майбутніх вихідних координат Y^* отримано рекурентно.

Математичне моделювання підтвердило ефективність запропонованого алгоритму.

Література. **1.** Ажогин В.В., Костюк В.И. Оптимальные системы цифрового управления технологическим процессами. – К.: Техніка, 1982. – 175 с. **2.** Романенко В.Д. Методи автоматизації прогресивних технологій. – К.: Вища школа, 1995. – 519 с. **3.** Романенко В.Д., Милявский Ю.Л. Координирующее управление разнотемповыми многомерными процессами с разными запаздываниями в стохастической среде // Кибернетика и вычислительная техника. – 2011. – № 164. – С. 3–16.

Недашковская Н.И.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Гибридный метод поддержки принятия решений в нечетких условиях при взаимозависимых критериях

Оценивание альтернатив решений в практических задачах поддержки принятия решений осуществляется по множеству критериев или целей акторов, часто с разными зависимостями между критериями, подкритериями, целями, подцелями, которые влияют на выбор альтернативы. Информация про процесс многокритериального принятия решений (МКПР) обычно неопределенная и нечеткая.

В традиционных методах ELECTRE, PROMETHEE, анализа иерархий (МАИ), TOPSIS для МКПР этап построения взаимосвязей между элементами задачи не формализован и возлагается на экспертов. Эти методы работают с иерархической структурой зависимостей между критериями решений, целями акторов – лиц, принимающих решения, заинтересованных групп и альтернативами решений, в которой не учитываются обратные связи и петли.

Определение весов альтернатив, критериев и целей на следующем этапе процесса МКПР может осуществляться непосредственно (методы ELECTRE, PROMETHEE, TOPSIS) или с помощью парных сравнений (метод МАИ), которые дополнительно оценивают согласованность экспертных суждений. При использовании парных сравнений вычисление локальных весов альтернатив и весов критериев в МАИ производится методами главного собственного вектора и его модификациями [1].

На этапе агрегирования традиционные методы МКПР используют взвешенную среднюю (линейную свертку) и применяются при условии взаимной независимости критериев решений. Однако, это допущение может быть нереалистично для некоторых приложений. В отличие от традиционных, метод анализа сетей [2] работает с зависимостями между критериями, определяет веса альтернатив решений относительно модели кластеров критериев, содержащей обратные связи. Ограничением метода анализа сетей является значительное увеличение количества вопросов эксперту - парных сравнений, которые необходимо выполнить эксперту, с добавлением в модель новой связи, а также отсутствие формализации этапа построения взаимосвязей между критериями.

В работе предлагается *гибридный метод МКПР при иерархической структуризации взаимозависимых критериев*, который следующим образом формализует этапы процесса МКПР:

1. методами *факторного анализа* определяются взаимно независимые общие группы критериев/целей решений (факторы),
2. в пределах фактора агрегирование локальных весов альтернатив по зависимым критериям/целям проводится *методом нечеткого интеграла* [3],
3. определение весов альтернатив и критериев осуществляется методами парных сравнений, экспертные суждения представляются в виде *нечетких чисел* [1],
4. окончательное агрегирование весов альтернатив по взаимно независимым факторам осуществляется методами *линейной свертки, мультипликативным, максиминным или группового учета бинарных отношений преобладаний* [1, 4].

Факторный анализ считается эффективным средством описания взаимоотношений между параметрами задачи анализа данных. Методы факторного анализа основаны на гипотезе существования небольшого числа скрытых параметров или свойств изучаемого объекта, так называемых факторов, определяющих значения наблюдаемых параметров. Задача анализа состоит в определении коэффициентов представления наблюдаемых параметров в виде линейной комбинации таких факторов. В предлагаемом гибридном методе МКПР вначале ищутся факторы на множестве критериев/целей решений. Фактор объединяет зависимые критерии/цели, агрегирование по которым предлагается проводить по *нечетким интегралам Сугено и Шоке*. Затем окончательное агрегирование весов альтернатив осуществляется известными методами, поскольку факторы независимы между собой.

Сугено предложил понятия нечеткой меры и нечеткого интеграла вместо аддитивных методов агрегирования. Нечеткая мера – обобщение классической вероятностной меры. Нечеткая мера получена заменой требования аддитивности вероятностной меры на более слабое требование монотонности, тем самым расширяя ее возможности для моделирования реальных процессов. Для уменьшения сложности определения нечеткой меры используется λ-нечеткая мера [5], которая определяется параметром λ, описывающим степень аддитивности между элементами. Нечеткий интеграл Шоке является обобщением метода взвешенной средней, оператора OWA и max-min оператора.

Для вычисления локальных весов альтернатив относительно критериев и весов критериев в [1] разработан модифицированный МАИ с использованием теории нечетких множеств. Этот метод работает с *нечеткими матрицами парных сравнений*, элементами которых являются нечеткие числа. Метод вычисляет нечеткие веса и предполагает последующее применение специальных методов нормализации и ранжирования нечетких весов. В результате многочисленного применения операций умножения и сложения над нечеткими числами, результирующие нечеткие веса могут иметь большую ширину и перекрываться на больших диапазонах, что приводит к увеличению неопределенности результатов по сравнению с исходными данными.

В гибридном методе МКПР предлагается использовать разные модели и методы вычисления локальных весов с нечеткой матрицы парных сравнений, которые можно классифицировать следующим образом: 1) *нечеткое расширение* традиционных методов главного собственного вектора и геометрической средней, 2) другие методы, использующие расширенные бинарные арифметические операции, 3) *модели целевого программирования*, 4) *двухэтапные модели*, в которых на первом этапе ищутся наименьшие по суммарной длине расширенные согласованные интервалы - элементы матриц парных сравнений, на втором этапе на основании найденных расширенных интервалов вычисляются интервальные веса, 5) модели *нечеткого математического программирования* нахождения четких весов. Одним из преимуществ последних двух классов моделей является то, что веса вычисляются в том числе и на основе неполного множества нечетких экспертных суждений.

Окончательное агрегирование весов альтернатив по взаимно независимым факторам выполняется методами линейной свертки, мультипликативным, максиминным или группового учета бинарных отношений преобладаний. Поскольку все эти методы подвержены влиянию реверса рангов (сравнение методов агрегирования и вычисление частот появления в них явления реверса рангов выполнено в [6]), то в практических задачах, в которых реверс нежелателен, для агрегирования весов альтернатив по независимым факторам предлагается модифицированный метод TOPSIS. Идея метода TOPSIS состоит в том, что выбираемая альтернатива должна находиться на минимальном расстоянии от «идеального положительного» и на максимальном расстоянии от «идеального отрицательного» решений.

Литература. **1.** Панкратова Н.Д., Недашківська Н.І. Моделі і методи аналізу ієрархій: Теорія. Застосування: Навчальний посібник. – К: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2010. – 371 с. **2.** Saaty T.L. Decision making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process, Pittsburgh, RWS Publications, 2001. **3.** Недашківська Н.І. Багатокритеріальне оцінювання альтернатив при взаємозалежних критеріях за допомогою методу BOCR/MAI та нечітких мір // СППР – 2011: Матеріали науково-технічної конференції з міжнародною участю «Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика» (26–30 травня 2011 р., м. Київ). – К.:ІПММС НАНУ, 2010.– С. 42 – 45. **4.** Недашковская Н.И. Многокритериальное принятие решений с использованием максиминного синтеза в методе анализа иерархий // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2010. - №3. –С.7 –16. **5.** Бочарников В.П. Fuzzy-технология: Математические основы. Практика моделирования в экономике. – Санкт-Петербург: «Наука» РАН, 2001. – 328 с. **6.** Недашківська Н.І. Оцінювання реверсу рангів в методі аналізу ієрархій // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2005. -№4. -С. 120– 130.

Опарина Е.Л.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Метод уровней анализа в изучении перспектив скоординированного социально-экономического развития Украины и России

Согласование целей, приоритетов и средств социально-экономического развития стран постсоветского пространства является важным фактором стабильности и экономического роста в регионе. Для системного исследования перспектив социально-экономического развития Украины и России академиями наук этих стран в сотрудничестве с Международным институтом прикладного системного анализа предложена международная научно-исследовательская программа [1]. Исследование таких масштабных системных процессов, как система отношений и скоординированное развитие двух государств, критично к полноте и достоверности исходных данных. Неучет всего нескольких акторов, ключевых фигур или других факторов может резко снизить достоверность моделируемых сценариев.

Для повышения полноты и достоверности информации в работе предлагается использовать *метод уровней анализа* из теории международных отношений, а также приводится детализированный перечень уровней анализа, которые могут быть использованы при изучении отношений между Украиной и Россией.

Метод уровней анализа. Метод уровней анализа широко применяется в теории международных отношений [2]. Следуя ему, отношения между субъектами (как правило, государствами) рассматриваются на нескольких *уровнях*. Чаще всего выделяют три уровня: уровень международной системы, уровень государства, уровень отдельных личностей. Такие уровни анализа имеют много общего с *пространственными контекстами* масштабных социально-экономических явлений (глобальный, региональный, национальный). Согласно [3], инициаторами использования метода уровней анализа являются К. Уолц (Kenneth Waltz) [4], М. Каплан (Morton Kaplan) [5] и Д. Сингер (David Singer) [6]. Использование уровней анализа в системных исследованиях международных отношений стимулирует рассмотрение сложной проблемы на всех необходимых уровнях детализации.

Уровни анализа. Описание и анализ отношений Украины и России могут проводиться на уровнях $\Lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3\}$ [4], включающих ряд уровней, предложенных другими учеными [7, 8]:

(λ_1) *Уровень индивида* (лица, принимающие решения): ключевые фигуры и их характеристики (особенности характера, идеологические установки, модели поведения в различных ситуациях и т.д.).

(λ_2) *Уровень государства* (внутриполитические факторы): потенциал государства (географическая среда, материальные и человеческие ресурсы, способность коллективного действия, другие характеристики общества); структура правительства; занимаемые ключевыми фигурами посты и выполняемые роли.

(λ_3) *Уровень международной системы*: система отношений между государством и другими участниками международных отношений.

Литература. **1.** Концепция международной научно-исследовательской программы «Системный анализ перспектив скоординированного социально-экономического развития России и Украины». [Киев], 2011. URL: http://science.iasa.kpi.ua/coev/concept.rtf/view (дата обращения: 2012.03.02). **2.** Цыганков П.А. Политическая социология международных отношений : учеб. пособие. М. : Радикс, 1994. ISBN 5-86453-027-6. **3.** Hollis M., Smith S. Explaining and Understanding International Relations. Oxford University Press, 1990. ISBN 978-0198275886. **4.** Kenneth W. Man, the State and War: A Theoretical Analysis. N.Y.: Columbia University Press, 1959. P. 159–186. **5.** Kaplan M. System and Process in International Politics. N.Y., 1957. **6.** Singer D. The Level-of-Analysis Problem in International Relations // The International System: Theoretical Essays. Ed. By Klaus Knorr and Sidney Verba. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1961. P. 77–92. **7.** Aron R. Paix et Guerre entre les nations. 1984. **8.** Rosenau J. The scientific study of foreign policy. Fox Press, 1971. 472 p.

Османова Т.М., Макаренко О.С.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Використання Грід методологій для поширення ідеї сталого розвитку

З кожним днем у світі все більшої популярності набирає ідея сталого розвитку. Адже сучасні прогнози щодо майбутнього життя на Землі зовсім не оптимістичні. Але на даний час кількість створених та впроваджених програм щодо вивчення сталого розвитку суспільства дуже обмежена [1]. Тому мета даної роботи запропонувати використовування методології Грід для поширення ідеї сталого розвитку, що полегшить та прискорить вивчення концепції та у подальшому стане каталізатором до впровадження теорії сталого розвитку.

Для вивчення сталого розвитку, для розробки звітів, прогнозів щодо якості сталості розвитку використовується велика кількість даних. Адже навіть для визначення тільки одного індексу впливає дуже велика кількість індикаторів. Наприклад, для визначення індексу екологічного виміру впливає більше 20 індикаторів: це і екологічний тягар хвороб, і викиди окисів азоту, і регулювання використання пестицидів та багато інших [1]. Тому коли обсяг інформації зростає з величезною швидкістю, виникає велика потреба в інструментах для підтримки обміну знаннями, ресурсами, результатами та спостереженнями. Такі можливості в повній мірі надає Семантичний Грід [2].

У світі вже більше 20 років широко впроваджуються наукові програми по вивченню сталого розвитку. В Україні ж перша магістерська програма була стартована у 2008 році. Тому розглядаються існуючі курси щодо вивчення сталого розвитку в сучаному світі. Як приклад розглянуто програму Колумбійського університету по вивченню сталого розвитку [3], методи та підходи, що використовуються у Міжнародному інституті сталого розвитку [4], Австралійський інститут сталого розвитку [5] та їх підхід до вивчення ідеї, програму вивчення сталого розвитку у Технологічному університеті Цюріха [6] та інші.

Далі досліджено, як використовуються Грід методології в освіті. На даний момент технології Грід широко використовуються в усіх сферах сучасних наук, а особливо в тих, що потребують обробки та зберігання великих обсягів даних. Розглянуто застосування Грід підхіду у молекулярних науках, у науках про Землю та у біомедицині.

Як відомо, концепція сталого розвитку базується на об'єднанні трьох основних підходів: це економічний, екологічний та соціальні складові. Тому доцільно було дослідити, як саме використовуються Грід технології в цих трьох галузях. На даний момент Грід технології набули широкої популярності в науковому суспільстві, оскільки більшість лабораторій зосереджена в наукових інститутах. Найбільш популярним виявилося використання грід в екології. Як результат, створено таблицю, в якій систематизовано методи та підходи щодо використання методології в навчанні цих дисциплін.

Запропоновано, як можна застосовувати існуючі методи і підходи, які активно використовують Грід технології для поширення ідеї сталого розвитку на прикладі побудованої моделі для Київського політехнічного інституту.

Література. **1.** Згуровский М.З., Статюха Г.А. Основы устойчивого развития общества-// К.: НТУУ «КПИ», 2010.- 225 с. **2.** Петренко А.И., Булах Б.В., Хондарь В.С. Семантические грид- технологии для науки и образования -// К.: НТУУ «КПИ», 2010.- 178 с. **3.** Офіційний сайт Колумбійського університету [Електронний ресурс].–Режим доступу: http://ce.columbia.edu/Sustainability-Management. – Дата доступу 29.02.2012. **4.** Офіційний сайт Міжнародного Інституту Сталого Розвитку [Електронний ресурс].–Режим доступу: http://www.iisd.org/. – Дата доступу 29.02.2012. **5.** Офіційний сайт Австралійського Інституту Сталого Розвитку[Електронний ресурс].–Режим доступу: http://asdi.curtin.edu.au/. – Дата доступу 29.02.2012. **6.** Офіційний сайт Технологічного університету Цюріха[Електронний ресурс].–Режим доступу: http://www.sustainability.ethz.ch/. – Дата доступу 01.03.2012.

Панкратов В.А.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Моделирование системы показателей текущего состояния окружающей среды Южного берега АР Крым

Переход экономики Украины к рыночным отношениям вызвал подорожание рекреационных услуг населению и обострил проблему восстановления здоровья. Причем, если экономический рост может быть прогнозируемым, то кризис в состоянии здоровья будет инерционно ухудшаться с учетом качества окружающей среды и условий обитания человека в определенном регионе. Это обуславливает актуальность развития и управления рекреационной системой, которая занимается восстановлением здоровья и жизнеспособностью населения, используя природно-лечебные ресурсы: гидроминеральные и ландшафтно-климатические. Основная цель рекреационной системы – повышение уровня индивидуального и общественного здоровья, качества и продолжительности жизни населения. Функциями рекреационной системы являются: организация профилактического оздоровления населения, реабилитация больных, досуговая и превентивно-валеологическая (профилактика здорового образа жизни) деятельности. Главной целью государственной политики в области управления рекреационной деятельностью является создание в регионе Южного берега АР Крым (ЮБК) современной, высокоэффективной и конкурентоспособной рекреационной системы, которая обеспечивала бы широкие возможности для удовлетворения потребностей граждан в разнообразных рекреационных услугах, формировании маркетинговой стратегии продвижения рекреационного продукта на внутреннем и международном рынках, формирования современной нормативно-правовой базы, укрепления и развития межотраслевой и межрегиональной координации для повышения эффективности отечественной рекреационной системы, повышение качества обслуживания в сфере рекреации. Реализация этой цели даст возможность для ЮБК получить европейский сертификат качества «Голубой флаг». Преимущества для стран, которые получили международный сертификат качества в том, что туристические операторы на своих сайтах и в брошюрах охотно размещают туры в эти страны, привлекая на 25–30 % больше иностранных туристов.

Международная организация «Федерация экологического просвещения» (FEE) [1], которая действует на территории Европы с 1985 года, а по всему миру с 2001 года, предоставляет сертификаты качества пляжей и бухт «Голубой флаг» [2]. Основными направлениями работы данной организации является экологический менеджмент, включающий предотвращение попадания сточных вод в море, оценку качества морской воды, утилизацию отходов, прибрежное планирование, охрану прибрежных территорий, в свою очередь, каждое из направлений включает ряд составляющих компонент. Требования сертификата для пляжей «Голубой флаг» (ГФ) базируются на критериях качества морской воды и предотвращения попадания сточных вод в море. Для получения сертификата качества пляжей ГФ необходимо удовлетворить требования организации FEE. Достаточно актуальной является разработка системы мониторинга состояния окружающей среды ЮБК, ее прибрежной территории. Такая система должна базироваться на моделе требований к сертификации пляжей с учетом особенностей системы показателей качества воды для купания.

Целью данной работы является разработка системы показателей качества воды для купания и состояния пляжей для Южного берега АР Крым, которые отвечают требованиям получения сертификата ГФ. Перечисленные показатели международной организации по сертификации адаптируются к проблемам окружающей среды с учетом приоритетов ЮБК. На базе построенной системы показателей разрабатывается система мониторинга окружающей среды, которая бы давала информацию о текущем состоянии ЮБК, указывала бы, на каком этапе в данный момент находится АР Крым в достижении требований сертификации пляжей ГФ, и помогала в выделении основных направлений дальнейшей работы над улучшением экологических условий [3].

Предлагается математическая модель по формализации требований к состоянию пляжей

для участия в программе «Голубой флаг». Для оценки текущего состояния окружающей среды прибрежной зоны АР Крым вводится общий интегральный показатель S, который формируется в следующем виде:

$$S = S(WQ, EEI, EM, SS) = a_0 \cdot WQ + a_1 \cdot EEI + a_2 \cdot EM + a_3 \cdot SS + \delta(S), \quad (1)$$

где WQ – качество воды, EEI – экологическое образование и информация, EM – экологический менеджмент, SS – безопасность и услуги, a_i, $i \in \overline{0, N}$, $N = 3$ – весовые коэффициенты, $\delta(S)$ – погрешность. Показатель S состоит из показателей групп требований с соответствующими коэффициентами, определение значения которых является целью данной модели. Показатели WQ, EEI, EM, SS можно считать интегральными показателями, которые являются взвешенными суммами конкретных требований, входящих в их группы, и имеют следующий вид:

$$WQ(\bar{x}) = WQ(x_0, x_1, x_2, x_3, x_4) = b_0x_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4, \quad (2)$$

где b_i – весовые коэффициенты; x_i – значения показателей для указанных требований.

$$EEI(\bar{y}) = EEI(y_0, y_1, y_2, y_3, y_4) = c_1y_1 + c_2y_2 + c_3y_3 + c_4y_4 + c_5y_5, \quad (3)$$

где c_i – весовые коэффициенты; y_i – значения показателей для соответствующих требований.

$$\begin{aligned} EM(\bar{z}) &= EM(z_0, z_1, z_2, z_3, z_4, z_5, z_6, z_7, z_8) = \\ &= d_0z_0 + d_1z_1 + d_2z_2 + d_3z_3 + d_4z_4 + d_5z_5 + d_6z_6 + d_7z_7 + d_8z_8, \end{aligned} \quad (4)$$

где d_i – весовые коэффициенты; z_i – значения показателей для соответствующих требований.

$$SS(t) = SS(t_0, t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6) = e_0t_0 + e_1t_1 + e_2t_2 + e_3t_3 + e_4t_4 + e_5t_5 + e_6t_6, \quad (5)$$

где e_i – весовые коэффициенты; t_i – соответственно значения показателей для указанных требований.

Для получения значений показателей в уравнениях (2)–(5) и их составляющих применяются методы анализа главных компонент и ступенчатой регрессии, как это было сделано при расчете показателя ESI 2005 Йельского университета [4, 5], а также методы качественного анализа [6].

На основе разработанного интегрального показателя (1), в соответствии требованиям получения сертификата и системы показателей качества воды для купания, была спроектирована система мониторинга окружающей среды ЮБК. Здесь под мониторингом понимается отслеживание изменения индикаторов во времени для одной и той же территории. Сопоставляя показатели, полученные через определенные промежутки времени, можно оценить эффективность работы по благоустройству пляжей и улучшения состояния воды для купания. Система мониторинга в графической форме может отображать состояние отдельных пляжей на пути достижения стандартов сертификации «Голубой флаг».

На основе полученных данных система позволяет определить вектор работ, оптимальную стратегию дальнейшего совершенствования санитарных и туристических условий побережья АР Крым. Результатом проведенной работы является формализация требований для получения сертификата «Голубой флаг», разработка общего интегрального показателя соответствия требованиям получения сертификата и формализация разработки системы показателей для оценки качества воды для купания на ЮБК.

Литература. **1.** http://www.fee-international.org/en. **2.** www.blueflag.org. **3.** Згуровский М.З., Гвишиани А.Д. Глобальное моделирование процессов устойчивого развития в контексте качества и безопасности жизни людей // «Политехника», К.: 2008. – 331 с. **4.** 2005 Environmental Sustainability Index. Main Report. – Yale Center for Environmental Law and policy, USA, 2005. – 63 p. **5.** 2005 Environmental Sustainability Index. Appendix A. Methodology. – Yale Center for Environmental Law and policy, USA, 2005. – 54 p. **6.** Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения. – Киев: Изд-во Наук.думка – 2011. – 728 с.

Панкратова Н.Д.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

К решению многокритериальных оптимизационных задач синтеза иерархических структур СТС

Синтез иерархических структур сложных технических систем (СТС) математически приводит к векторным нелинейным оптимизационным задачам, которые также называют многокритериальными. Принципиальное отличие этих задач от классических однокритериальных экстремальных состоит в невозможности точной оптимизации векторного функционала в принятом в математическом программировании смысле, т.е. нельзя в общем случае найти такое значение аргумента, при котором каждый компонент векторного критерия имел бы оптимальное значение. Поэтому известные методы решения классических экстремальных задач непосредственно не обобщаются на задачи векторной оптимизации, что влечет существенные вычислительные трудности при решении прикладных междисциплинарных проблем.

Вместе с тем роль и значение задач векторной оптимизации в решении различных проблем прикладного характера непрерывно возрастает [1]. Поэтому в последние годы предпринимаются различные попытки преодоления математических трудностей, путем сведения векторной задачи к однокритериальной, на основе различных принципов свертывания векторного критерия в один скалярный, или к последовательности однокритериальных задач на основе иерархической упорядоченности критериев по важности. Однако эти подходы в своей основе предполагают предварительное проведение неформальной процедуры: при свертывании критериев необходим предварительный выбор веса каждого компонента (каждого частного критерия), а также упорядочение критериев по важности. Результаты данных процедур существенно зависят от ЛПР, что вносит отпечаток субъективизма и может привести к существенным ошибкам в условиях неопределенности. Кроме того, эти подходы не обеспечивают единственности решения задачи, поскольку свертывание критериев позволяет найти в общем случае лишь область оптимума по Парето, а иерархическая упорядоченность часто приводит к такому множеству решений по первому критерию, при котором практически не имеет смысла оптимизировать остальные критерии.

Следует также отметить одну важную особенность, характерную как для векторных, так и для скалярных нелинейных задач – много-экстремальность. Практическая значимость этой особенности заключается в том, что в решении многих прикладных проблем недостаточно отыскания некоторого локального решения, ибо, с одной стороны, глобальное решение может быть существенно эффективнее локального (на 35% и более) а, с другой стороны, в ряде приложений искомые величины определяются только глобальным решением (например, при использовании принципа наилучшего гарантированного результата). Данное обстоятельство определяет широкий интерес специалистов к решению многоэкстремальных задач оптимизации. Вместе с тем ряд важнейших вопросов, в частности, вопрос локализации экстремумов, далеки от разрешения. Указанные факторы определяют необходимость и актуальность исследования многокритериальных нелинейных оптимизационных задач и разработки практически приемлемых методов их решения.

Для решения оптимизационных задач системного синтеза СТС предлагается метод обобщенной последовательной линеаризации (МОПЛ), позволяющий решать многокритериальные нелинейные оптимизационные задачи синтеза иерархической структуры СТС без свертывания векторного критерии.

Математически решается задача приближения для несовместной системы нелинейных уравнений

$$f(x) - b = 0, \tag{1}$$

где

$$\begin{gathered} f(x) = \{f_i(x) | i \in I\}, b = \{b_i | i \in I\}, \\ x = \{x_j(x) | j \in J\}, I = \{i | i = \overline{1, m}, m < \infty\}. \end{gathered} \tag{2}$$

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Задача заключается в нахождении вектора

$$x^0 = \arg abc \min\{\Delta(x)|x \in D\} \tag{3}$$

и величины минимальной невязки

$$\Delta^0 = \Delta(x^0), \tag{4}$$

принимаемой за меру чебышевского

$$\Delta = \Delta_c(x) = \max_{i \in I} |f_i(x) - b_i|, \tag{5}$$

или среднестепенного ($p \geqslant 2$) приближения

$$\Delta = \Delta_L(x) = \frac{1}{||D||}\{\sum_{i \in I} \int_D (f_i(x) - b_i)^p dx\}^{\frac{1}{p}}.$$

Здесь минимизация невязки глобальная

$$x^0 = \arg \min_{k \in K^0} \{\Delta({}^k x^0)|{}^k x^0 \in S_\epsilon({}^k x^0)\},$$

где $S_\epsilon({}^k x^0)$ определяется соотношением

$$S_\epsilon^k = \{x||x -^k x^0| \leqslant \epsilon, F({}^k x^*) < F(x)\},$$

в котором $F(x) = \Delta_c(x)$ или $F(x) = \Delta_L(x)$.

Идея МОПЛ состоит в замене исходной задачи приближения (3)–(5) для системы (1) последовательностью следующих более простых задач:

1. Чебышевская задача приближения заданного множества f, определяемого (2), с соответствующим множеством Φ_f

$$\Phi_f \stackrel{\text{df}}{=} \{\Phi_i(x)|\forall i \in I \text{sign}\Phi_i(x) = \text{sign} f_i(x)\},$$

при условии, что невязка в D

$$\Delta_1 = \rho_f = \rho(f, \phi_f) \stackrel{\text{df}}{=} \max_{i \in I} \rho_i,$$

достигает минимума при Φ_f^0 в классе H_Σ^v.

2. Чебышевская задача приближения несовместной системы линейных уравнений

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} Y_j - b_i = 0, i \in I, j \in J \tag{6}$$

при условии, что величина невязки

$$\Delta_2 = \max_{i \in I} |\sum_{j=1}^n a_{ij} Y_j - b_i|,$$

принимаемая за меру приближения была минимально возможной в D_Y

$$\Delta_2 = \Delta_2^0 = \min_{Y \in D_Y} \Delta_2. \tag{7}$$

3. Задача определения компонент искомых векторов x как корней n независимых уравнений

$$\Psi_j(x_j) - Y_j^* = 0 \tag{8}$$

Здесь система (6) следует из (1) при замене f множеством Φ_f и переходе к новым переменным $Y_j = \Psi_j(x_j)$. Решением системы (6) является значение $Y^* = \{Y_j^*; j \in J\}$, обеспечивающее выполнение (7).

Применение данной математической формулировки открывает новые возможности в решении такого актуального вопроса как отыскания способов объединения и согласования отдельных задач, из которых складывается здание структуры СТС в целом.

Литература. **1.** Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения. – Киев: Изд-во Наук.думка – 2011. – 728 с. **2.** Панкратова Н.Д. Системная оптимизация конструктивных элементов современной техники //Кибернетика и системный анализ, 2001, 3. С.119–131.

Парнюк А.Н.[1]***, Супруненко О.А.***[2]
[1] *Институт проблем моделирования в энергетике им. Г. Е. Пухова НАНУ, Киев, Украина;*
[2] *Черкасский национальный университет им. Б. Хмельницкого, Черкассы, Украина*

Проблемы практического применения методов и средств верификации при разработке программных проектов

С каждым годом потребность в создании нового программного обеспечения неуклонно возрастает и, в то же время, увеличивается и сложность разрабатываемых систем. Это связано с массовым использованием многоядерных процессоров. Для эффективного использования аппаратного обеспечения необходимо параллельное программирование, которое, с одной стороны, позволяет решать множество задач, недоступных при традиционном подходе, а с другой стороны, приводит к появлению специфических проблем, связанных как с проектированием и разработкой, так и с последующей отладкой и тестированием подобных приложений. Таким образом, в значительной степени увеличивается сложность программ, даже когда функционирование каждого из параллельно взаимодействующих компонентов системы является абсолютно понятным, трудно представить работу всей параллельной системы, процессы в которой являются взаимосвязанными и могут в различных сеансах функционировать поразному. К сожалению, существующие технологии программирования не всегда способны гарантировать разработку подобных программ с требуемым качеством.

Качество и надёжность программного обеспечения являются достаточно серьёзной проблемой современного «технологического мира». К сожалению, в разрабатываемых программах избежать ошибок практически невозможно, очень часто даже уже готовые работающие приложения могут содержать дефекты [1], обусловленные скрытыми ошибками, характерными для параллельных и распределённых систем.

Одним из методов проверки правильности сложных систем является проверка на модели. В отличие от тестирования, которое включают в себя ввод определенных исходных данных и наблюдение за соответствующими выходными результатами непосредственно в готовом продукте, верификация является формальным доказательством того, что некоторые требования в программе выполняются, и может проводиться на ранних стадиях разработки, когда стоимость исправления ошибок минимальна. Метод верификации моделей или проверки на моделях применяется для верификации систем с конечным числом состояний. Одно из преимуществ, связанных с указанным ограничением, заключается в том, что проверка может быть осуществлена полностью автоматически [2]. Эффективность данного подхода неоднократно была продемонстрирована при проверке достаточно сложных промышленных систем [1].

В чём же состоит основная проблема внедрения так хорошо зарекомендовавших себя техник в реальные программные проекты? Невзирая на то, что зачастую разработчики признают необходимость, и даже неизбежность, тестирования программ, методы и средства верификации используют единицы, причем речь идёт не о разработке критичных приложений, требующих дополнительных доказательств надёжности, а об обычных среднестатистических программных проектах. Причина в классической пропасти между исследователями, не без оснований настаивающими на обязательном применении данных методов, и разработчиками, со скепсисом относящимися к верификации. В большинстве случаев разработчики полагают, что задача либо недостаточно сложна, чтобы требовать какого-либо доказательства, либо напротив слишком сложна, чтобы доказательство можно было реализовать в разумное время. К тому же в реальных проектах зачастую нет специалистов, способных, или хотя бы желающих, заставить работать подобные методы верификаций, и это несмотря на множество специализированных средств, не требующих большого набора знаний и навыков для работы с ними.

Вторая сложность состоит в том, что формально можно доказать только то, что формализовано, поэтому для проведения подобных проверок и модель программы, и требования должны быть адекватно формализованы [1]. В данном случае проблема состоит в том, что методы Model Checking работают не с текстом программы, а с формальной моделью, которая по нему

построена. Поэтому создаётся впечатление выполнения «двойной работы»: необходимо не только написание программы, но и построение её модели. Следующий недостаток состоит в том, что существует вероятность несоответствия модели и реальной программы, более того, построение формальной модели реальной программы само по себе достаточно непростая задача, порой даже сложнее, чем программирование. К тому же существуют моменты, которые достаточно легко закодировать, но крайне сложно описать на математическом языке.

Также велика цена возникновения ошибки при построении спецификаций, что порождает несоответствие спецификации реальным требованиям, особенно при описании некоторых неформальных требований. Метод Model Checking может быть очень успешно использован именно на стадии формализации требований для проверки их непротиворечивости и полноты.

Несмотря на вышеизложенные трудности в современной практике разработки программных продуктов все чаще используется прототипирование [3, 4], причем в основном применяются эволюционные прототипы, которые позволяют эффективно выявлять пользовательские требования к программному продукту, устранять противоречия между ними, проводить проектирование и последующую разработку программного продукта, обеспечивая прямую связь модели и программы. В данных проектах применение методов и средств Model Checing может привести к существенному повышению качества проектных решений.

Для реализации автоматизированных инструментов разработки программ на основе эволюционных прототипов нужен графоаналитический аппарат, который позволяет отобразить разрабатываемую программную систему, руководствуясь принципом структурного подобия, и проводить динамический анализ проектных решений, автоматизировать процесс верификации модели, обеспечить механизмы преобразования графоаналитического описания в программный код. Один из вариантов решения этой задачи может быть построен на основе аппарата сетей Петри, которые предназначены для моделирования асинхронных параллельных процессов и имеют набор свойств, позволяющих отслеживать основные критические ситуации в логике построения модели [5], однозначно описываются математически. Управляющая модификация сетей Петри позволяет отобразить алгоритмические конструкции, характерные для параллельных программ, свойства цветных сетей Петри предоставляют инструмент для анализа и контроля потоков данных в программе, временные сети Петри могут использоваться для раннего нагрузочного тестирования модулей, реализующих задачи теории массового обслуживания.

Применение формальных методов на разных этапах проектирования может значительно повысить качество и надёжность программной системы, так как даже попытка просто формализовать систему позволяет найти противоречия или несоответствия в требованиях, выделить компоненты без чёткой спецификации, выявить другие важные несогласованности на ранних стадиях проектирования. Хотя в современных проектах методы Model Checking применяются нечасто, перспектива развития программных средств разработки проектов на их основе очень велика.

Литература. **1.** Карпов Ю.Г. Model Checking. Верификация параллельных и распределённых программных систем. [Текст] / Ю.Г. Карпов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 560 с. **2.** Кларк Э.М. Верификация моделей программ: Model Checking [Текст] / Э.М. Кларк, О. Грамберг, Д. Пелед; пер. с англ.; под ред. Р. Смелянского. – М.: МЦНМО, 2002. – 416 с. **3.** Мацяшек Л.А. Анализ и проектирование информационных систем с помощью UML 2.0 [Текст], 3-е изд.: Пер. с англ. / Л.А.Мацяшек. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2008. – 816 с. **4.** Вендров А.М. Современные технологии создания программного обеспечения. Обзор. [Электронный документ]. / Jet Info Online. – 2004. – № 4. / Режим доступа: http://citforum.ru/programming/application/program/index.shtml Проверено: 24.02.2012. **5.** Кузьмук В.В. Класифікація мереж Петрі та приклади їх застосування для розв‘язання прикладних задач. [Текст] /В.В. Кузьмук, А.М. Парнюк, О.О. Супруненко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 2/9 (50). – С. 40-43.

Пигнастый О.М.
Национальный технический университет "ХПИ", Харьков, Украина

Статистическая модель управления технологическим процессом

Рассмотрено статистическое описание технологического процесса производственно-технической системы. Используя предметно-технологическую модель взаимодействия предметов труда с производственным оборудованием и между собой, записано кинетическое уравнение для функции распределения предметов труда по состояниям. Описан ряд общих закономерностей динамики макропараметров технологического процесса. Рассмотрена статистическая двухуровневая модель управления технологическим процессом.

В докладе сформулированы теоретические основы построения статистической модели управления [1,2] технологическим процессом [3,4]. В соответствии с концепцией статистического моделирования состояние макропараметров технологического процесса определяется состоянием микропараметров большого количества предметов труда [5], распределенных в межоперационных заделах по технологическому маршруту. Продемонстрировано, что при достаточно большом количестве предметов труда, находящихся в межоперационных заделах, появляются особого типа закономерности, характеризующие состояние макропараметров технологического процесса. Характер этих закономерностей не зависит от поведения микропараметров, определяющих состояние отдельного предмета труда.

Для описания поведения предмета труда введено фазовое технологическое пространство [2]. Точка в фазовом технологическом пространстве определяет состояние предмета труда в заданный момент времени. В результате технологической обработки при переходе от одной технологической операции к другой свойства, характеризующие состояние предмета труда, меняются непрерывно [3,5,6]. При этом каждый предмет труда в течении производственного цикла [3,4] описывает траекторию в фазовом технологическом пространстве. Фазовая траектория является совокупностью точек, каждая из которых определяет состояние предмета труда в определенный момент времени в соответствии с заданной технологией производства. Технология производства продукции определена для рассматриваемой партии предметов труда. Предметы труда являются объектами большой динамической производственно-технической системы. Если в любой момент времени известно состояние каждого предмета труда, то разумно предполагать, что известны характеристики системы в целом, а следовательно, и параметры состояния технологического процесса (межоперационные заделы, такт движения предметов труда). Будем полагать, что предметы труда, как объекты динамической производственно-технической системы, являются идентичными [2]. Это означает, что движение каждого предмета труда в фазовом технологическом простанстве описывается совершенно одинаковыми динамическими уравнениями (соответствующими одной и той же технологии производства) с различными начальными условиями [2, с.12-14]. Однако, решить систему, состоящую из большого количества динамических нелинейных уравнений, описывающих состояния предметов труда, практически невозможно. Вместо того, чтобы следить за состоянием каждого предмета труда, в соответствии с концепцией статистического описания динамических систем, введем в рассмотрение функцию распределения объектов динамической системы по состояниям [2,7]. Функция распределения предметов труда по состояниям определена таким образом, что произведение функции распределения на элемент объема фазового технологического пространства в окрестности заданных фазовых координат дает количество предметов труда, заключенных в указанном элементе объема фазового технологического пространства [5,8,9]. Полагаем, что элемент объема фазового технологического пространства имеет конечные размеры, достаточно большие для того, чтобы содержать требуемое для статистического усреднения по указанному элементу объема количество предметов труда, и в то же время достаточно малые по сравнению с макроскопическими размерами объема фазового пространства,

Исследование выполнено в рамках гранта №14-07 Фонда Фунтаментальных Исследований Харьковского Национального Университета им.В.Н.Каразина, 2007г.

содержащего фазовые траектории предметов труда [2,7,10]. Действительно, в соответствие с ГОСТ 3.1109.82 [3,4] технологический процесс представляет собой последовательность технологических операций. Каждая технологическая операция может быть представлена несколькими технологическими (основными или вспомогательными) переходами, состоящими из множества рабочих и вспомогательных ходов. Также известно, что при серийном и массовом типе производства в технологическом процессе находятся от нескольких сотен до десятков тысяч предметов труда. Такое технологическое деление процесса изготовления продукта, начиная от заготовки и заканчивая готовым изделием, позволяет разбить фазовое технологическое пространство на большое количество элементарных объемов, содержащих внутри себя достаточное количество предметов труда. Функция распределения предметов труда по состояниям может быть определена из кинетического уравнения, которое определяет эволюцию функции распределения предметов труда по состояниям [1,2,7,8]. Кинетическое уравнение технологического процесса осуществляет связь микроуровня (предметно-технологическое представление) и макроуровня (потоковое представление) описания технологического процесса [2,5]. Макроскопические характеристики технологического процесса представлены моментами функции распределения предметов труда по состояниям, определены через модельные представления о стохастическом характере воздействия технологического оборудования на предмет труда и коллективном взаимодействии предметов труда между собой [5,6,10]. Статистическое распределение находящихся в технологическом процессе предметов труда по микросостояниям найдено без решения динамической системы уравнений. Это позволило рассмотреть задачи управления технологическим процессом, в которых малая устойчивость исходных данных усложняет использование метода имитационного моделирования технологических явлений. Исследована устойчивость макропараметров технологического процесса. Получены условия, обеспечивающие асимптотическую устойчивость динамического поведения макропараметров технологического процесса. Записаны критерии подобия, использование которых позволило определить общие закономерности поведения параметров различных технологических процессов. Определены достаточные условия разрешимости задачи об оперативном управлении макропараметрами технологического процесса. Установлены условия, при которых задача об оптимальном управлении макропараметрами имеет единственное решение.

Литература. **1.** Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. Лит., 1983. 392 с., **2.** Красовский А.А. Фазовое пространство и статистическая теория динамических систем. - М.: Наука,1974. -232 с., **3.** Бабук В.В., Шкред В.А., Кривко Г.П., Медведев В.И. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении. – Мн.: Выш.шк, 1987. - 255 с., **4.** ГОСТ 3.1109.82 Технологический процесс. Термины и определения основных понятий. – М.: Госстандарт России, 2003. – 15 с., http://www.OpenGost.ru, **5.** Петров Б.Н., Уланов Г.М., Гольденблат И.И., Ульянов С.В. Теории моделей в процессах управления. М.: Наука, 1978. - 224с., **6.** Тихонов А.Н., Кальнер В.Д. Гласко В.Б. Математическое моделирование технологических процессов и метод обратных задач в машиностроении. М.: Машиностроение, 1990. – 264с., **7.** Астапов Ю.М., Медведев В.С. Статистическая теория систем автоматического регулирования и управления – М.: Наука, 1982. - 304 с., **8.** Власов В.А., Тихомиров И.А., Локтев И.И. Моделирование технологических процессов изготовления промышленной продукции. – Изд. Томского политехнического университета, 2006. – 300 с., **9.** Казаков И. Е. Статистическая теория систем управления в пространстве состояний. М.: Наука, 1975. 432 с., **10.** Пигнастый О.М. Статистическая теория производственных систем. – Х.: Изд. ХНУ им.Каразина, 2007. – 388 с.

Пинчук В.П., Кривцун Е.В.
Запорожский национальный технический университет, Запорожье, Украина

Численное исследование λ-однородных графов

При решении задач структурной оптимизации топологии сложных (по числу элементов и связей) систем (СС) во многих случаях требуется, чтобы топологический граф (ТГ) такой системы обеспечивал достаточно высокую ее однородность [1]. Для оценивания степени однородности ТГ обычно используются такие характеристики, как регулярность, обхват, плотность, порядок, число орбит группы автоморфизмов. При оптимальных значениях указанных параметров и заданном числе вершин ТГ СС должен иметь минимальное число ребер и удовлетворять определенным условиям надежности и живучести. Для дополнительного оценивания однородности СС авторами вводится понятие λ-однородного графа. Принадлежность ТГ к такому классу графов может быть важным фактором обеспечения более высоких технико-экономических параметров проектируемой СС.

Будем рассматривать связные неориентированные графы без петель и кратных ребер. Пусть g есть такого рода граф, используемый как ТГ некоторой системы. Считаем, что взаимодействие элементов системы описывается в терминах потоков, которыми они обмениваются. Правило маршрутизации выберем следующим образом: а) обмен потоком между абонентами пары осуществляется по кратчайшему пути; б) если для некоторой пары абонентов существует несколько кратчайших путей, передаваемый поток равномерно делится между ними.

Следуя [2], рассмотрим функцию реберной характеризации графа $\lambda(x)$. Областью определения ее является множество ребер графа, областью значений – множество рациональных чисел. Значение функции определяется по следующему правилу:

$$\lambda(x) = \sum_{\substack{i,k\in[l,n]\\ i>k}} \sum_{\mu_{ik}\in R_{ik}} \frac{P_{ik}(x)}{K_{ik}}, \tag{1}$$

где i,k - номера вершин графа, n - количество вершин, K_{ik} – число кратчайших маршрутов для пары вершин v_i, v_k , $P_{ik}(x)$ - функция-предикат, определяемая следующим образом:

$$P_{ik}(x) = \begin{cases} 1, & \text{если } x \in \mu(v_i, v_k), \\ 0, & \text{если нет}, \end{cases}$$

$\mu(v_i, v_k)$ - множество ребер, которые составляют кратчайший маршрут из вершины v_i в вершину v_k , R_{ik} - множество кратчайших маршрутов для вершин v_i, v_k.

λ–однородным будем называть граф, для которого функция $\lambda(x)$ является константой. λ–однородность ТГ определяет “врожденную” способность СС к равномерному распределению ее активности по межэлементным связям. Это свойство графа может учитываться при решении проблем синтеза ТГ однородных СС. Для этого автором был предложен формализм, который позволяет конструировать сложные топологии путем записи специальных “графовых” выражений [3, 4]. Это дает возможность строить графы любой сложности, которые имеют заданные либо достаточно хорошо предсказуемые свойства, на основе выбора оптимальных базовых элементов–графов. Одним из критериев выбора базовых графов может быть принадлежность их к λ–однородным.

Для исследований использовались полные наборы связных непомеченных графов с числом вершин $n \leqslant 11$, полные наборы связных регулярных графов с числом вершин $n \leqslant 22$ и наборы специальных графов некоторых видов. Для получения полных наборов графов использовались метод отсеивания и групповой метод [5].

Основными результатами выполненных исследований являются следующие.

- Следующие виды графов принадлежат к классу λ–однородных:
  - полные графы K_n;
  - графы типа “звезда”;
  - графы типа “кольцо” и дополнения к ним;

  - графы типа “правильный многогранник”;
  - полные двудольные графы $K_{n,m}$;
  - графы типа K_{sxn} – полные s–дольные графы с равномощными долями (белые графы).
- Рассмотрим граф вида g^s , где возведение в степень выполняется с применением операции структурного умножения [3]. Достаточным условием принадлежности графа g^s к λ-однородным является принадлежность к λ–однородным базового графа g. Отсюда, в частности, следует, что к λ–однородным относятся:
  - графы типа “булев гиперкуб”. Действительно, s–мерный гиперкуб представляет собой граф g^s, где g представляет собой граф типа “гантель”, который является частным случаем графа типа “звезда”;
  - графы типа “многомерный тор”.
- Все изученные λ–однородные графы не содержат мостов и все графы, кроме графов типа “звезда”, не имеют точек сочленения.
- За исключением единственного графа – графа Петерсена, все изученные λ–однородные графы являются гамильтоновыми.
- Транзитивность реберной группы автоморфизмов графа не является необходимым условием его λ–однородности.
- λ–однородные графы встречаются редко. Например, доля λ–однородных среди всех связных 11–вершинных графов составляет $6.87 \cdot 10^{-9}$. С увеличением числа вершин графа n вероятность встретить λ–однородный граф $w(n)$ быстро убывает. Путем изучения полных наборов непомеченных графов установлено, что для интервала $n = 5 \ldots 11$ зависимость $w(n)$ описывается следующей функцией:

$$w(n) = e^{-an^3}$$

  где параметр a равен 0.0138.

Для проектирования систем с однородными или регулярными топологиями наибольший интерес представляют регулярные или почти регулярные λ–однородные графы. Под почти регулярным графом понимается граф, степени вершин которого различаются не более чем на 1.

О важности учета свойства ТГ “быть λ–однородным” говорит следующий факт: даже близкие по структуре регулярные графы, основные параметры которых совпадают, могут, тем не менее, существенно отличаться по способности равномерного распределения сетевого трафика СС по каналам связи, которая оценивается функцией $\lambda(x)$. В связи с этим, интересно отметить также, что одним из самых мощных и перспективных суперкомпьютеров на данный момент является созданный недавно компьютер Fujitsu K с проектной производительностью свыше 23 петафлопс. ТГ этого компьютера представляет собой λ–однородный граф вида g^s (многомерный тор), где $g = \text{o_graph}(10)$, $s = 5$.

Приведенные численные исследования выполнены с использованием разработанной авторами библиотеки программных компонентов Algraph/C++.

Литература. **1.** Алгоритмы и программы решения задач на графах и сетях / В.Н. Нечипуренко [и др.]. Новосибирск, 1990. - 515 с. **2.** Пинчук, В.П. Алгоритмы маршрутизации и способ структурной параметризации ребер графа / В.П. Пинчук // Искусственный интеллект (Ин-т проблем искусств. интеллекта НАН Украины), ІПШІ “Наука і освіта”. - 2005. - № 4. -С. 268-275. **3.** Пинчук, В.П. Структурированные графы и построение топологии сложных вычислительных сетей / В.П. Пинчук // Искусственный интеллект (Ин-т проблем искусств. интеллекта НАН Украины, Донецк). – 2003. – № 4. – С. 40-48. **4.** Пинчук, В.П. Базовые графы для построения топологии многопроцессорных систем.- Искусственный интеллект (Ин-т проблем искусств. интеллекта НАН Украины), ІПШІ “Наука і освіта”. – 2004. – № 4. – С.46-58. **5.** Brendan, D. McKay. Isomorph-free exhaustive generation / Brendan D.McKay // J. Algorithms. – 1998. – № 26. – С. 306-324.

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

Альтернативное доказательство теоремы Хомского-Шютценберже

В данной работе предлагается оригинальное доказательство теоремы Хомского-Шютценберже про изображение произвольного контекстно-свободного формального языка, как гомоморфного образа пересечения некоторого регулярного языка с языком Дика. Эта теорема важна в первую очередь для понимания связи структуры контекстно-свободного языка и языка Дика. Представленное доказательство теоремы конструктивно, т.е. позволяет для данного контекстно-свободного языка построить соответствующий ему язык Дика. Оригинальность работы заключается в том, что доказательство демонстрирует схожесть структур этих языков через распознающие их автоматы, а не через КС-грамматики. Предлагаемая идея принципиально отличается от известного доказательства, опубликованного в [1], что существенно сократило объем выкладок.

Теорема (Хомского-Шютценберже [3])**.** Для каждого контекстно-свободного языка L над конечным алфавитом T существуют: конечный алфавит T_1, гомоморфизм $f : T_1^* \to T^*$, регулярный язык $L_0 \subset T_1^*$ и язык Дика $D \subset T_1^*$, такие, что:

$$L = f(L_0 \cap D).$$

Доказательство. Для каждого контекстно-свободного языка L можно построить расспознающий его стековый автомат $M = \langle Q, T, \Gamma, \Delta, I, F\rangle$, такой, что $I = \{q_0\}, F = \{q_1\}$ и:

$$(\langle\langle p, x, \beta\rangle, \langle q, \gamma\rangle\rangle \in \Delta) \Rightarrow (|x| \leqslant 1,\ |\beta| + |\gamma| = 1).$$

Рассмотрим стековый автомат $M_1 = \langle Q, T_1, \Gamma, \Delta_1, I, F\rangle$, где:

$$T_1 = \{a_{pxq}, b_{pxq} \mid p, q \in Q, x \in T \cup \{\varepsilon\}\},$$

а Δ_1 задается следующим образом:

$$\langle\langle p, a_{pxq}, \varepsilon\rangle, \langle q, c\rangle\rangle \in \Delta_1 \Leftrightarrow \langle\langle p, x, \varepsilon\rangle, \langle q, c\rangle\rangle \in \Delta,$$
$$\langle\langle p, b_{pxq}, c\rangle, \langle q, \varepsilon\rangle\rangle \in \Delta_1 \Leftrightarrow \langle\langle p, x, c\rangle, \langle q, \varepsilon\rangle\rangle \in \Delta$$

Пусть L' — язык, принимаемый автоматом M_1. Заметим, что L можно получить из L' при помощи гомоморфизма f:

$$f(a_{pxq}) = x, \quad f(b_{pxq}) = x.$$

Представим L', как пересечение $L' = L_0 \cap D$. Язык L_0 принимается конечным автоматом $M_2 = \langle Q, T_1, \Delta_2, I, F\rangle$, таким, что:

$$\langle p, t, q\rangle \in \Delta_2 \Leftrightarrow (\exists\ \alpha, \beta \in \Gamma : \langle\langle p, t, \alpha\rangle, \langle q, \beta\rangle\rangle \in \Delta_1).$$

D — язык Дика с грамматикой $S \to a_{pxq} S b_{rys} S \mid \varepsilon$, если $\exists\ c \in \Gamma$:

$$\langle\langle p, a_{pxq}, \varepsilon\rangle, \langle q, c\rangle\rangle \in \Delta_1,$$
$$\langle\langle r, b_{rys}, c\rangle, \langle s, \varepsilon\rangle\rangle \in \Delta_1.$$

Язык D распознается стековым автоматом $M_3 = \langle\{q_0\}, T_1, \Gamma, \Delta_3, \{q_0\}, \{q_0\}\rangle$ с переходами:

$$\langle\langle q_0, t, \alpha\rangle, \langle q_0, \beta\rangle\rangle \in \Delta_3 \Leftrightarrow (\exists\ p, q \in Q : \langle\langle p, t, \alpha\rangle, \langle q, \beta\rangle\rangle \in \Delta_1).$$

Для подтверждения равенства $L' = L_0 \cap D$ докажем следующее утверждение:

$$\langle q_0, wv, \varepsilon\rangle \underset{M_1}{\vdash^*} \langle q, v, \gamma\rangle \Leftrightarrow (\langle q_0, wv\rangle \underset{M_2}{\vdash^*} \langle q, v\rangle \wedge \langle q_0, wv, \varepsilon\rangle \underset{M_3}{\vdash^*} \langle q_0, v, \gamma\rangle).$$

Используем метод мат. индукции по длине слова w.

База индукции: $|w| = 0$. В машинах $M_1,\ M_2,\ M_3$ отсутствуют ε-переходы. Поэтому:

$$\langle q_0, v, \varepsilon\rangle \underset{M_1}{\vdash^*} \langle q, v, \gamma\rangle \Leftrightarrow (q_0 = q,\ \varepsilon = \gamma),$$

$$(\langle q_0, v\rangle \underset{M_2}{\vdash^*} \langle q, v\rangle \wedge \langle q_0, v, \varepsilon\rangle \underset{M_3}{\vdash^*} \langle q_0, v, \gamma\rangle) \Leftrightarrow (q_0 = q,\ \varepsilon = \gamma),$$

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

и тогда $\langle q_0, v, \varepsilon\rangle \underset{M_1}{\vdash^*} \langle q, v, \gamma\rangle \Leftrightarrow (\langle q_0, v\rangle \underset{M_2}{\vdash^*} \langle q, v\rangle \wedge \langle q_0, v, \varepsilon\rangle \underset{M_3}{\vdash^*} \langle q_0, v, \gamma\rangle)$ выполняется. Пусть для $|w| = n$ выполнено. Проверим для $|\tilde{w}| = n+1$. Рассмотрим случай $\tilde{w} = wa_{pxq}$:

$$\langle q_0, wa_{pxq}v, \varepsilon\rangle \underset{M_1}{\vdash^*} \langle q, v, c\gamma\rangle \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow (\langle q_0, wa_{pxq}v, \varepsilon\rangle \underset{M_1}{\vdash^*} \langle p, a_{pxq}v, \gamma\rangle \wedge \langle\langle p, a_{pxq}, \varepsilon\rangle, \langle q, c\rangle\rangle \in \Delta_1) \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow (\langle q_0, wa_{pxq}v\rangle \underset{M_2}{\vdash^*} \langle p, a_{pxq}v\rangle \wedge \langle q_0, wa_{pxq}v, \varepsilon\rangle \underset{M_3}{\vdash^*} \langle q_0, a_{pxq}v, \gamma\rangle \wedge$$
$$\wedge \langle p, a_{pxq}, q\rangle \in \Delta_2 \wedge \langle\langle q_0, a_{pxq}, \varepsilon\rangle, \langle q_0, c\rangle\rangle \in \Delta_3) \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow (\langle q_0, wa_{pxq}v\rangle \underset{M_2}{\vdash^*} \langle q, v\rangle \wedge \langle q_0, wa_{pxq}v, \varepsilon\rangle \underset{M_3}{\vdash^*} \langle q_0, v, c\gamma\rangle).$$

Аналогичным образом доказывается для $\tilde{w} = wb_{pxq}$.

Итак, утверждение доказано. Делая замену $q \mapsto q_1,\ v \mapsto \varepsilon,\ \gamma \mapsto \varepsilon$ получаем:

$$\langle q_0, w, \varepsilon\rangle \underset{M_1}{\vdash^*} \langle q_1, \varepsilon, \varepsilon\rangle \Leftrightarrow (\langle q_0, w\rangle \underset{M_2}{\vdash^*} \langle q_1, \varepsilon\rangle \wedge \langle q_0, w, \varepsilon\rangle \underset{M_3}{\vdash^*} \langle q_0, \varepsilon, \varepsilon\rangle),$$
$$w \in L' \Leftrightarrow (w \in L_0) \wedge (w \in D)$$

В результате $L' = L_0 \cap D$ — контекстно свободный язык. Действуя гомоморфизмом f на L', получаем $L = f(L_0 \cap D)$ [2]. □

Пример. Рассмотрим контекстно-свободный язык $L = \{w \in \{a,b\}^* | w = uv \Rightarrow |u|_a \geqslant |u|_b\}$. Построим для него язык L' и распознающий автомат $M = \langle Q, T, \Gamma, \Delta, I, F\rangle$, где:

$$Q = \{q_0, q_1\}$$
$$T = \{a, b\}$$
$$\Delta = \{\langle\langle q_0, a, \varepsilon\rangle, \langle q_0, c\rangle\rangle,\ \langle\langle q_0, b, c\rangle, \langle q_0, \varepsilon\rangle\rangle,\ \langle\langle q_0, \varepsilon, c\rangle, \langle q_1, \varepsilon\rangle\rangle,\ \langle\langle q_1, \varepsilon, c\rangle, \langle q_1, \varepsilon\rangle\rangle\}$$
$$I = \{q_0\}\ F = \{q_0, q_1\}$$

Отметим, что количество завершающих состояний не имеет принципиального значения. Следуя доказательству теоремы построим автоматы $M_1,\ M_2,\ M_3$.

$$T_1 = \{[_{q_0aq_0},]_{q_0bq_0},]_{q_0\varepsilon q_1},]_{q_1\varepsilon q_1}\}$$
$$\Delta_1 = \{\langle\langle q_0, [_{q_0aq_0}, \varepsilon\rangle, \langle q_0, c\rangle\rangle,\ \langle\langle q_0,]_{q_0bq_0}, c\rangle, \langle q_0, \varepsilon\rangle\rangle,\ \langle\langle q_0,]_{q_0\varepsilon q_1}, c\rangle, \langle q_1, \varepsilon\rangle\rangle,\ \langle\langle q_1,]_{q_1\varepsilon q_1}, c\rangle, \langle q_1, \varepsilon\rangle\rangle\}$$
$$\Delta_2 = \{\langle q_0, [_{q_0aq_0}, q_0\rangle,\ \langle q_0,]_{q_0bq_0}, q_0\rangle,\ \langle q_0,]_{q_0\varepsilon q_1}, q_1\rangle,\ \langle q_1,]_{q_1\varepsilon q_1}, q_1\rangle\}$$
$$\Delta_3 = \{\langle\langle q_0, [_{q_0aq_0}, \varepsilon\rangle, \langle q_0, c\rangle\rangle,\ \langle\langle q_0,]_{q_0bq_0}, c\rangle, \langle q_0, \varepsilon\rangle\rangle,\ \langle\langle q_0,]_{q_0\varepsilon q_1}, c\rangle, \langle q_0, \varepsilon\rangle\rangle,\ \langle\langle q_0,]_{q_1\varepsilon q_1}, c\rangle, \langle q_0, \varepsilon\rangle\rangle\}$$

Заметим, что автомат M_2 распознает слова, в которых сначала идут скобки с символьной нагрузкой, а потом — без; автомат M_3 распознает слова с правильно расставленными скобками. Например, слово **abaab** из L можно представить, как:

$$abaab = f([_{q_0aq_0}\ ]_{q_0bq_0}\ [_{q_0aq_0}\ [_{q_0aq_0}\ ]_{q_0bq_0}\ ]_{q_0\varepsilon q_1})$$

Литература. **1.** Гинзбург С. Математическая теория контекстно-свободных языков.—М.: Мир, 1970. **2.** Пентус А., Пентус М. Теория формальных языков: Учебное пособие.—М.: Издательство ЦПИ при механико-математическом факультете МГУ им. Ломоносова, 2004. **3.** Хомский Н., Шютценберже М. Алгебраическая теория контекстно-свободный языков.—М.: Мир, 1966.

Положаєнко С.А.,[1] Кузніченко С.Д.,[2] Коваленко Л.Б.[2]
[1] Одеський національний політехнічний університет, Одеса, Україна; [2] Одеський державний екологічний університет, Одеса, Україна

Обчислювальна реалізація імітаційного дослідження складних фізичних явищ на основі апарату варіаційних нерівностей

Розглянута можливість застосування апарату варіаційних нерівностей для математичного та чисельного моделювання аномальних дифузійних процесів. Запропоновано комп'ютерні засоби розв'язання задач моделювання, ідентифікації та управління аномальними дифузійними процесами, що реалізовані на платформі спеціалізованого пакету Matlab.

Відоме широке коло фундаментальних робіт, присвячених теорії і практиці використання варіаційних нерівностей для дослідження якісно складних фізичних явищ. Незважаючи на це, визначальною залишається актуальність теоретичних досліджень і практичних застосувань даного математичного апарату як основи при розробці обчислювальних методів для моделювання та ідентифікації фізичних процесів в прикладних задачах.

Раніше в роботах [1–3] було показано єфективність застосування апарату варіаційних нерівностей для вирішення теоретичних і практичних задач дослідження класу диффузійних процесів, що характеризуються аномальністю перебігу фізичних явищ, та запропоновані методи математичного та чисельного їх моделювання. Слід зауважити, що розв'язання задач моделювання і ідентифікації аномальних процесів дифузії пов'язано з рядом принципових ускладнень як постановочного, так і обчислювального характеру. Причиною ускладнень є: нелінійний характер процесів, що досліджуються; складність геометрії просторової області моделювання і її меж; обмеженість вектора вимірювань простору стану процесу і кількість точок прикладення управляючих впливів; високі розмірності результуючих кінцевовимірних аналогів математичної моделі (ММ). Тому важливою є розробка питань створення програмно-алгоритмічних засобів дослідження нелінійних аномальних дифузійних процесів реології.

Авторами запропонована структура програмного комплексу для розв'язання задач аналізу, ідентифікації і управління аномальними дифузійними процесами (рис. 1), яка грунтується на ММ, наведених в [1–3] і комп'ютерні засоби, що є користувальницьким додатком, розробленим на платформі проблемно-орієнтованого пакету Matlab [4]. За допомогою додатка можна розв'язувати стаціонарні або нестаціонарні задачі. Для кожного варіанту (у відповідному діалоговому вікні) пропонується загальний вид диференціального рівняння. Область моделювання задається за принципом конструктивної блокової геометрії — CBSG. Коефіцієнти ММ фізичного процесу, що досліджується, можуть бути встановлені постійні або змінні, однотипні, як у всій області моделювання, так і в окремих локальних областях. Основними формами виводу результатів виступають оцифровані масиви та графіки. Передбачена також можливість виводу розв'язку у вигляді кольорових полів.

Апробація комплексу на низці прикладів, наближених до практики, показала його цілковиту спроможність щодо розв'язання промислово значимих задач. Порівняння результатів моделювання з контрольними вимірами дає похибку в межах 2–4 %, що свідчить про високу адекватність реалізованих ММ.

Література. **1.** Положаенко С.А. Модель процесса аномальной реалогии с односторонней проводимостью границы // Тр. Одеського политехн. Ун-та. – Одеса, 2000. – Вып. 1(10). – С.124 – 129. **2.** Положаенко С.А. Математическая модель фильтрации грунтовых вод для класса гидротехнических земляных сооружений // Вісн. Одеської держ. академії будівництва та архітектури. - Одеса, 2005. – Вип.17. – С.206 – 210. **3.** Верлань А.Ф. Математическое моделирование аномальных диффузионных процессов / Верлань А.Ф., Положаенко С.А., Сербов Н.Г. – К.: Наукова думка, 2011. – 416 с. **4.** Поршнев С.В. MATLAB 7. Основы работы и программирования. - М.: Бином. 2006. - 320 с.

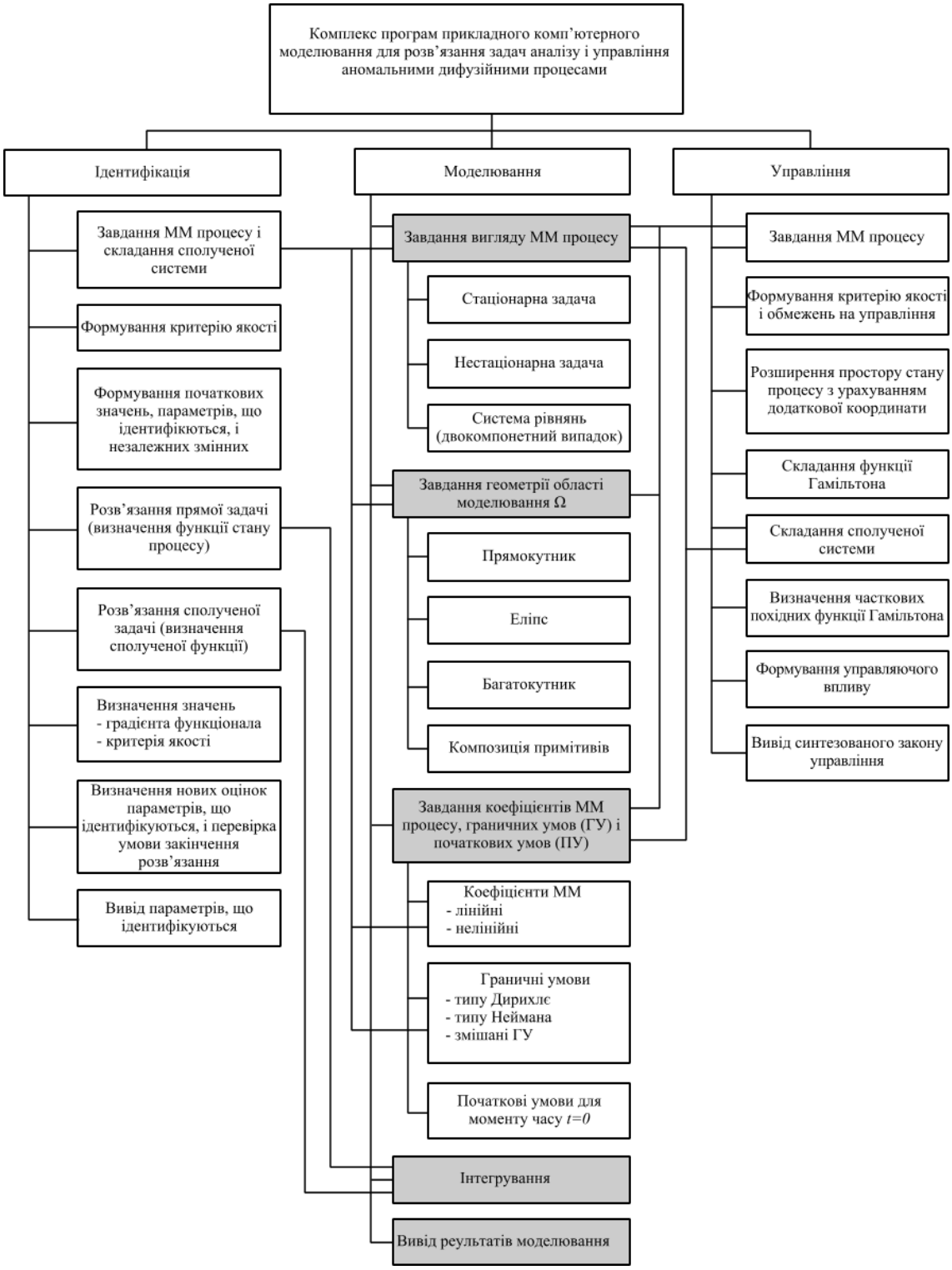


Рис. 1. Структурна схема програмного комплексу

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Порушкевич А.Ю.
Державна установа "Науковий Центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАНУ", Київ, Україна

Алгоритм оцінювання концентрації природних і забруднюючих речовин морських акваторій дистанційними методами

Розвиток різних галузей господарської діяльності людини потребує застосування нових, більш сучасних принципів контролю, моделювання і прогнозування в задачах природокористування. Як правило, у таких задачах досліджують фактори, які обумовлюють оптичні властивості водного середовища. Такі дослідження часто виконують методами кореляційного і регресійного аналізу. Розглянуто використання багатомірної регресійної моделі для встановлення взаємозв'язку між контактними вимірюваннями температури, солоності, характеристики течій, каламутності і спектрального показника ослаблення направленого світла, як непрямих оптичних показників концентрації сумарної суспензії, концентрації органічної речовини і розчинених нафтопродуктів та даними з супутникових знімків.

Актуальність задачі моніторингу екологічного стану водних об'єктів, в тому числі виявлення забруднених в результаті аварійних викидів і розливів забруднюючих речовин ділянок водойм, а також виявлення джерел забруднення, є очевидною.

Для дослідження водних об'єктів контактними методами існують спеціальні прилади, які фіксують наступні параметри водного середовища: температура, солоність, характеристики течій, каламутності і спектрального показника ослаблення направленого світла, як непрямих оптичних показників концентрації сумарної суспензії, концентрації органічної речовини і розчинених нафтопродуктів. Але контактні методи дослідження водного середовища вимагають численних вимірів, які потребують значних коштів і часу, тому інтерес до оптичних методів дослідження природних вод значно зріс завдяки інтенсивному розвитку супутникової океанології та наявності відкритих джерел супутникової інформації.

В даний час для вирішення проблеми моніторингу використовуються дані різних сенсорів, встановлених на відповідних космічних апаратах. Зазвичай при дистанційних супутникових дослідженнях стану океанських вод широко використовувалися так звані емпіричні алгоритми розв'язання оберненої задачі відновлення біооптичних характеристик водних мас. На жаль, розрахунки за простими емпіричним формулами не дають хороших результатів при дослідженні акваторій з невеликою зміною індексу кольору. Тому створення регіонального алгоритму обробки даних колірних сканерів також є актуальною проблемою.

Для вдосконалення оптичних моделей системи океан-атмосфера (і розроблених на їх основі алгоритмів обробки та інтерпретації супутникової інформації), дані супутникових вимірювань необхідно порівнювати з даними безпосередніх біооптичних спостережень не тільки з рівня поверхні океану, але і з глибин, які впливають на випромінювання.

Розглядаючи водне середовище як складну геосистему, структурні складові якої генетично об'єднані взаємозалежними геофізичними, гідрометеорологічними та біологічними процесами, передбачається застосування системних методів.

Метою дистанційного зондування є визначення концентрацій домішок морської води за даними вимірів висхідного випромінювання моря. Найбільш зручною гідрооптичною характеристикою для проведення глобальних дистанційних досліджень біооптичних властивостей поверхневих вод є коефіцієнт яскравості моря. Спектр висхідного випромінювання залежить від зважених і розчинених у воді органічних речовин, при цьому кількість невідомих характеристик середовища істотно перевищує кількість виміряних параметрів. Оцінка характеристик водних мас за даними коефіцієнта яскравості моря є класичною оберненою задачею.

Дослідження проводилися на акваторії Керченської бухти та української частини Керченської протоки. За допомогою спеціальної апаратури [1] виконувалася реєстрація наступних даних: температура (С), солоність (ЄПС), «TSM» - сумарна зважена речовина (мг/л), а «POP-CDOM» - розчинена органічна речовина (мг/л).

Екологічний стан водного об'єкта характеризується рядом ознак, які певним чином проявляють себе на космічних знімках.

Для цього експерименту був підібраний знімок з супутника Landsat-5 [2] з просторовою розрізненістю 30 м, який припав на дату проведення наземних досліджень. Дані для обробки були отримані за допомогою програмного комплексу ENVI з космічного знімку [2] шляхом вибору дискретизованих даних сенсора з кожного каналу для відповідної станції, на якій проводились вимірювання наведених вище характеристик.

Отже, вхідними даними для n точок досліджуваної акваторії будуть контактні вимірювання m характеристик $y_1, y_2, \ldots, y_m$ та дані k каналів $x_1, x_2, \ldots, x_k$ космічного сканера.

Для об'єктивного відображення існуючих процесів у водному середовищі необхідно виявити істотні взаємозв'язки між контактними і дистанційними вимірюваннями. Припускається, що між зазначеними змінними величинами існує залежність, яка є стохастичною, та включає кореляційні і регресійні зв'язки. При вивченні процесів необхідно не тільки виявити зв'язок між змінними величинами, але й вивчити і встановити його форму, що є основною задачею регресійного аналізу [3].

Відповідно до процедури регресійного аналізу визначимо кожну з характеристик $x_1, x_2, \ldots, x_k$ як результативну ознаку, а дані m каналів космічного сканера як факторні ознаки. У загальному вигляді багатомірна лінійна регресійна модель залежності i-ої характеристики y_i від впливових факторних змінних $x_1, x_2, \ldots, x_k$ має вигляд:

$$y_i = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \ldots + b_k x_k \tag{1}$$

Всі n точок акваторії були розділені на навчальну та перевірочну вибірки. За даними навчальної вибірки були одержані коефіцієнти рівняння (1), а на перевірочній – оцінювались результати визначення значення характеристик. За супутниковими даними з застосуванням алгоритму (1) були відновлені з прийнятною похибкою концентрації домішок морської води для перевірочної вибірки.

Отримані величини концентрацій домішок для ряду нових точок Керченської бухти відповідають типовим для досліджуваного району.

Оптичні методи контролю стану водойм дозволяють досить ефективно досліджувати екологічні проблеми водних басейнів. Ці методи ґрунтуються на використанні спектральних відмінностей поглинання, розсіювання та флуоресценції світла такими оптично активними домішками водного середовища, як фітопланктон, мінеральна суспензія та розчинена органічна речовина.

Отже, на сучасному етапі розвитку супутникових технологій отримання та інтерпретації зображень водних акваторій з'явилася реальна можливість створювати на їх основі безперервно діючі системи діагностики та контролю стану морських екосистем.

Література. **1.** Мутномеры, турбидиметры, прозрачномеры, флюориметры, квантометры, ФАР ***[Електронний ресурс]*** — Режим доступу: http://www.dent-s.narod.ru/. **2.** USGS Global Visualization Viewer ***[Електронний ресурс]: Landsat 4-5 TM Collection*** — Режим доступу: http://glovis.usgs.gov/. **3.** Норман Дрейпер. Прикладной регрессионный анализ. Множественная регрессия / Норман Дрейпер, Гарри Смит; — 3-е изд. — М.: «Диалектика», 2007. — 912 с. — ISBN 0-471-17082-8.

Приходнюк В.В. *— рецензент Величко В.Ю.*
Національний технічний університет України "КПІ", ФПМ, Київ, Україна

Візуалізація деяких видів спеціалізованих графових структур

При роботі з великими об'ємами даних актуальною стає задача управління представленням даних та зв'язків між ними, зокрема, управління представленням даних у вигляді зростаючої пірамідальної мережі (ЗПМ) [1] чи онтології предметної області (ОПдО).

Програма візуалізації графової інформації входить в склад аналітичного комплексу Confor і призначена для обробки користувачем результатів її роботи - перегляду і ручного редагування ЗПМ та онтологій.

Програма виконує початкову обробку наданої їй інформації для виділення з неї описів вершин і зв'язків, що формують графову структуру. В подальшому графова структура оптимізується для видачі користувачу: вибирається оптимальне положення вершин, яке забезпечує зручну роботу з ними. Алгоритми візуалізації ЗПМ і ОПдО відрізняються.

Для ЗПМ вибране горизонтальне розміщення – кореневі вершини розташовуються зліва, чим нижче вершина в ієрархії – тим правіше вона знаходиться. Вершини розподіляються по рівням так, що кожна вершина має батьківські вершини тільки на рівнях, вищих за її рівень. Рівні обробляються по черзі, в порядку спадання. Кожен рівень має свою фіксовану горизонтальну позицію, спільну для всіх вершин рівня.

Спочатку обробляється верхній рівень, на якому розміщуються всі вершини. Вершини перевіряються, і ті з них, які не мають потомків («листові») або мають батьків на поточному рівні, переносяться на наступний рівень. Процес повторюється, доки не отримаємо рівень, що повністю складається з «листових» вершин.

У випадку, якщо вершина залишається на поточному рівні, проводиться оптимізація її вертикальної координати. Цей процес проводиться на основі знань про координати вже розміщених вершин (оскільки вони знаходяться на вже оптимізованих вищих рівнях). Основним критерієм є мінімальна довжина зв'язків між поточною вершиною і її «батьками». Задача оптимізації зводиться до знаходження мінімуму функції одного аргументу – вертикальної координати поточної вершини. На даному етапі важливою є індексація графа [2], яка дозволяє швидко визначити «батьків» даної вершини. Після обробки всіх вершин рівня відбувається сортування вершин за вертикальною координатою. Це дозволяє визначити вершини, що будуть перекриватись у вихідному графі, і збільшити інтервал між ними.

Для ОПдО використовується схожий алгоритм, який базується на обчисленні координат вершин, що мінімізує довжину зв'язків між ними. Різниця полягає в «вертикальному» розташуванні рівнів.

Візуалізована онтологія підтримує операції «згортання» вершин, яка дозволяє сховати всіх нащадків заданої вершини та інцидентних їм ребер онтографа.

Програма дозволяє фільтрувати завантажену ЗПМ чи ОПдО:

- вибрати тільки ті вершини, які знаходяться на заданій відстані від поточної;
- показати всі шляхи довжини, не більшої, ніж задана між двома вибраними вершинами;
- відобразити тільки зв'язки заданого типу чи кольору.

Можлива обробка програмою інших (довільних) графів, які для цього повинні бути представлені у XML-файлі певної структури. Для таких графів створений спеціальний режим – каскадного відображення, в якому одна з вершин вибирається кореневою, а дочірні до неї відображаються нижче і правіше від батьківської.

Література. **1.** Гладун В.П. Партнерство с компьютером. Человеко-машинные целеустремленные системы / Гладун В.П. ; К.: Port-Royal, 2000. **2.** Палагин А.В. К вопросу визуализации онтографов при разработке онтологий ПдД большого объема. / А.В. Палагин, Н.Г. Петренко, В.Ю. Величко, Ю.Л. Тихонов // International Book Series "INFORMATION SCIENCE & COMPUTING" — FOI ITHEA Sofia, Bulgaria, 2011 (у друці). — № 23.

Пустовойтов П.Е.
Национальный технический университет "ХПИ", Харьков, Украина

Технология маршрутизации в компьютерных сетях с учетом динамики трафика

Постановка задачи. В современных компьютерных сетях в связи с непрерывным ростом объемов трафика между корреспондентами и ограниченностью пропускных способностей линий связи и узлов сети высокую актуальность приобретает проблема маршрутизации [1-2]. В работе [3] решается задача отыскания суммарной задержки в линиях связи и узлах сети при прохождении пакетом маршрута, рассмотрена методика расчета законов изменения во времени длины очереди сообщений, ожидающих начала обслуживания в каждом из узлов сети. Дело в том, что при учете различий в уровне занятости узлов сети возникает необходимость отыскания рационального порядка передачи сообщений. Эта задача ранее не рассматривалась. В связи с этим, целью статьи является отыскание рациональной организации работы при передаче совокупности пакетов от одного источника разным адресатам.

Пусть имеется источник сообщений, которые необходимо передать разным потребителям. Поставим задачу отыскания оптимального порядка передачи этих сообщений в предположении, что каждое из них будет доставлено адресату по оптимальному маршруту.

Основные результаты. При решении задачи маршрутизации для совокупности m передаваемых пакетов информации будем исходить из того, что для каждого из промежуточных узлов обработки информации известен закон изменения во времени $g_i(t)$, $i = 1, 2, \dots m$ длины очереди пакетов, ожидающих начала обслуживания. Тогда, используя технологию [3], для любого из передаваемых пакетов можно найти маршрут, минимизирующий время доставки пакета получателю. Пусть при необходимости передачи m пакетов выбрана некоторая последовательность их передачи. Такая последовательность может быть задана следующим образом. Введем индикатор

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й пакет передается } j\text{-м по порядку,} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Тогда матрица $X = (x_{ij})$ однозначно задает последовательность передачи пакетов, если для совокупности (x_{ij}), $i = 1, 2, \dots m$, $j = 1, 2, \dots m$ выполняются ограничения

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = 1, \quad j = 1, 2, \dots m, \tag{1}$$

$$\sum_{j=1}^{m} x_{ij} = 1, \quad i = 1, 2, \dots m, \tag{2}$$

$$x_{ij} \in \{0; 1\}, \quad i = 1, 2, \dots m, \ j = 1, 2, \dots m.$$

Пусть теперь для конкретной пары (i, j) значение $x_{ij} = 1$. Примем, что длины пакетов не слишком сильно отличаются друг от друга и продолжительность передачи для любого из них равна Δ. Тогда при передачи i-го пакета j-м по порядку с использованием [3] найдем кратчайший маршрут, начинающийся в момент $T_j = T_0 + (j-1)\Delta$, и соответствующее этому маршруту время доставки T_{ij} пакета потребителю (T_0 – момент начала передачи набора пакетов). Решая задачу для всех пар (i, j), $i = 1, 2, \dots m$, $j = 1, 2, \dots m$, составим матрицу $T = (T_{ij})$.

В рассматриваемой ситуации имеется $m!$ различных последовательностей передачи пакетов. Понятно, что при реальных значениях m их перебор бесперспективен. С целью отыскания наилучшего каким-либо разумным образом выбранного порядка передачи пакетов введем следующий естественный критерий – максимальное время доставки пакета, соответствующее этому выбранному порядку передачи пакетов. При этом для конкретного плана $X = (x_{ij})$

значение критерия определяется соотношением

$$\eta(x) = \max_{i,j}\{T_{ij}x_{ij}\}. \tag{3}$$

Тогда задача выбора рационального порядка передачи пакетов сводится к следующей: найти план $X = (x_{ij})$, минимизирующий (3) и удовлетворяющий ограничениям (1) – (2). Полученная задача является минимаксной задачей назначения. Для ее решения предлагается следующая методика. Упорядочим множество значений T_{ij}, $i = 1, 2, \ldots m$, $j = 1, 2, \ldots m$ следующим образом:

$$T_{i_1 j_1} \geqslant T_{i_2 j_2} \geqslant \ldots \geqslant T_{i_q j_q} \geqslant \ldots \geqslant T_{i_m m j_m m}.$$

С каждым элементом $T_{i_q j_q}$, $q \in \{1, 2, \ldots, m^2\}$, свяжем двухиндексную матрицу $D^{(q)} = (d_{ij}^{(q)})$, компоненты которой зададим соотношением

$$d_{ij}^{(q)} = \begin{cases} T_{ij}, & \text{если } T_{ij} < T_{i_q j_q}, \\ M, & \text{если } T_{ij} \geqslant T_{i_q j_q}, \end{cases}$$

где M– достаточно большое число.

Пусть $q = 1$. При этом в матрице $D^{(1)} = (d_{ij}^{(1)})$ будет один элемент, равный M, стоящий на месте (i_1, j_1). Решим теперь задачу отыскания набора $X = (x_{ij})$, минимизирующего

$$L(X) = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{m} d_{ij}^{(1)} x_{ij} \tag{4}$$

и удовлетворяющего (1) – (2). Это обычная задача назначения, решаемая венгерским методом [4]. Если при этом значение $L(X_1^*)$ на оптимальном плане задачи (1) – (2), (4) меньше M, то это означает, что существует порядок передачи пакетов, при котором максимальное время передачи меньше $T_{i_1 j_1}$.

Положим теперь $q = 2$. В соответствующей матрице $D^{(2)} = (d_{ij}^{(2)})$ будут два элемента, находящиеся на местах (i_1, j_1), (i_2, j_2), равные M. Вновь решим задачу назначения с матрицей $D^{(2)}$. Аналогично предыдущему, из выполнения неравенства $L(X_2^*) < M$ следует, что полученный на этом шаге порядок передачи пакетов X_2^* обеспечивает их передачу за время, не превосходящее $T_{i_2 j_2}$. Продолжим решение задачи. Ясно, что рано или поздно найдется некоторое $q = \widetilde{q}$ такое, что $L(X_{\widetilde{q}}) < M$, но $L(X_{\widetilde{q}+1}) > M$. Это означает, что существует порядок передачи пакетов, в котором максимальное время передачи не превосходит $T_{i_q j_q}$, но не существует порядка, для которого максимальное время меньше или равно $T_{i_{q+1} j_{q+1}}$. Следовательно, план $X_{\widetilde{q}}^*$ является искомым решением минимаксной задачи (1) – (3).

Выводы. Таким образом, предложен метод решения задачи маршрутизации при передаче совокупности пакетов с учетом динамики занятости элементов компьютерной сети. При решении задачи предложен минимаксный критерий. Показано, что поставленная задача сводится к последовательности двухиндексных задач назначения. Направление дальнейших исследований может быть связано с решением сформулированной задачи при учете различий в длине передаваемых пакетов.

Литература. **1.** Иртегов Д.В. Введение в сетевые технологии / Д.В. Иртегов. – СПб.: БХВ – Петербург, 2004. – 560с. **2.** Куроуз Дж. Компьютерные сети / Дж. Куроуз, К. Росс. – СПб.: Питер, 2004. –765с. **3.** Пустовойтов П.Е. Динамическая маршрутизация в компьютерных сетях высокой размерности / П.Е. Пустовойтов, Н.И. Ящук. // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2006. – №3. – С.68-71. **4.** Раскин Л.Г. Анализ сложных систем и элементы теории оптимального управления / Л.Г. Раскин. – М: Сов. Радио, 1986. – 344с.

Радюк А.Н.
ГП "УкрКосмос", Киев, Украина

Системная стратегия гарантированной безопасности функционирования СТС

Системная стратегия гарантированной безопасности функционирования СТС базируется на прогнозировании основных показателей живучести объекта в течение заданного периода его эксплуатации как основы обеспечения гарантированной безопасности в динамике функционирования СТС, устранения причин возможного перехода работоспособного состояния объекта в неработоспособное состояние на основе системного анализа многофакторных рисков нештатных ситуаций [1]. При этом учитывается, что риски создаются многими разнообразными внутренними и внешними причинами и факторами, и поэтому механизмы их воздействий на СТС являются многофакторными.

Основная идея стратегии – обеспечить в реальных условиях функционирования сложной системы своевременное и достоверное обнаружение, оценивание факторов рисков, прогнозирование их развития в течение определенного периода эксплуатации и на этой основе осуществление своевременного устранения причин появления нештатных ситуаций до появления отказов и других нежелательных последствий.

Реализация стратегии формируется на основе следующих принципов [2]: системная согласованность по целям, задачам, ресурсам и ожидаемым результатам по мероприятиям обеспечения безопасности функционирования сложной системы; своевременное обнаружение, гарантированное распознавание и системное диагностирование факторов и ситуаций рисков; оперативное прогнозирование, достоверное оценивания нештатных и критических ситуаций; формирование и реализация рационального решения за практически приемлемое время в пределах неустранимого временного ограничения.

На основе разработанной стратегии в режиме реального времени выполняется процесс диагностики электромобиля-рефрижератора, который должен развезти по городу скоропортящийся груз. Груз распределяется равными долями по четырем точкам, расстояние между которыми разное. В штатном режиме, с учетом рельефа местности, автомобиль может выполнить эту работу при питании только от полностью заряженной АБ. За движением автомобиля наблюдает оператор диспетчерского центра, у которого находится система прогнозирования нештатной ситуации, для своевременного принятия решения об изменении возможного пути следования к очередному потребителю товара. По условиям контракта между перевозчиком и потребителем груза, за опоздание при доставке перевозчик выплачивает неустойку, которая пропорциональна времени опоздания. Ситуация становится нештатной, когда по условиям дорожного движения или из-за других факторов доставка груза выполняется не вовремя, или расход бензина завышен. Это приводит к резкому снижению прибыльности за счет выплаты неустоек заказчику, оплаты за бензин. Ситуация также становится нештатной, если расчетный запас хода существенно ниже оставшегося для прохождения пути, или запас энергии в АБ ниже допустимого либо на протяжении длительного времени, либо вначале пути.

При реализации стратегии одной из важнейших задач является обеспечение одного из модулей Информационной платформы технической диагностики СТС [2], а, именно, построение функции риска, позволяющей достоверно и своевременно выявить нештатную ситуацию. Для диагностики электромобиля-рефрижератора предлагается функция риска, которая определяется вероятностью аварии по определённому фактору и уровнем затрат от соответствующей аварии. Своевременное выявление причины наступления нештатной ситуации позволяет предотвратить аварийную ситуацию.

Литература. **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.** Радюк А.Н. Системное оценивание функционирования сложных технических систем //Системні дослідження та інформаційні технології, №1. – 2010. – С. 81–94.

Реутов О.А.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Прийняття оптимальних рішень щодо стабілізації курсу гривня/долар на основі математичних моделей з різнотемповою дискретизацією

Період з 2007-го по 2010-ий роки поставив перед громадянами України багато запитань відносно коректності проведення валютної політики керівниками НБУ. Значні коливання курсу, щодо яких значний внесок зробила іпотечна криза у США, дуже сильно вплинули на економіку України (імпорт, експорт, обслуговування зовнішнього боргу) та стабільний стан у межах України. На жаль у гіршу сторону. Але дуже складно оцінювати коректність політики, яку проводили керівники НБУ, не маючи даних або моделей, які вони використовували. Також існують сумніви відносно можливості створення будь-якої методології, яка дозволяла би проводити валютну політику прозоро для усіх учасників процесу. Навіть у межах США, в межах якої валютні та монетарні політики проводяться достатньо прозоро, викликають багато суперечностей відносно отриманих результатів.

Тому питання створення методології, яка дозволить оцінювати та проводити валютну політику прозоро для всіх учасників процесу на основі динамічної моделі з різнотемповою дискретизацією, є новим та актуальним.

Рівняння моделі гривня/долар типу ARMAX з різнотемповою дискретизацією має наступний вигляд:

$$\begin{aligned} Y(kT_0) = 0,55Y[(k-1)T_0] - 0,18Y[(k-9)T_0] + 0,87u[kT_0] - \\ - 0,05u[(k-1)T_0] + 0,6*10^{-4}\varepsilon_1[([\frac{k}{m_1}]-1)h_1] - \\ - 1,98*10^{-4}\varepsilon_2[([\frac{k}{m_2}]-1)h_2] - 0,02*10^{-4}\varepsilon_3[([\frac{k}{m_2}]-1)h_2] + \\ + 0,01*10^{-4}\varepsilon_4[([\frac{k}{m_2}]-1)h_2] - 1,47*10^{-4}\varepsilon_5[([\frac{k}{m_2}]-1)h_2] - \\ - 0,36*10^{-4}\varepsilon_6[([\frac{k}{m_2}]-1)h_2] - 0,38\varepsilon_7[kT_0], \end{aligned} \tag{1}$$

де $Y(kT_0)$ - вихідна величина на момент часу k;
$T_0 = \frac{1}{3}$ місяця $= 10$ днів - базовий період дискретизації;
$[\frac{k}{m}]$ - ціле число від ділення, де m - ціле число, більше за 1;
$h_1 = m_1T_0 = 3T_0 = 1$ місяць; $m_1 = 3$;
$h_2 = m_2T_0 = 9T_0 = 3$ місяці; $m_1 = 9$.

Після розробки моделі, основним для прозорості політики є визначення критерію оптимальності прийняття рішень, який буде мінімізуватися. Обов'язково критерій повинен забезпечувати зменшення коливання курсу біля заданого рівня, тому було використана наступна версія критерію оптимальності у вигляді узагальненої дисперсії:

$$I(kT_0) = E\{(Y(kT_0) - \overline{y})^2 + r(u(kT_0) - \overline{u})^2\}, \tag{2}$$

де $\overline{u}$ - середнє значення рівня керування, яке ми хочемо підтримувати;
r - зважувальний коефіцієнт.

Цей критерій показав себе дуже гарно при використанні на практиці як у технічних, так і у економічних системах [1–3] . Мінімізація критерію виконується наступним чином:

$$\frac{dI(kT_0)}{du(kT_0)} = 0 \tag{3}$$

Підставивши (1) у (2) та виконавши усі необхідні перетворення, можемо записати рівняння

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

для оптимального прийняття рішень у наступному вигляді:

$$u(kT_0)^{OPT} = -\frac{0,87}{0,87^2+r}\{0,55Y[(k-1)T_0] - 0,18Y[(k-9)T_0] - \\ - 0,05u[(k-1)T_0] + 0,6*10^{-4}\varepsilon_1[([\frac{k}{m_1}]-1)h_1] + \\ + 1,98*10^{-4}\varepsilon_2[([\frac{k}{m_2}]-1)h_2] - 0,02*10^{-4}\varepsilon_3[([\frac{k}{m_2}]-1)h_2] + \\ 0,01*10^{-4}\varepsilon_4[([\frac{k}{m_2}]-1)h_2] - 1,47*10^{-4}\varepsilon_5[([\frac{k}{m_2}]-1)h_2] - \\ - 0,36*10^{-4}\varepsilon_6[([\frac{k}{m_2}]-1)h_2] - 0,38\varepsilon_7[kT_0] - \overline{y}\} + \frac{r\overline{u}}{0,87^2+r}, \quad (4)$$

де $u(kT_0)^{OPT}$- оптимальне значення змінної, на яку можливий вплив, при прийнятті оптимального рішення з точки зору критерію оптимальності у вигляді рівняння (2). У критерій входять три змінні, які можуть встановлюватися:

1. $\overline{y}$ — визначає очікуваний рівень максимального курсу гривня/долар;
2. $\overline{u}$ — визначає очікувану процентну ставку на гривню на міжбанківському ринку строком овернайт;
3. r — ваговий коефіцієнт, вибирається в залежності від того, що для нас має більше значення: процентна ставка або курс.

В ході експериментальних розрахунків на історичних даних показники вибирались наступними:

1. $\overline{y} = 8,02$ — очікуване прогнозне значення;
2. $\overline{u} = 2$ — тобто ставка на гривню на міжбанківському ринку строком овернайт очікується 2 процентні пункти;
3. $r = 0,5$ — тобто курс має більше значення, ніж процентна ставка.

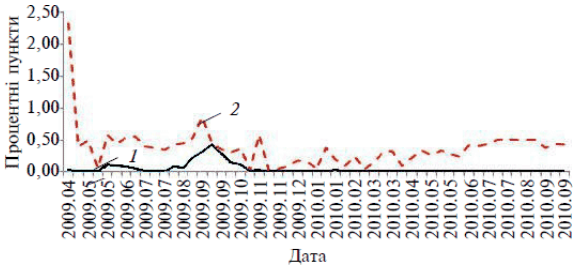


Рис. 1. Графіки узагальненої дисперсії курсу гривня/долар при оптимальному прийнятті рішень (1) та при реальному протіканні процесу (2)

Як можна побачити на рис. 1, узагальнена дисперсія курсу гривня/долар змінилася у деяких періодах дуже суттєво, у меншості не – сильно. Максимальне покращення майже на 100 процентних пункта, мінімальне – 4 процентних пункта. Проведений аналіз на історичних даних показав зменшення узагальненої дисперсії на всьому історичному горизонті тестування, що дозволяє говорити про можливість керування курсом гривня/долар та зменшення коливання вихідної величини.

Література. **1.** Изерман Р. Цифровые системы управления – М.: Мир, 1984. – 541 с. **2.** Романенко В.Д., Реутов А.А. Минимизация обобщенной дисперсии условно стабильных остатков средств до востребования в банке : 12 міжн. конф. «САІТ-2010» — 2010. — с. 147. **3.** Романенко В.Д., Реутов О.А.Моделювання та оптимальне управління залишками на поточних рахунках клієнтів банку// Математично-економічне моделювання соціально-економічних процесів — 2011. — №1 – с. 378-398

Родиненко Т.С., Селін О.М.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Комбінування методів типу QR знаходження власних чисел матриць, що базуються на перетворенні подібності

В даній роботі пропонується порівняння стандартних методів QR, QR зі зміщенням та комбінованого методу на їх основі, для знаходження власних чисел для великорозмірних матриць. Запропонований комбінований метод дозволяє зменшити кількість класичних ітерацій методу QR та наблизити точність до вихідної точності методу QR.

Враховуючи, що продовжують пропонувати все нові методи пошуку власних чисел [1,2], робимо висновок про актуальність тематики підвищення ефективності старих методів в нових умовах. В літературі наявна велика кількість описів модифікацій методу QR [1–3], що спрямовані на пришвидшення процесу переходу до верхньої трикутної форми, пошуку ортогональних матриць Q та інших методів приведення вихідної матриці до діагональної форми [4, 5]. Кожен з яких має свої переваги, недоліки, наприклад, необхідна кількість ітерацій для приведення до діагонального вигляду, точність обчислень та можливі обмеження у використанні. Вивчення поведінки процесу збіжності вихідної матриці при використанні комбінацій таких методів може дозволити отримати метод, що буде реалізовувати більшість переваг своїх попередників та зменшувати вплив недоліків.

Запропонований до порівняння метод базується на почерговому використанні ітерацій методу QR та QR зі зміщенням з певною частотою, що дозволяє використовувати основні переваги методів – точність QR методу та швидка збіжність у QR методу зі зміщеннями [4,5]. Комбінований метод можна вважати модифікацією QR методу, на деяких кроках якого використовується властивість ітерацій QR методу зі зміщенням – пришвидшення збіжності піддіагональних елементів до нуля.

В роботі висвітлюються основні характеристики QR та комбінованого методів, щодо їх застосування до матриць різної природи. Описуються принцип роботи комбінованого методу, його збіжності та властивості. Проводиться порівняння ефективності, кількості арифметичних операцій та швидкодії описаних методів на класі симетричних матриць.

Для практичного аналізу на випадково згенерованих дійсних симетричних матрицях різної розмірності були проведені дослідження по кількісним показникам кожного з методів зі змінним показником частоти для комбінованого методу. Для формування матриці елементи матриці вибиралися як випадкові числа від 0 до 1. Тестування алгоритму відбувалося на матрицях від 10 до 100. Отримані результати вказують, що раціональне комбінування методів на різних ітераціях призводять до зменшення загальної кількості ітерацій та похибки результату. Це свідчить про доцільність застосування комбінованого методу, як модифікації класичного методу QR.

Запропонований метод можна використовувати у всіх сферах діяльності, що стосуються використання методів пошуку власних чисел матриць, наприклад, у складних задач моделювання стійкості систем. Особливістю даного методу залишається його можливість налаштовувати частоти використання ітерацій QR методу зі зміщенням для отримання певної швидкості алгоритму та точності.

Література. **1.** Vandebril R., Van Barel M., Mastronardi N. Matrix Computations and Semi-separable Matrices: Eigenvalue and Singular Value Methods.// JHU Press, 2009 **2.** Vandebril R., Van Barel M., Mastronardi N. A new iteration for computing the eigenvalues of semiseparable (plus diagonal) matrices. // Electronic Transactions on Numerical Analysis Vol.33, 2009, pp. 126-150. **3.** Saad Y. Numerical methods for large eigenvalue problems. // Society for Industrial and Applied Mathematics, 2011 Second edition **4.** Икрамов Х.Д. Несемметричная проблема собственных значений. Численные методы//М.: «Наука», 1991 **5.** Парлетт Б. Симметричная проблема собственных значений// М.: «Мир», 1983

Савастьянов В.В.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Подход к информационному сопровождению процесса предвидения

Методология предвидения является современным инструментом поддержки принятия решений в вопросах прогрессивного, инновационного или устойчивого развития комплексной системы с человеческим фактором (компании, города, региона, страны) в условиях быстрой изменчивости окружения системы, в условиях неопределенности и под воздействием рисков различной природы [1].

Эффективное использование методов качественного и количественного анализа за счет автоматизации процесса предвидения происходит в рамках Информационной платформы сценарного анализа [2]. Для обеспечения процесса предвидения используется информационная модель, хранящаяся в базе знаний процесса предвидения [3, 4]. Информационная модель, которая является основой для создания альтернатив желаемых сценариев будущего, строится на основе структурной и функциональной компонент. Статическая иерархическая структурная компонента содержит уровни эшелон, слой, страта в виде реальных объектов, субъектов и систем, а также организующих связующих в виде структурных связей. Для расширения количества связей в информационной модели между узлами статической структурной иерархии используется функциональная компонента из соответствующего множества. Функциональная компонента состоит из набора иерархий создаваемых альтернатив сценариев, связанных функциональными и причинно-следственными связями, что позволяет описывать сложные взаимосвязи в моделях-альтернативах сценариев будущего.

Предлагается подход и алгоритм к информационному сопровождению процесса предвидения с целью автоматизации этапов построения структурной и функциональной иерархий информационной модели процеса предвидения. Для этого на этапе обработки входных данных предлагается выполнить следующие процедуры: 1) идентификация ключевой и смежных предметных областей; 2) классификация исходной информации по предметным областям с выделением метаданных; 3) идентификация внешней и внутренней среды рассматриваемой системы; 4) классификация фрагментов исходной информации по признакам внешней и внутренней среды; 5) идентификация целей, задач и временного горизонта; 6) проверка релевантности фрагментов исходной информации по целям и задачам, по временному горизонту; 7) идентификация фрагментов исходной информации по качественным и количественным признакам; 8) классификация фрагментов исходной информации по наличию качественной и количественной информации.

Указанный подход позволит:

- оценить качественные характеристики исходной информации;
- оперативно отслеживать качество и количество знаний, темпы прироста знаний и фактов;
- моделировать процесс предвидения с учетом неопределенностей разной природы в пространстве и во времени;
- идентифицировать противоречия по исходным данным, по целям, по задачам;
- отображать онлайн сводные информационные характеристики знаний (количество и типы связей, факторов, оценок и др.) в рамках структурной и функциональной иерархий.

Литература. **1.** Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ. Проблемы, методология, приложения. // Киев: Наукова думка, 2011. **2.** 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. **3.** Панкратова Н.Д., Савастьянов В.В. Моделирование альтернатив сценариев процесса технологического предвидения // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2009. — № 1. — С.22–35. **4.** Малафєєва Л.Ю. Розробка структурованної бази знань для розв'язання задач з технологічного передбачення // Наукові вісті НТУУ "КПІ". — 2009. — № 6. — С. 61–68.

Савченко А.С.
Национальный авиационный университет, Киев, Украина

Метод учета задержек управляющей и сигнальной информации в крупных корпоративных сетях

Задача управления корпоративной сетью состоит в том, чтобы предоставить ее администратору возможность поддерживать требуемый уровень качества обслуживания. Сложность управления заключается в том, что сеть является сложной стохастической системой. Никогда не имеется полной информации о ее параметрах и состоянии, об отказах и/или перегрузках отдельных сетевых узлов, маршрутов, сегментов сети. Кроме того, информация о состоянии поступает на центр управления с задержкой, которая носит случайный характер, соответственно и сигналы (команды) управления поступают с запаздыванием. Это приводит к потере оптимальности управления. Иногда состояние сети в процессе управления может стать даже хуже, чем если бы управление вообще отсутствовало.

Поэтому в разрабатываемой системе управления крупной корпоративной сетью (или ее автономным сегментом) необходимо предусмотреть методы учета и компенсации задержек управляющей и сигнальной информации.

В соответствии с общей теорией управления [1] процессы обмена информацией между управляемыми объектами (например, автономными сегментами сети) и системой управления описываются (векторными) дифференциально-разностными уравнениями или уравнениями с отклоняющимися аргументами [2]. Это допущение вполне справедливо для дискретных систем с запаздыванием, каковыми являются вычислительные сети. В самом общем случае

$$y'_{as_i}(t) = f(t, y_{as_i}(t), \cdots, y_{as_i}(t-\tau_i), u_i(t-\nu_i), \xi_i(t)), \tag{1}$$

где $y_{as_i}(t)$ - вектор состояния объекта S_i (информационный сигнал); $u_i(t)$ - вектор управления (управляющий сигнал); $\xi_i(t)$ - вектор случайных возмущений, действующих на объект S_i; τ_i и ν_i - запаздывания $y_{as_i}(t)$ и $u_i(t)$ соответственно.

Считается [3], что для уравнений с отклоняющимся аргументом метод аппроксимации дифференциальных уравнений разностными уравнениями является особенно эффективным. Поэтому без потери общности дифференциальное уравнение с отклоняющимся аргументом может быть аппроксимировано уравнением в конечных разностях вида:

$$y_{as}(n) = y_{as}(n-1) + by_{as}(n-k) + u(n-m), \tag{2}$$

где $y_{as}(n)$ - функция состояния объекта (например, автономного сегмента корпоративной сети); $u(n-m)$ - управляющее воздействие (сигнал); b - коэффициент; k и m являются задержками сигналов состояния и управления соответственно. В общем случае они отличаются, т.е. $n \neq m$.

Таким образом, предложен метод учета и компенсации задержек управляющей и сигнальной информации в системах управления крупными корпоративными сетями. В дальнейшем планируется провести исследование асимптотической устойчивости системы при использовании предложенного метода.

Литература. **1.** Красовский Н. Н. Теория управления движением. – М.: Наука, 1968. – 476 с. **2.** Эльсгольц Л.Э., Норкин С.Б. Введение в теорию дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом. 2-е изд. – М.: Глав. ред. физ.-мат. л-ры изд-ва «Наука», 1971. – 296 с. **3.** Беллман Р., Кук К. Дифференциально-разностные уравнения. – М.: Мир, 1967. – 548 с.

Савченко І.О.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Застосування модифікованого методу морфологічного аналізу за наявності фіксованих альтернатив морфологічної таблиці

Модифікований метод морфологічного аналізу базується на використанні експертного оцінювання і числової матриці взаємозв'язків для оцінювання всіх альтернатив морфологічної таблиці і конфігурацій, складених з альтернатив різних параметрів [1]. Це дозволяє проаналізувати ймовірності вибору альтернатив параметрів деякого об'єкта (процесу, явища) і сформувати стратегію відносно цього об'єкта, приймаючи до уваги всю множину його потенційних варіантів реалізації.

В [2] зазначається, що гнучкість методу морфологічного аналізу дозволяє за необхідності розглядати не всю множину конфігурацій морфологічної таблиці, а певну частину, що містить однакові альтернативи одного або декількох параметрів. Таким чином, фіксуючи різні альтернативи, можна отримати модель виводу "what-if"("що буде, якщо"), за допомогою якої прослідкувати поведінку об'єкта за певних умов, заданих значеннями фіксованих альтернатив. Однак в [2] використовується нечислова процедура, тому було вирішено адаптувати її для модифікованого методу морфологічного аналізу.

Запропонована така постановка задачі розрахунку оцінок імовірності альтернатив за наявності фіксованих параметрів морфологічної таблиці:

Дано: морфологічна таблиця, що містить множину характеристичних параметрів $F = \{F_i | i \in \overline{1,N}\}$, кожний параметр F_i описується множиною альтернатив $A_i = \{a_j^{(i)} | j \in \overline{1,n_i}\}$; незалежні ймовірності всіх альтернатив $\{p_j'^{(i)} | i \in \overline{1,N}; j \in \overline{1,n_i}\}$; значення взаємозв'язків всіх пар альтернатив параметрів $\{c_{i_1 j_1 i_2 j_2} | i_1, i_2 \in \overline{1,N}; i_1 \neq i_2; j_1 \in \overline{1,n_{i_1}}; j_2 \in \overline{1,n_{i_2}}\}$; підмножина параметрів $F' \subset F$, стан яких зафіксовано, і множина індексів b_i фіксованих альтернатив параметрів множини F'.

Потрібно: розрахувати ймовірності $p_j^{(i)}$ настання кожної з альтернатив $a_j^{(i)}$.

Для обчислення ймовірностей альтернатив за умов такої ситуації потрібно модифікувати систему рівнянь для ймовірностей, зокрема, виключивши з неї рівняння, що відповідають фіксованим параметрам:

$$\begin{cases} \left\{ p_l^{(k)} = \sum\limits_{j_m, m \in \overline{1,N} \cap B, m \neq k} \dots \sum P(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} | a_{j'_k}^{(k')}) p_{j'_k}^{(k')} \right\}, k \in \overline{1,N} \cap B, l \in \overline{1,n_k}, \\ \left\{ \sum_{i=1}^{n_k} p_i^{(k)} \right\}, k \in \overline{1,N} \cap B, \end{cases}$$

де k' – номер наступного нефіксованого параметра після k, або номер першого нефіксованого параметра, якщо k – номер останнього нефіксованого параметра; $j_m = b_m$ для $m \in B$; значення умовних ймовірностей виду $P(\{a_{j_1}^{(1)}, a_{j_2}^{(2)}, \dots, a_{j_N}^{(N)}\} | a_{j'_k}^{(k')})$ обчислюються за процедурами, наведеними в [1]. Розв'язком цієї системи будуть ймовірності альтернатив нефіксованих параметрів при обраних альтернативах фіксованих параметрів.

Для задачі сценарного аналізу аварійних ситуацій, описаних морфологічною таблицею з трьох параметрів: тип, місце і причина аварійної ситуації, за допомогою цієї методики можна отримати, наприклад, ймовірності різних типів і причин аварії для фіксованого місця, або ймовірності виникнення у різних місцях аварій із заданим типом і причиною, тощо.

Література. **1.** 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. **2.** Ritchey, T. Futures Studies using Morphological Analysis / Adapted from an article for the UN University Millennium Project: Futures Research Methodology Series, 2005. – 14 p.

Савченко Я.М. *— рецензент Бухтияров Ю.В.*
Національний технічний університет України "КПІ", ФЕЛ, Київ, Україна

Комбінований метод дослідження систем зі ступінчастою функцією відгуку

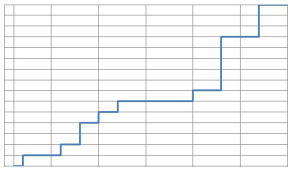


Рис. 1. Приклад досліджуваної функції

Аналітична діяльність є невід'ємною складовою досліджень багатьох інженерів. Джерелом інформації, що обробляється, при цьому виступає множина значень функції відгуку, що отримується в результаті емпіричних випробувань. Представлена робота присвячена аналітичному дослідженню функцій, приблизний вигляд яких показаний на рис. 1. Їх можна охарактеризувати як неспадні, але головною особливістю є те, що похідна в більшості їх точок дорівнює нулю, тобто вони є ступінчастими. Відрізки, де спостерігається така властивість, можуть мати неоднакову довжину, а різниця рівнів між ними часто змінюється нерівномірно. В таких умовах класичні методи дослідження функцій вимагають невиправдано багато ресурсів, а в задачах оптимізації іноді навіть не виконують основної вимоги до них – досягнення результату.

В роботі пропонується алгоритм пошуку такого аргументу досліджуваної функції, при якому вона повертає певне бажане значення. Шлях її вирішення – використання комбінації різних алгоритмів, що дають змогу оминути незручності, пов'язані з виглядом функцій, що нас цікавлять. Таким чином, на ділянках, де функція зростає відносно швидко, скорочення інтервалу проходить за лінійним законом. На відрізках, де значення функції – константа, скорочення інтервалу здійснюється покроково зі збільшенням кроку за законом квадратного кореня з експоненти на кожній ітерації, що є відносно плавною зростаючою функцією.

В словесному вигляді алгоритм можна записати так:

1. Задати значення функції F_0, для якого шукатиметься аргумент, та його допустиме відхилення Δ, початкові межі інтервалу пошуку x_a та x_b, обчислити значення функції в цих точках – f_{x_a} та f_{x_b}. Індекс корегуючого коефіцієнту, що відповідає за прискорення та сповільнення роботи алгоритму, $k_\rho = 0$.
2. Обчислити коефіцієнт $\alpha = \sqrt{\exp k_\rho}(x_b - x_a)/(f_{x_b} - f_{x_a})$.
3. Обчислити значення аргументу для нової спроби $x_i = x_a + \alpha(F_0 - f_{x_a})$. Перевірити, чи воно входить до теперішнього інтервалу $[x_a, x_b]$. Якщо ні, то k_ρ зменшити на одиницю та перейти до кроку 2. Інакше перейти до кроку 4.
4. Отримати значення функції в обчисленому аргументі $f_{x_i} = f(x_i)$. Перейти до кроку 5.
5. Здійснюємо перевірку, чи відрізняється отримане значення функції від f_{x_a} та f_{x_b}. Якщо ні, то збільшуємо k_ρ на одиницю. Інакше k_ρ прирівнюємо до нуля. Перейти до кроку 6.
6. Порівнюємо f_{x_i} з F_0. Якщо воно менше, то $x_a = x_i$ та $f_{x_a} = f_{x_i}$. Інакше $x_b = x_i$ та $f_{x_b} = f_{x_i}$. Перейти до кроку 7.
7. Перевірити, чи виконується умова зупинки $|F_0 - f_{x_i}| < \Delta$. Якщо виконується, то перейти до пункту 8, інакше перейти до пункту 2.
8. Результат - точка x_i. Закінчити роботу.

Складність алгоритму оцінити важко, адже в різних умовах його робота може зосереджуватись як на частині проходження ділянок-констант, так і на ділянках з більш активним зростанням.

Основна перевага алгоритму полягає в тому, що він ліквідує недоліки класичних методів при роботі з реальними функціями, що мають ділянки, де їх значення є константою, та гарантовано зменшує інтервал пошуку на кожній ітерації, підлаштовуючись під характер поведінки функції. Запропонований підхід може бути удосконалений використанням більш просунутих методів оптимізації, але і в такому вигляді демонструє задовільні результати. Практична придатність представленого методу була підтверджена в системах роботи з базами данних.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Савчук Т.О., Козачук А.В.
Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

Прогнозування стану надзвичайних ситуацій на залізниці за допомогою методу ітераційного прогнозування часових рядів

Однією з основних причин виникнення надзвичайних ситуацій на залізничному транспорті є вибухи цистерн, що знаходяться під високим тиском. Причинами вибуху можуть бути пошкодження корпусу цистерни або перегрів рідкого вантажу, що призводить до миттєвого випаровування великої кількості перегрітої рідини. Прогнозування температури рідин, що перевозяться залізничним транспортом, може дозволити вчасно відкрити додаткові запобіжні клапани та запобігти вибуху.

Розглянемо співвідношення, що застосовуються у прямому та багатокроковому методах прогнозування температури рідини, що перевозиться залізничним транспортом. Позначимо за X_t логарифм температури речовини, що перевозиться у залізничній цистерні, при цьому потрібно визначити значення через h кроків часу X_{t+h}. Для надання процесу стаціонарності обчислюється друга або третя різниця. Позначимо значення цієї різниці за $y_t = delta^d X_t$, де d = 2, 3 – порядок різниці. Для того, щоб здійснити один крок багатокрокового прогнозування, застосовується наступне співвідношення[1]:

$$y_{t+1} = a + \sum_{i=1}^{p} \phi_i y_{t+1-i}$$

Послідовно застосовуючи дане співвідношення h разів, отримаємо значення y_{t+h}:

$$y^I_{t+h/t} = a + \sum_{i=1}^{p} \phi_i y^I_{t+h-i/t},$$

$y_{j/t} = y_j$, для $j<=t$, значення a та ϕ_i оцінюються за допомогою методу найменших квадратів. Позначимо за y^h_{t+h} різницю між X_{t+h} та X_t порядку d. Значення температури отримується за допомогою чисельного інтегрування. Для $d = 2$ використовується наступне співвідношення:

$$X^I_{t+h|t} = X_t + \sum_{i=1}^{h} \sum_{j=1}^{i} y^I_{t+j|t}$$

Для прямого прогнозування температури речовини використовується формула

$$y^{D,h}_{t+h} = \beta + \sum_{i=1}^{p} \rho_i y_{t+1-i}$$

Коефіцієнти регресії визначаються за допомогою рекурсивної оцінки методом найменших квадратів співвідношення[2]:

$$y^h_{t+h} = \beta + \sum_{i=1}^{p} \rho_i y_{t+1-i} + \epsilon_{t+h}$$

Чисельно проінтегрувавши значення y, отримуємо X_{t+h}.

При прогнозуванні стану надзвичайної ситуації на залізничному транспорті, зазвичай, кількість часових відліків, про які є наявна інформація, перевищує порядок авторегресії, тому пряме та послідовне прогнозування температури речовини, що перевозиться залізничним транспортом, дають приблизно однакове значення середньоквадратичної помилки [3]. Але послідовне прогнозування є нестійким у випадку нечітких та/або невизначених даних.

Отже, можна зробити висновок про те, що прямий метод прогнозування температури речовини є більш доцільним, враховуючи те, що під час прогнозування розвитку надзвичайної ситуації на залізничному транспорті у більшості випадків кількість наявних часових відліків перевищує порядок регресійної моделі.

Література. **1.** Барсегян А. А., Купріянов М. С., Степаненко В. В., Холод І. І. Методи і моделі аналізу даних: OLAP і DATAM і NJN: БХВ-Петербург, 2004.– 336 с. **2.** R. J. Bhansali. Direct autoregressive predictors for multistep prediction: order selection and performance relative to the plug in predictors. Statistica Sinica 7(1997), 425-449 **3.** Railroad-Highway Grade Crossing Handbook. Traffic Impacts at Richland Junction Crossing: HNTB Corporation, 2005. – 216 с.

Селін Ю.М.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Розробка інформаційно-аналітичної системи супроводу процесу функціонування електронної бібліотеки

В 2010 році ООН оприлюднила звіт про стан справ з розробками електронних парламентів в країнах світу. Належне місце в цьому звіті було відведено електронним парламентським бібліотекам. Згідно цього Звіту такі бібліотеки грають особливу роль в залученні новітніх технологій задля всього парламенту, як законодавчої установи. Вони надають інформацію та підтримку в наукових дослідженнях для всіх членів парламенту і для всіх парламентських комітетів. Ці установи усвідомлюють, як інтегрувати парламентські документи для поліпшення процесу створення більш повних і корисних законодавчих актів та інших нормотворчих документів, і вони можуть забезпечити більш глибоке розуміння політичного, економічного і соціального контексту законопроектів, пов'язуючи їх з ресурсами поза парламентом.

Середовище електронної бібліотеки складається із ряду бібліотек, територіально віддалених одна від одної, які виконують функції інтегрованого спілкування та отримання інформації про бібліотечні ресурси.

Інформаційно-аналітична система (ІАС) супроводження електроної бібліотеки – це розподілена у просторі телекомунікаційна мережа загального користування, орієнтована на обмін даними між бібліотеками, базами даних, інших місць зберігання інформації. Цілями розробки ІАС є впровадження нових технологій, методів і засобів збирання, обробки і видачі даних для ефективної діяльності підрозділів виконавчої влади країни; створення і забезпечення функціонування баз даних, електронних бюлетенів у галузі права, економіки та накопичення інших фондів інформації, які можуть бути використані при роботі над законопроектами, у нормотворчій та правозастосовній діяльності; сприяння доступу користувачів до масивів даних інформаційних центрів міністерств і відомств, організацій; установ та баз даних законодавчих актів зарубіжних країн; встановлення зв'язків з питань електронного обміну правовою та іншою інформацією з відповідними службами інших країн; ІАС надасть можливість вивільнити користувачів від рутинної роботи — пошуку необхідної інформації (законопроектів, нормативних актів тощо), та упорядкування численних зауважень та пропозицій, що надходять до конкретних документів; можливість розширення джерел даних без суттєвих трудовитрат на переструктуризацію баз даних (адаптивність). Впровадження ІАС супроводження електроної бібліотеки допоможе підвищити рівень обґрунтованості управлінських рішень за рахунок можливості широкого використання різних джерел альтернативної аналітичної інформації, вчасної обробки даних, достатнього інформаційного забезпечення діяльності, застосування сучасних наукових методів та засобів обробки даних, що сприяє також зменшенню впливу суб'єктивних чинників; Електроннии тексти електроної бібліотеки можна буде прочитати на будь-якому кінцевому пристрої, будь то нетбук, смартфон.

Користувачі розробленої ІАС супроводження електроної бібліотеки матимуть швидкий та зручний віддалений доступ до переліку вітчизняних та зарубіжних вчених і фахівців, а також організацій, що спеціалізуються з потрібних галузь знань, посилання на адреси сайтів в мережі Intranet, що містять потрібну інформацію про предмет дослідження, мати змогу одержувати статистичну інформацію та довідки у різних варіантах в оперативному режимі.

Література. **1.** "Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки", Закон України (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2007, N 12, ст.102). **2.** "Про електронні документи та електронний документообіг Закон України (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2003, N 36, ст.275). **3.** "Про Рекомендації парламентських слухань з питань розвитку інформаційного суспільства в Україні"Постанова Верховної Ради України від 1 грудня 2005 року №3175-IV (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2006, N 15, ст.131).

Скатков А.В., Тарасова А.В.
Севастопольский национальный технический университет, Севастополь, Украина

Многоверсионный подход при моделировании структурно неоднородных систем

Структурно неоднородные системы являются сложными системами, что зачастую делает невозможным их разработку и познание на базе аналитических методов в рамках единого математического аппарата. В подобных ситуациях исследование системы становится возможным с применением комбинированного подхода, основанного на использовании гибридных математических схем, а также методов моделирования систем, в частности, методом имитационного моделирования систем.

Современные системы моделирования имеют специализированные средства по реализации дополнительных возможностей организации модельных экспериментов на компьютере. Они также дают возможность учёта в моделях фактора времени, т.е. строить динамические имитационные модели, что особенно важно для многих систем [1].

При имитационном моделировании структурно неоднородных систем остро стоит вопрос поиска компромисса между уровнем сложности и адекватности модели. Как правило, простая модель не отображает всех тонкостей функционирования реального объекта, а только основные закономерности, что соответствует низкому уровню адекватности модели. Повышение уровня адекватности, в свою очередь, ведет к существенному повышению сложности. На наш взгляд, разрешение данных конфликтов в рамках единой модели не представляется возможным, поэтому предлагается рассмотрение концепции многоверсионного моделирования логистических задач, позволяющего преодолеть отмеченные выше конфликты. На разных этапах моделирования сложных систем необходимо вовремя осуществлять переход с одного уровня адекватности и сложности на другой.

Обозначим структурно неоднородную систему как S. Входящие в ее состав подсистемы si относительно однородны: $S = \{s1, s2, s3, \ldots, sn\}$. Введем количественные меры адекватности $\{q1, q2, q3, \ldots, qn\}$ и меры точности $\{r1, r2, r3, \ldots, rn\}$ для каждой из подсистем si. Тогда степени адекватности и сложности структурно неоднородной системы S можно оценить как:

$$\begin{cases} Q \leqslant \min qi, \\ R \leqslant \max ri \end{cases}$$

Данная задача является многокритериальной задачей, поскольку для получения наиболее оптимальной модели с точки зрения адекватности и сложности необходимо стремиться к максимизации Q и минимизации R .

В качестве примера постепенного наращивания уровней сложности и адекватности при моделировании рассмотрим семейство моделей, имитирующих работу грузового порта. Современные грузовые порты являются сервисными логистическими системами и представляют собой узлы, связывающие грузопотоки по ввозу и вывозу различными видами транспорта [2].

Рассматриваемая система является структурно неоднородной. Источники неоднородности: поведение судна, состояние причала, состояние склада, состояния ресурсов при погрузке-/выгрузке и т.д. Технологический процесс функционирования порта является процессом с непрерывным временем, но изменения состояния системы происходят скачкообразно через достаточно длительные промежутки времени, потому для описания состояний системы целесообразно использовать дискретное время. При этом можно рассматривать систему лишь в моменты смены состояний без риска потери информации. Наиболее удобными средствами для описания систем такого вида являются асинхронные модели, рассматривающие взаимодействие событий с помощью причинно-следственных связей. Рассмотрение не непосредственных связей между событиями, а лишь тех ситуаций, в которых рассматриваемое событие может реализоваться, упрощает описание системы. Системы с дискретным временем можно представить как структуры, образованные из элементов двух типов: событий и условий. На этом

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

принципе построен способ описания функционирования динамической системы с дискретным временем, использующий аппарат сетей Петри. Сеть Петри представляет собой двудольный граф, образованный с помощью абстрактных символов из двух непересекающихся алфавитов: множества переходов – событий, и множества состояний – условий [3].

В качестве первой версии модели рассмотрим систему, состоящую из судна и причала. Сеть Петри, моделирующая такую систему, представлена на рисунке 1а. Позиции p1, p2, p3, p5, p7 соответствуют возможным положениям судна в порту, p4 и p6 – состояниям причала и перегрузочного комплекса. Переходы t1, t2, t3 и t4 описывают временные события, как то заход и разгрузка судна, освобождение причала. Обозначим эту модель как версия №1.

Далее повысим адекватность и сложность модели, учтя тот фактор, что часть судов, поступающих в порт, может требовать предварительного санитарного, таможенного и/или ветеринарного досмотра.Обозначим новую модель как версию №2 (рисунок 1б).

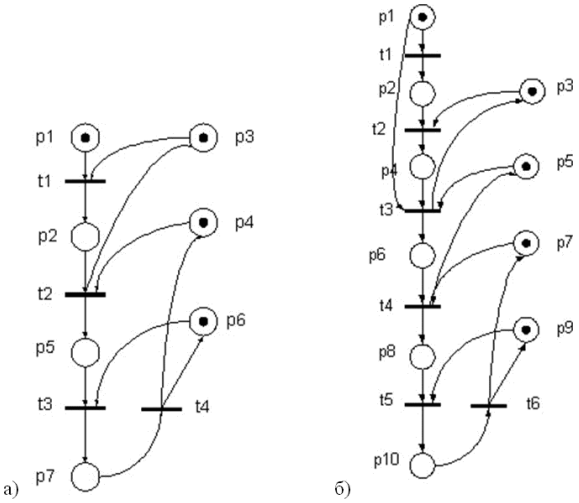


Рис. 1. Сети Петри для логистической задачи разгрузки судна: а) без досмотра (версия №1); б) с досмотром (версия №2)

Введем обозначения уровней сложности и адекватности рассмотренных выше версий моделей. Версия №1 имеет наибольший уровень абстракции и, как следствие, наименьший уровень сложности. Обозначим его как *R1*. При этом в целом модель верно отображает структуру системы, поэтому обозначим уровень адекватности первой версии как *Q1*.

Версия №2 имеет более сложную, по сравнению с версией №1, структуру и рассматривает более сложные аспекты поведения моделируемой системы. Ей соответствует уровень сложности *R2* и уровень адекватности *Q2*. При этом выполняется неравенство $R1<R2$, $Q1<Q2$.

Многоверсионный подход к моделированию сложных неоднородных систем отличается тем, что предлагается построение множества моделей, на элементах которого возможно выполнения поиска компромиссных между адекватностью и сложностью модели. С использованием такого множества разработчик имеет возможность как восходящего, так и нисходящего перехода с уровня на уровень для достижения требуемых степеней адекватности и сложности модели. Данный подход показал продуктивность для неоднородных транспортно-производственных систем, но применим и для систем других классов, например, для вычислительно-коммутативных сетей.

Литература. **1.** Боев В.Д. Моделирование систем. Инструментальные средства GPSS World: Учеб.пособие – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 368 с. **2.** Понятовский В.В. Морские порты и транспорт. – М.: РКонсульт, 2006. – 429с. **3.** Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем : Пер. с англ. – М.: Мир, 1984.– 264 с.

Соколовський Я.І., Крошний І.М., Стельмах Р.П.
Національний лісотехнічний університет України, Львів, Україна

Об'єктно-орієнтована програмна система дослідження процесу сушіння деревини з урахуванням пружних, в'язкопружних і пружно-пластичних деформацій

In the article is formulated a mathematical model of heat and mass transfer and deformation of capillary-porous materials during drying, taking into account elastic, viscoelastic and elastic-plastic deformations.

У рамках об'єктно-орієнтованого підходу запропонована та програмно реалізована автоматизована система дослідження температури $T(X,\tau)$, вологовмісту $U(X,\tau)$, компонент деформацій $\varepsilon_{ij}(X,\tau)$ та напружень $\sigma_{ij}(X,\tau)$ у процесі сушіння капілярно-пористого матеріалу на прикладі дерев'яного бруса $\Omega = \left\{X = (x_1, x_2);\ x_1 \in [0, l_1], x_2 \in [0, l_2]\right\}$, ($l_1$, l_2 – геометричні розміри) протягом часу $\tau \in [0, \tau_{\text{суш}}]$. Систему модельних рівнянь побудовано наступним чином. Для визначення температурних і вологісних полів рівняння тепло- і масоперенесення мають вигляд:

$$c\rho\frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x_1}\left(\lambda_1\frac{\partial T}{\partial x_1}\right) + \frac{\partial}{\partial x_2}\left(\lambda_2\frac{\partial T}{\partial x_2}\right) + \varepsilon\rho_0 r\frac{\partial U}{\partial \tau}; \tag{1}$$

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x_1}\left(a_1\frac{\partial U}{\partial x_1}\right) + \frac{\partial}{\partial x_2}\left(a_2\frac{\partial U}{\partial x_2}\right) + \frac{\partial}{\partial x_1}\left(a_1\delta\frac{\partial T}{\partial x_1}\right) + \frac{\partial}{\partial x_2}\left(a_2\delta\frac{\partial T}{\partial x_2}\right), \tag{2}$$

Початкові умови:

$$U\mid_{\tau=0} = U_0; T\mid_{\tau=0}, \tag{3}$$

Граничні умови:

$$\lambda_i\frac{\partial T}{\partial n}\mid_{x_i=l_i} + \rho_0\left(1-\varepsilon\right)\beta_i\left(U\mid_{x_i=l_i} - U_p\right) = \alpha_i\left(t_c - T\mid_{x_i=l_i}\right);$$

$$\left(a_i\frac{\partial U}{\partial n} + a_i\delta\frac{\partial T}{\partial n}\right)\mid_{x_i=l_i} = \beta_i(U_p - U|_{x_i=l_i}); \tag{4}$$

$$\frac{\partial T}{\partial n}|_{x_i=0} = 0; \qquad \left(a_i\frac{\partial U}{\partial n} + a_i\delta\frac{\partial T}{\partial n}\right)\mid_{x_i=0} = 0; \quad i = 1, 2.$$

Тут $T_0(X)$, $U_0(X)$ – початкові розподіли температури та вмісту вологи у матеріалі; $U_p(T_c, \varphi)$ – рівноважна вологість; $c(T,U)$ – теплоємність; $\rho(U)$ – густина; $\lambda_i(T,U)$, $a_i(T,U)$ – відповідно коефіцієнти теплопровідності і вологопровідності у напрямках анізотропії; ε – коефіцієнт фазового переходу; ρ_0 – базисна густина; r – питома теплота пароутворення; $\delta(T,U)$ – термоградієнтний коефіцієнт; $\alpha_i(T_c,\nu)$, $\beta_i(T_c,\phi,\nu)$ – коефіцієнти теплообміну і вологообміну відповідно; T_c – температура середовища; $\phi(\tau)$ та $\nu(\tau)$ – відносна вологість та швидкість руху агента сушіння відповідно; n – вектор нормалі границі області Ω.

Компоненти вектора напружень $\sigma_{ij} = (\sigma_{11}, \sigma_{22}, \sigma_{12})$ задовільняють рівняння рівноваги:

$$\frac{\partial \sigma_{11}}{\partial x_1} + \frac{\partial \sigma_{12}}{\partial x_2} = 0; \frac{\partial \sigma_{12}}{\partial x_1} + \frac{\partial \sigma_{22}}{\partial x_2} = 0; \tag{5}$$

Граничні умови враховують відсутність зовнішніх зусиль:

$$\sigma_{ij}\mid_{x_1=l_1, x_2=l_2} = 0. \tag{6}$$

Моделювання в'язкопружних напружень та деформацій у деревині під час сушіння базується на законах усадки гігроскопічних матеріалів та інтегральних рівняннях спадкової теорії

Больцмана-Вольтера і визначається формулою:

$$\sigma^{ij}(\tau) = C^{ijkl}\left(\varepsilon^{ij}(\tau) - \varepsilon_{ui}\right) - C^{ijkl}\int_0^{\tau} R^{ijkl}(\tau - s, T, U)\left(\varepsilon^{ij}(\tau) - \varepsilon_{ui}\right) ds, \tag{7}$$

де $\varepsilon_{ui} = (\varepsilon_{u1}, \varepsilon_{u2}, \varepsilon_{u3})^T$ - вектор компонент деформацій, які виникають внаслідок зміни температури і вологовмісту; C^{ijkl} - компоненти тензора пружності анізотропного тіла; $R^{ijkl}(\tau - s, T, U)$ – функції реологічної поведінки деревини.

Аналіз експериментальних досліджень реологічної поведінки деревини [1, 2] свідчить про те, що у матеріалі при стисканні у радіальному напрямі в момент прикладання навантажень, окрім пружних деформацій, виникають миттєві, незворотні після розвантаження, деформації. Причому, їхня величина збільшується зі зростанням зовнішнього навантаження на взірець.

Для моделювання пластичних властивостей деревини використано теорію пластичного плину Прандтля-Рейса [3]. Тоді співвідношення між диференціалами напружень і деформацій має вигляд:

$$d\sigma_{ij} = \frac{E}{2(1+\nu)}\left(d\varepsilon_{ij} + \frac{\nu}{1-2\nu}\delta_{ij}d\varepsilon_{ij} - s_{ij}\frac{s_{ke}d\varepsilon_{ke}}{s}\right); \tag{8}$$

$$s = \frac{2^{-2}}{3}\sigma\left(1 + \frac{2(1+\nu)}{3E}\right), \tag{9}$$

де δ_{ij} – символ Кронекера, s_{ij} – девітатор напружень.

Для реалізації математичної моделі (1) – (9) використано метод скінченного елемента (МСЕ). Для цього розроблено алгоритми МСЕ для в'язкопружної та пластичної області деформування матеріалів у процесі сушіння [4]. Для побудови програмної системи виділені програмні модулі, які є одиницею об'єктно-орієнтованої реалізації алгоритму у контексті основних понять і термінів МСЕ. Такий підхід дозволяє розкласти побудовану дискретну модель у вигляді класів (пакетів класів) та відношень між ними. Пояснення зв'язків між спроектованими класами та взаємодію об'єктів цих класів здійснено за допомогою діаграм UML. В окремі пакети виділено класи, які реалізують: геометричні та фізико-механічні характеристики об'єкта досліджень; розбиття області на скінчення елементи за допомогою сітки вузлів; визначення базисних функцій в межах скінченних елементів; обчислювальні класи (квадратури для чисельного інтегрування); інтерполяційні функції; розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР); класи, орієнтовані на конкретні обчислення матричної та векторної алгебри; класи збереження введення та виведення даних; інтерфейс користувача.

Література. **1.** Е. М. Тюленева Природа упругих деформаций, возникающих в древесине в момент нагрузки и разгрузки. / Е.М. Тюленева, В.Н. Курицын // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения: сб. ст. – Красноярськ, 2005. – том 2. – с. 232-233. **2.** J. Rodic, A. Jayne Mechanics of wood and composites. – Van Nostraind Reinhold. New York. 1982. – 712 p. **3.** М. С. Можаровський Теорія пружності, пластичності і повзучості. – К.: Вища школа. – 2002. – 312 с. **4.** Я. І. Соколовський, І.М. Крошний Чисельне моделювання впливу зовнішнього середовища на напружено-деформівний стан деревини у процесі сушіння // Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка Комп'ютерні науки та інформаційні технології. - 2011. - №711. - С.236-246.

Ставицкий Е.В. *— рецензент Рогоза В.С.*
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Планирование и оптимизация режимов магистральных газотранспортных систем

Одной из функций управления технологическими режимами магистральных газотранспортных систем (МГТС) является планирование и оптимизация их режимов, в которых оценивается возможное изменение режима при определенных воздействий на систему (например: изменение расхода потребителей, переключения при ремонтных работах и т. д.). Такие расчеты выполняются по усредненным данным с использованием стационарных моделей течения газа в МГТС. Математическая модель задачи планирования и оптимизации режимов МГТС формулируется следующим образом:

$$f_S(X,V) = 0 \tag{1}$$

$$\Phi_{0TS} \leqslant \Phi_{TS}(X,V) \leqslant \Phi_{1TS} \tag{2}$$

$$\min_{V,S} W_T(X,V,S) \tag{3}$$

$f_S(X,V) = [f_1(...),...,f_n(...)]^T$ – векторная функция системы режимных уравнений для МГТС (уравнений линейных участков (ЛУ), компрессорных станций (КС), балансных узловых уравнений и др.); $X(V) = [x_1(...),...,x_n(...)]^T$ – вектор зависимых (расчетных) режимных параметров (давлений, температур, расходов газа, и др.); V – вектор варьируемых параметров (установок КС по давлению, массовых расходов у потребителей и поставщиков газа, массовых расходов газа по нагнетателям КС, давлениям во входных и выходных узлах МГТС и др.); Φ_{0TS}, Φ_{1TS} – соответственно вектор нижних и верхних режимных и параметрических ограничений для текущего набора значений температур атмосферы на компрессорных станциях и схемы включения оборудования; $W_T(X,V,S)$ – целевая функция, учитывающая множества наборов значений температуры атмосферы на компрессорных станциях и схем включения оборудования. Функция S описывает множество допустимых рабочих схем включения оборудования МГТС (схем включения нагнетателей и аппаратов воздушного охлаждения (АВО) на компрессорных станциях и др.). В состав вектора ограничений (2) входят ограничения на значения оборотов приводов, приведенных расходов, выходных давлений, выходных температур газа, развиваемые мощности по нагнетателям КС, на давления и расход газа у потребителей и поставщиков и другие технологические ограничения [1]. Задача содержит как непрерывные, так и дискретные параметры и является многоэкстремальной, что затрудняет применение для ее решения традиционных градиентных методов. Для решения предлагается использовать двухэтапный расчет, в котором расчетные итерации подразделяются на внутренние и внешние. На внешней итерации с помощью генетического алгоритма варьированием дискретных параметров S находится начальное приближение $W_T(X,V,S)$, локализованное в области экстремума [2]. Причем решения, не удовлетворяющие (2), отбрасываются как неэффективные. На внутренних итерациях методом обобщенного приведенного градиента [2] минимизируется функция (3) при значениях дискретных параметров S, найденных на внешней итерации.

Результаты тестовых расчетов показали эффективность применения двухэтапного метода расчета при планировании и оптимизации технологических режимов магистральных газотранспортных систем ГТС, имеющих большую размерность. В результате стало допустимым решение задач, невозможное при использовании каждого метода в отдельности.

Литература. **1.** Общесоюзные нормы технологического проектирования. Магистральные трубопроводы, ч. 1 «Газопроводы» ОНТП 51-1-85. М.; изд. ВНИИГАЗ, 1985, - 193 с. **2.** Herrera F., Lozano M., Verdegay J.L. Tackling real-coded genetic algorithms: operators and tools for the behaviour analysis, Vol. 12, No. 4, 1998. - PP. 265-319.

Стефанишин Д.В., Романчук К.Г.
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАНУ, Київ, Україна

Особливості оцінки ймовірностей аварій на гідроспорудах методом дерев несправностей

Метод дерев несправностей (метод аналізу дерев помилок, відмов, відмов та несправностей, FTA-method) — відомий логіко-імовірнісний метод аналізу відмов та аварій в технічних системах, що знайшов широке практичне застосування при моделюванні, аналізі ризику аварій, оцінці надійності та безпеки складних технічних систем різного типу й призначення [1]. В останній час цей метод, в основу якого покладено дедуктивну логіку аналізу причинно-наслідкових зв'язків між подіями, розглядається і як один з перспективних методів моделювання, системного аналізу та оцінки ймовірностей аварій на гідроспорудах [2–4].

Однак існує ряд проблем, на які слід зважати при використанні методу дерев несправностей при оцінці ймовірностей аварій на гідроспорудах. Основні з них пов'язані з тим, що гідроспоруди, як системи, не мають чіткої мережевої структури. У переважній більшості гідроспоруди за системними властивостями, структурою, зв'язками тощо — це слабо структуровані системи синергетичного типу, з нечітко визначеними складом, ієрархією, границями та зв'язками між структурними одиницями і навколишнім середовищем, склад яких, ієрархія, границі, зв'язки часто встановлюються на основі суб'єктивних припущень дослідника.

Досвід та інтуїція дослідника можуть мати принципове значення і при ідентифікації й систематизації базових подій і станів дерева несправностей (причин, що власне ініціюють аварійні процеси на гідроспоруді). Оскільки кількість подій і станів, здатних ініціювати аварійні процеси в системі, в методі дерев несправностей обмежується, то вибір базових подій і станів може виявитися визначальним для побудови адекватної моделі. Слід також враховувати, що оцінки ймовірностей базових аварійних подій і станів мають бути інваріантами і встановлюватися незалежно від вибраного дерева несправностей. Важливе значення досвід та інтуїція дослідника можуть мати також при встановленні логіко-імовірнісних зв'язків та відношень між базовими та наслідковими аварійними подіями і станами на гідроспоруді.

З метою побудови адекватної моделі дерева несправностей гідроспоруди при виборі базових аварійних подій і станів слід дотримуватися принципу ієрархії, коли при надмірній складності ієрархічної структури системи використовується системно-інтегруючий підхід (агрегування) і більш деталізовані події й стани цілеспрямовано інтегруються у більш загальні і менш деталізовані події й стани, що надалі вже вважаються базовими, і принципу найменшої взаємодії, коли базові аварійні події й стани відбираються серед стохастично незалежних подій і станів з формуванням повних груп подій там, де має місце їх несумісність.

Показано, що у більшості випадків при моделюванні дерев несправностей гідроспоруд для відображення причинно-наслідкових зв'язків достатньо обмежитись логічними операторами «АБО» (логічна операція «диз'юнкція»), «І» («кон'юнкція»), «ВИКЛЮЧНЕ АБО» («виключна диз'юнкція»), «ЗАБОРОНА» («імплікація»), «ЧАСТКОВА ЗАБОРОНА».

Література. **1.** Kumamoto H. Probabilistic Risk Assessment and Management for Engineers and Scientists / H. Kumamoto, E.J. Henley. New York. IEEE Press. — 1996. **2.** The use of risk analysis to support dam safety decisions and management. Trans. of the 20-th Int. Congress on Large Dams. Vol. 1. Q. 76. 19-22 September. Beijing-China. 2000. **3.** 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. **4.** Стефанишин Д.В. Особливості прогнозування аварій на гідровузлах// Системний аналіз та інформаційні технології: матеріали Міжнародної науково-технічної конференції SAIT-2011, Київ, 23-28 травня 2011 р./ ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ». –К.: ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ», 2011. С. 161.

Стефанишина-Гаврилюк Ю.Д., Стефанишин Д.В.
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАНУ, Київ, Україна

Про один метод довгострокового прогнозування за даними спостережень на основі екстраполяцій

Пропонується метод довгострокового прогнозування за даними спостережень на основі екстраполяцій, в основу якого покладено системний підхід з врахуванням різних сценаріїв розвитку подій.

Метод може використовуватися при екстраполяції на базі однорідних, монотонних рядів динаміки, варіаційних рядів та регресій. В якості основних моделей (сценаріїв розвитку подій) при екстраполяції рядів динаміки використовуються тренди, варіаційних рядів — функції розподілу ймовірності, регресій — прості регресійні залежності.

Показано, що в межах даних спостережень різні апроксимуючі моделі у вигляді різних трендів, функцій розподілу ймовірності, регресійних залежностей можуть давати досить близькі результати. Однак при екстраполяції на віддалену перспективу спостерігається значна розбіжність результатів моделювання, в тому числі і у випадках, коли моделі однаково добре погоджуються зі спостереженими даними.

Метод дозволяє на основі результатів, що дають різні моделі-екстраполяції, отримувати «зважені» перспективні оцінки параметра, що прогнозується.

Розглянуто дві модифікації методу. В першому випадку реалізується класичний підхід для «зважування» оцінок, отриманих за різними модельними сценаріями, з використанням імовірнісної міри як степеня довіри до різних моделей [1]. В другому випадку при «зважуванні» використовується нечітка міра [2, 3]. При використанні в якості екстраполяцій трендів та регресій для побудови імовірнісної та нечіткої мір щодо відповідних «ваг» моделей (або оцінок параметра, що прогнозується) використовуються коефіцієнти детермінації. При екстраполяції за допомогою законів розподілу ймовірностей — відповідні достовірності, які встановлюються за результатами перевірки статистичних гіпотез, наприклад, методом К. Пірсона.

Найпростіше задача вирішується у випадку варіаційних рядів даних. Розглядається множина гіпотез — законів розподілу ймовірності або регресій в якості прогнозів-екстраполяцій. Далі здійснюється відповідне «зважування» отриманих перспективних оцінок з використанням імовірнісної або нечіткої міри. При використанні імовірнісної міри будується адитивна згортка суміші модельних розподілів ймовірності або регресій з врахуванням нормованої достовірності кожного з розподілів. При використанні нечіткої міри спочатку будуються нечіткі множини з функціями належності лінгвістичних змінних виду «значення параметра буде не більшим ...», «значення параметру буде не меншим ...», що є доповненнями одна до одної, а затим — нечітка множина з функцією належності нечіткої змінної «значення параметра буде знаходитися в інтервалі ...» — як перетин двох попередніх нечітких множин.

У випадку рядів динаміки для врахування різних тенденцій вибір модельних трендів здійснюється на різних за тривалістю й початком відліку вибірках даних спостережень. Далі здійснюється «зважування» результатів прогнозування на основі різних трендів з використанням імовірнісної або нечіткої міри.

Література. **1.** Стефанишин Д.В. Вибрані задачі оцінки ризику та прийняття рішень за умов стохастичної невизначеності / Д.В. Стефанишин. — К.: Азимут-Україна, 2009. — 104 с. **2.** Stefanyshyn D.V., Stefanyshyna Yu.D. A Method of Generating Fuzzy Sets from Homogeneous and Monotonous Time Series / D.V. Stefanyshyn, Yu.D. Stefanyshyna // ICIM 2010. Proc. of 3rd Int. Conf. on Inductive Modelling. Yevpatoria, Ukraine, May 16-22, 2010. P.P. 113-117. **3.** Стефанишин Д.В., Стефанишина Ю.Д. Нечіткість в гідрологічному прогнозуванні// Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. Матеріали п'ятої всеукраїнської наукової конференції 22-24 вересня 2011 р. Чернівці, Чернівецький національний університет, 2011. С.254-257.

Тарасенко И.В., Макаренко А.С.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Применение индекса цитируемости для изучения устойчивости развития украинской науки

Проблема изучения и оценки науки актуализируется выдвинутыми в последние годы задачами динамичного развития научного потенциала, что требует новых подходов к анализу нынешнего состояния и дальнейших перспектив украинских и мировых научных исследований. Наиболее важной и сложной процедурой оценки остается изучение научной результативности. Одним из проверенных временем подходов к изучению научной результативности является анализ документопотока, в котором находят отражение практически все направления и итоги работы ученых. Обусловлено это тем, что документопоток дает возможность объективно представить состояние, тенденции, темпы и будущее развитие тех или иных научных тематик и проблем, осуществить на этой основе планирование научной деятельности, выявить наиболее продуктивные работы и определить вклад отдельных ученых, коллективов и стран в науку. Наиболее распространенными показателями эффективности научной деятельности в мире являются данные цитирования. Методы анализа цитирования (включая коцитирование, кластерный анализ и метод библиографического сочетания) обладают широким спектром возможностей: позволяют исследовать внутреннюю структуру областей знания, следить за изменениями фронта научных исследований, выявлять наиболее быстро развивающиеся области науки, новые и затухающие направления научных исследований в мире. Базам данных "Web of knowledge" (компания Tomson reuters) и "Scopus" принадлежит роль международных поисковых и оценочных инструментов. Их использование представляет интерес с точки зрения получения макропоказателей, для оценки вклада ученых в мировой прогресс и исследования научной коммуникации. С использованием БД проводится анализ цитирования ученых, создаются различные библиометрические ресурсы, используемые в информационном сопровождении науки. Наиболее распространенными показателями эффективности научной деятельности в мире являются данные цитирования. Нашей целью является анализ развития научных областей Украины путем анализа индекса цитирования SCI в определенных временных промежутках, расчитаного с использованием данных БД Web of Knowledge, которая включает в себя: - указатели цитированной литературы— ISI Web of Science; - указатели текущего содержания публикаций— ISI Current Contents Connect; - специализированные указатели— ISI Chemistry, ISI Proceedings, Derwent Innovations Index, BIOSIS Previews, CAB ABSTRACTS, INSPEC; - инструменты оценки и анализа научного содержания— ISI Journal Citation Reports® on the Web , ISI Essential Science Indicators веб-ресурс, находящийся в открытом доступе, содержащий перечни наиболее часто цитируемых ученых и их научных достижений— HighlyCited.com. В качестве основных критериев при оценке развития науки Украины предлагается взять три функции: Разнообразие научных областей, Стабильность развития научных областей и Рост количества публикаций по областям. Разнообразие научных областей определяется с помощью уровня активности исследователей в некоторой научной области и может быть одним из показателей устойчивости. Другими словами, чем больше статей в этой области издается, тем шире ее научные горизонты. Очевидно, что каждая страна имеет свои направления исследовательских интересов, исходя из своих коренных проблем. Это приведет к концентации усилий и ресурсов, что в свою очередь повлечет высокую активность и производительность именно в соответствующих областях. Стабильность развития научной области понимает под собой публикации в этой области на протяжении продолжительного периода времени без перерывов. С другой стороны, успех конкретной области предполагает также ее развитие в значительном промежутке времени. Для достижения вышеупомянутой цели мы стремимся ответить на следующие вопросы: 1. Насколько широко раскрыты вопросы по научным областям Украины? 2. Насколько стабильно развитие этих научных областей? 3. Есть ли рост развития науки в Украине?

Тимофієва Н.К.
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАНУ та МОНМСУ, Київ, Україна

Визначення подібності задач комбінаторної оптимізації за аргументом цільової функції

Проведено системний аналіз задач комбінаторної оптимізації різних класів. Цей аналіз показав, що деякі з них, які відносяться до різних класів, розділяються на підзадачі, які розв'язуються за однією обчислювальною схемою або модифікацією одного і того ж алгоритму. Це стосується і генерування комбінаторних множин, серед яких можна виділити такі, що генеруються одним і тим же алгоритмом або його модифікацією.

Вступ. Відомі універсальні методи, орієнтовані на розв'язання задач комбінаторної оптимізації різних класів. Але ця універсальність закладена саме в природі оговорених задач. В комбінаторній оптимізації можна навести багато прикладів, коли задачі з різних класів розв'язуються за однією і тією ж обчислювальною схемою. Ця властивість в літературі достатньою мірою не висвітлена. Системний аналіз цих задач з використанням теорії комбінаторної оптимізації показує, що деякі з них, які відносяться до різних класів, розділяються на підзадачі, які розв'язуються за однією обчислювальною схемою або модифікацією одного і того ж алгоритму. Це стосується і генерування комбінаторних множин, серед яких можна виділити такі, що генеруються одним і тим же алгоритмом або його модифікацією. Розглянемо цю властивість на прикладі деяких задач комбінаторної оптимізації.

Подібність генерування множин комбінаторних конфігурацій. Спочатку розглянемо аргумент цільової функції задач комбінаторної оптимізації, яким є комбінаторні конфігурації різних типів.

Під комбінаторною конфігурацією розуміємо будь-яку сукупність елементів, яка утворюється з усіх або з деяких елементів заданої базової множини $A = \{a_1, ..., a_n\}$. Позначимо її упорядкованою множиною $w^k = (w_1^k, ..., w_{\eta^k}^k)$, де $\eta^k \in \{1, ..., n\}$ – кількість елементів у w^k, $W = \{w^k\}_1^q$ – множина комбінаторних конфігурацій. Верхній індекс k ($k \in \{1, ..., q\}$) у w^k позначає порядковий номер w^k у W, q – кількість w^k у W .

Рекурентним комбінаторним оператором назвемо сукупність правил, за допомогою яких з елементів базової множини A утворюється комбінаторна конфігурація w^k. Різноманітні типи комбінаторних конфігурацій утворюються за допомогою трьох рекурентних комбінаторних операторів: вибирання, транспозиція, арифметичний.

Означення 1. Дві нетотожні комбінаторні конфігурації $w^k = (w_1^k, ..., w_{\eta^k}^k)$ і $w^i = (w_1^i, ..., w_{\eta^i}^i)$ назвемо ізоморфними, якщо $\eta^k = \eta^i$.

Означення 2. Підмножину W_{η^k} назвемо підмножиною ізоморфних комбінаторних конфігурацій, якщо її елементи – ізоморфні комбінаторні конфігурації.

Оскільки операція транспозиції змінює лише порядок слідування елементів у $w^k \in W$, то всіляка множина перестановок W є множиною ізоморфних комбінаторних конфігурацій.

Утворення розбиття n-елементної множини на підмножини проводиться арифметичним оператором і транспозицією, розміщення з повтореннями і без повторень – вибиранням і транспозицією, Бінарні послідовності можуть утворюватися двома операціями: арифметичною і операцією вибирання. Сполучення без повторень утворюється однією операцією – вибиранням. Кількість бінарних послідовностей у їхній множині дорівнює 2^n, а сполучень без повторень відповідно $2^n - 1$.

Означення 3. Назвемо подібними комбінаторні множини і задачі комбінаторної оптимізації різних класів, які розв'язуються за однією і тією ж обчислювальною схемою або модифікацією одного і того ж алгоритму.

Отже, множина розбиттів n-елементної множини на підмножини подібна до множини розбиття числа і перестановок, тому що вона генерується алгоритмом розбиття числа і

алгоритмом генерування перестановок. Бінарні послідовності і сполучення без повторення подібні, тому що вони генеруються модифікацією одного і того ж алгоритму [1]. Упорядкування розміщення без повторень і з повтореннями проводиться алгоритмами генерування сполучень і перестановок. Тобто, оговорені комбінаторні множини подібні за способом їхнього утворення і упорядкування.

Подібність задач комбінаторної оптимізації, цільова функція яких визначена на множині перестановок. Розглянемо задачі комбінаторної оптимізації, аргументом цільової функції в якій є перестановка (задача комівояжера, задача про призначення, задача розміщення одногабаритних об'єктів на поверхні). Вони задаються однією або двома множинами, між елементами яких задано зв'язки. Числове значення зв'язків між елементами однієї з множин задамо симетричною матрицею C (або числовою функцією $\varphi(j)|_1^m$). Числове значення зв'язків між елементами іншої множини задамо комбінаторною симетричною матрицею $Q(w^k)$ (або комбінаторною функцією $\beta(f(j), w^k)|_1^m$), де $m = \frac{n(n-1)}{2}$ – кількість елементів h наддіагоналей матриці C або $Q(w^k)$, $h = \{1, ..., n-1\}$. Функція цілі для цих задач набуде вигляду $F(w^k) = \sum_{j=1}^{m} \beta(f(j), w^k)\ \varphi(j)$, де $w^k \in W$ - перестановка. Тобто, цільова функція в цих задачах зводиться до одного виразу, за яким проводиться оцінка результату. Оскільки на підмножині ізоморфних комбінаторних конфігурацій цільова функція змінюється так, як і на перестановках, то задачі комбінаторної оптимізації, аргументом цільової функції в яких є перестановка, на підмножині ізоморфних комбінаторних конфігурацій (задача кластеризації) розв'язуються універсальними методами, зокрема методом структурно-алфавітного пошуку за однією і тією ж схемою [2]. В задачі кластеризації на деяких ізоморфних підмножинах цільова функція змінюється, так як і в задачі комівояжера. Тобто, ці задачі подібні за аргументом цільової функції.

Подібність задач комбінаторної оптимізації, у яких цільова функція залежить від кількох змінних. Прикладні задачі складні за своєю природою і основна задача, як правило, розділяється на підзадачі, а цільова функція, за якою оцінюється оптимальний розв'язок, залежить від кількох змінних, якими є комбінаторні конфігурації різних типів. Якщо побудувати математичну постановку задач розпізнавання мовленнєвих сигналів та клінічної діагностики з використанням теорії комбінаторної оптимізації, то можна побачити, що вони розділяються на три підзадачі: а) структуризація бібліотеки еталонів; б) пошук у бібліотеці еталонної інформації; в) задача порівняння еталонної і вхідної інформації. Для обох класів задач аргументом цільової функції в першій підзадачі є розбиття n-елементної множини на підмножини, в другій підзадачі – розміщення без повторень, а в третій – сполучення без повторень.

Висновок. Отже, задачі комбінаторної оптимізації різних класів, а також комбінаторні множини – подібні, якщо вони розв'язуються за однією і тією ж обчислювальною схемою або модифікацією одного і того ж алгоритму. Подібність цих задач встановлюється за аргументом цільової функції, а подібність комбінаторних множин – за способом їхнього утворення і упорядкування. Задачі клінічної діагностики і розпізнавання мовленнєвих сигналів за цією ознакою розділяються на три підзадачі: структуризація бібліотеки еталонів, пошук у бібліотеці еталонної інформації та порівняння еталонної і вхідної інформації. Для обох класів задач аргументом цільової функції в першій підзадачі є розбиття n-елементної множини на підмножини, в другій підзадачі – розміщення без повторення, а в третій – сполучення без повторення. В задачах комбінаторної оптимізації, аргументом цільової функції яких є перестановка, цільова функція зводиться до одного виразу, завдяки чому для їхнього розв'язання розробляються подібні обчислювальні схеми.

Література. **1.** Тимофеева Н.К.Об особенностях формирования и упорядочения выборок // Кибернетика и системный анализ.– 2004, № 3.– С. 174-182. **2.** Тимофієва Н.К. Теоретико-числові методи розв'язання задач комбінаторної оптимізації. Автореф. дис... докт. техн. наук / Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, К. – 2007. – 32 с.

Тимченко Т.Т., Пилип В.С. *— рецензент Різник В.В.*
Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна

Програма для дослідження завадостійких циклічних кодів на комбінаторних конфігураціях

В основі завадостійкого кодування, як відомо, лежить принцип введення надлишковості, що дає змогу виявляти та виправляти помилки. Для дослідження був обраний циклічний код. Для спрощення побудови циклічних завадостійких кодів використовують унікальні комбінаторні властивості «ідеальних кільцевих в'язанок» (ІКВ), які, завдяки своїй наочності, є зручною моделлю для дослідження та поліпшення характеристик систем кодування [1]. ІКВ – це впорядкована множина цілих додатних чисел, що має замкнену (кільцеву) структуру, де всі числа разом зі сумами двох, трьох і т.д. поруч розміщених чисел відтворюють натуральний ряд R різними способами. Мета роботи -дослідження завадостійкості циклічних кодів, доповнених їхніми оберненими та дзеркальними комбінаціями. Дзеркальною комбінацією будемо вважати такий код, який отримаємо в результаті запису початкового коду у зворотному напрямі.

На основі цих даних була розроблена програма, яка наочно демонструє ефективність новоутвореного коду з погляду його завадостійкості.

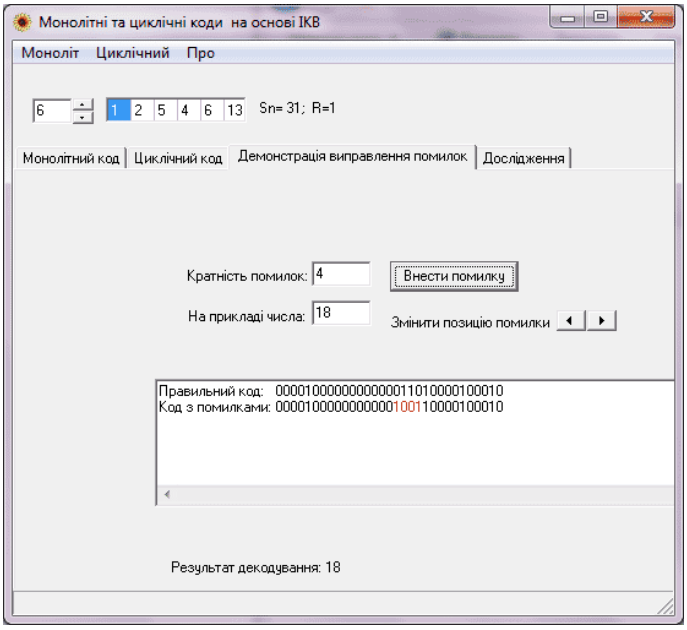


Рис. 1. Приклад виправлення пачки помилок із чотирьох розрядів

Під час дослідження багатопозиційних циклічних кодів виявилось, що збільшена потужність коду (за рахунок доповнених обернених та дзеркальних кодових комбінацій). При цьому потужність коду збільшується вчетверо, але завадостійкість коду щодо числа виявлених і виправлених помилок може дещо погіршитися. Тобто декодування послідовності, на яку вплинули завади, може бути хибним за рахунок наявності у оберненій або дзеркальній таблицях, кодової комбінації, більш схожої на прийняту послідовність, а ніж вихідна. Відомо, що число помилок, які можна виявити $t1$, та число помилок, які можна виправити $t2$ за допомогою коректувального коду, зв'язані з мінімальною кодовою відстанн та мають вигляд [1]:

$$t1 \leqslant 2(n-R)-1, t2 \leqslant (t1-1)/2$$

Створена програма для побудови циклічних кодів на основі ІКВ вчетверо вищої потужності (з врахуванням вищезгаданих перетворень) дає змогу здійснювати дослідження ефективності циклічних кодів за допомогою побудови графіків, що демонструють залежність завадостійкості від кодової відстані, на прикладі із використанням обернених та дзеркальних матриць та без них, що дозволяє глибше вивчати можливості поліпшення характеристик завадостійких циклічних кодів.

Література. **1.** Різник В.В. Синтез оптимальних комбінаторних систем. — Львів: Вища школа, 1989. - 168 с.

Ткаченко К.С., Корепанова Н.Л.
Севастопольский национальный технический университет, Севастополь, Украина

Применение принципов системного анализа при проектировании облачных распределенных сред

Известно, что в данный момент времени задачи проектирования облачных распределенных сред обратили на себя внимание специалистов-системотехников. Эти задачи являются достаточно сложными, поэтому варианты их решения акцентируются только лишь на частичном определении аспектов общих свойств этих сред. Допустимо использовать при проектировании подобных систем принципы системного анализа и системного подхода, который позволяет рассматривать систему путем последовательного перехода от общего к частному, когда в основе рассмотрения лежит цель, причем исследуемый объект выделяется из окружающей среды. Применение принципов системного анализа к проектированию и реализации облачных распределенных сред может позволить выявить состав выделенных элементов и связи между ними в системе, что позволит судить о структуре системы, реализовать функциональный подход, оценивающий функции (свойства, приводящее к достижению цели), которые выполняет система, отразить количественные и качественные характеристики, а затем оценить систему общим интегральным критерием.

В соответствии с принципом конечной цели четко формулируется конечная цель — проектирование облачных распределенных сред, обеспечивающих возможность обеспечения безопасного и приватного рабочего места студента [1, 2]. Перечень функций системы: поддержка пространства развертывания каталогов, генерация конфигурационного файла. Входными данными для системы являются: пользовательские приложения, готовое специализированное программное обеспечение. Выходными данными системы являются: каталоги для развертывания, конфигурационный файл. Используя принцип единства, в системе выделяются подсистемы, каждая из которых выполняет некоторые функции проектируемой системы. Совокупность этих подсистем выполняет все функции системы. Отдельные подсистемы имеет смысл выделять для решения семантически слабо зависимых и достаточно крупных подзадач. На основании функций проектируемой системы, представленных выше, в ней можно выделить следующие подсистемы: подсистема обеспечения вычислительных ресурсов, подсистема хранения данных, подсистема коммуникаций, подсистема облачных приложений.

Исходя из принципа связности, рассматриваются все части системы в совокупности с их связями. Применяя принцип модульности как естественный способ борьбы со сложностью системы, структура разбивается на более простые и обозримые части согласно подсистемам. Иерархия объектов, выполненная в согласии с принципом иерархии, соответствует таковой в работе [2]. Принцип функциональности ставит функции системы в целом, рассмотренные в связи с принципом конечной цели, в соответствие выделенным подсистемам-модулям. Принцип развития указывает, что проектируемая система может быть развита путем расширения функциональности за счет добавления новых функций.

Данная система должна быть организована из отдельных модулей, которые могут быть доступны независимо друг от друга вызовам из других проектов, что реализуется принципом сочетания централизации и децентрализации. Выдача диагностических сообщений предусмотрена во всех модулях системы по принципу учета неопределенности и случайностей. Перспективой дальнейших исследований станет расширение функциональности разрабатываемого средства.

Литература. **1.** Ткаченко К.С. Автоматизация быстрого разворачивания учебного места студента при использовании облачных вычислений / Н.Л. Корепанова, К.С. Ткаченко // Автоматизація: проблеми, ідеї, рішення. — Севастополь, СевНТУ, 2011. — С.227—229. **2.** Ткаченко К.С. Повышение эффективности использования распределенной среды на базе облачных вычислений / К.С. Ткаченко, Н.Л. Корепанова // Збірник наукових праць Академії військово-морських сил імені П.С. Нахімова. Випуск 3(7). — Севастополь: АВМС України імені П.С. Нахімова, 2011. — Вип. 3(7). — С.123—126.

Трачук И.Ю. *— рецензент Ковальчук-Химюк Л.А.*
Национальный технический университет Украины "КПИ", ФПМ, Киев, Украина

Когнитивное моделирование работы предприятия гостиничного хозяйства

Когнитивные модели основываются на выводах, сделанных из наблюдений. Основной задачей построения когнитивных моделей является выявление зависимостей между факторами, характеризующими исследуемое событие, явление, процесс. Когнитивное моделирование определяет некоторую схему, с помощью которой исследователь может строить конкретные гипотезы и анализировать развитие отраженных в модели событий, синтезировать соответствующие сценарии. 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. В результате когнитивной структуризации происходит разработка неформального описания знаний о предметной области, которую можно наглядно изобразить в виде схемы, графа, матрицы, таблицы, текста. Схемы причинно-следственных связей, интерпретирующие мнения и взгляды лица, принимающего решения, называют когнитивными картами. Ситуация характеризуется, прежде всего, набором базисных факторов $X = X(Vi)$, i=1,2,...,k, с помощью которых описываются процессы смены состояний в ситуации. В представленной работе в качестве исследуемой ситуации была выбрана работа комплекса гостиничного хозяйства. Для построения когнитивной карты было выделено 11 базисных факторов:

1. Увеличение цен.
2. Количество клиентов.
3. Прибыль.
4. Уровень обслуживания.
5. Количество услуг.
6. Количество работников.
7. Спрос.
8. Конкуренция.
9. Тарифы коммунальных услуг.
10. Сезонность.
11. Наличие природных и туристических объектов.

Далее, были определены связи между ними, 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. Итак, мы получили цикл, который отражает работу предприятия гостиничного хозяйства. Аналогично, можно проследить за наличием связей между другими факторами, их весовыми коэффициентами, и после построения полной когнитивной карты перейти к моделированию. Для выполнения данной задачи был использован программный комплекс КАНВА, с помощью которого были выполнены определенные сценарии работы предприятия и получены прогнозы развития в виде графиков, позволяющие оценить разработанные сценарии и принять решения для ведения гостиничного бизнеса.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Ущаповський В.П. *— рецензент Богушевська Н.В.*
Національний технічний університет України "КПІ", ФІОТ, Київ, Україна

Використання імітаційного моделювання при створенні плану розробки комплексного програмного продукту

Як було показано в роботі [1], багатошаровий мережевий графік (БМГ) є потужним інструментом для опису струтури робіт IT-проектів. В даній роботі буде показано, як можна застосувати БМГ при плануванні процесу розробки комплексного програмного продукту (КПП) за допомогою імітаційного алгоритму.

Як відомо з [2], задача планування проектів відноситься до задачі планування із ресурсними обмеженням, яка є NP-складною в більшості випадків. Дана задача може бути розв'язана поліноміальним алгоритмом лише за певних умов, виникнення яких на практиці є рідкою подією. Крім того, в [2] було сформульовано задачу цілочисельного програмування, яка дозволяє отримувати оптимальний план із врахуванням залежностей між роботами та ресурсними обмеженнями. Однак розв'язання даної задачі ускладнюється тим, що кількість змінних росте, щонайменшне, як квадрат від кількості робіт, навіть при одиничній тривалості робіт, і тому застосування її при розв'язанні практичних задач потребує значних обчислювальних ресурсів.

Для формулювання задачі моделювання необхідно визначити параметри елементів БМГ — робіт та залежностей.

Формально БМГ задається як (1):

$$\langle W, D, \omega, S, F \rangle, \tag{1}$$

де W — множина робіт, які мають бути виконані; $D \subset W \times W$ — множина залежностей між роботами, які мають бути виконані; ω — функція, що задає розбиття множини W на шари; S — початкова робота БМГ; F — кінцева робота БМГ.

Множину робіт W можна розбити на наступні підмножини в залежності від стану роботи:

- W_c — множина завершених робіт;
- W_a — множина активних робіт (готових до виконання);
- W_e — множина робіт, що виконуються;
- W_p — множина неготових робіт.

Параметри робіт визначимо наступним чином:

- s — момент початку;
- t — тривалість виконання;
- f — момент закінчення.

Враховуючи приведені параметри робіт, множину D за типом залежностей можна розбити на підмножини, які попарно не перетинаються:

- D_s^s — залежність (w, v) належить множині D_s^s, якщо має виконуватися $s(v) \geqslant s(w)$, тобто робота v має початися не раніше роботи w;
- D_f^s — залежність (w, v) належить множині D_f^s, якщо має виконуватися $f(v) \geqslant s(w)$, тобто робота v має завершитися не раніше, ніж почнеться виконання роботи w;
- D_s^f — залежність (w, v) належить множині D_s^f, якщо має виконуватися $s(v) \geqslant f(w)$, тобто робота v має початися не раніше, ніж завершиться робота w;
- D_f^f — залежність (w, v) належить множині D_f^f, якщо має виконуватися $f(v) \geqslant f(w)$, тобто робота v має завершитися не раніше, ніж завершиться робота w.

Таким чином, можемо сформулювати цільову функцію (2), мінімізація якої на множині залежностей D є метою створення плану робіт із множини W:

$$\min \max_{w \in W} f(w) \tag{2}$$

Враховуючи структуру БМГ, (2) є еквівалентним такому запису (3):

$$\min s(F) \tag{3}$$

Крім цього, для кожної роботи визначимо функцію $\alpha(w)$ передування як (4):

$$\alpha(w) = \{v \in W : (v, w) \in D\} \tag{4}$$

Тоді, враховуючи розбиття множини залежностей та використовуючи функцію передування, сформулюємо умови активації $A(w)$ та завершення $C(w)$ роботи w як (5) та (6) відповідно:

$$A(w) = \begin{cases} 1, & \forall v \in \alpha(w) : \begin{cases} v \in W_c, & (v, w) \in D_s^f \\ v \in W_c \cup W_e, & (v, w) \in D_s^s \end{cases} \\ 0 & \text{в інших випадках;} \end{cases} \tag{5}$$

$$C(w) = \begin{cases} 1, & \forall v \in \alpha(w) : \begin{cases} v \in W_c, & (v, w) \in D_f^f \\ v \in W_c \cup W_e, & (v, w) \in D_f^s \end{cases} \\ 0 & \text{в інших випадках.} \end{cases} \tag{6}$$

Таким чином, можемо сформулювати імітаційний алгоритм. Позначимо поточне значення модельного часу як $\tau = \overline{0, T}$, де $T = \sum\limits_{w \in W} t(w)$. Умовою завершення моделювання є активація роботи F.

Отже, з врахуванням введених означень на кожній ітерації процесу моделювання необхідно виконувати наступні кроки (попередньо збільшивши модельний час на одиницю):

1. Поки існують роботи, для яких виконується (6) та (7), позначити їх як завершені, тобто такі роботи тепер належать множині W_c:

$$s(w) + t(w) = \tau \tag{7}$$

2. Поки з'являються роботи, для яких виконується (5), виконувати наступні кроки:
   a) Побудувати множину активних робіт W_a.
   b) Якщо $W_a = \{F\}$, то завершити моделювання, інакше — перейти до наступного кроку.
   c) Впорядкувати та розподілити множину робіт W_a згідно з обраним алгоритмом складання оперативного розкладу, який буде направлений на мінімізацію значення (3) (вибір алгоритму поза цією роботою). Розподілені роботи тепер належать множині W_e.
3. Якщо з'явилися роботи, для яких виконуються умови (6) та (7), то повторити кроки з початку, інакше — завершити модельну ітерацію.

Таким чином, виконавши моделювання процесу розробки КПП із застосуванням необхідного алгоритму складання оперативного розкладу, можна отримати план, що буде задовольняти висунутим вимогам. Отриманий план може не бути оптимальним, проте це не означає, що він не є придатним для застосування, оскільки для розробки КПП характерним є часті відхилення від плану.

У якості алгоритму для складання оперативного розкладу на стадії планування може бути використаний LPT-LNS [2], а на стадії управління при виявленні відхилення — LFJ-LFM [2].

Підсумовуючи сказане, можна стверджувати, що використання імітаційного моделювання дає змогу отримати хороший, але можливо не оптимальний, план розробки КПП, що може бути застосований на практиці. Використання моделювання для розв'язання даної задачі дозволяє отримати розв'язок за час, пропорційний сумарній тривалості робіт, що є більш прийнятним, ніж розв'язання задачі цілочисельного програмування із великою кількістю змінних.

Література. **1.** Ущаповський В.П. Використання багатошарових мережевих графіків для планування IT-проектів // Международная научная конференция "Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта – 2011". – Евпатория. – 2011. – т.1. – с.137–140. **2.** Michael L. Pinedo. Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems. Fourth Edition [Текст] / Michael L. Pinedo // Springer Science+Business Media, 2012. – P.673.

Ходневич Я.В.
Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАНУ, Київ, Україна

Системний підхід до прогнозування місцевих руслових деформацій на передгірських ділянках річок

При проходженні паводків в передгірських районах рік насичені наносами повеневі потоки розширюються в межах річкових долин. Внаслідок зменшення швидкостей починається масове випадання наносів, утворюються острови, гряди та інші руслові форми. Дані спостережень показують, що найбільш інтенсивні й глибокі розмиви русел рік формуються в результаті виникнення гвинтоподібних течій біля підніжжя гряд наносів, косо-розташованих відносно напрямку потоку та зосереджених на повороті русла. Такі течії мають значну розмивну і транспортуючу спроможність.

Пропонується системний підхід до моделювання глибини розмиву в місцях обтікання гряд наносів русловим потоком. Алгоритм обчислення місцевого розмиву полягає у поетапному вирішенні наступних задач.

1. Обчислення вільної поверхні в рамках одновимірної задачі гідравліки. Задача розв'язується у випадку, коли моделювання місцевих деформацій русла здійснюється на значній ділянці річки (декілька кілометрів по довжині).
2. Розв'зання планової задачі гідравліки для конкретної ділянки річки, на якій спостерігається небезпечний звал потоку на дно та берег русла.
3. Оцінка витрати наносів, обчислення переформування дна на досліджуваній ділянці русла. Прогноз параметрів гряд, які виникають при відкладенні наносів.
4. Обчислення кінематичних характеристик трьохвимірного турбулентного потоку в локальній області біля підніжжя гряди наносів [1]. Задача розв'язується у двох випадках:
   - на основі натурних даних про розташування небезпечної гряди наносів в руслі та її геометрію, кінематичних характеристик потоку, що обтікає гряду.
   - на основі наближених значень кінематичних характеристик потоку, розташування та параметрів гряд, обчислених для конкретної ділянки русла в задачах даного алгоритму 2) і 3).
5. Обчислення глибини розмиву в руслі під впливом дії гвинтоподібної турбулентної течії, яка розвивається біля підніжжя гряди наносів.

Моделювання глибини розмиву в неоднорідному незв'язному ґрунті виконується за балансовим методом. Алгоритм обчислень за цим методом викладено в роботах [2, 3]. Дана методика дозволяє врахувати накопичення відмостки у воронці розмиву шляхом пошарового підсумовування кількості часток, що залишаються в кожному прошарку ґрунту після його переробки потоком. При цьому залишаються фракції, крупніші деякого критичного діаметра часток. Їх діаметри визначаються, виходячи із значень придонних швидкостей і характеристик турбулентності. Глибина розмиву обчислюється шляхом підсумовування товщин прошарків, що залишаються після вимивання з них більш дрібного ґрунту.

Запропонований підхід може використовуватися для прогнозування місцевих деформацій русел передгірських рік з врахуванням натурних даних про розташування й геометрію донних гряд, що сформувалися попередніми паводками.

Література. **1.** Ходневич Я. В. Моделювання кінематичних характеристик руслового потоку та аналіз факторів руслових деформацій. Вісник НУВГП. Зб. наук. праць. Вип. 3 (47). Ч. 1. Рівне, НУВГП, 2009, с. 551-556. **2.** Щодро О. Є., Напримерова О. П., Шитов В. М. Розрахунок деформацій дна на ділянках повороту русла передгірських ділянок річок з врахуванням транспорту транзитних наносів. Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво. НУВГП. Зб. наук. праць. Вип. 31. Рівне 2006, с. 230-236. **3.** Shchodro A.E., Local Scour Investigation on Steep River Bends in Ukrainian Carpathian. Proceedings of the Tenth International Symposium on River Sedimentation. Effects of River Sediments and Channel Processes on Social, Economic and Environmental Safety, august 1-4, 2007, Moscow, Russia, V. 3, p. 275-284.

Чапля Є.Я.[1,2] ***Чернуха О.Ю.***[1] ***Білущак Ю.І.***[1] ***Пелех П.Р.***[1]
[1]*Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки та математики ім. Я. С. Підстригача НАНУ, Львів, Україна;* [2]*Інститут механіки і прикладної інформатики Університету Казиміра Великого в Бидгощі, Бидгощ, Польща*

Математичне моделювання стаціонарних температурних полів у випадкових структурах з використанням діаграм Фейнмана

Вивчення теплових полів в елементах конструкцій з композитних матеріалів, як правило, зустрічається з проблемою врахування випадкового характеру структури середовища та джерел енергії [1]. У літературі при дослідженні таких температурних полів накладають умову ергодичності або квазіергодичності [2] та рівняння, отримані з використанням фізично малого репрезентативного елемента тіла. Разом з тим, коли розміри випадкових неоднорідностей співвимірні з розмірами тіла, тоді виникає необхідність побудови нових моделей, підходів і методів, які дозволяють описувати експериментально спостережувані процеси та явища. Нижче досліджується в стаціонарному режимі процес теплопровідності у випадково неоднорідних тілах. При цьому джерела тепла описуються детермінованою функцією, а структура тіла є стохастичною. Нехай в багатофазному тілі з випадково розташованими неоднорідностями протікають процеси теплопровідності. Тіло складається з різних за густиною фаз (матриці та включень), в яких теплофізичні властивості можуть істотно відрізнятися. При цьому точна геометрична конфігурація фаз в області тіла невідома. Розподіл випадкового температурного поля в такому тілі у стаціонарному випадку описує рівняння теплопровідності

$$L(\vec{r})T(\vec{r}) \equiv \vec{\nabla}\left(\lambda(\vec{r})\vec{\nabla}T(\vec{r})\right) = f(\vec{r}), \tag{1}$$

де $L(\vec{r})$ – випадковий оператор рівняння теплопровідності, $\vec{r}$ – радіус-вектор біжучої точки, $\lambda(\vec{r})$ – випадковий коефіцієнт теплопровідності, $f(\vec{r})$ – густина джерел тепла (детермінована функція). Вважаємо, що на поле температури $T(\vec{r})$ накладені детерміновані граничні умови.

Гранична задача (1) зведена до інтегродиференціального рівняння типу Гаммерштейна:

$$T(\vec{r}) = T_0(\vec{r}) + \int\limits_{(V)} G(\vec{r},\vec{r}')L_s(\vec{r}')T(\vec{r}')d\vec{r}', \tag{2}$$

де $T_0(\vec{r})$ – розв'язок «однорідної» задачі:

$$\overline{L}(\vec{r})T_0(\vec{r}) - f(\vec{r}) = 0 \tag{3}$$

з вихідними граничними умовами; $G(\vec{r},\vec{r}')$ – детермінована функція Гріна, яка є розв'язком рівняння з точковим джерелом

$$\overline{L}(\vec{r})G(\vec{r},\vec{r}') - f(\vec{r}) = \delta(\vec{r}-\vec{r}') \tag{4}$$

за відповідних нульових граничних умов; $L_s(\vec{r})$ – випадковий оператор вигляду

$$L_s(\vec{r}) = \overline{L}(\vec{r}) - L(\vec{r}) = \sum_{j=1}^{N}\sum_{i=1}^{n_j}(\bar{\lambda}-\lambda_j)\eta_{ij}(\vec{r})\Delta + \sum_{j=1}^{N}\sum_{i=1}^{n_j}[\lambda(\vec{r})]_{\Gamma_{ij}}\delta(\vec{r}-\vec{r}_{\Gamma_{ij}})\vec{\nabla},$$

де $\bar{\lambda} = \overline{\lambda(\vec{r})}$ – усереднений коефіцієнт теплопровідності, $\eta_{ij}(\vec{r}) = \begin{cases} 1, & \vec{r} \in \left(V_i^{(j)}\right) \\ 0, & \vec{r} \notin \left(V_i^{(j)}\right) \end{cases}$ – випадкова функція, $[\lambda(\vec{r})]_{\Gamma_{ij}}$ – вектор-функція стрибка коефіцієнта теплопровідності на міжфазних границях, $\left(V_i^{(j)}\right)$ – однозв'язна область з об'ємом $V_i^{(j)}$, яку займає i-те включення j-ї фази.

Розв'язок інтегродиференціального рівняння (2) будуємо методом послідовних наближень, вибираючи за нульове наближення розв'язок задачі (3). Тоді отримаємо рекурентні співвідношення, якому ставимо у відповідність ряд Неймана

$$T(\vec{r}) = T_0(\vec{r}) + \sum_{n=1}^{\infty} R_n(\vec{r}). \tag{5}$$

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Тут $R_n(\vec{r})$ – різниця між n-м та $(n-1)$-м членами.

Теорема 1. Якщо дія оператора $L_s(\vec{r})$ на функцію Гріна $G(\vec{r},\vec{r}')$ і поле температури в однорідному середовищі є обмеженою, а також на об'єм тіла виконується умова

$$V < \inf_{\vec{r},\vec{r}'\in(V)} \left|L_s(\vec{r})G(\vec{r},\vec{r}')\right|,$$

то ряд Неймана (2) є абсолютно і рівномірно збіжним.

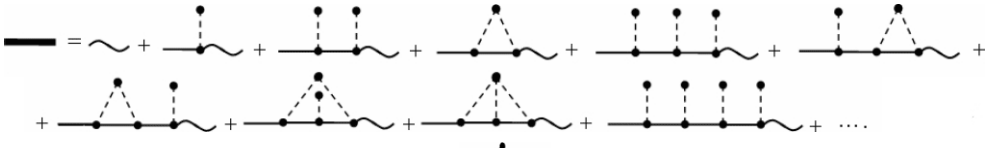
Теорема 2. Функція (5) є розв'язком інтегродиференціального рівняння (2).

Щоб дослідити структуру ряду (5), введено графічне зображення його елементів у вигляді діаграм Р. Фейнмана [3]. Тоді ряд (5) у графічному вигляді набуде вигляду:

(5a)

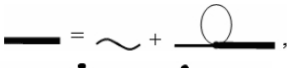
де $T(\vec{r}) \sim$, $T_0(\vec{r}) \sim$, $G(\vec{r}',\vec{r}'') \sim$, $L_s(\vec{r}) \sim$.

Усереднене за ансамблем конфігурацій фаз теплове поле можна подати так:



(6)

Тут $\langle T(\vec{r})\rangle \sim$, $\psi_k(\vec{r}',\vec{r}'',\ldots,\vec{r}^{(k)}) \sim$ – кумулянтні функції. Після виділення сильно зв'язних діаграм встановлено, що ряд (6) є розв'язком рівняння Дайсона



(7)

де $\Sigma(\vec{r}) \sim$ – ядро масового оператора [2]. Рівняння Дайсона (7) в аналітичній формі запишеться

$$\langle T(\vec{r})\rangle = T_0(\vec{r}) + \int\limits_{(V)} G(\vec{r},\vec{r}')\Sigma(\vec{r}')\langle T(\vec{r}')\rangle d\vec{r}'. \tag{7a}$$

Застосуємо до рівняння Дайсона (7) оператор $\overline{L}(\vec{r}) = \bar{\lambda}\Delta$. Тоді отримаємо

$$\bar{\lambda}\Delta\langle T(\vec{r})\rangle = \bar{\lambda}\Delta T_0(\vec{r}) + \int\limits_{(V)} \bar{\lambda}\Delta_{\vec{r}} G(\vec{r},\vec{r}')\Sigma(\vec{r}')\langle T(\vec{r}')\rangle d\vec{r}'. \tag{8}$$

Згідно з (3): $\bar{\lambda}\Delta T_0(\vec{r}) = f(\vec{r})$, а з (4) випливає, що $\bar{\lambda}\Delta_{\vec{r}} G = \delta(\vec{r}-\vec{r}') - f(\vec{r})$, і використаємо це в підінтегральній функції, тоді одержимо

$$\bar{\lambda}\Delta\langle T(\vec{r})\rangle - \Sigma(\vec{r}')\langle T(\vec{r}')\rangle + f(\vec{r})[1 - \int\limits_{(V)} \Sigma(\vec{r}')\langle T(\vec{r}')\rangle d\vec{r}'] = 0. \tag{9}$$

Із порівняння (3) і (9) випливає, що на відміну від $T_0(\vec{r})$, функція $\langle T(\vec{r})\rangle$ задовольняє не диференціальне, а інтегродиференціальне рівняння. З фізичної точки зору це означає, що усереднене поле в деякій точці $\vec{r}$ залежить і від оточуючих цю точку неоднорідностей (за рахунок ядра масового оператора $\Sigma(\vec{r})$).

Література. **1.** Хорошун Л.П., Солтанов Н.С. Термоупругость двухкомпонентных смесей. – К.: Наук. думка, 1984. – 112 с. **2.** Рытов С.М., Кравцов Ю.А., Татарский В.И. Введение в статистическую радиофизику. – Ч. II. Случайные поля. – М.: Наука, 1978. – 436 с. **3.** Фейнман Р., Хиббс А. Квантовая механика и интегралы по траекториям. – М.: Мир, 1968. – 454 с.

Чередниченко О.Ю.
Национальный технический университет "ХПИ", Харьков, Украина

Принципы построения информационных технологий мониторинга сложных социально-экономических систем

Современные принципы управления все чаще основываются на использовании информационных систем и технологий. Стремясь достичь свои стратегические цели, современные предприятия и организации внедряют в практику управления прогрессивные методы, что, как правило, приводит к росту числа контролируемых параметров, увеличению объемов полезной информации и необходимости использования компьютерных систем. С другой стороны, современный уровень развития аппаратного и программного обеспечения вычислительных систем открывает новые перспективы для эффективного управления. Все это обуславливает необходимость формализации подходов к созданию и внедрению информационных систем и технологий управления сложными социально-экономическими объектами.

Мониторинг является непрерывной функцией управления, которая обеспечивает систематизированный сбор данных и формирует значения индикаторов достижения целей.

Анализ показал, что современные системы мониторинга и оценивания базируются на одном из двух подходов. Традиционно различные аспекты деятельности рассматриваются с точки зрения процесса преобразования входов в выходы. Более прогрессивным признан подход, основанный на оценке результатов деятельности с точки зрения поставленных целей, который дает возможность сконцентрировать внимание на степени достижения поставленных целей, провести анализ причин и разработать комплекс необходимых мероприятий.

Большинство процессов в системе управления сложными социально-экономическими системами (СЭС) характеризуется набором труднонаблюдаемых, плохоформализуемых параметров. Использование латентных переменных позволяет определять такие важные для управления характеристики, как качество, удовлетворенность персонала или клиентов, однако оценка значений латентных переменных требует обоснованного выбора наблюдаемых параметров (индикаторов) и адекватной модели измерений.

В основе модели измерений лежат статистические методы, которые позволяют достаточно эффективно обрабатывать экспериментальные данные. Модель измерений можно представить в виде двух компонентов: правил обоснования системы индикаторов и модели оценки латентных показателей на основе заданной системы индикаторов. Существенной проблемой является оценка надежности и валидности полученных измерений.

Модель мониторинга описывает источники данных, методы сбора данных и формирование значений параметров состояния СЭС. Очевидно, что модель мониторинга должна основываться на модели измерений и на системе индикаторов. СЭС, как правило, имеет распределенную, иерархическую, гетерогенную структуру. Для описания состояния такой системы значения параметров формируются из разных источников, в том числе из баз данных, электронных документов. Поэтому традиционные методы сбора данных должны быть дополнены методами интеллектуального анализа данных. Одной из проблем мониторинга является необходимость обработки экспертной информации.

Полученные в результате мониторинга данные должны быть достаточными, достоверными и актуальными в смысле оценивания достижения поставленных целей. Формализация этих вопросов приводит к построению модели оценивания, которая устанавливает связи между вектором целей и наблюдаемыми индикаторами. Подход на основе сетевого комплексного оценивания позволяет формировать вектор оценок, который включает как первичные, так и агрегированные показатели. Сетевая модель позволяет рещать задачу комплексного оценивания в прямом и в обратном направлениях.

Таким образом, информационная технология мониторинга должна создаваться на основе трех моделей: измерения, мониторинга и оценивания. В работе рассматривается реализация данных моделей на примере СЭС высшего образования.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Шаронова Н.В., Козуля М.М.
Національний технічний університет "ХПІ", Харків, Україна

Реалізація методології комплексної оцінки екологічності територіальних і об'єктових систем

Актуальність дослідження пов'язана з реалізацією теоретичних розробок запропонованої методології комплексної оцінки екологічності систем-системних об'єктів (КЕС) на рівні територіально-об'єктових угрупувань на основі імовірнісно-ентропійного підходу для розв'язання задач екологічної безпеки за концепцією сталого розвитку (СР).

Мета і задачі дослідження. Імовірність при аналізі стану складного об'єкта за методологією КЕС стосується розгляду структурної і параметричної ідентифікації рівноваги систем і необоротних процесів, визначених самоорганізацією об'єкта [1]. Відповідно до системної моделі об'єкта (обов'язкове виділення економічного, екологічного і соціального аспектів об'єкта дослідження) передбачається згідно з теорією ентропії, синергетики та негентропії перехід від системного аналізу стану мікрооб'єкту до визначення перебігу процесів, що відповідають за гомеостаз внутрішнього середовища інтеґрувальної системи і рівновагу «об'єкт – навколишнє середовище» (зовнішній гомеостаз). Задачею дослідження є визначення умов наведення екологічного порядку, тобто переведення системи з екологічно неупорядкованого стану до структурованого за рахунок забезпечення для «система-середовище» не випадкового, а кооперативного інформаційного зв'язку, що призводить до «колективного екологічного стану», який описується одним параметром порядку і реалізується за рахунок необоротних процесів.

Методика дослідження і аналіз результатів. Для вирішення комплексної екологічної задачі за методологією КЕС пропонується завдяки універсальності імовірнісно-ентропійних характеристик стану систем і процесів (P, S і параметр X) перейти від результатів аналізу статистичних спостережень до розгляду формування термодинамічних потоків (процесів), які дозволяють або утримати систему в стані рівноваги (1), або зменшувати негативні впливи між системами за рахунок трансформаційних перетворень (2), чи фіксувати дестабілізацію в об'єкті (3): ($\Delta S \to 0$, рис. 1)[1], ($S \to \max$, рис. 2)[2], ($\Delta S \to \max$, рис. 3)[3].

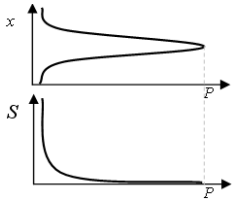


Рис. 1

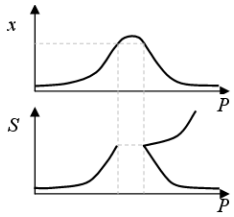


Рис. 2

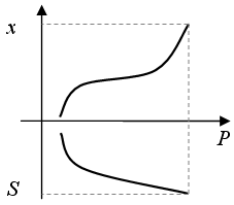


Рис. 3

Для системної моделі ґрунтів застосовано аналіз внутрішніх і зовнішніх факторів геохімічної міграції техногенних речовин. Екологічна оцінка складових і об'єкта враховує шляхи поширення техногенних речовин і визначає вірогідність негативної їх дії на суміжні системи. Визначення геохімічно-трансформаційної міграції досліджуваних у роботі полютантів зроблено на основі висновків, які визначені з урахуванням власних досліджень екологічного стану долинних ландшафтів р. Сіверський Донець за даними рентгенофазового аналізу ґрунтів цієї місцевості та чисельних різнопланових літературних даних. Для прикладу взяті середні значення вмісту важких металів у ґрунтах, проби яких відбиралися в осінній і весняний період на території Зміївського району і м. Харкова з 6 і 5 відповідно постійних і 16 контрольних точок спостереження протягом 1994 – 2004 рр., що склало з урахуванням паралельного аналізу близько 400 зразків і 10800 елемент-визначень [2].

За методологією КЕС зрушення в об'єкті навколишнього середовища (P) визначається величиною ентропії стану елементів забруднення ($S(P) = \text{logarifm}$) з урахуванням подальшого розвитку небезпеки, яка встановлюється на основі ентропійної оцінки процесів, що відбуваються у даному середовищі (1) з урахуванням нормування вихідних даних у вигляді індексу забруднення, і комплексний екологічний ризик у вигляді імовірнісно-ентропійної оцінки якості (RR_{ecol}) (табл. 1) ($RR\text{econ} = S1 \to PP1(X)$)[1].

На феноменологічній основі визначено вірогідність трансформації хімічних елементів за довільними процесами, а саме сполучення катіоногенних і аніоногенних міграційних форм ВМ.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Відповідно до умови термодинамічної рівноваги перебіг перетворень з утворення нерозчинних сполук і, таким чином зменшенням екологічного ризику, відбувається у напрямку збільшення ентропії і зменшення енергетичного запасу, що обґрунтовано у вигляді матриці сполученості ентропійної оцінка стану елементів у потоці ($S(P)$) й графічного аналізу ентропійних змін $\Delta S \to \max$, рис. 4.

Табл. 1. Результати аналізу імовірнісно-ентропійної оцінки ризику у ґрунтах. Стан важких металів у просторовому розповсюдженні у ґрунтах 5–10 см

Елементи ідентифікації забруднення	Імовірність відхилення від мінімально встановленого впливу $P(X)$	Ентропійна оцінка стану ВМ у міграційному потоці ґрунту $S(P) = \text{logarifm}$	Ризик дії забруднюючого елемента, оцінка інформаційної ентропії $RR_{\text{econ}} = S1$	Імовірність відхилення техногенного навантаження від допустимих нормативних значень $PP(X)$	Екологічний ризик $SS(X)$ RR_{ecol}
Zn	0.104	−2.267	0.235	0.545	0.331
Co	0.200	−1.611	0.322	0.581	0.316
Ni	0.199	−1.616	0.321	0.481	0.352
Pb	0.13	−2.042	0.265	0.322	0.366
Sr	0.185	−1.687	0.312	0.716	0.239
Cu	0.159	−1.842	0.292	0.308	0.363
Cr	0.071	−2.642	0.188	0.446	0.360
V	0.088	−2.435	0.213	0.280	0.356
Mo	0.231	−1.465	0.339	0.332	0.366

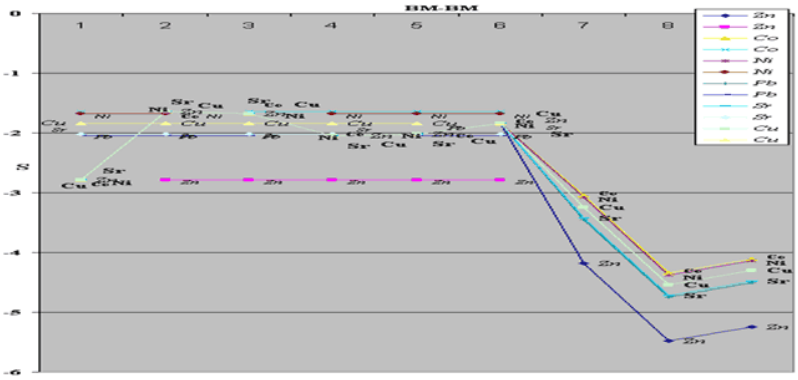


Рис. 4

Висновки. Опис ґрунту як інтеґрувальної системи за методологією комплексної оцінки екологічності дозволяє при визначенні рівня безпечності ситуації за результатами статичних даних вимірювання вмісту факторів порушення рівноваги у ґрунтах урахувати вірогідність хіміко-трансформаційних перетворень (статистична обробка результатів моніторингу ґрунтів, математичні моделі взаємозв'язку між характеристиками стану об'єкта), що дає підстави для встановлення комплексного механізму управління якістю техногенно-навантажених ґрунтів за рахунок науково-обґрунтованого сполучення техногенних потоків з метою регульованого зменшення екологічного ризику.

Література. **1.** Хакен Г. Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам. / Г. Хакен. – М. : Мир, 1991 – 240 с. **2.** Козуля Т. В. Процеси екологічного регулювання. Концепція корпоративної екологічної системи: монографія / Т. В. Козуля. – Харків : НТУ «ХПИ», 2010. – 588 с.

Шило В.П.[1]***, Рощин В.О.***[1]***, Градинар І.П.***[2]
[1]*Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАНУ, Київ, Україна;* [2]*Ужгородський національний університет, Ужгород, Україна*

Про розв'язання задачі упаковки множини

У даній роботі задача упаковки множини зводиться до задачі знаходження незалежної множини максимальної ваги, для її розв'язання пропонується наближений алгоритм, наводяться результати експериментальних розрахунків.

До задачі упаковки множини (SPP) зводяться задачі, що виникають у брокерській діяльності, при розподілі роботи, для визначення розкладу руху поїздів [1] та ін. Вона формулюється наступним чином:

$$\max\left\{f(x)=\sum_{j=1}^{n}c_jx_j\right\}, \tag{1}$$

$$\sum_{j=1}^{n}a_{ij}x_j\leqslant 1,\quad i=1,\dots,m, \tag{2}$$

$$x_j\in\{0,1\}, \tag{3}$$

де $c_j\in R,\ a_{ij}\in\{0,1\},\ i=1,\dots,m,\ j=1,\dots,n,\ R$—множина дійсних чисел.

Припустимо, що задано граф $G(V,E)$, де V — множина вершин з невід'ємними вагами w_j, $j=1,\dots,n$, E — множина ребер. Розглянемо задачу пошуку незалежної множини вершин графу G максимальної сумарної ваги. Зіставимо кожній j-й, $j=1,\dots,n$, вершині графу булеву змінну x_j. Якщо j-а вершина належить шуканій множині, то $x_j=1$; в протилежному випадку $x_j=0$. Тоді математична модель має вигляд:

$$\max\left\{f(x)=\sum_{j=1}^{n}w_jx_j\right\}, \tag{4}$$

$$x_i+x_j\leqslant 1,\ (i,j)\in E,\ i,j=1,\dots,n, \tag{5}$$

$$x_j\in\{0,1\},\ j=1,\dots,n. \tag{6}$$

Доведемо еквівалентність задач (1)-(3) та (4)-(6). Розглянемо нерівність

$$x_1+x_2+\dots+x_n\leqslant 1 \tag{7}$$

та систему нерівностей

$$x_i+x_j\leqslant 1,\ i,j=1,\dots,n,\ i\neq j,\ i<j. \tag{8}$$

Твердження 1. При виконанні умови (3) обмеження (7) і (8) еквівалентні.

Твердження 2. Задачі (1)-(3) та (4)-(6) еквівалентні.

Оскільки математичні моделі (1)-(3) та (4)-(6) еквівалентні, до задачі упаковки множини можна застосувати такі ж алгоритми, як і для задачі знаходження незалежної множини максимальної ваги. У роботі [2] запропоновано ефективний наближений алгоритм знаходження максимальної незалежної множини вершин графу. Ідеї, закладені в цьому алгоритмі, одержали подальший розвиток при розробці інших наближених алгоритмів знаходження максимальної незалежної множини, максимального k-plex (co-k-plex) вершин графу та k-plex (co-k-plex) максимальної ваги [3], ρ-щільної множини вершин графу [4]. У даній роботі запропоновано модифікацію алгоритму [3] для задачі знаходження незалежної множини вершин графу максимальної ваги. В ньому замість степеня вершини $deg_G(v)=|N_G(v)|$ ($N_G(v)$ — множина вершин, інцидентних $v\in V$, $|N|$ — потужність множини N) необхідно розглядати ваговий степінь

$$deg_G^w(v)=\sum_{u\in N_G(v)}w(u).$$

З метою дослідження ефективності пропонованого алгоритму проведено експериментальні розрахунки з розв'язання тестових задач упаковки множини вигляду (1)-(3), які взяті з сайту X. Delorme [5]. Одержано відомі рекорди для всіх 64-х тестових задач, причому більшість розв'язків є оптимальними [5]. Для задачі $pb_2000rnd0400.dat$ отримано новий рекорд.

Для аналізу ефективності запропонованого алгоритму та алгоритмів GRASP і мурашиних колоній (ACO) [1] у табл. наведено порівняння одержаних результатів для 56 задач.

Табл. 1. Порівняння результатів експериментальних розрахунків

	Алгоритми	Розроблений	GRASP	ACO
1	Параметри комп'ютера	*	PC Pentium III 800 MHz	
2	Кількість запусків алгоритму	10	16	16
3	Кількість задач, для яких досягнуто відомий рекорд	56	46	52
4	Кількість задач, для яких досягнуто відомий рекорд (при всіх спробах)	56	22	14
5	Кількість задач, середній час розв'язання яких < 1 с	50	4	3
6	Кількість задач, середній час розв'язання яких $< 0{,}01$ с	29	0	0

* Intel Core2 Quad CPU, Q9550 @ 2.83GHz, 8,00GB RAM (при завантаженні 25 %)

Судячи з отриманих результатів та наведених у табл. порівняльних даних можна зробити висновок, що запропонований наближений алгоритм є ефективним для задач упаковки множини.

Література. **1.** Gandibleux X. An ant colony algorithm for the set packing problem [e-resource] / X. Gandibleux, X. Delorme, V. T'Kindt // 4th International Workshop "Ant Colony Optimization and Swarm Intelligence" (ANTS 2004) / Lecture Notes in Computer Science / Edited by M. Dorigo, M. Birattari, C. Blum, L. M. Gambardella, F. Mondada and F. Stutzle. – Berlin: Springer, 2004. – Vol. 3172. – P. 49–60. – Mode of access: http://www.univ-valenciennes.fr/ROI/WP/download/2004/13-2004.pdf (October 30, 2011). **2.** Сергиенко И. В. Задачи дискретной оптимизации. Проблемы, методы решения, исследования / И. В. Сергиенко, В. П. Шило. – К.: Наукова думка, 2003. – 264 с. **3.** Шило В. П. Наближений алгоритм знаходження максимального k-plex (co-k-plex) графу / В. П. Шило, І. П. Градинар, В. І. Ляшко // Наукові записки НаУКМА: Комп'ютерні науки. – 2011. – Т. 125. – С. 17-22. **4.** Шило В. П. Приближенное решение задачи нахождения максимального ρ-плотного множества вершин графа / В. П. Шило, В. А. Рощин, И. П. Градинар // Компьютерная математика. – Киев: Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, 2011. – № 1. – С. 157-164. **5.** Benchmarks for the set packing problem [e-resource]: (X. Delorme. Personal site). – Mode of access: http://www.emse.fr/~delorme/SetPacking.html (October 30, 2011).

Юрченко И.В.[1]***, Ясинский Е.В.***[2]
[1] *Черновицкий национальный университет им. Ю. Федьковича, Черновцы, Украина;* [2] *Athabasca University, Edmonton, Canada*

Поведение второго момента решения линейного автономного стохастического уравнения в частных производных со случайными параметрами в правой части

После введения понятия стохастического дифференциала и интеграла, определения сильного решения стохастического дифференциального уравнения в известных монографиях [1–3] и их дальнейшее распространение на классы стохастических диффференциально-функциональных уравнений [4] (см. приведенную обширную библиографию в этих работах) стало возможным исследование асимптотически сильного решения для СДУсЧП (см. [5] и др.). Данная работа посвящена исследованию асимптотического поведения сильного решения линейного стохастического дифференциального уравнения с частными производными (ЛСДУсЧП) с учетом случайных параметров в правой части.

Рассмотрим стохастический эксперимент с базовым вероятностным пространством $(\Omega, \mathcal{F}, F, \mathbb{P})$, $F \equiv \{\mathcal{F}_t, t \geqslant 0\}$ – фильтрация, где задана функция $u(t,x,\omega)$, измеримая с вероятностью единица по t и x относительно минимальной σ-алгебры $\mathcal{B}\left([0,T], \mathbb{R}^1\right)$ – борелевских множеств на плоскости и для которой $\int\limits_{-\infty}^{+\infty} \mathbb{E}\left\{|u(t,x,\omega)|^2\right\} dx < \infty$ для всех $t \in [0,T]$, $\mathbb{E}\{\cdot\}$ — математическое ожидание, $T \subset [0,\infty)$. Пространство функции $\{u(t,x,\omega)\}$, обладающее свойством интегрируемости, обозначим через $\mathfrak{M}_T$. В пространстве $\mathfrak{M}_T$ следует ввести норму вида

$$\|u(t,x,\omega)\|^2 \equiv \int\limits_0^T \mathbb{E}_u(t)dt = \int\limits_0^T \mathbb{E}\left[\int\limits_{-\infty}^{+\infty} |u(t,x,\omega)|^2 dx\right]^2 dt.$$

Обозначим через $Q(A,q,p) \equiv \sum\limits_{k=1}^{n}\sum\limits_{j=1}^{m} a_{kj} q^k p^j$, где $A \equiv \{a_{kj}\}$ – действительная матрица размерности $n \times m$, составленная из элементов $a_{kj} \in \mathbb{R}^1$. Рассматриваем на $(\Omega, \mathcal{F}, F, \mathbb{P})$ задачу Коши для ЛСДУсЧП вида

$$\frac{\partial}{\partial t}\left[Q\left(A, \frac{\partial}{\partial t}, \frac{\partial}{\partial x}\right) u(t,x,\omega)\right] + Q\left(B, \frac{\partial}{\partial t}, \frac{\partial}{\partial x}\right) u(t,x,\omega) =$$

$$= \varphi(\xi(\omega))\, Q\left(C, \frac{\partial}{\partial t}, \frac{\partial}{\partial x}\right) u(t,x,\omega)\, \frac{dw(t,\omega)}{dt},\ Q\left(A, \frac{\partial}{\partial t}, \frac{\partial}{\partial x}\right) u(t,x,\omega)\Big|_{t=0} = [Qu]_0,$$

$B \equiv \{b_{ij}\}_{i,j=1}^{k,n}$, $b_{ij} \in \mathbb{R}^1$; $C \equiv \{c_{ij}\}_{i,j=1}^{k,n}$, $c_{ij} \in \mathbb{R}^1$, $\varphi(\cdot)$ — бэровская функция с областью значений $\mathbb{R}^1$, $\xi(\omega)$ — случайная величина, заданная плотностью $p_\xi(x)$ (или функцией распределения), $w(t,\omega)$ — одномерный винеровский процесс, причем $\xi(\omega)$ не зависит от $w(t,\omega)$.

Доказано существование сильного решения ЛСДУсЧП в соответствующем пространстве со случайными параметрами. Получены достаточные условия в терминах коэффициентов ЛСДУсЧП асимптотической устойчивости и неустойчивости в среднем квадратическом сильного решения этого уравнения.

Литература. **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. Сб. научн. тр.– 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.

This page was left blank intentionally

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

System analysis of complex systems of various nature

Intelligent systems for decision-making

Grid-technologies in science and education

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.).

Balashov V.V. — *reviewer Zavodnyk V.V.*
National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine

System of modeling and forecasting of financial activity of the enterprise

In this work I suggest to use the system that can help in the financial planning at an enterprise. For the achievement of this task there can be used the information from reports including bookkeeping, that are prepared at this enterprise. The specific of organization and production and the type of goods that are in turnover are also taken into account.

The aim of creation of the system of modeling and forecasting of financial activity of enterprise is an improvement of activity of enterprise, increase of its efficiency by means of more rational planning.

As financial activity at an enterprise is difficult and has many aspects, then such system can be useful in financial department. At an enterprise there is an information about its structure, cooperation of workshops and other departments and it can be used. Information about technological processes that are used in the production is also useful. Information about results of previous periods will be also given in the system. Using incoming data on the basis of some indexes it is possible to calculate others. On the basis of these data it is possible to model processes that take place at an enterprise. In addition it controls rational using of money. Both the loss and the most successful projects and directions can be found. This system will offer the methods to optimize activity of enterprise.[1]

At the follow it is possible to begin the construction of prognoses on future periods. The already pre-arranged projects are taken here into account from one side. From the other side, on the basis of statistical methods of the prognostication of client's activity is conducted. Here the possible use of different methodologies, at the necessity of taking into account seasonality of events and other factors.[2]

The system of design and prognostication of financial activity of enterprise will be able to take into account existent property and results of activity to estimate the total worth of enterprise. In addition there is a possibility to conduct the analysis of solvency, and estimate the chance of the bank credit drawing and its size. [3,4]

Data for input:

1. Common data is about an enterprise
2. Information on the manifest of goods, expense related to each one with this goods
3. Balance sheet data
4. History of receivables and expenses for previous periods
5. The capital of enterprise has some changes
6. Turnover on an enterprise

The control of data consistency will be executed farther; it is suggested to correct errors.

On results the conducted analysis will be got following:

1. Estimation of total worth of enterprise
2. Analysis of solvency
3. Estimation of stability of situation on an enterprise
4. Analysis of business activity
5. Credit status
6. Forecasting of client activity

The offered system will have a modular construction and the opportunity of expansion of functional possibilities in case of necessity (in particular addition of new models and methods of verification of results of forecasting). Part, which is responsible for prognostication will work as follows. While the process of activation, first of all, data input will be done. After that converting of data will be transformed into a format suitable for the further usage. After that it will be selected one of the models in a library. A prognostication can be done with the help of the methods of autoregressive model, autoregressive moving average model and exponential smoothing. Results will

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

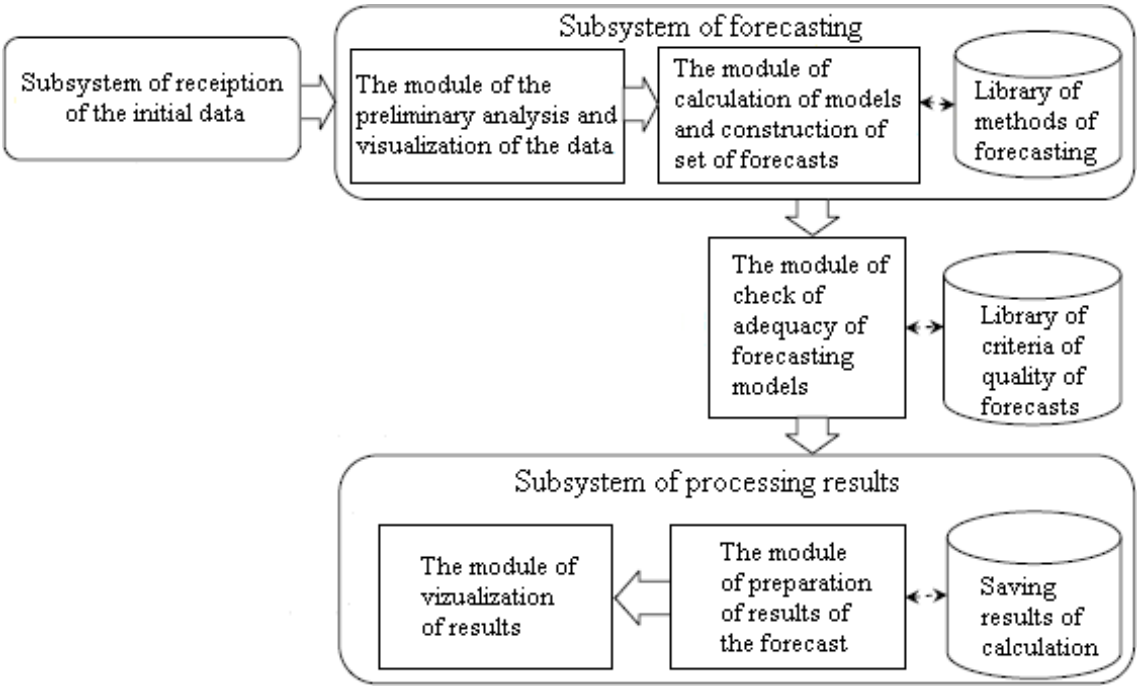


Figure 1. The scheme of a part of the program responsible for forecasting

be checked for adequacy. It is possible to use sum of square error, Akaike info criterion, R-squared. Then results will be converted in a corresponding format and stored. Except it results will be traced for more comfort of perception (fig. 1).

Having at disposal of the different methods of prognostication, it will be got different results. Choosing the best of them will allow to compare results on the given criteria and in accordance with that to make a choice. Such system is not automatic, it is automated, so some part of operations are for expert. The last choice is made by him.

Among advantages it is worth to distinguish that different methods, which are collected together and it is not needed to be switched between different software products and to execute adjusting and input of data repeatedly. So there is one universal workplace.

Thus it will be possible to forecast the different variants of development of the events, examine consequences of different decisions, sign or abandon from agreements and others like that. Thus, the planning can be done for a large period at once or for a few small periods. In order to prevent a receipt of improper results there is a possibility to influence the system of limitations for every concrete enterprise that will cast aside impermissible values and decision.

Such system allows to decrease expenses at an enterprise. The labour productivity will be increased by means of such system. The enhanced speed of making a decision an its quality will have positive impact on the work of enterprise in general.

References. **1.** Julega I. A., Analysis methodology of financial condition of the enterprises. — Sankt Petersburg, SUSIM, 2006 **2.** Bljumin S.L., Suhanov V.F., Chebotarev S.V., The economic factorial analysis. — Lyipetsk, LEHI, 2004 **3.** Bilyk M. D., Pavlovska O. V., Prytuljak N.M., Nevmezhytska N. Y., Financial analysis. — Kyiv, KNEU, 2005 **4.** Filimonenkov O. S., Finance of the enterprises. — Kyiv, IAPM, 2004

Konovalenko S.N.
Ukrainian Academy of Customs, Dnipropetrovsk, Ukraine

Intelligent information processing in the customs risk management

In the continuous development of scientific and technological progress the implementation of customs affair and effective operation of the customs service of Ukraine is possible only by using modern information technologies. The improvement and development of its information infrastructure will enable faster and better solve the goals posed by the government, make management decisions.

One of the important aspects of customs information technology is the analysis of information in risk management violations of customs legislation. Unfortunately, it is not uncommon for the subjects of foreign economic activities to give unreliable information about the characteristics of the goods for overstatement (understatement) the customs value, or smuggling. Therefore, there is an urgent task of development and application of methods and means of identification risk violating the customs legislation. Factor into the ingenuity and sophistication of the methods hide from customs control, analysis system should possess properties such as adaptation, learning, approximation. In the arsenal of scientists there are many methods and tools that are used for the development of decision support systems, classification, pattern recognition, but out of this mass would be desirable to allocate the artificial intelligence methods based on connectionist approach [1]. The theory of neural networks over the past decade, received many of practical applications in branches of science and technology.

In [2] examined the questions of theoretical and practical application of the mathematical models of neural network there is the type of multilayer perceptron (MLP) for identification of possible risk of violating the customs legislation. As the input vector $x = [x_1, x_2, x_3, \cdots, x_i]^T$ used for the certain characteristics of the identity subject area of the customs control, and next use its values, risk was classified as "high", "moderate", "low". The models showed that the use of MLP as a method of classification of information customs control may be useful and effective tool.

The next step in research would be to use MLP in the context of the existing model of customs risk management: risk profile (RP) violations of customs legislation [3]. The use of RP in practice provides the next actions:

1. Assessment of risk indicators (input vector $x = [x_1, x_2, x_3, \cdots, x_i]^T$);
2. Evaluate the selectivity of RP;
3. Evaluate of potential losses and damages;
4. Determination of the necessary forms of control, which correspond to the level of risk.

Consider the steps above as a problem of multiobjective optimization. The first stage of information processing detects the presence of risk in the input data vector (the operation of customs control). Next, you need to minimize possible damage function $F(z_1, z_2, \cdots, z_i) \to \min$, where z_i – a form of customs control. Thus, the decision support system will indicate the officer Customs Service which is necessary to apply procedures for verify compliance with requirements of the customs law.

Application in the customs risk management methods and means of the intellectual processing of information as neural networks the type of multilayer perceptron and fuzzy logic will make optimal decisions, even in the condition of indeterminacy, which will undoubtedly increase the economic security of the Ukraine.

References. **1.** S. Haykin, Neural Networks: A Comprehensive Foundation, 2nd ed., Prentice Hall, 1998, p. 842. **2.** B. Moroz, S. Konovalenko, "Aplication of neural networks within of the concept E-customs," (in Russian), in Information Science and Computing, book 22, Applicable Information Models, K. Markov, V. Velychko, Ed., 1st ed., Sofia: ITHEA, 2011, pp. 104-110. **3.** World Customs Organization. WCO course on risk assessment, profiling and targeting [Online]. Available: http://www.wcoomd.org

Kravchenko I.S. — *reviewer Gulianytskyi L.F.*
National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine

Problem of management storage resources in view of demand and technological limitations

Inventories play an important role in the national economy of any country. The value of stocks increases especially in the transition to a market economy and globalization when economical links become more complicated and their number increases. Therefore, optimization of the inventory takes a significant place in the scientific research to improve the organization and planning of material and technical logistics in our country. The criterion of material stock optimization minimizes all associated with the value of inventories costs which depends on the process of material and technical supply and storage.

Management tasks have their own specificity. We know that demand for any product can vary over time and it can reflect not only seasonal variations. Also it is necessary to keep in mind that the goals of the company can also change over time, so the objective function is not permanent. Equally important while developing a model is a set of restrictions imposed on the area of search solution. Under these conditions, it is appropriate to use models and methods that are not sensitive to changes in the objective function and form of the area definitions. Combinatorial optimization methods comply with these conditions.

Let us consider the problem of optimal loading of storage facilities. They are limited by the capacity of different types of products with specified characteristics and probability demand in these products. It is a warehouse that has a capacity of V, where it is necessary to place n types of products. There are: V_i - volume of i-type production unit; d_i - demand for of i-type production unit with a known discrete distribution; C_i - the cost of placing in stock of i-type production unit; P_i - loss because of demand for products of i-type that will not be satisfied per unit. The task is to plan the order size of the products to the warehouse considering the demand and restrictions at every moment of time to minimize costs. Mathematical model of the task can be submitted as follows:

$$\sum_{i=1}^{n} C_i x_i + \sum_{i=1}^{n} P_i M max\{0, d_i - x_i\} \to min,$$

with restrictions

$$\sum_{i=1}^{n} V_i x_i \leqslant V; x_i \geqslant 0; i = \overline{1, n},$$

where $x = (x_1, ..., x_n)$ - integer vector; M - mathematical expectation of relevant variables.

For solving the problem of optimal filling the warehouse with products there have been implemented three algorithms: taboo-search, G-algorithm and genetic algorithm. The purpose of computational experiments is the research of indicators of practical efficiency for elaborated optimization algorithms when solving the problems with setting range of basic parameters change. To determine the degree of accuracy of the computational experiments results were found confidence intervals for each dimension and for all algorithms both as for time solving problems and for solving efficiency.

We can draw some conclusions, based on the computational experiments results. Increasing the neighborhood considerably increases search time solution for all algorithms (time increases exponentially in such conditions) and the efficiency of finding the solution for 15-20 %. Using the problem solution of optimal filling the warehouse considerably reduces search time solution for all algorithms but efficiency decreases compared with the use an empty warehouse as the initial solution. Solving the problem of choosing optimal parameters for taboo-search and G-algorithm reduces solution search time and improves the efficiency to almost 26 %. Also this indicator increases with the dimension of the task.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Myroshnikova I.Yu., Rodionov A.M.
National Technical University of Ukraine "KPI", PTI, Kiev, Ukraine

Online data migration in hierarchical storage systems using least-squares policy iteration

The problem of dynamic data migration in order to minimize request response time in hierarchical storage systems is considered. Enhancement to existing reinforcement learning policy-based framework using least-squares policy iteration algorithm were proposed. Implementation issues of the enhanced framework were discussed.

Problem statement. Tiered storage is a data storage environment with storages delineated by differences in at least one of the four attributes: price, performance, capacity and function (e.g., the higher tiers include devices with smaller storage capacity and higher access speed). The most important characteristic for such systems is response time of file access requests. While increasing system lifetime passed from the last file access (creating, updating or reading), file request processing time increases regardless of initial file distribution over the tiers.

File request response could be decreased by online redistributing files between system tiers (e.g., the most frequently accessed files could be stored in the highest tiers). Hierarchical storage system has data storage technique which automatically moves (migrates) data between tiers of the system following some policy. Heuristic file migration policies don't solve the problem completely due to a file access pattern unpredictably evolving over the time. Possible solution is policies built by system dynamically based on experience about recent access pattern.

Existing approach. Reinforcement learning (RL) framework were proposed in [1] for solving the problem. Each tier was considered as an agent, which dynamically chooses an action from two allowed (migrate accessed file to another tier or not) in order to minimize weighted long term cost function of the tier. This function represents the expected future response for file access requests starting from the current state. Decision makings were initiated by file access requests. Each agent used observation vector, which depends on characteristics of the files stored in the tier, as the state vector (memoryless approach). Because of the chosen state space, approximation of the long term cost function was used instead of its exact value. Approximation parameters of the cost function were updated after a certain number of file access requests processed since the last migration decision. The updating rule is the form of the temporal difference learning. These parameters updating and migration decisions are the parts of agent policy learning according to the policy iteration (PI) - one of the RL approaches.

Aim of the research. During this research we are going to enhance the approach by filling it with another RL algorithm - least squares policy iteration (LSPI). LSPI is an approximate PI algorithm. Compared to other approximate PI algorithms in the actor-critic framework, LSPI eliminates the actor part of the architecture, thereby eliminating one potential source of error. LSPI is also a model-free algorithm in the sense that it needs no access to a model to perform PI, nor does it need to learn one. Also, LSPI can efficiently use transition data collected in any manner.

In order to apply LSPI to considered problem some essential issues should be discussed. First, online LSPI proposed in [2] should be used. It collects its own data by interacting with the system and performs policy improvements without waiting until an accurate evaluation of the current policy is completed. Second, variables used in online LSPI should be redefined in terms of large state space problem. Third, learning simulation (number of samples) time needs to be chosen.

Modeling. We are going to apply the enhanced framework for modeling two-tier hierarchical storage system in order to compare the developed approach to approach in [1] and some heuristic policies.

References. **1.** Vengerov, D. (2008). A reinforcement learning framework for online data migration in hierarchical storage systems. *The Journal of Supercomputing*, 43, 1-19. **2.** Buşoniu, L., Ernst, D., De Schutter, B. & Babuška, R. (2010). Online least-squares policy iteration for reinforcement learning control. *Proceedings of the 2010 American Control Conference*. Baltimore, Maryland.

Алексеєнко А.О., Подладчиков В.М.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Застосування фільтра Калмана для ідентифікації параметрів шумів динамічної системи при прогнозуванні рекламних рейтингів

На даний час основна частина продажу рекламних можливостей телебачення здійснюється за допомогою продажу рекламодавцям необхідних їм GRP (gross rating point). Це означає, що продаються не секунди ефіру, а гарантовані контакти строго в цільовій аудиторії, завдяки чому рекламодавець має впевненість у ефективності своєї рекламної кампанії.

У технології продажу рекламних можливостей телевізійних каналів активно використовується прогноз GRP на декілька місяців на певному каналі. Якісний прогноз дозволяє проводити успішне медіапланування, точно передбачити розмір фінансових надходжень й істотно впливає на ціноутворення.

Одним із поширених підходів є метод побудови прогнозу на основі суми прогнозних оцінок рекламних блоків. Недоліком у даному випадку є те, що для цього необхідно мати список всіх блоків на каналі протягом місяця і знати їх хронометраж. Зазвичай ця умова може бути виконана лише на один-два місяці вперед. Перевагою цього методу є можливість врахувати конкретне заповнення телевізійного каналу.

Іншим підходом є прогноз на основі більш широкого списку медіапоказників каналу [1]. Цей тип прогнозу є основним, оскільки тільки він дозволяє робити довгострокові прогнози, коли ще немає сіток телевізійного мовлення та не прописані рекламні блоки. Тут використовуються деякі усереднені медіапоказники каналу за тривалий період: середній рейтинг, середні обсяги рекламного мовлення, коефіцієнт «усадки» рекламного блоку і т.д. На відміну від попередньої технології, в даному випадку можна знехтувати певними ефірними подіями, які мають істотний вплив на прогнозування більш коротких часових проміжків. Важливо визначити тенденцію, врахувати сезонні коливання і ряд інших постійно діючих факторів.

В даній роботі пропонується використовувати для прогнозування кожного з медіа показників метод, що ґрунтується на представленні часового ряду у вигляді моделі авторегресії у просторі станів, що передбачає ідентифікацію статистичних показників шумів і подальшу оцінку невідомих параметрів моделі на основі дискретного фільтра Калмана [2].

В ході проведення досліджень було виконано ряд обчислювальних експериментів на основі імітаційного моделювання, завдяки чому вдалося проаналізувати роботу пропонованого методу та впевнитися у його ефективності. В якості прикладу розглянуто прогнозування рекламних рейтингів GRP на каналах СТБ, 1+1 та ICTV на лютий 2012 року за даними 2010 та 2011 років [3]. Показник GRP розраховується за формулою:

$$GRP = \frac{RKT}{30},$$

де T – об'єм рекламного мовлення на протязі місяця в секундах; R – ефірний рейтинг; K – коефіцієнт «усадки» рекламного блоку.

Виконувалось прогнозування кожного з наведених параметрів на основі моделей АР першого та другого порядку. Похибки в прогнозуванні рейтингу GRP залежать від похибок прогнозування кожної складової, але найчастіше помилки в прогнозі різноманітних параметрів компенсують одна одну. Часткова компенсація похибок призвела до точності прогнозу в середньому 95–99 % при допустимій похибці 5–7 %. Звідси можна зробити висновок про можливість практичного застосування даного методу.

Література. **1.** Виноградов Д. Технологии прогноза телевизионного рекламного предложения // Рекламные технологии. – Москва, 2006. – №6 (75). **2.** Згуровский М. З. Аналитические методы калмановской фильтрации для систем с априорной неопределённостью. – К. : Наукова думка, 1995. – 283 с. **3.** Markdata Media Workstation. Руководство пользователя. – Киев, 2007. – 210 с.

Алфимцев А.Н.
Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия

Типы анализаторов восприятий интеллектуального мультимодального интерфейса

Интеллектуальный мультимодальный интерфейс – это пользовательский интерфейс, который способен параллельно обрабатывать несколько восприятий – модальностей пользователя, создавать модели поведения пользователей и среды, в которой он функционирует, модифицировать модели поведения мира в соответствии с текущим состоянием пользователей и среды, предоставлять пользователям возможность мультимодального взаимодействия адекватно их возможностям с целью распознавания различных ситуаций при достижении своих целей [1-3]. При этом в зависимости от способа преобразования восприятий в реакции выделим следующие четыре типа анализаторов: комбинационные, последовательностные, целенаправленные, планирующие. Они образуют определенную иерархию. Комбинационный анализатор - самый простой. Планирующий анализатор – самый сложный. Соответственно первый из них требует самых простых моделей поведения, а последний – самых сложных.

Комбинационный анализатор. Получая на вход в некоторый момент времени специальным образом обработанные восприятия, комбинационный анализатор преобразует их в тот же момент времени в реакции, не используя для этого никакой другой информации. *Последовательностный анализатор.* Для выработки каждой реакции этот анализатор использует последовательность своих восприятий и реакций в предшествующие моменты времени. Комбинационный анализатор можно считать частным случаем последовательностного, у которого для выработки реакции используются восприятия только одного момента времени. *Целенаправленный анализатор.* Поведение целенаправленного анализатора принципиально отличается от комбинационного и последовательностного. Целенаправленный анализатор прежде, чем выработать соответствующую реакцию, на основании поставленной перед ним цели и на основании имеющихся у него знаний заранее до того, как он начнет реагировать, вычисляет возможность достижения цели, или обнаруживает, что такой возможности не существует. В случае обнаружения недостижимости цели он может запросить дополнительные сведения из других источников, и продолжить или повторить процесс поиска цели. Если цель найдена, то целенаправленный анализатор вырабатывает соответствующую реакцию. *Планирующий анализатор.* Целенаправленный анализатор в состоянии определить достижимость цели и выработать соответствующую реакцию. При этом, однако, целенаправленный анализатор не сообщает пользователю, как он пришел к такому умозаключению. Планирующий же анализатор прежде, чем выработать реакцию, на основании известной ему цели заранее составляет план, гарантирующий ему достижение цели, или обнаруживает, что такого плана не существует. В случае обнаружения недостижимости цели он также может запросить дополнительные сведения и продолжить или повторить процесс составления плана.

Таким образом, учитывание данных типов анализаторов восприятий при проектировании и выборе архитектуры интеллектуального мультимодального интерфейса позволит проектировщику значительно сократить время разработки, уточнить цели и задачи проектируемой системы, точнее определить спецификации и бихеовиризацию будущего интерфейса.

Литература. **1.** Курзанцева Л.И. Об адаптивном интеллектуальном интерфейсе «Пользователь–система массового применения» // Комп'ютерні засоби, мережі та системи, № 7, с. 111-116, 2008 г. **2.** Алфимцев А.Н., Девятков В.В. Интеллектуальные мультимодальные интерфейсы // Калуга, ООО «Полиграф-Информ», 2011. 328 с. **3.** Devyatkov V., Alfimtsev A. Multimodal analysis of unstructured video streams // Proc. Of 26th Int. Conf. CARs&FOF, 2011, Kuala Lumpur, pp. 502-512.

Андрияшенко Г.В.[1,2] ***Свитый И.Н.***[2]
[1]*МПСК ООО "Бориваж", Одесса, Украина;* [2]*Одесская национальная академия пищевых технологий, Одесса, Украина*

Концепция построения систем поддержки принятия решений по размещению запасов зерна

Работа зерновых, зерноперерабатывающих и некоторых пищевых предприятий тесно связана с созданием запасов зерна и зернового сырья. При этом весь комплекс решаемых персоналом зернохранилища задач может быть подразделен на четыре группы: приемка и размещение, обработка, хранение, отпуск зерна потребителям [1]. Решение этих задач связано с необходимостью принятия персоналом предприятия, прежде всего, технологических решений на основе обработки значительных объемов информации. Значительная часть информации о перемещаемых и обрабатываемых зерновых массах неизвестна по причине дороговизны и сложности методик ее получения. Поэтому принятие решений осуществляют в условиях определенного дефицита информации, что влияет на оптимальность принимаемых решений. А от этого напрямую зависят экономические показатели работы предприятия. Одним из доказано эффективных путей повышения оптимальности принимаемых решений является информационная и советующая поддержка лица, принимающего решение (ЛПР), которую обеспечивают системы поддержки принятия решений (СППР). В настоящее время ЛПР на рассматриваемых предприятиях в процессе принятия им решения частично поддержан на информационном уровне с использованием ERP-систем (1С-Заготовка, Сакура и тому подобное). В развитие этих систем была разработана система количественно-качественного учета зерна, хранимого в силосах элеватора [3], которая, по своей сущности, также является информационной системой. В настоящей работе предлагается концепция развития разработанной системы до уровня информационно-советующей системы, в основу которой положена теория принятия решений. Функции прогнозирования для решения задач поддержки принятия решений будут реализованы с использованием моделирующих методов.

В настоящей работе подробнее остановимся на механизмах решения группы задач оптимального размещения запасов зерна, узаконенных в соответствующей технологической инструкции [2]. При решении этих задач ЛПР необходимо принимать ряд технологических решений, целью которых является создание равномерных по параметрам зерновых масс, обеспечение равномерности заполнения зернохранилищ, минимизация затрат электроэнергии на перемещение размещенных зерновых масс. Весь комплекс задач по оптимальному размещению запасов зерна можно разделить на два уровня: стратегический и тактический.

К задачам стратегического уровня относятся такие задачи:

- задачи планирования размещения зерна;
- задачи перепланирования размещения зерна.

Задача планирования размещения зерна сводится к разработке плана размещения зерна или каргоплана. Исходными данными для решения этой задачи являются договора с поставщиками, в которых указаны объемы и сроки поставок зерна, параметры зернохранилищ, а также информация об интенсивности расходования запасов зерна. Анализ принципов решения этой задачи показал, что план размещения партий зерна целесообразно выполнять динамичным (изменяемым во времени). При этом целесообразно использовать информацию о расходовании запасов зерна с использованием моделирующих методов прогнозирования. Такой подход позволит существенно повысить, прежде всего, производительность предприятия, а значит и экономическую эффективность его функционирования.

К задачам тактического уровня целесообразно отнести такие задачи:

- размещение на временное хранение поступившей партии зерна;
- размещение на постоянное хранение поступившей партии зерна;
- укрупнение хранимых зерновых масс;
- размещение на хранение прошедших обработку зерновой массы.

Задача размещения поступающей партии зерна может сводиться к принятию решения о размещении на постоянное или временное хранение. Исходными данными к принятию такого решения являются параметры поступающей партии зерна и их соответствие целевым кондициям (заготовительным, производственным, экспортным и т.п.). Партии зерна с параметрами, не соответствующими целевым кондициям, размещаются в хранилища временного хранения (силоса или бункера сырого зерна и т.п.) Размещение ведется с целью создания равномерных по параметрам требующих обработки партий зерна. Это позволит снизить энергозатраты как на обработку, так и на последующую переработку этих зерновых масс. Партии зерна с параметрами, соответствующими целевым кондициям, размещаются на постоянное хранение. При этом размещение ведется с учетом равномерности заполнения зернохранилищ зерном и равномерности по параметрам закладываемых на хранение партий зерна. Целью равномерности заполнения зернохранилищ является равномерность распределения нагрузки на их фундамент, что позволит снизить эксплуатационные затраты предприятия на ремонт строительных конструкций зернохранилища. Целью создания равномерных по параметрам партий зерна является снижение потерь от вероятного возникновения очагов пластового самосогревания зерна, а также снижение энергозатрат на обработку и переработку хранимого зерна. Если зернохранилище рассчитано на перевалку партий зерна, то создание равномерных по параметрам зерновых масс позволит существенно упростить решение задачи создания экономически целесообразных отпускных партий и снизить энергозатраты на отгрузку партий зерна. Цели размещения прошедших обработку партий зерна аналогичны целям размещения принимаемых на постоянное хранение партий зерна. Решение задачи стратегического планирования размещения зерна связано с освобождением части зернохранилищ под принимаемые партии зерна. А это вызывает необходимость укрупнения партий зерна. Эта задача сводится к поиску силосов с максимально близкими параметрами размещенных в них зерновых масс. При этом целесообразно обеспечить не просто досыпку одной партии к другой, а смешивание партий, например, с использованием транспортирующего оборудования. При этом будет получена новая партия зерна со средневзвешенными относительно смешиваемых партий параметрами.

Перечисленные выше принципы решения задач по оптимальному размещению запасов зерна составят основу работы разрабатываемой СППР. Для реализации рассмотренных выше принципов СППР необходимо решать задачи идентификации информационного состояния объектов разного уровня (сроков и объемов поставок зерна, принимаемых зерновых масс с оценкой соответствия целевым кондициям, хранимых и смешиваемых зерновых масс и т.п.), диагностику ситуаций, требующих принятие решений, формирование целесообразных вариантов решений, оптимизацию этих вариантов решений по режимным параметрам, а также ранжирование вариантов решений в плане последовательности их рекомендуемой реализации. На выходе СППР должна выдавать рекомендации по оптимизации производственных заданий персоналу зернохранилища, связанных с размещением зерновых масс. По своей сути изложенные выше принципы поддержки принятия решения по размещению запасов зерна направлены на повышение интеллектуального уровня созданной системы количественно-качественного учета зерна, хранимого в зернохранилищах различных типов.

Литература. **1.** Жуковский Э.И., Свитый И.Н., Чабаров В.А. Концептуальная модель управления запасами зерна на предприятиях отрасли хлебопродуктов. // Автоматизация технологических и бизнес-процессов. – 2010. – №4, с. 3 – 5. **2.** Інструкція про ведення обліку й оформлення операцій із зерном і продуктами його переробки на хлібоприймальних та зернопереробних підприємствах.: Затв. Міністерством аграрної політики України 13.10.2008р. – К., 2008. – 73 с. **3.** Жуковский Э.И., Свитый И.Н., Булмаге М. Информационная система визуального учета зерна, хранимого в силосах элеватора. // Тез. докл. II Всеукраинской науч.-практ. конф. „Информационные технологии и автоматизация” - Одеса, 2009. – с. 35-36

Бабиюк Г.Г. *— рецензент Зайченко Е.Ю.*
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Использование нейронных сетей для прогноза показателей скорости проходки горных выработок

На современном этапе развития Украины одной из главных задач является стабилизация экономики, которая во многом зависит от топливно-энергетического комплекса и, в первую очередь, от эффективности работы предприятий угольной промышленности, основой которых являются горнопроходческие работы, выполняемые как при строительстве новых шахт, так и при воспроизводстве фронта очистных работ.[1]

При огранизации горнопроходческих работ возникает ряд проблем, наиболее важными из которых являются: нехватка финансирования, производящегося по остаточному принципу, и условия неопределенности, в которых сооружаются выработки. Данная неопределенность, в большей мере, имеет природный характер и обуславливается неполнотой исходных данных. Еще одной проблемой отрасли является планирование деятельности проходческих бригад (скорости проходки), которое до сих пор сводится к назначению месячных нормативов, исходя из достигнутого в предыдущем месяце результата, и не учитывает реальные производственные возможности.

На данный момент учет неопределенности при расчете месячной скорости проходки производится с помощью методов математической статистики и, учитывая большой диапазон изменения показателей, не является оптимальным. К тому же использование методов математической статистики требует большого количества статистических данных, информативность которых, учитывая динамику изменения параметров породы, недостаточна.

Для решения данной проблемы применены интеллектуальные методы прогнозирования [2,3], построенные на аппарате нейронных сетей, использование которых дает возможность уточнить прогноз и учесть большее количество факторов. К тому же такая система прогнозирования является адаптивной, что позволяет уточнять спрогнозированное значение скорости проходки с течением времени.

В работе была использована нейронная сеть - многослойный перцептрон. Обучение искусственной нейронной сети проводилось методом обратного распространения ошибки ("Back Propagation") для всех слоев нейронной сети. Данный метод является модификацией классического метода градиентного спуска. Оптимальное количество слоев перцептрона подобрано экспериментально и равно двум. Дальнейшее увеличение количества слоев приводит к снижению эффективности работы сети, так как растет время, необходимое для вычислений, без существенных изменений качества прогноза.

Для проведения анализа предложенного метода прогнозирования были использованы данные о месячной скорости проходки на шахтах объединения «Краснодонуголь» за период с 2009 по 2011 год. В качестве входящих данных использовались величины показателей скорости проходки за 2009, 2010 год, а исходящих – показатели 2011 года. Построенная модель – адекватна, а полученые значение показателей соответствуют месячным скоростям проходки выработок за 2011 с допустимой погрешностью.

Таким образом, в результате исследований разработано приложение, позволяющее прогнозировать значения месячных скоростей проходки выработок. В докладе приведен анализ полученных результатов. Разработанная система позволяет принимать эффективные решения при планировании производственной деятельности проходческих бригад, что значительно повышает их производительность труда.

Литература. **1.** Першин В.В. Интенсификация горнопроходческих работ при реконструкции шахт / В.В. Першин. – М.: Недра, 1988. – 136 с. **2.** Зайченко Ю.П. Основы проектирования интеллектуальных систем / Ю.П. Зайченко — К.: Слово, 2004. — С.352. **3.** 3. Круглов В.В. Искусственные нейронные сети: теория и практика / В.В. Круглов, В.В.Борисов . – М.: изд. Горячая линия - Телеком, 2002. – 382с.

Байбуз О.Г., Сидорова М.Г.
Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара, Дніпропетровськ, Україна

Інформаційна технологія стійкої кластеризації даних

Запропонована інформаційна технологія стійкої кластеризації даних на основі оцінювання якості результатів та побудови ансамблю алгоритмів.

На даний момент серед великої кількості підходів до розв‘язання задачі кластеризації не існує універсальних методів. Результат досить сильно залежить від вибору системи ознак, мір близькості, способів формалізації уявлень про схожість об‘єктів та кластерів. Кожен підхід має свої переваги та недоліки. Використовуючи навмання деякий окремий метод, можна отримати зовсім хибний розв‘язок.

Тому актуальними задачами кластерного аналізу є оцінювання результатів для пошуку розбиття, що найкраще відповідає структурі даних та розробка колективних методів кластерного аналізу (побудова ансамблю алгоритмів), що дозволить отримувати найбільш узгоджені та стійкі розв‘язки [1,2].

Пропонується інформаційна технологія стійкої кластеризації, яка складається з наступних етапів:

1. Отримання множини розв‘язків. Проводимо кластеризацію даних різними методами або при різних значеннях параметрів [3].
2. Оцінка якості отриманих результатів. Обчислюємо значення функціоналів та індексів якості для кожного розбиття з множини розв‘язків. Застосовуємо методи теорії прийняття рішень. Даний підхід дозволяє одночасно враховувати різні критерії якості, що забезпечує більш точну оцінку результатів [4].
3. Звуження множини розв‘язків. Виключаємо з подальшого розгляду угрупування, які за результатами п.2. не відповідають структурі досліджуваних даних.
4. Побудова ансамблю алгоритмів кластеризації. На основі отриманої множини розв‘язків будуємо узгоджену матрицю подібності об’єктів $S = \{s_{ij}; i, j = \overline{1, N}\}$, де N – кількість об‘єктів, s_{ij} – частота віднесення i-го та j-го об‘єктів до одного кластеру.
5. Отримання колективного розв‘язку. До матриці S застосовуємо графовий алгоритм найкоротшого незамкненого шляху.

Запропонована технологія увійшла до складу розробленого авторами програмного забезпечення «MEDISA». Проведено ряд експериментів на модельних і реальних даних та виявлено, що виключення неякісних розв‘язків на попередньому етапі побудови ансамблю алгоритмів значно покращує результат. Також експерименти показали, що більш ефективним є використання на останньому етапі графового алгоритму ніж агломеративних ієрархічних методів.

Даний підхід було застосовано до розв‘язку задачі районування поверхневих вод, а також до даних медичного моніторингу.

Література. **1.** Бериков В.С., Лбов Г.С. Современные тенденции в кластерном анализе // Всероссийский конкурсный отбор обзорно-аналитических статей по приоритетному направлению «Информационно-телекоммуникационные системы», 2008. – 26 с. **2.** Fern X.Z., Brodley C.E. Clustering ensembles for high dimensional data clustering // In Proc. International Conference on Machine Learning, 2003. P.186-193. **3.** Мандель И.Д. Кластерный анализ / И.Д. Мандель. – М., 1988. – 176 с. **4.** Приставка О.П. Підтримка прийняття рішень в задачах кластерного аналізу / О.П. Приставка, М.Г. Сидорова // Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій : зб. наук. праць. – 2011. – Т.15. – С.115–123.

Баленко Н.М., Жданова О.Г., Романченко О.В.
Національний технічний університет України "КПІ", ФІОТ, Київ, Україна

Застосування генетичного алгоритму для розв'язання задачі про призначення

Світові тенденції розвитку інформаційних технологій і систем свідчать про зростання впливу інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, що знаходить своє відображення в оптимізації виробничого процесу. Це пояснюється тим, що сучасний рівень управління в умовах високого динамізму оточуючого середовища, різкого зростання темпів науково-технічного прогресу вимагає у процесі прийняття рішення розгляду множини альтернативних варіантів і складного вибору на основі знань фахівців, складних аналітичних розрахунків, наукових досліджень та засобів інформаційних технологій. Саме це і забезпечують інтелектуальні системи прийняття рішень, які можна застосовувати для різноманітних практичних задач. Однією з таких є задача про призначення.

Задача про призначення це, іншими словами, задача про найкращий розподіл деякого числа робіт між таким самим числом виконавців. При її розв'язанні шукають мінімальну вартість розподілу робітників, яка дорівнює сумі оплати робітникам за виконання певної роботи. Задача про призначення має багато інтерпретацій: розподіл робіт між механізмами, розподіл цілей між бойовими одиницями для максимізації математичного очікування числа знищення цілей та середніх ушкоджень і т.д.

Існують точні методи для розв'язання даної задачі. Але наближені методи розв'зання мають багато переваг. В даній роботі наведений приклад розв'язання задачі про призначення генетичним алгоритмом. Генетичний алгоритм - це метод оптимізації, заснований на концепціях природного відбору і генетики. Цей алгоритм, навіть на великих наборах вхідних даних, працює швидко і знаходить розв'язки, близькі до оптимального, за допустимий час.

Постановка задачі. Потрібно виконати n видів робіт, на які претендують n кандидатів. Витрати на оплату праці i-го кандидата за виконання j-ої роботи дорівнюють $c_{ij} > 0$. Кожен кандидат може бути призначений лише на одну роботу, і кожна робота має виконуватися лише одним кандидатом. Потрібно знайти оптимальне призначення кандидатів на виконання робіт за якого сумарні витрати на виконання всіх робіт будуть мінімальними.

Цільова функція:

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij} \to \min$$

Обмеження:

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1, \quad j = \overline{1,n},$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1, \quad i = \overline{1,n},$$

$$x_{ij} \in [0,1], \quad i = \overline{1,n}, \quad j = \overline{1,n},$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо кандидат } i \text{ призначений на роботу } j, \\ 0, & \text{в іншому випадку.} \end{cases}$$

Алгоритм. Складністю реалізації будь-якої задачі генетичним алгоритмом є проблема кодування елементів популяції. Для задачі про призначення кожен розв'язок можна закодувати перестановкою з n чисел $1, 2, \ldots, n$, в якій позиція позначає номер кандидата, а значення в цій позиції – номер роботи, назначеної кандидату.

Схема генетичного алгоритму:

Крок 1. Генерація початкової популяції.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Розмір популяції – K осіб, де K залежить від розмірності задачі і є величиною порядку n. Особини для початкової популяції генеруються випадковим чином.

Крок 2. Обчислення для кожної особини її придатності.

Придатність особини, у даному випадку, це значення цільової функції для відповідного даній особині розв'язку.

Крок 3. Вибір пари хромосом-батьків.

Першого батька випадковим чином обираємо із першої половини популяції, другого – із другої. Таким чином ми постійно схрещуємо різних батьків.

Крок 4. Схрещування двох батьків.

Схрещування двох батьків, кожен із яких - перестановка з n чисел – реалізується таким чином:

1. Створюємо «пустого» нащадка.
2. $i = 0$.
3. Генеруємо випадкове число із проміжку $1, 2$.
4. Якщо випадкове число дорівнює одиниці і серед елементів нащадка ще немає числа, яке дорівнює i-му елементу першого батька, то вставляємо на i-ту позицію нащадка i-й елемент першого батька. Інакше, якщо випадкове число дорівнює 2 і серед елементів нащадка ще немає числа, яке дорівнює i-му елементу другого батька, то вставляємо на i-ту позицію нащадка i-й елемент другого батька. Якщо нам не вдалось вставити елемент із батьків, то робимо це випадковим чином.
5. Збільшити i на один.
6. Якщо $i < n$, то повертаємось до пункту *3*, інакше повертаємо значення нащадка.

Крок 5. Мутація нащадків.

Випадковим чином генеруються два числа із діапазону $1, 2, \ldots, n$ і в особини, яка піддається мутації, обмінюються місцями компоненти із згенерованими номерами.

Крок 6. Додавання особин до популяції.

Умовно популяція поділяється на дві рівні частини – в першій зберігаються найкращі розв'язки, які отримуються в процесі роботи алгоритму, в другій – випадкові розв'язки. Нащадок витісняє із першої частини популяції батька за умови, якщо придатність нащадка краща.

Крок 7. Повторення кроків 2-6, поки не буде досягнутий критерій закінчення процесу.

За своєю природою генетичний алгоритм має такі критерії зупинки: виконана велика кількість ітерацій або довгий час найкращий розв'язок не змінювався.

Після великої кількості експериментів нами було встановлено, що рекомендованими для задачі, де $n > 10$, є такі критерії виходу:

- Загальна кількість виконаних ітерацій генетичного алгоритму є величиною порядку 10^{n-5};
- Кількість ітерацій, під час яких значення найкращого розв'язку становить 10^{n-7};
- Час, який працює алгоритм, перевищив 4 секунди.

Якщо виконався хоч один критерій, то алгоритм зупиняє пошук і видає найкращий поточний розв'язок.

Використавши такий метод пошуку оптимального розподілу робітників між завданнями можна швидко отримати прийнятний розв'язок навіть при дуже великій розмірності задачі. Точні ж методи за таких умов оптимальний розв'язок можуть шукати дуже довго.

Література. **1.** Батищев Д.І. Застосування генетичних алгоритмів для розв'язку задач дискретної оптимізації [текст] / Д.І. Батищев, Е.А. Неймарк, Н.В. Старостін / Нижній Новгород: ННІ ім. Н.І. Лобачевського, 2007 – 88 с. **2.** Панченко Т.В. Генетичні алгоритми [текст] / під загальною редакцією Ю.Ю. Тарасевича / Астрахань: Видавничий дім «Астраханський університет», 2007 – 87 с.

Басараб А.В.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Применение методов нечеткой логики для анализа отказов элементов компъютерных систем

Цель. Проанализировать и классифицировать ошибки системы и отдельных элементов, которые возникают в процессе работы отдела по поддержке работоспособности ИТ систем, и исследовать возможность анализа и прогнозирования состояния системы или отдельных элементов с помощью Нечеткого контроллера Мамдани.

Ошибки классифицируются по степени важности:

• Ошибки первой важности, которые необходимо решить в первую очередь. Например, критические для работы предприятия сервисы, почта, финансовые операции, база данных сервиса.

• Ошибки второй важности, которые не приводят к остановке деятельности целых отделов предприятия, их можно решить позже.

• Ошибки третьей важности, которые можно решить еще позже.

Также ошибки классифицируются по влиянию на пользователей:

• Ошибки, которые влияют на одного пользователя.

• Ошибки, которые влияют на группу пользователей.

• Ошибки, которые влияют на всех пользователей системы.

На основании агрегации степени важности и влияния ошибки на пользвателей, каждая ошибка классифицируется по важности: Первого уровня; Второго уровня; Третьего уровня. На устранение каждого типа ошибки указывается пороговое время. В зависимости от количества открытых ошибок, система может находиться в состояниях: Нормальном, Рисковом, Критическом.

Метод. Для прогнозирования изменений количества отказов использовался метод на основе нечеткого контроллера Мамдани. В качестве классических методов, которые используются на практике, был использован метод экспоненциального сглаживания и авторегрессионная модель. В качестве примера количества отказов взята выборка по количеству открытых ошибок на текущий момент по дням. Ежедневно к текущему количеству открытых ошибок добавляются новые, и ежедневно группа поддержки устраняет некоторое количество ошибок. Таким образом, количество открытых ошибок определяется как $X_i = X_{i-1} + \delta - \varepsilon$, где X_i - количество открытых ошибок на день i, δ - количество решенных ошибок за день $i-1$, ε - количество возникших ошибок за день $i-1$.

Был построен прогноз отказов на 4, 6, 8 и 10 дней.

Таблица 1. Ошибка при прогнозе на 8 шагов

	Среднепроцентная ошибка	Среднеквадратическая ошибка
Нечеткий контроллер Мамдани	4.37	6.74
Экспоненциальное сглаживание	8.05	13.75
Авторегрессионная модель	10.78	19.69

На основе проведенных экспериментов было выявлено, что основное преимущество методов нечеткой логики на основе Контроллера Мамдани для задач анализа и прогнозирования метрик проекта:

• Способность прогнозировать коррелируемые величины

• Способность прогнозировать при условии субьективных или неточных входных данных.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Бідюк П.І., Коршевнюк Л.О., Терентьєв О.М.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Підтримка розв'язання слабкоструктурованих задач в органах державної влади

Вступ. Ефективне державне управління передбачає розробку ефективної в економічному та соціально-політичному сенсі державної стратегії у основних напрямах, а також вироблення та реалізацію повсякденної публічної політики. За своєю структурою державна та, особливо, законотворча діяльність містить у собі чотири основні процеси: 1) регулювання колективних ресурсів суспільства, 2) цілеспрямоване керівництво людськими і матеріальними ресурсами, 3) підтримку визначеного інституціонального порядку спілкування між членами суспільства, 4) подальше удосконалювання процесів керування, самої системи керування, поліпшення планування діяльності.

Постановка задачі. Нормативно-правові документи можна розглядати як керуючі дії для органів державної влади і суспільства. Владні структури виділяються з інших керованих систем тим, що їх функціонування постійно потребує розв'язання складних неструктурованих і слабкоструктурованих задач. Неструктуровані або якісно виражені задачі містять лише опис найважливіших ресурсів, ознак і характеристик, кількісні залежності між якими невідомі. Слабкоструктуровані задачі містять як якісні, так і кількісні елементи. У таких проблемах домінують маловідомі, невизначені сторони, залежності, ознаки та характеристики, що не піддаються кількісному аналізу.

Актуальність та новизна. Побудова спеціалізованих дослідницьких служб у органах державної влади забезпечить можливості використання сучасних досягнень в галузі пошуку та обробки інформації, використання сучасних методів прийняття рішень, відкритості та прозорості законодавчої гілки влади для громадян, громадських організацій та бізнесу.

Дослідження стану релевантних світових розробок щодо підтримки аналітичної діяльності в органах влади показує певну активність у розробці засобів підтримки прийняття рішень у виконавчих гілках влади, та практичну відсутність впроваджень стосовно автоматизованої аналітичної підтримки діяльності парламентів (окремих парламентаріїв та законодавчих органів в цілому). При цьому, здебільшого засоби підтримки передбачають впровадження електронного документообігу, інформаційне забезпечення діяльності органів влади, а також представлення результатів їх діяльності для населення і виборців через портали та інші джерела. Однак, аналітична підтримка «вхідних» та «внутрішніх» процесів органів влади забезпечується у незначній мірі та виконується фрагментарно.

Шлях вирішення задач. Пропонується створення та функціонування дослідницьких служб органів державної влади запроваджувати на таких засадах: застосування сучасних методів системного аналізу, статистичної та інтелектуальної обробки даних, прогнозування та прийняття рішень щодо сфери компетенції органу влади; надання електронних аналітичних послуг на основі єдиної інфраструктури інформаційної взаємодії підрозділів та різних органів і гілок влади; створення надійно захищеної від несанкціонованого втручання системи електронного документообігу аналітичних матеріалів; впровадження інформаційної системи контролю результативності діяльності підрозділів органу влади.

Структура дослідницької служби має ґрунтуватись на принципах, що забезпечать максимальне повторне використання підсистем та компонентів автоматизованої системи для мінімізації вартості систем; модульну структура технічного та програмного забезпечення на макрорівні і на рівні окремих елементів; використання загальноприйнятих вивірених міжнародних стандартів організації інформаційного обміну між підсистемами та компонентами; структурованість серверного програмного забезпечення; розподілену асинхронну обробку да-

Дослідження виконано в рамках теми № 2261-11 "Розробка програмно-технічних засад, концепції та методології інформаційно-аналітичної системи «Електронний парламент»".

них; надійність, що базується на збереженні даних впродовж часу, достатнього для поновлення на всіх вузлах, через які вони передаються.

Зокрема, створення дослідницької служби у законодавчому органі дозволить ефективно розв'язувати актуальні слабко структуровані задачі та нагальні завдання діяльності органів влади.

Автоматизація щоденної «рутинної» діяльності. Складається з:

- порівняння та співставлення різних проектів щодо однієї проблеми;
- пошук та визначення частин чинних нормативно-правових актів, що відносяться до нового проекту;
- аналіз наявності протиріч чинних нормативно-правових актів та проекту;
- аналіз врахування зауважень та пропозицій щодо проекту, формування протоколу розбіжностей;
- прогнозування та передбачення наслідків положень проекту;
- внесення пропозицій стосовно удосконалення законопроектів.

Розв'язання аналітичних задач. Складається з:

- підвищення об'єктивності ситуаційного аналізу за допомогою його ґрунтування на точних розрахунках і математичному моделюванні;
- дослідження і визначення пріоритетних напрямів удосконалення законодавства;
- швидке і повне визначення існуючих і можливих колізій як у межах одного документа, так і по всьому законодавству;
- визначення всіх нормативно-правових актів, пов'язаних з певним проектом, формування пропозицій стосовно внесення змін для узгодження актів між собою;
- аналіз відповідності законодавства нормам та директивам Європейського Союзу; визначення і формулювання пропозицій.

Забезпечення можливості постановки і розв'язання складних перспективних задач. Складається з:

- оцінювання і прогнозування конкретних ефектів від прийняття чи неприйняття певних актів;
- розробка сценаріїв розвитку окремих галузей та держави в цілому із врахуванням прийняття можливих законопроектів;
- підтримка задач розподілу ресурсів за допомогою сучасних об'єктивних аналітичних процедур;
- визначення «не працюючих» НПА, генерування пропозицій щодо необхідних оперативних змін;
- аналіз світових досягнень у розвитку новітніх освітніх та наукових технологій і вироблення законопроектів для їх оперативного впровадження в Україні.

Висновки. Функціональна структура дослідницької служби передбачає взаємодію основних своїх елементів: відділів адміністрування, аналітики, прогнозування, відділів звітів і картограм. Відділ аналітики має надавати користувачеві можливість вибрати з сховища даних потрібні факти і виміри для подальшого аналізу, а також зберігати вибрані факти і виміри у вигляді аналітичного звіту з унікальним в межах модуля ім'ям. Відділ прогнозування забезпечує створення моделей процесів і ситуацій та побудову високоточних оцінок прогнозів. Відділ звітів має бути призначений для генерації звітів і надання сформованих звітів кінцевим користувачам системи. Відділ картограм – забезпечує зручні і гнучкі аналітичні інструменти для представлення різних показників (даних) в прив'язці до географічних об'єктів з широкими можливостями налаштування представлення.

При цьому мова йде не тільки про підвищення рівня інформатизації наявної системи державного управління, а й про використання можливостей інформаційно-комунікаційних технологій для переходу на вищий рівень аналізу ситуацій та прийняття рішень, до держави, орієнтованої на задоволення потреб людини та громадянина.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Біндюг І.С. *— рецензент Заводник В.В.*
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Про методи розрахунку тіньової складової ВВП України

Доклад присвячений розрахунку та аналізу тіньового ВВП України за декілька останніх років на базі створеного пакету прикладних програм, який містить основні 5 методів розрахунку, що задекларовані в нормативних документах міністерства економіки України. Зроблено порівняльний аналіз результатів, одержаних різними методами.

Незважаючи на те, що економіка України є ринковою з усіма її недоліками [1], вона ще містить деякі «рудименти» перехідного періоду. Недосконалість законодавчого забезпечення, залишки минулої командно-адміністративної системи, непрозорість бухгалтерської звітності, диференційоване оподаткування і т.д. гипертрофували феномен тіньової економіки, яка притаманна всім економікам відкритого типу розвинених країн. Її масштаби стали загрозливими для безпеки країни. Домінуючими причинами посилення тіньового сектора економіки на різних етапах розвитку держави є зацікавленість у цьому процесі деяких представників великого бізнесу і зменшення мотивації у фізичних і юридичних осіб до праці в «світлому» секторі економіки. Тіньова економіка залишається альтернативною економіці офіційній, і посилення першої призводить до бюджетного дисбалансу та посилення соціальної нерівності. Наслідком цього стала безрезультатність численних спроб стабілізації економіки держави, які зводилися лише до різних спроб впливу на її офіційну складову.

Тіньовий сектор економіки має значний вплив на всі соціально-економічні процеси, які відбуваються в суспільстві. Без урахування цього факту неможливе проведення наукового економічного аналізу на макро-, мезо- та мікрорівнях, ухвалення ефективних управлінських рішень на всіх рівнях. Ігнорування такого багатогранного й суперечливого явища, як тіньова економіка, призводить до значних помилок при визначенні макроекономічних показників, до неадекватної оцінки найважливіших процесів і тенденцій, до тактичних і стратегічних прорахунків під час прийняття відповідних рішень.

Міністерство економіки України з метою вдосконалення розрахунку рівня тіньової економіки видало наказ, за яким найбільш прийнятними для визначення обсягів тіньової економіки України в умовах наявної статистичної бази є такі методи: "витрати населення – роздрібний товарообіг", фінансовий, монетарний, електричний, а для оцінки мінімального та максимального коефіцієнтів, у межах яких знаходиться рівень тіньової економіки, застосовується метод збитковості підприємств [2]. Всі вони застосовуються для оцінки шляхом непрямого обчислення на макроекономічному рівні вартості товарів (робіт, послуг), яка навмисно завищується або занижується суб'єктами господарювання у статистичній звітності. Для інтегральної оцінки застосовуються вищенаведені методи, узагальнене значення результатів яких представляє характеристику стану і тенденцій розвитку тіньової економіки. Порівнювальний аналіз методів розрахунку тіньової складової ВВП України проводився за період з 2007 по 2011 роки, використовуючи офіційні статистичні звітності щодо економічного та соціального розвитку держави [3,4]. Інтегральна оцінка визначалася за кожний рік.

В роботі було створено програмний комплекс, який реалізує розрахунки тіньової складової економіки України за наступними методами: "витрати населення – роздрібний товарообіг", фінансовий, монетарний, електричний, метод збитковості підприємств. Також реалізована можливість отримати інтегральну оцінку рівня тіньової економіки України. Крім того, було створено базу даних, що зберігає статистичну інформацію, необхідну для обчислень. Для полегшення роботи розроблено зручний інтерфейс.

Література. **1.** Friedrich Schneider. The shadow economy in Europe, 2010. – Chicago, Illinois, 2010. P. 2-18. **2.** Бородюк В. та ін. Оцінка стану тіньової економіки України та методи розрахунків її обсягів. – К., 1997. - 138 с. **3.** Державний комітет статистики України [електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ukrstat.gov.ua/ .- заголовок з екрану. **4.** Національний банк України [електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.bank.gov.ua/ .- заголовок з екрану.

Бородкіна А.Г. *— рецензент Бідюк П.І.*
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ" , Київ, Україна

Дослідження актуарних ризиків байєсівськими методами

Процес прийняття рішень в економіці на усіх рівнях управління відбувається в умовах постійно наявної невизначеності стану зовнішнього та внутрішнього середовища, яка зумовлює часткову або повну невизначеність остаточних результатів діяльності. Для страхової справи невизначеність виражається у можливості негативного відхилення фінансового результату від очікуваного (або середнього) значення. У ролі індикатора невизначеності виступає категорія ризику, кількісними мірами якого можуть слугувати ймовірність несприятливого результату та об'єм можливих втрат [1].

Мета роботи: встановити типи ризиків у страхуванні та визначити форми їх можливого математичного опису; розглянути можливість застосування байєсівського підходу до побудови математичних моделей актуарних ризиків; побудувати модель байєсівського типу для випадкового фінансового процесу; виконати порівняльний аналіз результатів.

Предметом даного дослідження є страхові ризики, зокрема методи їх аналізу і моделювання. Дана задача є складною через загальну неоднорідність ризикових груп та значну кількість різновидів фінансових ризиків. Як метод подолання проблеми неоднорідності розглядається класифікація страхових ризиків [2]. Ключовою ідеєю даного методу є поділ страхового портфелю на класи, які містять ризики зі схожим профілем, та розробка справедливого (оптимального) тарифу для кожного із класів. Залежно від інформації, яка використовується для поділу, класифікаційні схеми поділяються на:

- *Апріорні.* Оперують вимірюваною інформацією про страхувальника. Через неможливість спостереження та вимірювання багатьох впливових факторів ризику можуть бути нездатними розпізнати та коректно оцінити ступінь впливу на процес усіх важливих факторів ризику.
- *Апостеріорні.* Дозволяють оцінити ступінь впливу невимірюваних ризикових факторів. Враховують історичні дані та кількісно виражають апостеріорну інформацію після спеціальної обробки даних.

У якості механізму оцінювання та обробки апостеріорної інформації розглядається байєсівська теорія, яка дозволяє виявити приховані фактори ризику та кількісно їх охарактеризувати [3]. Характерною особливістю даної методології є включення до моделей апріорних розподілів невідомих параметрів, наявність яких у моделі може викликати проблеми. Апріорні розподіли параметрів можуть бути складними для визначення та обґрунтування їх коректності. Для розв'язання проблеми коректності можна застосовувати неінформативні апріорні розподіли параметрів, які дозволяють включити до моделі мінімальну кількість суб'єктивної інформації, або включати у модель наближене значення параметра, знайденого з використанням статистичних даних. Крім того, включення до моделі апріорних розподілів для всіх невідомих параметрів може спричинити неможливість теоретично розв'язати необхідні для моделі рівняння. Для розв'язання проблеми складності кінцевої моделі використовуються техніки симуляції, які дозволяють розширити діапазон моделей, для яких може бути знайдено роз'язок, чи знайти задовільну апроксимацію точного значення модельованої величини.

У ході роботі досліджується проблема моделювання клієнтських звернень та пов'язаного з нею обчислення необхідної суми страхових резервів для ризикового страхування. На основі модельних та фактичних статистичних даних виконується перевірка відповідності побудованих моделей реальним даним і робляться висновки стосовно можливості їх застосування для дослідження процесів у страхуванні. В якості статистичних даних взято інформацію про стан страхового ринку України в період з 2002 по 2011 рік [4]. Особлива увага у дослідженні приділяється проблемі апріорних розподілів окремих параметрів. Через зазначені проблеми коректності досліджується можливість включення до моделі неінформативних розподілів параметрів, або використання методів імітаційного моделювання.

Для опису ризиків у даній роботі використовується наступна модифікація байєсівського підходу. Нехай $M = \{M_1, M_2, ...M_n\}$ – множина моделей, які застосовуються до опису ризиків; $p(x|M_i, \theta_i)$ - функція правдоподібності для моделі M_i, $i = 1, ...N$ з параметрами θ_i і наявними даними x і нехай $p(\theta_i|M_i)$ - апріорний розподіл параметрів θ_i вибраної моделі M_i. Структури різних моделей відрізняються кількістю параметрів. Апостеріорний розподіл параметрів θ_i за умови відомої структури моделі M_i і даних x можна записати так: $p(\theta_i|M_i, x) = c_i p(x|M_i, \theta_i)p(\theta_i|M_i)$, де c_i - нормуюча константа. Для вибору кращої моделі можна скористатись інформаційним критерієм Акайка (IKA), модифікованим для даного класу моделей:

$$\log \widetilde{p}(x|M_i, \theta_i) = \log p(x|M_i, \theta_i) - A(k_i) \tag{1}$$

де k_i - розмірність вектора θ_i, $A(k_i) = k_i$ - зростаюча функція k_i. Він приймає максимальне значення для кращої моделі. Після вибору структури моделі $M^* = M_{i^*}$ виконується максимізація апостеріорної щільності $p(\theta_i|M_i, x)$ по θ_i (або обчислюється апостеріорне середнє $E[\theta_i|M_i, x]$) для того, щоб отримати кращу оцінку $\widetilde{\theta}_{i^*}$. Якщо потужність виборки даних є достатньо великою, а апріорний розподіл $p(\theta_i|M_i)$ - дифузійний, то апостеріорний максимум можна замінити оцінкою максимальної правдоподібності. В результаті отримаємо вирази для апостеріорних розподілві для M_i і $\theta_i|M_i$ (надалі для спрощення запису нижній індекс i не застосовується). Позначимо через $p_r(M)$ апріорну ймовірність оцінювання структури моделі M, а через $p(\theta_i|M_i)$ - апріорний розподіл параметрів θ за умови відомої структури M. Після цього згідно з правилом Байєса маємо:

$$p(\theta, M|x) = p(\theta|M, x)p_r(M|x) = p(\theta|M, x)cp_r(M)p(x|M) \tag{2}$$

де $p(x|M) = \int p(x|\theta, M)p(\theta|M)\, d\theta$. Таким чином, спільна апостеріорна щільність для (θ, M) визначається добутком апостеріорної щільності для θ, за умови, що модель M коректна і апостеріорної ймовірності визначення коректної структури моделі M за наявності даних x. Спільний розподіл (θ, M) визначається за виразом:

$$p(\theta, M|x) = c(c_i p(x|\theta, M)p(\theta|M))p(x|M)p_r(M) \tag{3}$$

де c_i - нормуюча константа для $p(\theta|M, x)$, а c - нормуюча константа для апостеріорного розподілу. Припустимо, що необхідно знайти ймовірність банкрутства y, яка визначається через параметри моделі M. Умовна ймовірність для y має вигляд:

$$p(y|x) = \sum_i p(y|x, M_i)p_r(M_i|x) \tag{4}$$

де $p(y|x, M_i) = \int p(y|x, M_i, \theta_i)p(\theta_i|M_i, x)\, d\theta_i$; $p(\theta_i|M_i, x) = c_i p(x|M_i, \theta_i)p(\theta_i|M_i)$.

Апостеріорний розподіл для моделі M_i можна представити виразом:

$$p_r(M_i|x) = cp_r(M_i)p(x|M_i) \tag{5}$$

де $p(x|M_1)$, $p(x|M_2)$... - фактори Байєса (з точністю до масштабної константи).

На сьогодні виконується порівняльний аналіз байєсівської методології та інших методів моделювання і прогнозування для визначення прийнятного методу аналізу страхових ризиків. В рамках подальшої роботи над проблемою планується провести порівняльний аналіз байєсівської методології та інших методів моделювання і прогнозування для визначення найбільш прийнятного методу аналізу страхових ризиків. У якості альтернативних методів планується розглянути методи регресійного аналізу (зокрема, узагальнені лінійні моделі) та МГУА.

Література. **1.** А.А Лобанов, А. В. Чугунов, Энциклопедия финансового риск-менеджмента. М: Альпина Паблишер, 2003. **2.** A. Katrien and J. Beirlant "Risk Classifcation In Non-Life Insurance"in Encyclopedia of Quantitative Risk Analysis and Assessment, 2008. **3.** F. Pereira, "Practical "Modern"Bayesian Statistics in Actuarial Science"in General Insurance Convention, 1999, pp. 159 - 199. **4.** Державна комісія з регулювання ринків фінансових послуг України. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. Спосіб доступу: http://www.dfp.gov.ua

Булаенко Д.В., Синельникова О.И., Попов С.В.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

Об одном подходе к структурной идентификации многофакторных моделей нестационарных временных рядов

Современная экономика немыслима без эффективного управления. Управленческая деятельность в современных условиях выступает как один из важнейших факторов функционирования и развития объектов экономики. Эта деятельность постоянно изменяется и совершенствуется в соответствии с объективными требованиями рынка, усложнением хозяйственных связей, новациями в сфере научно-технического прогресса и повышением роли человеческого фактора.

Успех управления во многом определяется эффективностью принятия интегрированных решений, которые учитывают самые разносторонние факторы и тенденции динамики их развития. В условиях нестабильности ситуации рыночной экономики принятие решений по управлению объектами экономической деятельности является сложнейшей задачей.

Задачи управления требуют умения использовать и обрабатывать большие объемы информации, проводить в различных разрезах и плоскостях ее анализ, моделировать бизнес-процессы и экономические ситуации, а также структурировать и представлять информационный материал для последующего принятия управленческих решений. Перед лицом, принимающим решение (ЛПР), встает проблема изучения и обобщения всей совокупности факторов, от которых зависит нормальное функционирование рассматриваемой экономической системы. Одна из проблем, с которой сталкивается ЛПР при проведении оперативного анализа деятельности предприятия, заключается в сложности восприятия больших массивов данных, содержащихся в учетных системах.

В рамках данной работы рассматривается задача разработки метода максимальной автоматизации поиска зависимостей в больших массивах данных. Построенные в результате работы метода модели позволяют моделировать, прогнозировать динамику различных факторов и определять взаимосвязи между наблюдаемыми переменными. Ввиду большого объема данных необходим подбор оптимальных критериев редукции первоначального множества всех факторов, чтобы из числа независимых факторов отсекать наименее значимые. Также необходима высокая адаптивность данных методов, чтобы с приходом новых данных не проходила полная параметрическая идентификация на всем массиве данных, а только лишь уточнение параметров модели.

С формальной точки зрения задача сводится к поиску модели вида:

$$f_S(\overline{a}) = F\big(x_1(t), \ldots, x_1(t-\tau_1), \ldots, x_n(t), \ldots, x_n(t-\tau_n), \widetilde{x}_1(t-\widetilde{\tau}_1), \ldots, \widetilde{x}_n(t-\widetilde{\tau}_n), S, \overline{a}\big),$$

где S - структура модели, $\overline{a}$ - вектор параметров модели, x_i - независимые переменные, $\widetilde{x}_i$ - результат разложения ряда x_i на составляющие с помощью метода “Гусеница”-SSA, $\tau_1, \ldots, \tau_n$ - временные лаги в зависимости между зависимой переменной и соответствующей независимой.

Первоначально с помощью метода анализа временных рядов “Гусеница”-SSA раскладываем исходный временной ряд на аддитивные простые компоненты: медленные тренды, сезонные и другие периодические или колебательные составляющие, а также шумовые компоненты.

Опишем кратко, как работает метод “Гусеница”-SSA. Для анализа временного ряда выбирается целый параметр L, назовем его “длина окна”. Этот параметр может выбираться достаточно произвольно. При достаточно большой длине ряда и достаточно большом L результаты не будут зависеть от длины окна. Затем на основе ряда строится траекторная матрица, столбцами которой являются скользящие отрезки ряда длины L. Следующим шагом идет сингулярное разложение траекторной матрицы в сумму элементарных матриц. Каждая элементарная матрица задается набором из собственного числа и двух сингулярных векторов - собственного и факторного.

Предположим, что исходный временной ряд является суммой нескольких рядов. Теоретические результаты позволяют при некоторых условиях определить по виду собственных чисел, собственных и факторных векторов, что это за слагаемые и какой набор элементраных

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

матриц соответствует каждому из них. Суммируя элементарные матрицы внутри каждого набора и затем переходя от результирующих матриц к ряду, мы получаем разложение ряда на аддитивные составляющие (тренд, периодики, шум). При этом метод не требует стационарности ряда, знания модели тренда, а также сведений о наличии в ряде периодических составляющих и их периодах.

Затем полученные в ходе разложение компоненты мы пропускаем через несколько этапов. На первом этапе метода происходит кросс-корреляционный анализ между всеми переменными в массиве данных, в результате чего происходит редукция первоначального множества факторов и устанавливаются параметры упреждающих зависимостей, после чего строится модель, в которую входят факторы с лагом, в котором достигается максимальная корреляция их с исследуемой переменной. На следующем этапе определяются все возможные зависимости вида $x_i(t) = f(x_j(t-\tau_{ij}))$, при этом оставляются только модели, прошедшие проверку адекватности. Зависимости определяются на классе линейных и полиномиальных моделей, с учетом того, что между переменными может существовать упреждающая зависимость. Далее происходит составление многофакторной модели из полученных бинарных отношений и параметрическая идентификация полной модели.

По сути, метод является некоторой надстройкой над существующими подходами многофакторного моделирования. Предлагаемый метод сводится к поэтапному усложнению получаемых моделей, то есть от линейной до нелинейной многофакторной модели, с учетом лагов в зависимости между переменными. Одно из отличий предлагаемого метода состоит в том, что сформулирована система критериев, позволяющая в автоматическом режиме производить поиск модели. В результате действия алгоритма мы получаем систему функций, которая описывает все существующие парные закономерности между переменными.

Дальнейшей целью исследований является построение более гибкой схемы выбора модели, что позволит избежать многих нерациональных вычислений. Кроме того, необходимо разработать метод предварительного анализа данных, что позволит, во-первых, редуцировать множество рассматриваемых переменных, а во-вторых, также избежать ненужных вычислительных процедур, что повысит скорость работы метода.

Литература. **1.** Голяндина Н.Э., Метод “Гусеница”-SSA: анализ временных рядов: Учеб. пособие. - СПб., 2004. - 76с. **2.** Голяндина Н.Э., Некруткин В.В., Степанов Д.В. Варианты метода “Гусеница”-SSA для анализа многомерных временных рядов. Труды II Международной конференции “Идентификация систем и задачи управления” SICPRO’03. Москва, 2003, с. 2139-2168. **3.** Ханк Д.Э., Уичерн Д.У., Райтс А.Дж. Бизнес прогнозирование, 7-е издание. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2003. – 193 с. **4.** Дронов С.В. Многомерный статистический анализ: Учебное пособие. Барнаул: Изд-ва Алт. гос. ун-та, 2003. – 213 с. **5.** Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов. – М.: Издательство “Мир”, 1978. – 757с. **6.** Тихонов Э.Е. Методы прогнозирования в условиях рынка: Учебное пособие. - Невинномысск, 2006. - 221 с. **7.** Ивахненко А. Г., Юрачковский Ю. П. Моделирование сложных систем по экспериментальным данным – М.: “Радио и связь”, 1987.

***Булгакова О.С.*[1], *Зосімов В.В.*[1], *Степашко В.С.*[2]**
[1] *Миколаївський національний університет ім.В.О.Сухомлинського, Миколаїв, Україна;*
[2] *Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАНУ та МОНМСУ, Київ, Україна*

Програмний комплекс моделювання складних систем на основі ітераційних алгоритмів МГУА з можливістю мережевого доступу

Описується структура спеціалізованого програмного комплексу моделювання на основі ітераційних алгоритмів методу групового урахування аргументів (МГУА), в якому реалізовані такі можливості: автоматичні та інтерактивні варіанти організації інтерфейсу користувача; керування роботою через веб-інтерфейс; забезпечення мультидоступу.

Характеристика алгоритмів. Ітераційні алгоритми МГУА [1-3] розв'язують задачі побудови моделей за вибіркою W=(X y) даних n спостережень за m вхідними та однією вихідною змінними. Для дослідження було обрано такі різновиди алгоритмів:

- багаторядний – класичний алгоритм МГУА [1], де в процесі обчислень на кожній ітерації (ряді) формуються проміжні частинні моделі з усіх можливих пар аргументів, якими є F кращих виходів попереднього ряду r, де F – свобода вибору рішень:
$$y_l^r + 1 = f(y_i^r + y_j^r), \qquad i = 1...F; \qquad j = i+1...F; \qquad l = 1...C_m^2. \tag{1}$$
- релаксаційний (P) – алгоритм, у якому пари формуються з проміжних та початкових аргументів:
$$y_l^r + 1 = f(y_i^r + x_j^r) \tag{2}$$
- комбінований – алгоритм, у якому формуються пари як з проміжних, так і з початкових аргументів, він об'єднує два попередніх;
- узагальнений [2] – алгоритм, де пари формуються як у комбінованому і, крім того, застосовується комбінаторна оптимізація складності всіх частинних моделей, тобто він узагальнює три названі вище алгоритми.

Всі алгоритми шукають оптимальну модель як розв'язок задачі оптимізації:
$$f^* = arg \min_{f \in \Phi} CR(y, y_{model}) \tag{3}$$
де CR – деякий критерій селекції, наприклад, критерій регулярності, що ґрунтується на розбитті вибірки W на дві частини A та B - навчальну та перевірочну, оцінка параметрів здійснюється на підвибірці A за допомогою МНК.

Опис програмного продукту. Програмне забезпечення дозволяє працювати з різними наборами даних, що можуть зберігатися і редагуватися в форматі Excel та текстовому редакторі Блокнот. Програма має зручний інтерфейс для роботи з даними. На основі даних будуються моделі різної складності та структури з застосуванням робочих та перевірочних вибірок. Побудовані найкращі моделі представляються системою для графічного і змістовного аналізу. Кращі моделі зберігаються в базі даних разом з проміжними розрахунками та результатами експериментів для подальшого застосування. Система дозволяє будувати моделі складних систем з використанням ітераційних алгоритмів МГУА, визначати, як впливає той чи інший показник на цільовий фактор, а також аналізувати і відбирати найістотніші показники. В програмному комплексі процес моделювання може бути реалізований в трьох режимах (два автоматичних та один інтерактивний режими):

- автоматичний, коли процес самоорганізації моделей виконується без участі користувача, причому його реалізовано у двох варіантах::
  - стандартний – коли задаються вид частинного опису та свобода вибору однаковими для всіх без винятку рядів;
  - планований – коли процес моделювання виконується автоматично за заданим планом зміни параметрів алгоритмів для різних рядів селекції моделей.

- інтерактивний, з прямою участю користувача в процесі побудови моделей: на будь якому ряді включати або не включати модифікації; змінювати складність моделей частинного опису; вибирати різну кількість моделей, що перейдуть на наступний ряд; використовувати різні критерії вибору кращих моделей.

Крім того, процес самоорганізації можна зупиняти на довільному етапі обчислення, а потім в будь-який момент часу продовжити розрахунки, при цьому всі проміжні результати зберігаються. Така структура дає змогу експериментувати з вхідними даними на кожному етапі, тим самим змінюючи структуру алгоритму в режимі онлайн, рис.1.

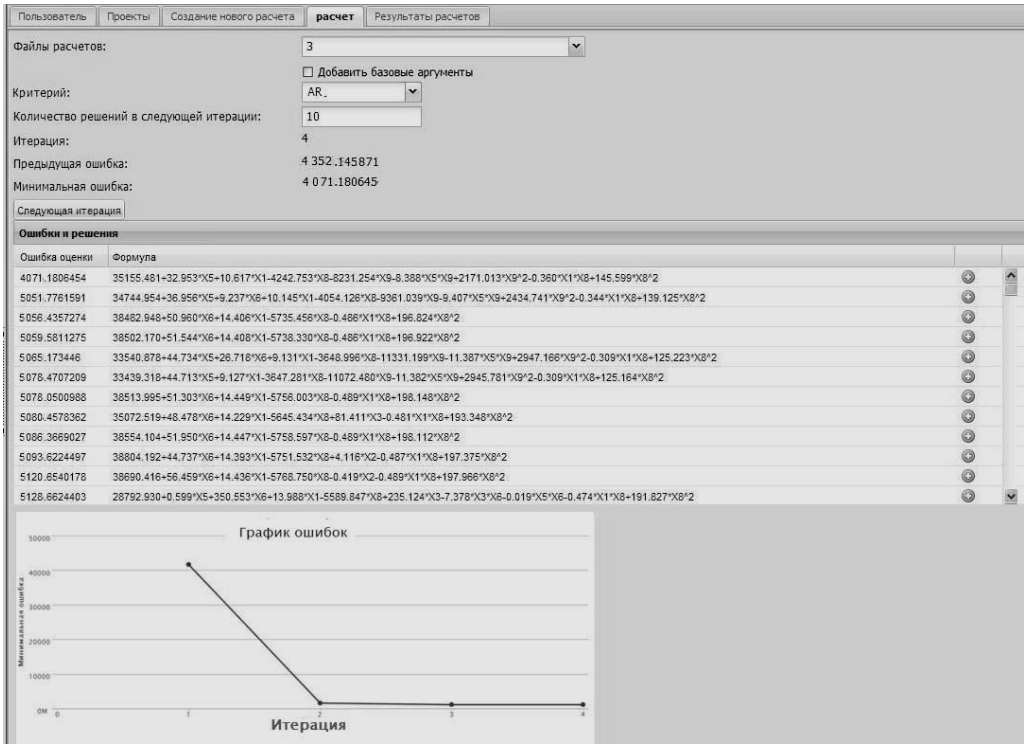


Рис. 1. Модуль розрахунків

Висновки. Представлене програмне забезпечення дозволяє працювати з різними наборами даних, виконувати сплановані обчислювальні експерименти [3] та розвязувати практичні задачі моделювання. Програма має зручний інтерфейс для роботи з даними та варіантами ітераційних алгоритмів МГУА. Побудовані моделі представляються системою для графічного і змістовного аналізу та зберігаються в базі даних для подальшого застосування. Вперше впроваджено онлайн-систему, в якій процес моделювання може бути реалізований в автоматичному та інтерактивному режимах з Інтернет-доступом.

Література. **1.** Ивахненко А.Г., Юрачковский Ю.П. Моделирование сложных систем по экспериментальным данным. - М.: Радио и связь, 1986. – 118 с. **2.** Степашко В.С. Гібридні алгоритми самоорганізації моделей для прогнозування складних процесів / Степашко В.С., Булгакова О.С., Зосімов В.В.// Індуктивне моделювання складних систем. Збірник праць, Випуск 2. – Київ: МННЦ ІТС, 2010. **3.** Булгакова О.С. Порівняльний аналіз ефективності ітераційних алгоритмів МГУА за допомогою обчислювальних експериментів. / Булгакова О.С., Степашко В.С. // Вісник ЧДТУ. – №1. – Черкаси: Вид-во ЧДТУ, 2011. – С. 41-44.

Винокурова Т.В. *— рецензент Зайченко Ю.П.*
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Прогноз риска банкротства предприятий в период становления устойчивого экономического развития Украины

Происходящий на данном этапе глобальный финансовый кризис доказал, что даже крупнейшие международные компании должны постоянно следить за своим финансовым положением и положением тех компаний, с которыми они сотрудничают. Процесс глобализации привел к появлению сложной сети отношений в среде бизнеса. В условиях рыночной экономики это означает возросшую сложность и неопределенность явлений, влияющих на финансовое положение организации. Ни одна компания, даже в период процветания, не можете быть уверена в своем будущем. Общее повышение риска банкротства в компаниях по всему миру привело к осознанию необходимости выбора наиболее эффективных методов для обеспечения раннего прогнозирования банкротства предприятий. Для предприятий Украины проблема раннего прогнозирования банкротства также очень актуальна. Таким образом, прогнозирование банкротства компаний – вопрос, который в настоящее время становится все более важным и ценным для анализа.

В течение многих лет классические статистические методы широко использовались для прогнозирования рисков банкротства. Эти модели также имеют название одномерных ('single-period') методов классификации, или статистических моделей. Они включают процедуру классификации, которая относит ту или другую компанию к группе потенциальных банкротов или к группе компаний с благоприятным финансовым положением с определенной мерой точности. Применяя эти модели, могут возникать два типа ошибок. Ошибка первого типа возникает тогда, когда фирма-банкрот классифицировалась как фирма с благоприятным финансовым положением. Ошибка второго типа возникает тогда, когда предприятие с нормальным финансовым состоянием классифицируется как потенциальный банкрот. Обе ошибки могут привести к серьезным последствиям и убыткам. Например, если кредитное учреждение откажет компаниям со «здоровой» финансовой ситуацией в предоставлении кредита в связи с допущением ошибки 2-го типа, то это может привести к потерям будущей прибыли этой компанией. Такую ошибку часто называют «коммерческим риском». И наоборот, если кредитное учреждение примет решение о предоставлении кредита компании, которая является потенциальным банкротом (ошибка 1-го типа), то это может привести к потерям процентов по кредиту, значительной части ссудных средств, альтернативной стоимости и др. Поэтому такую ошибку называют «кредитным риском» [1].

В настоящее время существует несколько общепризнанных методов и методик оценки риска банкротства.

Наиболее популярной моделью для прогнозирования риска банкротства является статистическая модель, разработанная американскими профессором Альтманом. Z-модель Альтмана представляет собой статистическую модель, которая на основе оценки показателей финансового состояния и платежеспособности компании позволяет оценить риск банкротства и разделить хозяйственные субъекты на потенциальных банкротов и не банкротов. Вместе с тем, модель Альтмана имеет ряд недостатков, и ее применение для экономики Украины сопряжено с определенными трудностями. Информация о финансовом состоянии анализируемых предприятий, как правило, недостоверна, руководство ряда предприятий «сознательно» подправляет свои показатели в финансовых отчетах, что делает невозможным найти достоверные оценки коэффициентов в Z-модели. Поэтому задача оценки вероятности риска банкротства должна решаться в условиях неопределенности, неполноты исходной информации, и для ее решения предлагается использовать адекватный аппарат принятия решений – нечеткие множества и нечеткие нейронные сети (ННС).

Для сравнительного анализа примем нечетко-множественный метод проф. Недосекина и методы на основе применения нечетких нейронных сетей с выводом Мамдани и Цукамото.

Матричный метод прогнозирования банкротства корпораций на основе аппарата нечетких множеств, предложенный О.А.Недосекиным, позволяет не только определить финансовое состояние предприятий, но определить его более точно благодаря лингвистической шкале, состоящей из пяти оценок уровня банкротства «ОН, Н, СР, В, ОВ». Кроме того, подход Недосекина позволяет проследить динамику развития предприятия, т.е. позволяет провести финансовый анализ предприятия за предыдущий и текущий отчетные периоды и определить уровень банкротства на «начальной» стадии, что позволяет преждевременно принять меры по предупреждению банкротства.

Методы Мамдани и Цукамото, основанные на нечетком логическом выводе, позволяют избежать чрезмерно большого объема вичислений. В настоящее время получили широкое практическое применение в задачах нечеткого моделирования. Алгоритмы нечеткого вывода различаются главным образом видом используемых правил, логических операций и разновидностью метода дефазификации. Методы Мамдани и Цукамото также дают возможность проанализировать состояние предприятия на любой стадии и с достаточно высоким процентом вероятности выявить критическое состояние предприятия на начальной стадии.

Сравнительный анализ различных методов оценки риска банкротства был проведен с помощью программного продукта на языке программирования С++. Было проведено прогнозирование банкротства для 58 предприятий Украины. Среди них 29 предприятий были признаны банкротами в 2011 году, и 29 предприятий платежеспособны, т.е. уровень банкротства является «низким», «очень низким», «средним». Финансовые показатели по предприятиям были собраны за 2009 и 2010 годы.

Наиболее точный результат за год до банкротства показал матричный метод Недосекина. Точность прогнозирования составила 86 процентов за год до банкротства и 81 процент за 2 года до банкротства. Такой результат полностью закономерен, поскольку матричный метод, который базируется на использовании теории нечетких множественных чисел, лучше прогнозирует в условиях неопределенности и неоднородности данных, а также учитывает субъективные оценки экспертов. Погрешность, обусловленная входными данными, когда нет уверенности в правильной разбивке всей выборки на банкроты и успешные предприятия.

Высокую точность прогнозирования продемонстрировала ННС Мамдани. Она показала наилучшие результаты за два года до банкротства – 85,71% правильно классифицированных примеров. Такую же точность она показала и за год до банкротства, почти не уступая точности метода Недосекина. Высокая точность классификации данным методом обусловлена двумя причинами. Во первых, ННС Мамдани – система, основанная на нечеткой логике, а значит, предназначена для классификации в условиях неопределенности и не однородности данных. Во вторых, параметры системы были адаптированы так, что бы отображать актуальную зависимость между входами и выходом.

Статистическая модель Альтмана показала достаточно большую ошибку прогнозирования, которая равна 32.7 процентов и 38 процентов. Это ставит под вопрос целесообразность использования данной модели для анализа финансового состояния украинских предприятий. Ошибки в прогнозировании состояния предприятий связаны с тем, что статистическая база для проведения подобного анализа по украинским предприятиям сильно искажена заказными и фиктивными банкротствами. А также с тем, что статистические модели лишь анализируют текущее финансовое состояние предприятий и не учитывают динамику изменения показателей во времени.

Литература. **1.** Згуровский М.З., Зайченко Ю.П. Модели и методы принятия решений в нечетких условиях: Киев, Наукова думка 2011. – 275 с.

Гарасим О.Р.
Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна

Аналіз пошукових систем наукового індексу цитованості

В роботі піднята проблема вибору пошукової системи наукового індексу цитування для відкритих українських наукових архівів. Проведений аналіз систем, визначені критерії для їх порівняння.

Вступ. Загальна постановка проблеми. Кількість публікацій та *індекс цитування* є одними з основних показників, що використовуються при оцінці результативності наукової діяльності окремих учених, наукових підрозділів та організацій, а також для оцінки рівня наукових журналів. Основні параметри, які можуть бути використані при оцінці рівня наукових журналів: періодичність (частота виходу журналу), число статей за останній рік (кількість статей, які опубліковані в даному виданні), наявність ISSN, EISSN, імпакт-фактор (визначає рейтинг цитованості видання), рік випуску (можливість вибору року за яким проводиться оцінення), тематична спрямованість, індексування в зарубіжних і російських базах даних.

Пошуковоі системи наукового індексу цитованості. Важливу роль при оцінюванні розвитку наукових напрямків відіграють пошуковоі системи наукового індексу цитованості основними з яких є: *Microsoft Academic Search [1], Російський індекс наукового цитування [2], Google Scholar [3], Scopus [4], Web of Science (WoS) [5].* Пошуковими системами наукового індексу цитованості мають досить широке застосування і використовуються як для пошуку актуальних наукових праць з використанням пошукових фільтрів, так і для визначення кількісного показника цитованості праць з можливістю простежування розвитку наукової думки. Ці системи мають різне походження, різні алгоритми індексування документів та підходи визначення кількості посилань. Такий стан систем пошуку наукового індексу зумовлює складність і неоднозначність проведення оцінок і порівнянь між системами.

Вибираючи пошукову систему наукового індексу цитування для відкритого електронного архіву на теренах України, передусім необхідно з'ясувати низку моментів, які мають вплив на здійснення найоптимальнішого вибору:

- який обсяг індексування наукових україномовних публікацій проводить система. Для повноцінного аналізу документів, що наявні в науковому електронному архіві, існує необхідність в індексації кожного з документів незалежно від того, де він був опублікований. Такий механізм дозволяє найбільш ефективно використовувати дані;
- наявність можливостей автоматизації запитів до системи та отримання числа цитованості;
- наявність процедур розширеного пошуку. Підтримка системою різних мов пошуку;
- відображення повного списку публікацій за автором;
- правдивість числа цитованості наукового документа. Система повинна враховувати існування посилань з однієї статті, яка може існувати у різних форматах, перевіряти на достовірність посилання (наприклад за науковим напрямом);
- регулярність проведення індексування документів;
- вимоги до розширення системи. Можливість інтеграції з інформаційними системами.

Визначення критеріїв та методу порівняння пошукових систем наукового індексу цитованості. Методом *аналізу ієрархій* [6] проведено попарне порівняння альтернатив за критеріями: *доступність використання системи, охоплення українських видань, точність даних.* Досліджуючи пошукові системи наукового індексу цитованості, сформовано їх порівняльну характеристику. Досить мала кількість українських видань індексуються системами, зокрема: *Web of Knowledge* включає 24 українських видань до БД, п'ять із них мають встановлений імпакт-фактор, *Scopus* - 36 українських видань, у тому числі 19 назв журналів, які активно індексуються фахівцями Ельзевір, 16 назв журналів, індексація яких станом на *2009 р.* припинена, та один збірник матеріалів конференції. *Google Scholar* працює як пошукова система Google, а також можна направляти пошукового робота на домен, тим самим охоплює значні наукові ресурси. *Microsoft Academic Search* на сьогоднішній день ще перебуває у тестуючій

формі, але вже можна знайти українських вчених у її БД (лише англійською мовою).

Аналіз отриманих результатів. Важливою функцією є фільтрування надлишкової інформації системою, що дозволяє отримати лише необхідні дані за запитом, оскільки відкидує дані про однофамільців, що перевіряється приналежністю до галузі науки, місцем праці, посадою тощо. Найкраще реалізовано в системі Scopus, а тому вважається, що дані цієї системи є найбільш правдивими. Негативним боком є те, що ускладнюється реєстрація видань для індексування і більшість українських видань ігноруються. Кожна система надає можливості розширеного пошуку (роком видання, напрямом науки тощо). Microsoft Academic Search відрізняється сучасними візуальними інструментами. Наведемо порівняльну характеристику пошукових систем наукового індексу цитованості (див. табл.1).

Табл. 1. Характеристика пошукових систем наукового індексу цитованості

Категорія	Scopus	РІНЦ	Web of Science	Google Scholar	Microsoft Academic Search
Індексування наукових україномовних публікацій	-	+ -	-	+	+
Можливостей автоматизації запитів	+ -	+	+ -	+	+
Фільтрування надлишкової інформації	+	+ -	+ -	-	-
Правдивість числа цитованості наукового документа	+	+ -	+ -	+ -	+ -
Можливість інтеграції з інформаційними системами	-	-	-	+	+ -
Відкритість (доступність)	-	+	-	+	+
Можливості розширеного пошуку	+	+	+	+	+
Активність індексування наукових документів	+ -	+ -	+ -	+ -	+ -

Висновки і перспективи подальших наукових розвідок. Проаналізовано найбільш поширені пошукові системи наукового індексу цитування, наявність українських видань, науковців в їх базах даних, основні можливості запитів та розширеного пошуку. Індекси цитування, взяті із закордонних підрахунків потребують поправок. Враховуючи те, що в Україні не має власної системи, яка б індексувала українські наукові видання, визначала число посилань, відповідала власним потребам і стандартам, існує необхідність вибору із існуючих систем. Входження лише декількох видань до переліку індексування пошуковими системами числа цитованості не може адекватно оцінювати український науковий потенціал. Постає проблема вибору такої системи, враховуючи усі переваги та недоліки. Вибір – це лише перший крок до формування правил аналізу відкритих українських наукових архівів. Визначені критерії порівняння дозволили вибрати кращу систему методом аналізу ієрархій, але оскільки були визначені і її недоліки, то потребує подальшої адаптації та вдосконалення, що вирішуватиметься у подальшій роботі.

Література. **1.** What is Microsoft Academic Search?!. – Режим доступу: http://academic.research.microsoft.com/About/Help.htm **2.** РІНЦ. – Режим доступу: http://ntb.pstu.edu/index.php?id=61&L=0 **3.** Google Scholar. – Режим доступу: http://www.abc.chemistry.bsu.by/intro/part10/04.html **4.** Scopus. – Режим доступу: http://ntb.pstu.edu/index.php?id=59&L=0 **5.** Falagas M.E. Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses / Falagas M.E., Pitsouni E.I., Malietzis G.A., Pappas G. // FASEB J. – 2008 **6.** Saaty T. L. Multicriteria Decision Making. The Analytic Hierarchy Process: Planning. Priority Setting. Resource Allocation / T. L. Saaty. – University of Pittsburgh, RWS Publications, 1990.

Глущенко С.О. *— рецензент Богушевська Н.В.*
Національний технічний університет України "КПІ", ФІОТ, Київ, Україна

Задача підготовки макету друкованого видання на прикладі «Міжнародного віснику державних закупівель»

Вступ. На етапі верстки весь матеріал, підготовлений до друкування, повинен бути розміщеним на смугах видання. За результатами верстки кожна частина розміщеного матеріалу, статті, тексту оголошення чи рекламного макету повинна бути розміщена на відведеному їй місці та оформлена у відповідності з дизайном видання та правилами верстки.

Для спрощення процесу верстки використовуються такі програмні продукти як Adobe InDesign, Page Maker, Microsoft Office Publisher.

Постановка задачі. Розглянемо особливості процесу верстки на прикладі підготовки макету друкованого видання «Міжнародний вісник державних закупівель» [1]. До видання подаються оголошення про проведення закупівлі чи результати проведення закупівлі. З поданого масиву оголошень формується вісник, причому задача верстки складається з таких етапів:

1. Відбір обов'язкових оголошень – під обов'язковими маються на увазі оголошення, які мають бути опубліковані саме в цьому віснику.
2. Формування макету віснику – на цьому етапі можуть також бути використані необов'язкові оголошення, тобто оголошення, які можуть бути надруковані і в іншому віснику.

Основна задача другого етапу верстки полягає у зменшенні пустих (невикористаних) блоків друкованого видання.

Математична постановка задачі. Нехай маємо множину оголошень N, яка може бути представлена у наступному вигляді:

$$N = N_1 \bigcup N_2, \tag{1}$$

де N_1 - множина обов'язкових оголошень, N_2 - множина необов'язкових оголошень. Кожне оголошення з множини N задається наступним чином:

$$n_i =< s_i, p_i, l_i >, \tag{2}$$

де s_i – прибуток, який отримується при розміщення у віснику оголошення, грн.; p_i – пріоритетність (1 – обов'язкове, 0 – необов'язкове) розміщення оголошення; l_i – довжина блоку тексту із оголошенням (вважатимемо, що ширина тексту є фіксованою), мм.

Блок тексту оголошення складається з m_i підсекцій, довжину кожної підсекції позначимо через l_i^k, k=(1,m_i), тобто:

$$l_i =< l_i^1, l_i^2, \cdots, l_i^{m_i} >, \tag{3}$$

Розміщення оголошень проводиться на сторінках друкованого видання у дві колонки. Сторінка видання може бути подана у наступному вигляді:

$$L_j =< L_j^1, L_j^2 >, \tag{4}$$

У випадку, коли оголошення займає більше, ніж одну колонку сторінки, допускається розрив оголошення для перенесення до другої колонки. При цьому розрив може бути здійснений лише по підсекції.

Обмеження на множину оголошень, що можуть бути розміщені на сторінці j, пов'язане із сумарною довжиною колонок, та матиме наступний вигляд:

$$\sum_{i \in j} l_i \leqslant L_j^1 + L_j^2 \tag{5}$$

Затрати на друк однієї сторінки складають z грн. Кількість сторінок M_1 у друкованому виданні обмежена деяким числом M. Введемо булеву зміну x_i наступним чином:

$$x_i = \begin{cases} 1, \text{якщо оголошення } i \text{ розміщене на множині сторінок } M_1, \\ 0 - \text{у протилежному випадку.} \end{cases} . \tag{6}$$

При цьому $\forall\, i$, якщо $p_i = 1$, то й $x_i = 1$.

Тоді цільова функція матиме вигляд:

$$\sum_{i \in N} s_i \cdot x_i - z \cdot M_1 \to \max, \tag{7}$$

Опис методу вирішення задачі. У вирішенні задачі можна виділити наступні етапи:

1. Розміщення обов'язкових оголошень. На цьому етапі створюється початковий макет видання таким чином, щоб оголошення займали якомога меншу кількість сторінок видання. У результаті виконання етапу матимемо макет із частково порожніми сторінками.
2. Розміщення необов'язкових оголошень. Порожні частини сторінок макету заповнюємо необов'язковими оголошеннями таким чином, щоб максимізувати прибуток від їх розміщення.
3. Створення додаткових сторінок необов'язкових оголошень. Якщо сумарний прибуток від розміщення ще не використаних необов'язкових оголошень є більшим, ніж затрати на видання сторінки, а кількість сторінок є меншою за M, то є доцільним розміщення цих оголошень на додаткових сторінках.

Для розв'язання задачі (6) обраний генетичний алгоритм [2]. Такий вибір ґрунтується на наступних міркуваннях:

- задача (6) належить до класу NP-повних задач [3];
- використання генетичного алгоритму забезпечить виконання вимог щодо часу, який необхідний для розв'язання задачі;
- дослідження питань щодо розв'язання подібних задач показали [2], що генетичний алгоритм дає найкращі результати в порівнянні з іншими алгоритмами.

Для застосування генетичного алгоритму необхідно визначити, що буде особиною, хромосомою, а також описати особливості роботи декодеру. *Особиною* будемо вважати деяке розміщення оголошень на сторінці, яке задовольняє обмеженням (6). Тоді *хромосомою* буде набір номерів оголошень, розміщених в певному порядку.

Розміщення оголошень у хромосомі виконується *декодером* – алгоритмом, який може найбільш оптимально розмістити даний набір. Для декодера будемо нумерувати всі пустоти зі знаком «–», а оголошення – номерами зі знаком «+». Таким чином при розміщенні нового оголошення декодер буде перевіряти пустоти і, по можливості, розміщувати елемент у пустому місці. Критерієм оцінки придатності особини буде значення виразу (7).

Наступним кроком при розробці алгоритму є визначення правил проведення схрещення та мутації. *Мутацією* буде перестановка місцями будь яких двох елементів хромосоми. *Схрещування* буде відбуватись у таким спосіб: хромосоми особин-предків розділяються на дві половини. Кожен з нащадків отримує першу половину хромосоми від першої половини хромосоми першого предка, а другу половину – від другої половини другого предка.

Висновки. У роботі формалізована задача підготовки макету друкованого видання для міжнародного віснику державних закупівель, обґрунтований вибір генетичного алгоритму для вирішення задачі. Приведений змістовий опис основних елементів алгоритму, визначені правила проведення схрещення та мутації.

Література. **1.** Інтернет-портал «Державні закупівлі» [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://tender.me.gov.ua/EDZFrontOffice **2.** Подлазова А.В. Генетические алгоритмы на примерах решения задач раскроя // Проблемы управления. – 2008. – №2. – С. 57–63. **3.** Томас Х. Кормен и др. NP-полнота // Алгоритмы: построение и аналіз – 2-е изд. – М.: «Вильямс», 2006. – 1296 с.

Гончарова М.В. *— рецензент Бідюк П.І.*
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Проектування експертної системи для оцінки стану підприємства на основі байєсівських мереж довіри

Задачі експертного оцінювання в економіці і господарюванні являють собою достатньо велику множину завдань, які підлягають розв'язанню. В умовах сучасної економіки суб'єкти підприємницької діяльності мають чітко уявляти, у якому напрямку вони розвиваються, яких цілей їм необхідно досягти, які внутрішні резерви вони можуть використати, базуючись на внутрішній умовах та кон'юнктурі ринку. Для приватних підприємств існує багато задач, які можуть бути вирішені за допомогою експертного оцінювання.

Оцінка стану підприємства малого чи середнього бізнесу з точки зору стратегічного аналізу виконується за наступними напрямками:

- аналіз зовнішнього середовища (конкурентний аналіз);
- управлінський аналіз підприємства (конкурентний та ситуаційний аналіз);
- аналіз і оцінка стратегічних альтернатив і бізнесу в цілому, який завершається вибором стратегії [1].

За результатами аналізу формується стратегічне бачення подальшого розвитку підприємства і, зокрема, реальні стратегічні альтернативи. Експертна система покликана реалізувати процес стратегічного аналізу у режимі консультації з користувачем, надавши йому на основі акумульованого експертного досвіду свою оцінку привабливості стратегічних альтернатив та бізнесу в цілому.

Отже, вихідним показником експертної системи буде єдина змінна «Business state» (привабливість бізнесу), а в якості вхідних даних було обрано основні фінансово-економічні характеристики суб'єктів підприємницької діяльності [2] такі, як:

- очікуваний попит на продукцію;
- очікуваний обсяг сукупного обороту;
- динаміка обсягу галузі;
- рівень прибутковості;
- очікувана частка участі на ринку;
- рівень конкурентоздатності в галузі;
- впровадження нових технологій та послуг;
- існування товарів-замінників у конкурентів;
- стабільність позиції підприємства;
- лояльність клієнтів;
- стратегічна гнучкість;

Для побудови експертної системи пропонується використати теорію байєсівських мереж довіри (БМД) [3, 4]. До основних переваг останніх варто віднести те, що вони придатні для розв'язання практичних задач в умовах невизначеності (неповних знань про предметну область, випадковим характером процесів і т.п.), вони дають можливість врахувати рівень суб'єктивізму експертів, володіють гнучкістю процесу розповсюдження інформації, а також мають тісний зв'язок своєї структури із предметною областю [5].

Проектування структур байєсівської мережі для визначення причинно-наслідкових зв'язків між вузлами виконується експертами предметної області. За заповнення матриць умовних ймовірностей для вузлів мережі також відповідають експерти.

Для кількісних змінних системи, таких як «Очікуваний попит», «Зростання обсягу сукупного обороту», «Динаміка обсягу галузі», «Рівень прибутковості», «Очікувана частка ринку», визначення умовних ймовірностей станів є дещо складнішим завданням, оскільки ці показники не є якісними та, як правило, стосуються очікувань у майбутньому. Маючи відповідні ряди даних для зазначених показників, а саме обсяг продажів, розмір сукупного обороту підприємства, дані про загальний оборот капіталу в галузі та частки в ній підприємств-конкурентів, за

допомогою статистичних методів обчислюється їх значення на майбутній період.

Нехай ми маємо ряд числових даних y_i, $i = 1, \ldots, n$ довжиною n точок, значення якого в наступний $(n+1)$-й момент часу буде прогнозуватися. Нехай вершина байєсівської мережі, для визначення якої використовується цей ряд, має m станів, $m \geqslant 2$.

Розглянемо k останніх членів ряду. Для них вибіркове середнє і вибіркова дисперсія розраховуються за формулами

$$m = \frac{1}{k} \sum_{i=n-k+1}^{n} y_i, D = \frac{1}{k-1} \sum_{i=n-k+1}^{n} (y_i - m) \tag{1}$$

Спрогнозуємо значення ряду у момент часу $(n+1)$ за допомогою деякого статистичного методу. Позначимо отримане прогнозне значення через $\widetilde{y}_{n+1}$. Це значення можна розглядати як значення випадкової величини, яка до цього приймала значення $y_{n-k+1}, y_{n-k+2}, \ldots y_{n-1}, y$. Тоді з похибкою, якою для розв'язку практичних задач можна знехтувати, справедлива рівність $P(\widetilde{y}_{n+1} \in [E_{min}; E_{max}]) \approx 1$, де E_{min} і E_{max} визначаються за правилом "трьох сигм":

$$E_{min} = m - 3\sqrt{D}, E_{max} = m + 3\sqrt{D} \tag{2}$$

Поставимо у відповідність кожному стану вузла БМД число

$$t_j = E_{min} + (j-1)\frac{E_{max} - E_{min}}{m-1}, j = 1 \ldots m \tag{3}$$

(це можна зробити, якщо вершина мережі зв'язана з кількісним показником і усі її стани впорядковані за зростанням цього показника). Тоді природно вважати, що вершина прийме стан j, якщо $\widetilde{y}_{n+1} = t_j$, а в загальному випадку імовірність кожного стану можна визначити, виходячи з відстані $\widetilde{y}_{n+1}$ до кожного $t_j = 1 \ldots m$:

$$P_j = \begin{cases} 0, \text{ якщо } \widetilde{y}_{n+1} \leqslant t_1 = E_{min} \text{ та } j > 1, \\ \frac{\alpha}{\widetilde{y}_{n+1} - t_j}, \text{ якщо } E_{min} < \widetilde{y}_{n+1} \geqslant E_{max}, \ j = 1 \ldots m, \\ 1, \text{ якщо } \widetilde{y}_{n+1} \geqslant t_m = E_{max} \text{ та } j < m \end{cases} \tag{4}$$

де α - константа нормалізації, що переводить p_j в інтервал $[0; 1]$.

Прогнозування значень вхідних змінних експертної системи, що відображають операційні показники діяльності підприємства, яке надає послуги мобільного зв'язку, виконано за допомогою таких статистичних методів аналізу часових рядів, як метод експоненціального згладжування, метод різницевих рівнянь та методу подібних траєкторій. На основі прогнозних даних виконано оцінку умовних ймовірностей станів БМД за формулами (4)-(5).

Література. **1.** Басовский Л.Е. Экономический анализ: Уч. пособие. – М.: Инфра-М, 2008. — 222 с. **2.** Porter M. Competitive Advantage. Creating and Sustaining Superior Performance. – N.Y.: The Free Press, 1985 – 714 с. **3.** Терехов С.А. Введение в байесовы сети // Научная сессия МИФИ-2003. V Всероссийская научно-техническая конференция „Нейроинформатика-2003": лекции по нейроинформатике. Часть 1. – М.:МИФИ, 2003. – с.149-187. **4.** Pearl J. Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference. – Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Mateo, CA, USA, 1988. – p.558. **5.** Тулупьев А.Л., Николенко С.И., Сироткин А. В Байесовские сети. Логико-Вероятностный подход – СПб.: Наука, 2006 – 608.

Данченко А.Л., Ульшин В.А.
Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля, Луганск, Украина

Информационная система мониторинга образовательных ресурсов

Качество учебно-методического обеспечения учебного процесса является важной составляющей качества образования. В условиях активного внедрениz e-learning–обучения с помощью Интернет и мультимедиа в учебный процесс с целью обеспечения индивидуализированного обучения при массовости образования, вопрос обеспечения качества образовательных ресурсов (ОР) является первоочередной задачей обеспечения качества образования. Решение данной задачи невозможно без организации непрерывного мониторинга, что требует, в свою очередь, значительных вычислительных затрат для выполнения анализа и оценки слабоформализованных качественных и количественных параметров ОР с учетом результатов статистической обработки больших объемов эмпирических данных, образующих многоуровневые иерархические структуры. Снижение вычислительных затрат при одновременном повышении эффективности принимаемых решений по совершенствованию качества ОР может быть достигнуто путем разработки информационной системы мониторинга ОР на основе системы поддержки принятия решений (СППР).

Критерий качества образовательных ресурсов. Пусть ОР — инструмент для достижения учебной цели в виде некоторого задания. Пусть комплекс ОР (КОР) — конечное подмножество ОР учебно-методического комплекса учебной дисциплины, прошедших процедуру экспертизы содержания учебных материалов и эмпирическую проверку в ходе учебного процесса, подлежащих оценке. В зависимости от индивидуальных свойств и уровня подготовки обучаемого, результаты изучения КОР образуют для каждого обучаемого уникальную семантическую структуру эмпирических данных – модель изучения КОР. Пусть формальное представление модели изучения КОР $S_{\text{КОР}}$ есть онтология на основе концептов, концептуальный граф которой представлен на рис. 1.

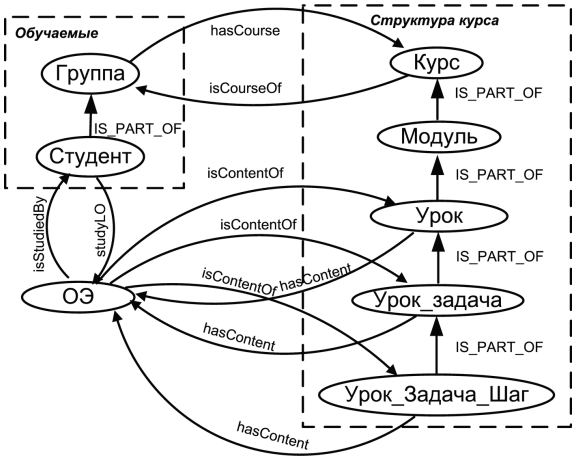


Рис. 1. Концептуальный граф онтологии модели изучения КОР

Концептуальный граф содержит три основных узла: иерархия *Обучаемые*; обучающий элемент *ОЭ*, определяющий контент ОР на уровне отношения *hasContent-isContentOf*; иерархия *Структура курса*. Подписка на курс осуществляется на уровне узла *Группа* отношением *hasCourse-isCourseOf*, индивидуальная траектория изучения определяется отношением *studyLO-isStudiedBy* между узлами *Студент* и *ОЭ*.

Тогда обобщенный комплексный критерий качества КОР, учитывающий текущую семантическую модель изучения, имеет вид:

$$Q(S_{\text{КОР}}) = w_1 Q_1(S_{\text{КОР}}) + w_2 Q_2(S_{\text{КОР}}) + w_3 Q_3(S_{\text{КОР}}) + w_4 Q_4(S_{\text{КОР}}), \tag{1}$$

где w_1, w_2, w_3, w_4 – весовые коэффициенты; $Q_1(S_{\text{КОР}})$, $Q_2(S_{\text{КОР}})$, $Q_3(S_{\text{КОР}})$, $Q_4(S_{\text{КОР}})$ — частные критерии качества КОР.

$Q_1(S_{\text{КОР}})$ — критерий успеваемости по КОР:

$$Q_1(S_{\text{КОР}}) = \frac{\sum\limits_{i=1}^{n} x_i}{n}, \quad x_i = \begin{cases} 1, & X_{Si} \geqslant x_{\min} \\ 0 & \end{cases}, \tag{2}$$

где X_{Si} — первичные баллы обучаемых; $x_{\min}$ — минимально допустимый балл удовлетвори-

тельной оценки; n — количество учащихся.

$Q_2(S_{\text{КОР}})$ — критерий соответствия КОР целевой аудитории:

$$Q_2(S_{\text{КОР}}) = \frac{\int\limits_{\theta_{\min}}^{\theta_{\max}} I(\theta)d\theta}{\int\limits_{\theta_{\min}}^{\theta_{\max}} I^*(\theta)d\theta}, \tag{3}$$

где θ — подготовленность обучаемых; $I(\theta)$ — информационная функция Бирнбаума, применение которой для оценки качества КОР подробно представлено в [1]; $I^*(\theta)$ — базовое значение показателя информационной функции КОР.

$Q_3(S_{\text{КОР}})$ — критерий надежности КОР:

$$Q_3(S_{\text{КОР}}) = \frac{\sum\limits_{j=1}^{j} q_j^T}{j}, \quad q_j^T = \begin{cases} k_j^T, & \alpha_j \leqslant 5 \\ 1 \end{cases}, \tag{4}$$

где k_j^T — коэффициент технологичности j-го задания КОР, технологичность заданий определяется экспертным методом; α — уровень усвоения j-го задания.

$Q_4(S_{\text{КОР}})$ — критерий технологичности КОР:

$$Q_4(S\text{КОР}) = 1 - \frac{\sum\limits_{l=1}^{m}\sum\limits_{i=1}^{j} k_{lj}^{\varepsilon}}{k}, \tag{5}$$

где k_{lj}^{ε} – коэффициент ошибки i-го задания l-й попытки, $k_{lj}^{\varepsilon} \in [0..1]$; k – общее количество зафиксированных попыток взаимодействия с ОР.

Принцип функционирования системы. Блок-схема функционирования информационной системы мониторинга представлена на рис. 2. На вход системы поступает эталонное значение качества Q^*. Если $Q(S_{\text{КОР}}) < Q^*$, лицо, принимающее решение (ЛПР), получает рекомендации $\vec{\rho}(S_{\text{КОР}})$ по совершенствованию качества КОР, предоставляемые СППР, выполняет добавление или модификацию правил логического вывода $\vec{\rho}^*(S_{\text{КОР}})$, вносит изменения в онтологию $S^*_{\text{КОР}}(T*, R*, F*)$, вектор $\vec{f}$ — неконтролируемое возмущающее воздействие, отражающее субъективное мнение ЛПР. Блок УП соответствует учебному процессу. Выходными параметрами УП являются первичные баллы обучаемых $X_S(S_{\text{КОР}})$ и сообщения о дефектах $\varepsilon(S_{\text{КОР}})$, $\vec{v_S}(S_{\text{КОР}})$ — реакция обучаемого на ОР. Вычислительное устройство ВУ выполняет анализ и оценку качества ОР согласно (1)-(5), вектору весовых коэффициентов $\vec{w}$ и вектору настроек $\vec{s}$, предоставляющему информацию о шкале оценивания и требуемом диапазоне успеваемости. Информация о критериях (2)-(5) поступает на вход СППР для поиска рекомендаций по совершенствованию КОР, значение критерия (1) подается ЛПР и используется для сравнения с Q^*.

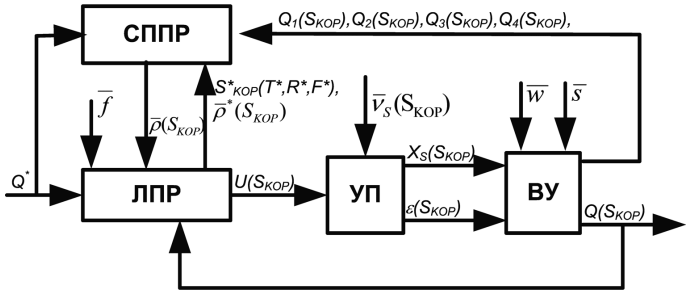


Рис. 2. Блок-схема функционирования системы

Литература. **1.** Данченко А. Л. Программная реализация многомерного анализа результатов контроля знаний в задачах мониторинга качества образовательных ресурсов / А. Л. Данченко, В. А. Ульшин // Матеріали II Міжнарод. наук.-практ. конф. «Комп'ютерні науки для інформаційного суспільства». 23-24 листопада 2011 р. – Луганськ: Вид-во «Ноулідж», 2010. – С. 88-90. – ISBN 978-617579-309-1.

Дьяконова С.В.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Распознавание объектов урбанизированных территорий на спутниковых изображениях сверхвысокого разрешения

Задача автоматического распознавания объектов урбанизированных территорий на спутниковых изображениях сверхвысокого разрешения является важной частью в решении задачи автоматической интерпретации данных, получаемых из систем дистанционного зондирования земли. Для сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственной информации используется геоинформационная система (ГИС). Ручной ввод пространственных данных в базу данных ГИС имеет недостатки в виде больших временных и материальных затрат, а также в виде высокого риска допущения ошибок. Автоматическая система распознавания позволит сократить временные и материальные затраты на обновление базы данных ГИС.

Возрастающие возможности получения спутниковых данных сверхвысокого разрешения приводят к необходимости разработки методов их автоматического анализа. Вследствие увеличения разрешения спутниковых данных, увеличивается интерес к использованию объектно-ориентированного подхода к их обработке, который основывается на использовании пространственной и текстурной информации об объектах на изображениях. К преимуществам использования объектно-ориентированного подхода можно отнести: улучшение качества классификации спутниковых данных, возможность выделения более сложных объектов, возможность более простой интеграции полученных результатов в ГИС для дальнейшего использования.

Объектно-ориентированный подход включает в себя два этапа: первый этап - выделение объектов, второй – их классификация.

На первом этапе происходит предварительная обработка изображения, которая включает в себя преобразование цветового пространства RGB к оттенкам серого [1]. Затем полученное изображение сегментируется на отдельные регионы с помощью метода роста регионов [2], в результате чего будут получены связные однородные области. Последующая постобработка полученных сегментов с использованием морфологических операций [3] позволяет сгладить неровные границы сегментов и удалить небольшие пустоты внутри сегментов.

На втором этапе для каждого полученного региона выбирается набор признаков, после чего проводится классификация объектов. В основе исследуемого метода распознавания лежит нечеткий классификатор NEFClass [4] с градиентным алгоритмом обучения, который обеспечивает гибкую и обучаемую систему, легко адаптируемую для выполнения поставленной задачи. В результате работы алгоритма каждому региону будет поставлен в соответствие один из классов.

Предложен метод к решению задачи распознавания объектов урбанизированных территорий и проведены экспериментальные исследования на тестовом наборе изображений, результаты приводятся в докладе.

Литература. **1.** J.S.Chitode, V.S.Bagad. Communication Systems. – Pune, Technical Publications, 2007. –p.410 **2.** Вежневец В. Сегментация изображений. Курс «Введение в компьютерное зрение». - МГУ ВМК 2006. – с. 49-53. **3.** Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ./под ред. Чочиа П.А. - М.: Техносфера, 2005. - с. 1072. **4.** Зайченко Ю.П. Нечёткие модели и методы в интеллектуальных системах. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. – К.: «Издательский Дом «Слово»», 2008. – с. 344

Єгоров Я.В., Смирнов С.А.
Національний технічний університет України "КПІ", ФТІ, Київ, Україна

Розробка онтологічного підходу для інтелектуального аналізу даних в інформаційній безпеці

Багато дисциплін розробляють стандартизовані онтології, які дозволяють експертам у певних галузях ділитися та коментувати інформацію в їх сферах. Наприклад, великі стандартизовані структуровані словники, такі як SNOMED, часто можна побачити в медицині та суміжних областях. В дисциплінах, пов'язаних з комп'ютерною наукою, онтологія завжди визначається, як загальний словник для експертів галузей, яким потрібно ділитися інформацією в межах області, який охоплює машино-інтерпретовані визначення базових понять у межах сфери та зв'язків між ними.

Раніше інтелектуальними називалися будь-які прикладні системи, незалежно від їх призначення, в яких для прийняття рішень в явному вигляді використовувалися знання фахівців, представлені у вигляді правил, процедур, евристик, класифікацій, моделей об'єктів і т. д. На даний момент синонімом «інтелектуального аналізу даних» став термін «Data Mining», який означає «добування» корисних даних з баз даних.

У сфері «Data Mining» існує багато стандартів таких, як PMML (Predictive Modeling Markup Language), JDM (The Java Data Mining Standard), SQL/MM, The OLE DB for Data Mining Standard of Microsoft, але основними вважаються CWM [1] (Common Warehouse Metamodel) та CRISP-DM 1.0 (CRoss-Industry Standard Process for Data Mining) [2].

Стандарт CWM (Common Warehouse Metamodel) – це стандарт, розроблений консорціумом OMG для обміну метаданими між різними програмними продуктами та репозиторіями, що приймають участь у створенні корпоративних систем підтримки прийняття рішень. Він заснований на відкритих об'єктно-орієнтованих технологіях та стандартах, використовує UML (Unified Modeling Language) у якості мови моделювання, XML та XMI (XML Metadata Interchange) для обміну мета даними та мову JAVA для реалізації моделей та специфікацій.

Стандарт CRISP-DM 1.0 (CRoss-Industry Standard Process for Data Mining) – непатентована, документована модель, що знаходиться у вільному доступі та описує основні етапи, виконання яких дозволяє організаціям отримати максимальну вигоду від використання методів Data Mining.

Однією з найбільш відомих онтологій у сфері Data Mining є онтологія OntoDM [3], що представляє собою загальну основу для інтелектуального аналізу даних, і включає визначення та уточнення основних понять інтелектуального аналізу даних, таких, як тип даних і набір даних, задач інтелектуального аналізу даних, алгоритму видобутку даних та його компоненти (наприклад, функція відстані), і т.д.

Метою даного дослідження є удосконалення існуючої онтології OntoDM, за допомогою урахування вимог стандарту CWM та додання детального опису процесу побудови самої системи, налаштованої для Data Mining, який найкраще та найповніше описано у CRISP-DM 1.0, а також урахування вимог, що виникають у галузі інформаційної безпеки.

У перспективі передбачається побудова експертної системи з інформаційної безпеки на основі онтології, отриманої у результаті дослідження.

Література. **1.** Common Warehouse Model http://www.omg.org/spec/CWM/1.1/ **2.** CRoss-Industry Standard Process for Data Mining v. 1.0 http://nancygrady.info/CRISP-DM.pdf **3.** Soldatova, L., Dzeroski, S., & Panov, P. (2008). OntoDM: An Ontology of Data Mining. 2008 IEEE International Conference on Data Mining Workshops . 752-760pp

Єгорова О.В.
Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

Нечіткі моделі управління запасами

Управління запасами є важливим елементом стратегії управління підприємством. В основі такої парадигми лежать три аспекти [1,2]: запаси становлять невід'ємну частину ланцюжка створення вартості разом з іншими функціями підприємств; запаси є стратегічним інструментом задоволення потреб споживачів і отримання підприємством доходу; запаси є засобом контролю результатів діяльності підприємств. Підвищенню ритмічності здійснення операційного процесу підприємства сприяє раціональне формування грошових потоків [2,3]. Ключову роль в цих розрахунках відіграє оцінка вартості грошей в часі. Основними причинами втрачання вартості грошей є: інфляція, наявність ризику і віддання підприємцями переваги наявним грошам.

Розглянемо задачу оптимізації стратегії управління запасами за умов врахування вартості грошей у часі, використання позикових коштів і виплати витрат на зберігання запасів у середині проміжку часу між поставками у нечіткому середовищі. Критерієм оптимізації є максимізація інтенсивності сумарного потоку доходів.

Задача має таку формалізовану постановку:

$$CF = \frac{1}{T}\left[I - \widetilde{B}_T - \widetilde{B}_{FC} - \left(B - B\frac{\alpha}{1+\alpha}\right)\left(1 + \widetilde{r}\frac{T}{2}\right)\right] \to max$$

при обмеженнях

$\widetilde{B}_{FC} \leqslant B_{max}$, тобто сумарні втрати від «заморожених» у запасах коштів не повинні перевищувати загальних річних витрат системи управління запасами;

$\widetilde{B}_T \leqslant B_{Tmax}$, тобто річні витрати на зберіганні запасів не повинні перевищувати вартість запасів;

$\sum_{i=1}(a_i, b_i, c_i) \leqslant A$, вказує на те, що загальний обсяг запасів не повинен перевищувати місткість складу,

де T – тривалість проміжку часу між поставками, I – доход від реалізації продукції, $\widetilde{B}_T$ – витрати, пов'язані з утриманням запасів, B_{FC} – втрати від «заморожених» у запасах коштів, B – сумарні витрати на оформлення замовлення продукції, придбання, доставку та накладні витрати, B_{max} – загальні річні витрати системи управління запасами, B_{Tmax} – загальна вартість запасів, α – співвідношення власних і позикових коштів, $\widetilde{r}$ – відсоткова ставка, що діє на ринку, a_i, b_i, c_i – габаритні розміри товарів, A – місткість складу.

Попередньо необхідно побудувати функції належності нечітких змінних «відсоткова ставка, що діє на ринку», «втрати від «заморожених» у запасах коштів», «витрати, пов'язані з утриманням запасів» на основі експертної інформації та визначити вагові коефіцієнти обмежень. Запропоновано здійснити таку процедуру із використанням елементів методу аналізу ієрархій Т. Сааті та схеми Белмана-Заде [4].

Для розв'язання задачі управління запасами пропонуємо застосувати модифікований метод композиційного подолання невизначеності [5] із нечіткими штрафними функціями.

Література. **1.** Jaber M. Y. Inventory management: non-classical views / M. Y. Jaber. – Boca Raton : CRC Press Taylor Francis Group, 2009. – 228 p. **2.** Ковшун Н. Е. Аналіз та планування проектів : навчальний посібник / Н. Е. Ковшун. – К. : Центр учбової літератури, 2008. – 344 с. **3.** Бродецкий Г. Л. Управление запасами : учеб. пособие / Г. Л. Бродецкий. – М. : Эксмо, 2008. – 352 с. – (Полный курс MBA) **4.** Беллман Р. Принятие решений в расплывчатых условиях / Р. Беллман, Л. Заде // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. – М. : Мир, 1976. – Разд. 7. – С. 172-215. **5.** Снитюк В. Е. Композиционное преодоление неопределенности в задачах нелинейной многофакторной оптимизации / В. Е. Снитюк // Искусственный интеллект. – 2004. – №4. – С. 207–210.

Зайченко Ю.П.[1]***, Ови Нафас Агаи Аг Гамиш***[2]
[1] *УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина;* [2] *Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина*

Сравнительный анализ методов прогнозирования риска банкротства в условиях неопределённости

В последние годы проблема анализа и прогнозирования риска банкротства корпораций представляет значительный интерес. Особенность данной проблемы в условиях Украины состоит в том, что решения необходимо принимать в условиях существенной неопределенности исходной информации, связанной со стремлениями высшего руководства предприятий исказить истинные показатели финансовой деятельности с целью получения кредитов. Цель настоящей работы состоит в проведении сравнительного анализа классических методов и новых методов прогнозирования риска банкротства, основанных на применении аппарата нечетких множеств и нечетких нейронных сетей (ННС) применительно к экономике Украины и выборе наиболее адекватного метода.

Классические методы. К числу наиболее известных и распространенных моделей оценки риска банкротства относится *Z-модель* профессора Е. Альтмана. Модель Альтмана построена с использованием аппарата *мультипликативного дискриминантного анализа (МДА)*, который позволяет подобрать такие показатели, дисперсия которых между группами была бы максимальной, а внутри группы - минимальной. В данном случае классификация проводилась по двум группам компаний: банкротов и не-банкротов.

Модель Альтмана дает достаточно точный прогноз вероятности банкротства с интервалом 1 – 2 года.

В последние годы были выполнены исследования по применению модели Альтмана для стран СНГ с переходной экономикой. При этом коэффициенты модели должны быть скорректированы с учетом специфики данного типа экономики. К числу наиболее успешных моделей относится модель Давыдовой-Беликова, разработанная для экономики России [1].

Слабая сторона модели Альтмана состоит в том, что модель является чисто эмпирической, подогнанной по выборке, и не имеет под собой самостоятельной теоретической базы. Кроме того, приведенные коэффициенты должны определяться для различных отраслей промышленности и будут различаться.

В экономике Украины модель Альтмана пока не получила широкого применения по следующей причине: информация о финансовом состоянии анализируемых предприятий, как правило, недостоверна, что делает невозможным найти достоверные оценки коэффициентов в Z- модели. Поэтому задача оценки вероятности риска банкротства должна решаться в условиях неопределенности, неполноты исходной информации, и для ее решения предлагается использовать адекватный аппарат принятия решений – нечеткие множества и нечеткие нейронные сети (ННС).

Нечёткие методы анализа банкротства. В последние годы получил развитие **нечетко-множественный метод анализа риска банкротства Недосекина**. Он состоит в том, что все финансовые показатели рассматриваются как лингвистические переменные, принимающие следующие значения: очень низкий (ОН), низкий (Н), средний (Ср), высокий (В), очень высокий (ОВ), каждое из которых описывается своей функцией принадлежности. Нечетко-множественный метод, известный также, как матричный метод, состоит из следующих этапов [1].

Этап 1. Задается лингвистическая переменная ***G* "Риск банкротства"**, которая имеет имеет 5 значений: G_1 – нечеткое подмножество состояний (НПМС) "предельный риск банкротства", G_2 – НПМС "степень риска банкротства высокая", G_3 – НПМС "степень риска банкротства средняя", G_4 – НПМС "низкая степень риска банкротства", G_5 – НПМС "риск банкротства незначительный". Носитель множества G – показатель степени риска банкротства g – принимает значения от нуля до единицы по определению. Для отдельного финансового

показателя или показателя управления X_i задаем лингвистическую переменную B_i "уровень показателя X_i" на следующем терм-множестве значений: *ОН*, *Н*, *Ср*, *В*, *ОВ*.

Этап 2. (**Показатели**). Построим набор отдельных показателей $X = \{X_i\}$ числом N, которые по мнению эксперта, с одной стороны влияют, на оценку риска банкротства предприятия, а с другой стороны, оценивают разные стороны финансовой жизни предприятия.

Этап 3. Поставим в соответствие каждому показателю X_i уровень его значимости r_i.

Этап 4. Построим классификацию текущего значения g показателя степени риска как критерий разбиения этого множества на нечеткие подмножества, которые представляем в таблице.

Этап 5. Построим классификацию текущих значений показателей X, как критерий разбиения полного множества их значений на нечеткие подмножества вида B.

Этап 6. Проведем оценку текущего уровня показателей и сведем результаты в таблицу.

Этап 7. Проведем классификацию текущих значений x по критерию таблицы, построенной на этапе 5. Результатом проведенной классификации есть таблица значений λ_{ij} – уровней принадлежности носителя X_i нечетким подмножествам B_j.

Этап 8. (**Оценка степени риска**). Выполняем вычислительные операции для оценки степени риска банкротства g.

Этап 9. (**Лингвистическое распознавание**). Классифицируем полученное значение степени риска. Результатом классификации являются лингвистическое описание степени риска банкротства типа G_1, G_2, G_3, G_4, G_5 и степени уверенности эксперта в правильности его классификации.

Далее для оценки риска банкротства были также применены **нечеткие нейронные сети (ННС) с выводом Мамдани и Сугено** [1]. С этой целью были выбраны те же показатели, что и матричном методе с такими же лингвистическими значениями. Был проведен сравнительный анализ методов прогнозирования состояния предприятий на основе финансовых показателей за два года и за год до банкротства с помощью подходов Альтмана, Недосекина, Мамдани и Сугено. Всего было исследовано 56 предприятий, акции которых представлены на бирже. Среди этих предприятий 16 были признаны банкротами официально и обращение их акций было аннулировано на рынке ценных бумаг. Остальные 40 предприятий, официально считаются работоспособными на сегодняшний день. В целом, были получены следующие результаты исследования: метод Альтмана правильно спрогнозировал состояние предприятий в среднем на 69 %, метод Недосекина дал правильный прогноз в среднем на 80 %, подходы Мамдани и Сугено дали примерно одинаковые результаты, прогноз был осуществлен примерно на 87 % правильно.

В докладе приводятся детальные результаты проведенных экспериментов, дается их сравнительный анализ, в результате которого определен наиболее адекватный метод прогнозирования риска банкротства для экономики Украины.

Литература. **1.** Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах. - К.: Издательский Дом «Слово», 2008.- 344 с.

Зубрецкая Н.А., Гончаров А.С., Федин С.С.
Киевский национальный университет технологий и дизайна, Киев, Украина

Нейросетевое прогнозирование конкурентоспособности продукции различного целевого назначения

При прогнозировании конкурентоспособности продукции различного целевого назначения возникает проблема получения достоверных прогнозных оценок при значимом разбросе цен изделий-конкурентов, характеризующихся совокупностью идентичных по составу, но разнородных единичных показателей.

Рассмотрим задачу пространственной экстраполяции конкурентоспособности продукции по цене на примере холодильников бытового назначения фирм W и G. Сформулируем содержательную постановку задачи – какова была бы цена холодильников фирмы G, если бы, при идентичных по составу показателях качества, представленных в различных измерительных шкалах, холодильники со значениями показателей качества фирмы G изготавливались бы фирмой W? Решение задачи пространственной экстраполяции можно осуществить с использованием модели нейросетевой экспертной системы, содержащей информацию о зависимости между входами (значениями показателей качества) и выходом (ценой продукции) в виде матрицы весовых коэффициентов [1].

Целью исследования является разработка модели нейросетевой экспертной системы, предназначенной для прогнозирования конкурентоспособности продукции по цене и совокупности единичных показателей качества.

При разработке модели нейросетевой экспертной системы для сформированной выборки исходных данных о единичных показателях качества 25-ти бытовых холодильников фирм-производителей W и G выполнен предварительный статистический анализ исходных данных, позволивший осуществить кодирование и нормирование значимых показателей качества.

В результате проведения вычислительных экспериментов с использованием лицензионной версии системы BrainMaker Professional 3.52 разработана нейросетевая модель двухслойной нейронной сети прямого распространения с архитектурой 7:10:1, включающая семь входов *X1-X7* и выход – *Y*, характеризующих соответственно единичные показатели качества и цену бытовых холодильников фирм W и G.

Оценку качества обобщения данных на основе разработанной нейросетевой модели осуществляли с использованием коэффициента детерминации D:

$$D = \frac{\left[N \cdot \sum_{i=1}^{N}(P \cdot O) - \sum_{i=1}^{N}(P) \cdot \sum_{i=1}^{N}(O)\right]^2}{\left[N \cdot \sum_{i=1}^{N}(P)^2 - \left(\sum_{i=1}^{N}(P)\right)^2\right] \cdot \left[N \cdot \sum_{i=1}^{N}(O)^2 - \left(\sum_{i=1}^{N}(O)\right)^2\right]}, \qquad (1)$$

Полученные в соответствии с (1) значения D_{test}=0,84 и $D_{control}$=0,93 для тестовой и контрольной выборки на 84 % и 93 % объясняют долю вариации отклонений зависимой переменной Y_W от её среднего значения, обусловленную вариацией всех независимых переменных. Разработанная нейросетевая модель обладает высокими обобщающими способностями при тестировании и контроле, что подтверждается выполнением условия $D_{control} > D_{test}$ и оценками коэффициента множественной корреляции $R_{test}=\sqrt{D_{test}}$=0,92 и $D_{control}=\sqrt{D_{control}}$=0,96.

На основе нейросетевого прогнозирования установлено, что холодильники фирмы G в большинстве случаев неконкурентоспособны с изделиями-аналогами фирмы W, так как при идентичных по составу технических характеристиках их действительная цена в среднем на 21 % выше прогнозной. Предложенный нейросетевой подход является универсальным и позволяет выполнять многофакторное прогнозирование конкурентоспособности продукции различного целевого назначения по совокупности единичных показателей качества, значения которых представлены в различных шкалах измерений.

Литература. **1.** Растригин Л.А. Экстраполяционные методы проектирования и управления / Л.А. Растригин, Ю.П. Пономарев. – М.: Машиностроение, 1986. – 120 с.

Ивашков А.С. *— рецензент Олейник Ю.А.*
Национальный технический университет Украины "КПИ", ФИВТ, Киев, Украина

Исследование возможностей интеллектуального анализа данных ERP - систем

Вступление. Для планирования своей хозяйственной и производственной деятельности предприятия и организации используют ERP - системы (Enterprise resource planning). ERP-системы с каждым годом накапливают огромные массивы информации, которые необходимо анализировать для будущего планирования и управления.

Для анализа больших массивов данных и выявления скрытых зависимостей, а также задач прогнозирования, необходимо использовать средства интеллектуального анализа данных (ИАД, Data Mining).

Постановка задачи. Целью работы является исследование возможностей интеллектуального анализа данных известных ERP–систем.

Анализ последних исследований и публикаций. В больших массивах присутствуют данные множества типов. Это могут быть истории клиентов, статус производства и продаж и др. (в зависимости от рассматриваемой среды). Для анализа этих данных может использоваться множество технологий интеллектуального анализа данных для обнаружения скрытых знаний. Согласно статье [1], наиболее выгодным для выявления знаний оказался А-приорный алгоритм (классический алгоритм для изучения ассоциативных правил). Описание данного алгоритма можно найти в той же статье [1].

Одним из главных результатов исследования Panorama Consulting [2] является создание типичной картины среднестатистического ERP-проекта, а также оценка удовлетворенности пользователей уже внедренными решениями. Так, по итогам исследования, вышедшего в 2012 году, 81 % опрошенных компаний оказались довольны сделанным выбором в пользу той или иной ERP-системы, а 19 % - не довольны. Уровень удовлетворенности клиентов Oracle наиболее высок – 80 %. Причем показатели ближайших конкурентов гораздо ниже: у SAP - 39 %, а у Microsoft Dynamics – только 33 %.

Основной материал исследования. Согласно данным компании IDC Ukraine общий объем рынка ERP-услуг в 2008 году составил порядка $41млн. Доли рынка вендоров (производителей программного обеспечения) распределялись следующим образом: SAP – 47 %, 1C – 13 %, Oracle – 11 %, Microsoft – 6 %, остальные – 23 %.

Компоненты (модули), реализуюшие ИАД известных ERP-систем:

- SAP NetWeaver Business Intelligence (BI) – компонент платформы, являющийся многофункциональной информационной системой со встроенными аналитическими инструментами, помогает компаниям идентифицировать, интегрировать и анализировать разрозненные бизнес-данные, поступающие из разнородных источников. Таким образом, вы можете принимать более обоснованные решения, выполнять необходимые действия и оптимизировать бизнес-операции.
- В прикладном решение «1С:Консолидация 8 ПРОФ» для поиска неочевидных правил и извлечения неизвестных закономерностей, то есть для генерации новых знаний, предназначена подсистема интеллектуального анализа данных (Business Intelligence).
- Oracle Data Mining (ODM), опция Oracle Database 11g Enterprise Edition позволяет легко создавать и развертывать приложения следующего поколения, которые обеспечивают прогнозирование и анализ новых идей.
- Пользователь Microsoft Dynamics Nav 2009 может анализировать накопленные в системе данные с помощью модуля BI Reporting and Analysis. В качестве основы для построения хранилища в данном модуле используется Microsoft SQL Server 2008 R2.

Методы, используемые для ИАД в ERP–системах, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Методы используемые для ИАД в ERP – системах

Название системы	Задача классификации	Задача регрессии	Поиск взаимосвязей	Задача кластеризации
Microsoft Nav 2009	Алгоритм дерева принятия решений, Алгоритм нейронной сети, Упрощенный алгоритм Байеса	Алгоритм дерева принятия решений, Алгоритмы линейной и логистической регрессий, Алгоритм нейронной сети	А-приорный алгоритм	Алгоритм k-средних, Алгоритм максимизации ожиданий
Oracle E-Buisiness Suite	Деревья решений, Наивный Байесовский классификатор, Адаптивная Байесовская сеть, Метод опорных векторов	Метод опорных векторов, множественная регрессия	А-приорный алгоритм	Алгоритм k-средних, Ортогональная кластеризация
1С	Деревья решений, Евклидова метрика, Метрика города, Метрика доминирования	Линейная и логистическая регрессия	А-приорный алгоритм	Алгоритмы ближней связи, дальней связи, центра тяжести, k-средних
SAP ERP	Деревья решений, ABC-классификация	Алгоритмы линейной и не линейной регрессии	А-приорный алгоритм, FP-Growth, Eclat, BUC	Алгоритм k-средних, сети Кохенона, Двухшаговая кластеризация

Вывод. Проведение условной классификации по методам, реализованным в этих системах, и анализа средств ИАД позволило прийти к нижеследующим заключениям. Несмотря на обилие методов ИАД, приоритет в эффективных современных разработках смещается в сторону использования моделей представления знаний: логических (дедуктивных и индуктивных), продукционных и графовых (фреймовых). С их помощью решаются задачи прогнозирования, классификации, распознавания образов, извлечения из данных “скрытых” знаний, интерпретации данных, установления ассоциаций в БД. Результаты таких алгоритмов эффективны и легко интерпретируются. Однако известные методы поиска логических правил не поддерживают функцию обобщения найденных правил и функцию поиска оптимальной композиции таких правил. Решением перечисленных проблем можно добиться новых более успешных результатов в области разработок ИАД.

Литература. **1.** Abdullah S. Al-Mudimigh, Farrukh Saleem, Zahid Ullah. The effects of data mining in ERP-CRM model-a case study of MADAR. **2.** Panorama Consulting, http://panorama-consulting.com/resource-center/2012-erp-report/

Кальницький Г.В. *— рецензент Бідюк П.І.*
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Використання байєсівського підходу до моделювання і прогнозування

В роботі розглядається байєсівський метод моделювання і прогнозування з використанням моделей із структурними рівняннями. Виконано порівняння з регресійними моделями та моделями методу групового врахування аргументів.

Моделювання і прогнозування часових рядів є однією з найпоширеніших задач економіки та фінансів. Вирішення цієї задачі пов'зано з невизначеністю та неповнотою або недостатньою кількістю інформації. Прикладами таких задач можуть бути прогнозування попиту і пропозиції, прогнозування курсу цінних паперів.

На сьогодні існують багато методів моделювання і прогнозування часових рядів, наприклад, методи регресійного аналізу, чіткі та нечіткі методи групового врахування аргументів (МГУА), методи, що грунтуються, на побудові дерев рішень, методи на основі формування байєсівського статистичного висновку та методи, які засновані на моделях із структурними рівняннями. Останні два методи ще не розглядались в сучасній українській науковій літературі.

В даній роботі розглядаються методи формування байєсівського статистичного висновку з використанням методів Монте-Карло для марковських ланцюгів (МКМЛ). Методи байєсівського моделювання грунтуються на використанні теореми Байєса, наприклад, у такій формі:

$$p\left(\theta|y\right) = \frac{p\left(y|\theta\right)p\left(\theta\right)}{p\left(y\right)} \tag{1}$$

де $p\left(y\right)$ — функція щільності розподілу вектора значень даних; $p\left(\theta\right)$ — апріорна функція щільності розподілу параметрів; $p\left(y|\theta\right)$ — умовна функція щільності розподілу вектора значень y за відомих значень параметрів θ; $p\left(\theta|y\right)$ — апостеріорна функція щільності розподілу параметрів θ.

Перевагою методів формування байєсівського статистичного висновку є те, що вони дозволяють включати до розгляду у статистичній моделі інформацію про початковий розподіл параметрів моделі, а також про розподіл самих змінних і збурень. Таким чином, дослідник має змогу роглядати не тільки процеси, що мають нормальний розподіл, а також отримувати кращі результати для малих вибірок ніж регресійними методами, або методами максимальної правдоподібності [1–3].

Іншим методом, розглянутим у дослідженні, є метод моделювання за допомогою структурних рівнянь. Цей метод дає можливість вводити до рогляду у модель фактори, що не вимірюються, або не можуть бути виміряні, та оцінювати їх вплив на вимірювані змінні. На сьогодні, для отримання параметрів моделі, цей метод також використовує байєсівський підхід [3].

Оцінювання параметрів моделей виконується за допомогою методу Монте-Карло для марковських ланцюгів. Для генерування псевдовипадкової вибірки з метою оцінювання параметрів використовується алгоритм Гіббса. Після виходу на стаціонарний режим оцінювання їх значення усереднюються і усередненне значення приймається як шукане значення параметра.

У роботі виконується порівняння якості моделей та прогнозів, побудованих за допомогою методів регресійного аналізу, методів МГУА, а також методів на основі формування байєсівського статистичного висновку. В якості даних взяті дані української макроекономіки в період з 1 січня 2002 по 31 грудня 2008 року. Надаються структури моделей, значення параметрів отриманих різними методами, критерії оцінювання якості моделей і прогнозів, а також їх значення.

Література. **1.** Зельнер, А. Байесовские методы в економетрии [Текст] / Арнольд Зельнер Пер. с англ. Г. Г. Пирогова и Ю. П. Федоровского; С предисл. переводчиков. – М.: Статистика, 1980. –438с, ил. – (Математико-статистические методы за рубежом) **2.** Congdon, P. Bayesian Statistical Modeling [Text] / Peter Congdon – 2nd edition – John Wiley & Sons, Inc., 2006. – 573p. **3.** Lee S. Structural Equation Modeling. A Bayesian Approach [Text]/ Sik-Yum Lee – John Wiley & Sons, Inc., 2007. – 432p.

Кануніков Д.С., Невмержицька С.І. *— рецензент Жданова О.Г.*
Національний технічний університет України "КПІ", ФІОТ, Київ, Україна

Про задачу оптимізації капіталовкладень у модернізацію підприємства

Сучасному підприємству, щоб бути конкурентноспроможним, необхідно постійно збільшувати ефективність праці, модернізовувати виробництво і т. ін. Тому оптимізація капіталовкладень є важливою для будь-якого підприємства. Це є складним питанням, оскільки для ефективного прийняття рішення необхідно враховувати багато факторів. В даній роботі розглядається задача розподілу інвестиційних коштів серед декількох можливих розділів фінансування на прикладі енергокомпанії.

Постановка задачі. На початку фінансового року керівництво компанії приймає рішення про модернізацію підприємства за $\sum_{i=1}^{R} m_i$ напрямками, де R - кількість розділів фінансування, m_i – кількість напрямків (заходів), які потребують фінансування (модернізації), у i-му розділі ($i = \overline{1, R}$). На все це в компанії виділяється P тис. грн.

Кожен напрямок капіталовкладень характеризується величиною необхідних інвестицій (потребами та вартістю даної одиниці) та економічним ефектом від реалізації даного заходу. Також на розподіл коштів накладаються декілька умов НКРЕ України та Міністерством енергетики та вугільної промисловості України.

Мета компанії полягає в отриманні максимального економічного ефекту (зменшенні витрат та збільшенні доходів) від інвестицій. Для цього розглянемо математичну модель даної оптимізаційної задачі [1]. Нехай y_i - обсяг фінансування i-го розділу ($i = \overline{1, R}$), а $c_i(y_i)$ - дохід (економічний ефект) від вкладенних у i-ий розділ коштів у розмірі y_i, ($i = \overline{1, R}$).

Цільова функція - максимізація економічного ефекту від фінансування розділів інвестиційної програми:

$$Z = \sum_{i=1}^{R} c_i(y_i) \to \max, \tag{1}$$

Обмеження:

$$\sum_{i=1}^{R} y_i \leqslant P, \text{обмеження виділених для інвестиційної програми коштів;} \tag{2}$$

$$y_i \in [p_{i_{min}}, p_{i_{max}}], i = \overline{1, R}, \text{- приймає дискретні значення з діапазону.} \tag{3}$$

$$\tag{4}$$

Оскільки змінні (розмір капіталовкладень) приймають значення з дискретного діапазону, а економічний ефект не є пропорційним розміру вкладень, то в цьому випадку доцільно використовувати метод динамічного програмування [2]. На етапі підотовки вихідних даних задачі (1)-(3) для знаходження економічного ефекту $c_i(y_i)$ для усіх y_i із заданого діапазону ($i = \overline{1, R}$) необхідно розв'язати низку "малих"оптимізаційних задач. До таких «малих» оптимізаційних задач можуть належати задачі лінійного програмування, задачі частково цілочисельного програмування, задачі цілочисельного програмування, задачі про призначення, задачі заміни обладнання тощо.

Розглянемо процес підготовки вихідних даних на прикладі розділу фінансування «Будівництво, модернізація та реконструкція електричних мереж та обладнання» (далі Розділ).

В рамках цього Розділу розглядається множина заходів, кожен з яких характеризується одиницями виміру (одиниці техніки, обладнання, кілометри ліній тощо), потребами (кількістю одиниць виміру, які потрібно модернізувати, замінити, придбати тощо), економічною доцільністю (економією в разі виконання або штрафом в разі невиконання заходу в певному об'ємі), вартістю виконання (вартістю за одиницю виміру). Приклади заходів наведені у табл.1.

Метою керівника підприємства є максимізація економічного ефекту від розподілу коштів серед заходів (напрямків фінансування). Приведемо математичну постановку цієї задачі.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Табл. 1. Позначення заходів Розділу

Позначення	Захід
A1	Проектні роботи щодо будівництва та реконструкції електричних мереж напругою 0,4-10кВ
A2	Будівництво трансформаторів 110 кВ
A3	Встановлення вакуумного вимикача 10кВ з комплектом захисту лінії 10кВ
A4	Заміна ліній, не придатних до подальшої експлуатації
A5	Реконструкція опор повітряних ліній 10кВ (з використанням неізольованих проводів)
A6	Заміна трифазних відгалужень від підстанцій-0,4 кВ до житлових будинків з використанням ізольованого проводу
A7	Заміна акумуляторної батареї типу СН-216 на не обслуговувані акумуляторні батареї, які не потребують обслуговування, тогової марки "Sonnenschein"

Отже цільова функція для Розділу матиме такий вигляд:

$$Z_1 = \sum_{j=1}^{m} x_j c_j - \sum_{j=1}^{m} x_j * s_j \to \max, \tag{5}$$

де m - кількість заходів в Розділі, c_j – економічна доцільність j-ого заходу, s_j – витрати на виконання одиниці j-ого заходу, x_j – об'єм (в од. виміру) виконання j-ого заходу. Вони є різнорідними і при цьому деякі змінні можуть приймати тільки цілі значення, а деякі неперервні.

На змінні накладаються такі обмеження:

$$\sum_{j=1}^{m} x_j s_j \leqslant y_1, \text{обмеження на витрати, } y_1\text{-кошти, виділені на фінансування Розділу;} \tag{6}$$

$$x_j \leqslant b_j, j = \overline{1, m}, \text{обмеження за потребами } i\text{-го заходу;} \tag{7}$$

$$x_j \geqslant 0, j = \overline{1, m}, \tag{8}$$

$$x_j \text{ - ціле}, j = \overline{1, k}, (k \leqslant m). \tag{9}$$

де k - кількість заходів, що вимірюються цілими значеннями (наприклад будівництво трансформаторів).

Це задача частково цілочисельного програмування [3]. Зважаючи на все це, визначення оптимального розподілу коштів було реалізовано методом гілок та меж.

В результаті роботи було розроблено програмний комплекс, який дозволяє розв'язувати поставлену задачу. Вихідні дані складаються з даних про фінансування кожного з розділів та обмежень на витрати. Результатом роботи програми є кількісний розподіл коштів серед розділів модернізації підприємства.

Література. **1.** Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта: Материалы международной научной конференции. Том 2. – Херсон: ХНТУ, 2011. – 472 с. **2.** Динамическое программирование: методические указания /Сост. Жданова/ Киев 2006. – 64 с. **3.** Практикум з лінійного програмування для студентів спеціальності 7.080401 «Інформаційні управляючі системи та технології» / Уклад.: О. С.- Вакуленко, О. Г. Жданова. – К.: ІВЦ "Політехніка", 2001. – 136 с.

Клабуновская А.А. *— рецензент Рогоза В.С.*
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Метод главных компонент для редукции пространства входных данных в задачах распознавания образов

Проблема эффективного распознавания образов имеет важное значение в сферах автоматизации определенных процессов человеческой деятельности, связанных с идентификацией различных объектов окружающего мира, например, авторизация рабочего персонала по отпечаткам пальцев или сетчатке глаза, идентификация продукта и расчет цены в магазине по штрих-коду и так далее [1].

Задача распознавания образов исследовалась в работах М. И. Шлезингера, Г. А. Кухарева, V. B. Berikov, E. V. Djukova, Yu. I. Zhuravlev, R. M. Sotnezov, V. L. Lazare, M. Yu. Romanov, I. Yu. Torshin [2], на сегодняшний день существует множество алгоритмов и их модификаций для ее решения. В данной работе исследовалась способность главных компонент редуцировать пространство и тем самым уменьшать объем входных данных для последующего распознавания.

В ходе эксперимента была реализована система распознавания человека по изображению его лица. В качестве алгоритма классификации программа использовала многослойную нейронную сеть, обучающуюся методом обратного распространения ошибки с адаптивным шагом. Нейронная сеть имела сигмоидальную функцию активации и один скрытый слой, содержащий тридцать нейронов.

На первом этапе работы система распознавания выполняла первичную обработку данных. Изображения, поступающие на вход системы, конвертировались в полутоновые, после этого на них идентифицировалась область лица человека. Полученные данные подвергались нормализации и масштабированию.

После первичной обработки изображения система распознавания использовала метод главных компонент для редукции входного пространства. Данный метод сводится к вычислению собственных векторов и собственных значений ковариационной матрицы исходных данных. В применении к задаче распознавания человека по изображению лица, входные вектора представляют собой отцентрированные и приведённые к единому масштабу изображения лиц. Собственные вектора, вычисленные для изображений лиц, называются собственными лицами (eigenfaces). Собственные лица имеют полезное свойство, заключающееся в том, что изображение, соответствующее каждому такому вектору, имеет лицеподобную форму. С помощью вычисленных ранее матриц входное изображение разлагается на набор линейных коэффициентов, называемых главными компонентами. Сумма главных компонент, умноженных на соответствующие собственные вектора, является реконструкцией изображения.

Так как непосредственно перед самим распознаванием нейронной сетью входные данные редуцировались методом главных компонент, на вход нейронной сети поступали изображения меньшей размерности, содержащие только основную информацию, необходимую для распознавания. Это уменьшило время обучения и распознавания, а также позволило сократить объем памяти для хранения изображений, что особенно критично для больших баз данных.

Для исследований использовалась база лиц ORL, подготовленная в научно-исследовательской лаборатории компании Olivetti. Результаты исследований показали, что при использовании только 40 % главных компонент для распознавания, точность распознавания остается на том же уровне, около 95 %. При последующем уменьшении количества главных компонент точность распознавания резко падает. Таким образом, редукция пространства входных данных методом главных компонент позволяет значительно сократить объем входных данных, не снижая при этом точность распознавания образов.

Литература. **1.** Дрига К. В. "Распознавание зашумленных и искаженных образов с помощью неокогнитрона 2006. **2.** Pattern Recognition and Image Analysis // Pleiades Publishing, Ltd., editor-in-chief: Yuri I. Zhuravlev. Vol. 21, No. 4, 2011.

Ковалев И.В., Ерыгин В.Ю.
Сибирский аэрокосмический государственный университет им. академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

Учет ограничений на совместимость версий и нечеткость бюджета в модели мультиверсионного программного обеспечения

Надежность различных систем, включающих в себя аппаратную и программную часть, зависит от надежности обеих этих составляющих. И если влияние надежности аппаратной части на общую надежность системы очевидно, то влиянием надежности программной части большинство разработчиков озадачилось значительно позже. На сегодняшний день большинство разработчиков приходит к мнению о том, что при необходимости создания правильных и надежных программных продуктов возникает потребность использования зарекомендовавшей себя методологии. Методологии мультиверсионного программирования. Предложенная еще в 1976 году А. Авиженисом методология мультиверсионного проектирования программных средств позволяет значительно повысить их надежность путем введения программной избыточности [1].

Можно выделить два основных варианта формирования мультиверсионного программного обеспечения систем управления и обработки информации:

- мультиверсионная программная система без избыточности;
- мультиверсионная программная система с избыточностью.

При данном подходе программное обеспечение включает в себя дополнительные версии программных модулей, называемые мультиверсиями. При функционировании, мультиверсии одного модуля исполняются одновременно. Надежность повышается за счет того, что даже в том случае, когда некоторые мультиверсии возвращают ошибочный результат или отказывают, оставшиеся версии дают корректный результат. Отказ единичных мультиверсий не приводит к отказу программного обеспечения, а, следовательно, и всей системы.

Данный подход нашел широкое применение при построении программных систем с требованием высокого уровня надежности, т.е. отказоустойчивых систем, которые используются в таких сферах деятельности человека как космос, авиация или атомные энергостанции. Однако при формировании мультиверсионного программного средства возникает ряд проблем, с которыми приходится сталкиваться разработчику. Отталкиваясь от основного требования создать надежную и отказоустойчивую систему, приходится учитывать одно из главных ограничений – ограничений на выделяемые средства.

С возникновением подобных трудностей задача построения мультиверсионного программного средства сводится к задаче математического программирования. Для её решения применяются методы многоатрибутивного притяния решений. При формировании мультиверсионного программного обеспечения отказоустойчивых систем управления проектировщик может при помощи методов данного класса провести оценку мультиверсий по таким атрибутам, как надежность, стоимость, время исполнения мультиверсии и т. д. Однако, не смотря на то, что они хорошо зарекомендовали себя в решении подобных задач, зачастую в реальности возникают ограничения, которые невозможно учесть в модели, с использованием этих методов.

К примеру порой бывает невозможно заранее точно предсказать требуемый объем финансирования на разработку той или иной системы. Тогда речь идет о нечетком бюджете. Помимо этого, увеличение сложности программных систем, а тем более применение мультиверсионного подхода, влечет за собой усложнение связей между различными частями программы, а следовательно и невозможность в один и тот же момент времени использования определенных наборов компонентов программного обеспечения, что так же может быть обусловлено использованием одних и тех же версий различными модулями. В этом случае говорят об ограничениях на совместимость версий.

Учитывая все вышесказанное, приведем математическое описание задачи:

$$\max_X Q \leftarrow \sum_{i=1}^{m} w_i \sum_{j=1}^{n_i} q_{ij} x_{ij}, \tag{1}$$

$$1 \leqslant \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \leqslant n_i,\ i = \overline{1,m}, \tag{2}$$

$$C = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n_i} c_{ij} x_{ij} \lesssim B, \tag{3}$$

$$|x_{ij} - x_{op}| < y_l,\ l = \overline{1,L}, \tag{4}$$

$$1 \leqslant \sum_{l=1}^{L} y_l \leqslant L. \tag{5}$$

Здесь Q - максимизируемая целевая функция (общая надежность системы), где X - вектор решение, т.е. набор компонент $X = (x_{1j}, ..., x_{mj})$ и $j = \overline{1,n_i}$, m - число модулей, n_i - число версий каждого модуля, w_i - частота обращения к i-му модулю в процессе исполнения, c_{ij} - стоимость отдельной версии, q_{ij} - надежность отдельной версии, C - общая стоимость программного средства, B - выделяемый бюджет, но поскольку эта цифра заранее не известна, в условии использован знак $\lesssim$ что бы обозначить это, L - кол-во ограничений на совместимость,

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если для } i \text{ модуля выбрана } j \text{ версия,} \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases} \qquad y_l = \begin{cases} 1, & \text{если ограничение активно,} \\ 0, & \text{в остальных случаях.} \end{cases}$$

При решении задачи нечеткость бюджета описывается переходом от стоимости C к функции принадлежности некоторой альтернативы множеству решений. Эта функция выбирается в зависимости от специфики задачи. В общем случае её можно определить, как

$\mu_C(X) = (C(X) - \max_C)/(\max_C - \min_C)$, величины $\max_C$ и min_C легко найти, поскольку стоимость всех версий нам известна.

Выражение под номером (2) подразумевает, что для каждого модуля выбирается одна или несколько версий, условие (5) показывает, что хотя бы одно ограничение на совместимость должно быть активным. Общая стоимость (3) выражена суммой стоимостей каждой версии для всех модулей. Учет ограничений на совместимость вводится выражением (4). Пример: $x_{32} - x_{22} < y_1$, $x_{32} - x_{21} < y_2$, в данном случае, если для модуля 3 выбирается версия 2, то для модуля 2 может быть выбрана либо 2, либо 1 версия.

Опираясь на предложенный в 1970 году подход Беллмана–Заде, а также принцип оптимальности динамического программирования Беллмана, предложен алгоритм построения структуры мультиверсионного программного обеспечения с учетом вышеописанных ограничений. Представляя множества ограничений и целей как нечеткие подмножества множества альтернатив и разбивая задачу выбора на этапы согласно принципу динамического программирования Беллмана, мы находим решение на пересечении нечетких множеств целей и ограничений [2]. При этом данный подход позволяет легко учитывать ограничения на совместимость. Таким образом, описанный выше подход позволяет избежать полного перебора при решении задачи выбора состава мультиверсионного ПО, и довольно просто учесть ограничения, которые ранее приходилось опускать в модели, описывающей структуру ПО.

Литература. **1.** Авиженис, А.Н. Гарантоспособные вычисления: от идей до реализации в проектах // А.Н. Авиженис, Ж.-К. Лапри. ТИИЭР, 1986. Т. 74. № 5. С. 8-21. **2.** Беллман, Р., Заде, Л. Принятие решений в расплывчатых условиях // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. М.: Мир, 1976. С.172-215.

Коваль А.В., Сенченко В.Р.
Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина

Построение системы анализа выполнения госбюджета на основе сценарного подхода

В течение последних трех лет аналитики известной консалтинговой компании Gartner вносят в десятку наиболее востребованных информационных технологий расширенную аналитику (advanced analytics, Next-generation analytics) – развитые средства бизнес-аналитики (Business Intelligence), которые обеспечивают анализ данных и прогнозирование событий за счет построения и моделирования различных сценариев развития этих событий [1]. Сценарий аналитической деятельности – это определенная последовательность действий, которую выполняет аналитик или группа аналитиков при решении функциональных задач. Очевидно, качество разработки и эффективность внедрения информационно-аналитической системы (ИАС) во многом зависят от того, насколько корректно (с точки зрения конечного пользователя) построена концептуальная модель предметной области (ПрО). При этом трудно переоценить роль методологии, которая позволяет описать модель таким образом, чтобы она отражала знания экспертов о предметной области и при этом адекватно воспринимались конечным пользователем. Одной из таких методологий является сценарный подход, суть которого заключается в описании функционирования ИАС через совокупность типовых сценариев аналитической деятельности в нотации, которая целиком воспринимается конечным пользователем. В этой связи задача разработки методологии проектирования с использованием естественных языков (включая сценарный подход) является актуальной.

Концептуально основу системы анализа госбюджета представляет многомерная модель данных. Применительно к рассматриваемой ПрО это означает, что показатели бюджетного процесса могут быть описаны через множество ячеек $H(P^i, M_j)$, которым соответствуют множество измерений $P^i = \{p_1, p_2, ..., p_z\}$ и множество значений измерений $M = M_{p_1} \cup M_{p_2} \cup ... \cup M_{p_z}$, где $M_{p_z} = \{m_{1_z}, m_{2_z}, ..., m_{k_z}\}$ – множество меток измерения.

Сущностью многомерных данных ИАС контроля бюджета является множество бюджетных показателей $P^i = \left\{P^{fep}, P^{mep}\right\}$, посредством которых отображается динамика процессов, происходящих в государстве. При этом P^{fep} – множество финансово-экономических показателей, характеризующих финансовые, экономические, бюджетные, инвестиционные показатели, доходы, расходы, показатели деятельности свободных экономических зон и территорий приоритетного развития, индексы доходности, нормы рентабельности, срок окупаемости государственных инвестиций и т.д., а p^{mep} – множество показателей экономического и социального развития страны, отражающих как данные официальной статистики, так и независимых источников информации и неправительственных исследовательских центров. Общее количество показателей превышает десять тысяч. Многомерные данные характеризуются измерениями, каждое из которых, в большинстве случаев, имеет иерархическую структуру. Например, иерархическая структура «бюджет» имеет, как минимум, два вида иерархических уровней «бюджет - государственный - местный - общий фонд - специальный фонд» и «бюджет - доходы - расходы - задолженность - трансферы» и прочее.

Типовой сценарий контроля и анализа бюджетов заключается в сравнении показателей, поступающих от различных источников (Минфин, казначейство, НБУ, Фонд госимущества, налоговой администрации, других органов исполнительной власти) и которые вычисляются по разным методикам, с теми, что рассчитываются непосредственно в ИАС. Такой подход исключает ведомственную «заинтересованность» и создает условия для объективной оценки бюджетных процессов, происходящих в стране.

В основе сценариев деятельности аналитика лежат ментальные процессы, присущие ему при исследовании бюджетных показателей. Задачей обработки многомерных данных является формирование конкретного запроса с заданными параметрами для получения среза гиперкуба $H'(P^i, M_j)|H' \subset H$. Анализ показателей базируется на OLAP-технологии, объектами которой является совокупность проблемно-ориентированных гиперкубов. В системе реализован классический сценарий принятия решений, который включает следующие этапы:

1. Эксперт-аналитик в соответствии со своим видением хода бюджетного процесса (или

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

полученным заданием) генерирует гипотезу о цели и направлении исследования.

2. Для проверки гипотезы он обращается к программному обеспечению, которое, на его взгляд, наиболее полно отвечает направлению исследования (например, контроль поступлений в бюджет или анализ социальных программ и т.д.).
3. Далее он формирует условия проверки гипотезы, для чего используются инструменты аналитика, с помощью которых выбираются измерения бюджетного процесса (доходы, расходы, отчетность, кодификацию и т.д.) и получает соответствующие срезы данных.
4. В процессе анализа может возникнуть необходимость в сопоставлении различных показателей и выявлении зависимостей между ними. Этот процесс может порождать новые знания о ПрО, что может потребовать переосмысления условий проверки гипотезы.
5. В ходе исследования аналитик должен ответить себе на вопрос – достигнута ли цель анализа? Если нет, необходимо продолжить процесс.
6. Результаты анализа должны быть оформлены в виде отчетных документов (экспертные оценки, аналитические материалы, разнообразные отчеты), на основании которых готовятся решения относительно состояния бюджетного процесса.
7. Следует упомянуть, что исследования $P^i = \{P^{fep}, P^{mep}\}$, как правило, представляют собой многоитерационный процесс, т.е. для принятия решений отдельные этапы могут выполняться несколько раз.

Исходя из особенностей ПрО, определена и сформирована совокупность сценарных моделей аналитической деятельности для реализации с помощью Web-технологий и методов OLAP:

- табличный анализ (формирование определенного среза данных из множества показателей для дальнейшего анализа инструментальными средствами программных приложений);
- мониторинг показателей – выявление показателей с заданным отклонением от запланированного значения показателя;
- исследование причин отклонения заданного показателя и прогнозирования последствий;
- построение и анализ диаграмм динамики для исследуемого показателя или совокупности показателей;
- сравнительный анализ показателей при исследовании различных измерений бюджетных процессов;
- построение корреляционных диаграмм при исследовании влияния различных показателей на ход бюджетного процесса;
- анализ первичных документов (первоисточников) по определенной тематике;
- анализ показателей регионального среза с отображением на картографической основе;
- автоматическая генерация аналитических документов детерминированных форм отчетности.

Предложенная совокупность типовых сценариев создает условия для компиляции программных приложений, с учетом профессионального интереса экспертов-аналитиков, рассматриваемой ПрО. В докладе приведена методика формирования программных приложений на основе сценарного подхода на примере ИАС Счетной палаты Украины. Программные средства построены в виде Web-приложений в среде СУБД Oracle 11g и реализуют следующие направления аналитической деятельности:

- Контроль и анализ исполнения бюджетов всех уровней;
- Мониторинг макропоказателей экономического и социального положения Украины;
- Мониторинг отраслевых показателей социально-экономического развития регионов Украины.

Дальнейшее развитие системы анализа для рассматриваемой ПрО связано с совершенствованием сценариев исследования социально-экономического развития страны с использование методов эконометрического моделирования, что позволит существенно повысить уровень национальной безопасности в бюджетной сфере.

Литература. **1.** Magic Quadrant for Business Intelligence Platforms [Электронный ресурс] // –2009. – Режим доступу до журн.: http://www.gartner.com/technology/media-products/reprints/sas/vol7/article1/article1.html

Кулигіна А.А. *— рецензент Олійник Ю.О.*
Національний технічний університет України "КПІ", ФІОТ, Київ, Україна

Обробка даних при аналітико-імітаційному моделюванні складних економічних процесів

Знаходження проблемних місць економічних процесів та їх вирішення досягається засобами імітаційного моделювання. В той же час для задач прогнозування і знаходження складних економічних залежностей застосовуються методи інтелектуального аналізу даних DataMining (далі DM). Тому гострою проблемою є інтеграція аналітичного і імітаційного моделювання для вирішення великого спектру задач складних економічних процесів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботі [1] розв'язана проблема вибору засобу імітаційного моделювання для бюджетної системи України. Було обрано системну динамку, яка задовольняє потреби прогнозування, проте без інтелектуального аналізу даних. У роботі [2] розв'язана проблема аналізу та прогнозу попиту на енергоресурси з використанням агентного моделювання, але не має аналізу для великої кількості даних. Для використання переваг обох підходів ми запропонуємо деяке програмне середовище, яке матиме можливість інтеграції як з засобами імітаційного моделювання, так і з засобами аналізу даних.

Постановка задачі. Метою даної роботи є розробка методу обробки даних при аналітико-імітаційному моделюванні та розробка архітектури програмного забезпечення системи аналітико-імітаційного моделювання, яка дозволить одночасно проводити аналіз великої кількості даних та моделювати поведінку систему в динаміці.

Опис процесу обробки даних. Дані економічних процесів зазвичай зберігаються у спеціальному сховищі ERP систем, наприклад, у реляційній системі керування базами даних RDBMS. Тому обмін даними доцільно проводити через RDBMS. Процес обробки даних наведений далі.

1. *Підготовка до аналізу даних (частини даних) з RDBMS.* Підготовлені дані передаються до системи інтелектуального аналізу даних DM. На цьому етапі проводиться знаходження у вибірці досі невідомих, нетривіальних, практично корисних і доступних інтерпретацій знань, необхідних для прийняття рішення. Результати обробки даних DM передаються до RDBMS.
2. *Проведення імітаційного моделювання.* Для імітаційного моделювання використовуються дані, отримані на першому кроці. Проводиться серія випробувань (експериментів) для отримання показників ефективності роботи моделі, за допомогою яких визначаються ризики та інші фактори. Після чого результати моделювання за допомогою засобів інтеграції заносяться до RDBMS.

Таким чином, основним елементом є RDBMS, з яким необхідно забезпечити взаємодію інших систем. А також вибрані для архітектурного рішення компоненти повинні підтримувати обмін на рівні стандартних протоколів JDBC чи ODBC. У якості системи імітаційного моделювання пропонується використовувати продукт AnyLogic, який має широко представлені можливості інтеграції та підтримку різних підходів імітаційного моделювання[3]. У якості системи DM пропонується застосувати продукт Weka через можливості інтеграції та представлені методи аналізу. У якості RDBMS можливо застосувати будь-яку реляційну базу даних. Інтерфейс взаємодії компонентів – JDBC.

Висновки. Запропоновано підхід до обробки даних при аналітико-імітаційному моделюванні, при якому взаємодія між системами аналітичного та імітаційного моделювання відбувається на рівні реляційної бази даних. Обґрунтоване використання засобів AnyLogic та Weka через їх можливості інтеграції, та підтримки методів моделювання та підходів до моделювання.

Література. **1.** Выбор средства имитационного моделирования для бюджетной системы Украины. / Нгуен Ши Данг. **2.** Агентное моделлирование как средство анализа и прогноза спроса на энергоресурсы / С.А. Суслов/ ControlSciences№2 2010. **3.** Вибір засобів імітаційного моделювання для інтеграції з системою управління державними фінансами / Олійник Ю.О.// Вісник Чернігівського державного технологічного університету №4(53), 2011.

Курочкин В.В.
Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАНУ и МОНМСУ, Киев, Украина

Алгоритм построения регулярных деревьев опровержения в машинах логического вывода

Инновационная составляющая задает по существу определяющий вектор развития современных вычислительных систем. Системы на основе инноваций способны достигать поставленных целей в высокодинамичной информационной среде со значительным числом разнородных неопределенностей в ней и получать новые знания. В связи с этим особую актуальность приобретают проблемы создания и применения машин логического вывода, которые определяют в целом эффективность этих систем. Накопленный теоретический [1] и практический опыт в области построения машин логического вывода, свидетельствует о том, что научно-теоретическая проблематика этого научного направления далека от своего окончательного решения.

Теоретические предпосылки для построения машины логического вывода осуществлены Гильбертом формулировкой проблемы разрешимости. Имеет место два препятствия решения для этой проблемы. Эти препятствия получили определения как бездна бесконечности и проклятие перебора. Бездна бесконечности открылась тогда, когда Черч и Тьюринг независимо друг от друга доказали, что не существует никакой общей процедуры доказательства теорем. Это означает, что за конечное число шагов нельзя установить справедливость или ложность представленной для доказательства теоремы существования. Однако существует очень важный результат Эрбрана, который показал, что если представленная формула теории первого порядка действительно является теоремой, получить конструктивное доказательство этого можно за конечное число шагов. Этот результат является основой современных стратегий поиска доказательств [2]. Однако заранее невозможно вычислить, за какое число шагов будет получено доказательство, а единственной формой решения является перебор вариантов с их оценкой [3].

В работе для решения этой проблемы предлагается, что теорема задается в стандартной форме, в виде формулы, из которой за счет введения скулемовских функций устранены кванторы существования, кванторы всеобщности вынесены в префикс формулы, а собственно формула приведена к конъюнктивной нормальной форме. Каждая дизъюнкция из этой конъюнктивной нормальной формы представляется множеством ее литер, дизъюнктом, а конъюнктивная нормальная форма - множеством дизъюнктов S. Доказательство теоремы выполняется опровержением отрицания теоремы. Опровержение - построением контрпримера. В работе предлагается алгоритм построения регулярных деревьев опровержения. Главная идея алгоритма - на каждом шаге он строит регулярное дерево опровержения для литер из исходного множества S. Этот подход вводит новое правило вывода вместо принципа резолюции. Когда все литеры будут рассмотрены и включены в регулярное дерево опровержения, доказательство теоремы завершается.

Литература. **1.** Чень Ч., Ли Р. Математическая логика и автоматическое доказательство теорем. - М.: Наука, 1987. - 358 с **2.** Минц Г.Е. Теорема Эбрана // Математическая теория логического вывода. - М.: Наука, 1967. - С. 311 - 350. **3.** Handbook of Automated Reasoning. - Elsevier Science Publishers, 2001. - Vol. 1: Edited by A.Robinson and A.Voronkov. - 1020 p..

Литвин С.С., Ручкин К.А.
Институт информатики и искусственного интеллекта Донецкого национального технического университета, Донецк, Украина

Расчет эффективности алгоритма распознавания кривых на плоскости

В работе [1] был приведен метод обнаружения кривых (МОК) на плоскости, в основе которого лежит алгоритм заливки. Его задача заключается в обнаружении замкнутых и не замкнутых траекторий на растровом изображении. В данной работе будет приведен анализ данного метода и предложены пути повышения его эффективности. В общем виде, метод включает следующие (ранее сформулированные) задачи:

– решение задачи распознавания вида фазовой траектории в фазовом пространстве исследуемой динамической системы с указанием их типа;

– кластерный анализ данных и построение локальных решающих правил для поиска постоянных и хаотических траекторий.

Эти задачи решаются на основе обучающей выборки данных для конкретной исследуемой динамической системы, создаваемой в процессе активного эксперимента и с использованием решающего правила распознавания типа фазовых траекторий. Такое правило строится на базе признаков, формируемых методами распознавания образов.

Результаты тестовых испытаний. Метод обнаружения кривых был реализован на языке ActionScript с помощью базовой стандартной функции заливки областей floodFill [2].

Для тестовых испытаний были отобраны однотипные образцы траекторий. Цель испытаний – выявление случаев неэффективного либо неадекватного поиска и выделения кривых. Образцы представляли собой как завершенные, так и незавершенные объекты. Наибольшая эффективность алгоритма проявилась на изображениях с отсутствием хаотичных областей и завершенностью кривых на 85–100 %. Ошибочное распознавание хаотичных областей проявлялось в случаях с плотностью расположения точек на расстоянии меньшим либо равным размеру самой точки. Эффективность метода составила 83 %. Тестирование проводилось при заданных постоянных параметрах объекта (A=1.7, B=0.9, C=0.8, h=1.91, g=1.76). Изменению подлежали параметры точки, через которую должна пройти траектория (η_1, η_2, η_3). Результаты представлены на графике (рис. 1), где η_1, η_2, η_3 – параметры направления сил воздействия на объект, задающих характер траектории.

График временной сложности (по результатам тестирования) алгоритма представлен на рис. 2.

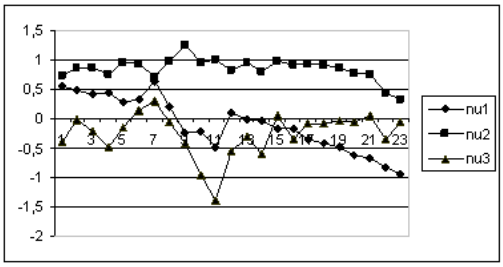


Рис. 1. Диаграмма начальных параметров

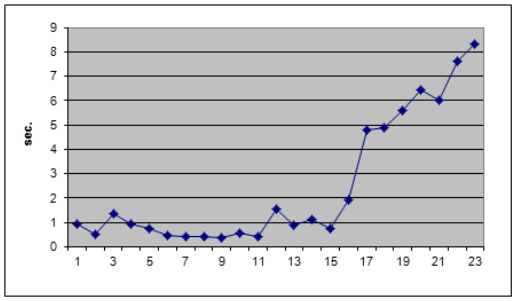


Рис. 2. Диаграмма временной зависимости

Представленные графики выявили прямую зависимость эффективности распознавания от параметра η_1. Так уже на 16-ом наборе параметров проявилось снижение эффективности распознавания. Последующие наборы параметров давали нераспознаваемые либо хаотичные траектории. Таким образом, удалось установить границу эффективности алгоритма и его временную зависимость от начальных параметров. Сложность алгоритма является полиномиальной, зависящей от типа входных данных и их размера соответственно.

Так же была протестирована отдельно стандартная функция заливки на выборке из 30 изображений, и по полученным данным выявлен характер временной сложности. Таким образом, стандартная функция заливки проявила экспоненциальные качества при увеличении объема входных данных.

Были проведены тестовые испытания качества распознавания замкнутых траекторий методом МОК на экземплярах классов, предложенных в [3]. На основе собранных данных были сделаны следующие заключения. Сложность распознавания увеличивается в зависимости от типа входных данных (траекторий). Была сформирована тестовая выборка из трех типов возможных исходов (рис. 3)

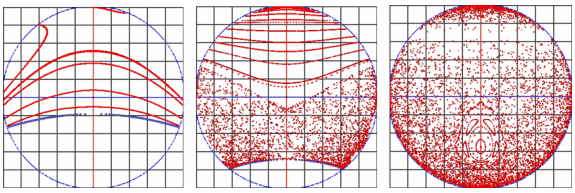


Рис. 3. Экземпляры проекций на сфере Пуассона с постоянными траекториями, смешанными областями и областью хаоса

На рис. 4 представлены результаты распознавания изображений данных типов.

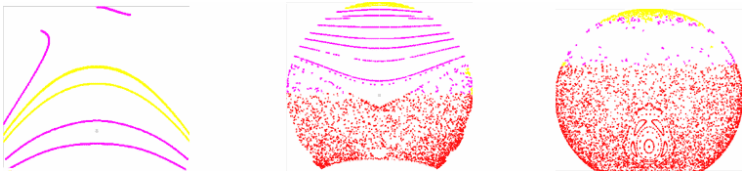


Рис. 4. Результат распознавания изображений с постоянными траекториями, смешанными областями и областью хаоса

Алгоритм обнаружения траекторий с помощью метода заливки эффективно определяет замкнутые области и незамкнутые кривые. Однако, если на изображении присутствуют области хаоса, то эффективность алгоритма значительно снижается. Это обусловлено формированием замкнутых областей из хаотических зон, которые так же относятся к замкнутым областям. Таким образом, данный метод целесообразно применять в задаче распознавания случаев с отсутствием областей хаоса.

Заключение. В работе предложен метод распознавания одной или нескольких замкнутых кривых, которые представляют собой траектории, построенные с помощью двухмерных сечений Пуанкаре на сфере Пуассона. Метод заключается в предварительной обработке изображения (устранение шума и автопостроение незавершенных траекторий) и поиске траекторий с помощью алгоритма заливки. В дальнейших исследованиях предложенный метод может быть усовершенствован по показателям временной сложности и эффективности. Предложенный метод может быть использован как один из способов в решении задач распознавания траекторий, смоделированных в рамках задач хаотической динамики.

Литература. **1.** Литвин С.С., Ручкин К.А., Метод распознавания образов траекторий построенных на двух– и трехмерных сечениях Пуанкаре // МПЗІС: материалы конференции // ДНУ им. О. Гончара. – Днепропетровск, 2010. – С.134–135. **2.** http://www.codeproject.com/Articles/6017/QuickFill-An-efficient-flood-fill-algorithm **3.** Литвин С.С., Ручкин К.А., Построение классификатора в задаче распознавания хаотических траекторий // Системы и средства искусственного интеллекта ССИИ-2010 : Наука і освіта – Донецк, 2010. – С.53-56.

Лищук Е.И., Рубан А.В.
Национальный технический университет Украины "КПИ", ФИВТ, Киев, Украина

Планирование маршрутов в логистических цепочках поставок

Любой планируемый маршрут поставки по определению направлен в будущее. Проблема заключается в том, что принять решение о том, какой маршрут выбрать, нужно сегодня. Будущее нельзя предсказать со стопроцентной точностью, а это значит, что решение приходится принимать в условиях неопределенности. Если есть возможность того, что выбранный маршрут не даст достигнуть поставленных целей, то говорят о риске, связанном с реализацией данного маршрута. Адекватный учет неопределенности позволяет снизить риск и принять оптимальное решение. Методы учета неопределенности и риска применяются в последнее время все шире, однако, актуальной остается задача выбора наиболее эффективных методов в зависимости от степени неопределенности. Воспользуемся следующей классификацией уровней неопределенности [1]:

1. высокая определенность – возможность формирования одного сценария будущего;
2. описание будущего в виде нескольких дискретных сценариев;
3. диапазон будущего – целый спектр возможных сценариев.

Высокая определенность. Есть ситуации, когда маршруты уже заранее определены и сформированы (например, специально оговоренные контрактом). Для оценки эффективности такого маршрута имеются все необходимые данные и единственная задача системы – проконтролировать выполнение данного маршрута согласно плану.

Несколько сценариев будущего. На этом уровне будущее уже не так однозначно и может быть представлено конечным набором сценариев развития событий. Заранее точно нельзя сказать, какой сценарий будет реализован, но можно сделать предположения об эффективности каждого из маршрутов каждого из сценариев. Для нахождения наиболее эффективного маршрута задача может быть сведена к транспортной задаче с промежуточными пунктами.

Диапазон будущего. На этом уровне можно выделить некий диапазон будущего развития событий. Диапазон будущего зависит от разброса значений известных ключевых переменных. Необходимо определить возможные сценарии развития будущего и выделить те переменные, изменение которых может привести к реализации того или иного сценария. Для решения подобных задач применяют Байесовы сети (БС). В нашем случае БС - это направленный ациклический граф, где каждая вершина представляет собой пункт, через который теоретически может происходить маршрут поставки, а веса дуг – это вероятность успешности маршрута при транспортировке между пунктами. В свою очередь успешность маршрута вычисляется на основании различных факторов, таких как: расстояние между пунктами, вид транспортировки, ее стоимость, поставщик [2].

В докладе будет показано, как использовать данные методы для построения логистических цепочек поставок, оптимальных по критерию минимизации общих логистических расходов при удовлетворении (с учетом) заданного фиксированного спроса.

Литература. **1.** Бочкарев А.А. Планирование и моделирование цепи поставок [Текст]/ А.А.Бочкарев; – Москва, 2008, с. 20-40 **2.** Шапиро Дж. Моделирование цепи поставок: перевод с англ. [Текст]/ Дж. Шапиро; пер. с англ. под ред. В.С. Лукинского. – СПб.: Питер, 2006. - 720с.

Лупенко С.А., Хомів Б.А.
Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, Тернопіль, Україна

Моделювання емоційного забарвлення текстової інформації

Доповідь присвячена моделюванню емоційного забарвлення текстової інформації, що присутнє у висловлюваннях користувачів, написаних на природній мові. У доповіді представлено та обгрунтовано удосконалену математичну модель опінії.

Емоційне забарвлення (опінія) притаманне більшості висловлювань користувачів, в тому числі і коментарям інтернет-магазинів. При аналізі опінії в тестових даних виділяють об'єкти, їх компоненти та обчислюють числові значення емоційного забарвлення висловлювань. Під значенням емоційного забарвлення розуміється кількісна міра позитивності чи негативності висловлювання. На рисунку 1 зображено частину типового коментаря інтернет-магазину стосовно об'єкта «Фотокамера Canon EOS 550D Kit». В даному коментарі користувач на ім'я Mahalakshmi висловлює свої враження та думки (опінії) стосовно фотокамери Canon EOS 550D Kit, виділяє її переваги та недоліки, описує характеристики об'єкта завдяки таким висловлюванням, як «Canon – одна з найкращих фірм», «Дуже чіткий дисплей» та ін.

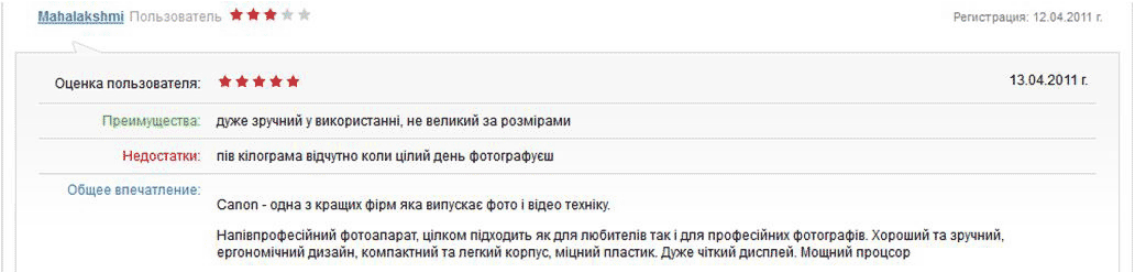


Рис. 1. Коментар інтернет-магазину стосовно об'єкта «Фотокамера Canon EOS 550D Kit»

Проаналізувавши наведений вище коментар, програмні системи Opinion Mining формують граф, який відображає структуру об'єкта, що містить компоненти, підкомпоненти та атрибути з відповідними значеннями емоційного забарвлення.

Математична модель опінії. Як відомо [1], опінія текстової інформації в коментарях інтернет-магазинів подається п'ятіркою

$$O = (e_j, a_{j,k}, so_{j,k,i,l}, h_i, t_l); \tag{1}$$

де e_j – цільовий об'єкт (сутність);

$a_{j,k}$ – аспект/компонента/властивість цільового об'єкта e_j;

$so_{j,k,i,l}$ – значення емоційного забарвлення опінії, висловленого власником опінії h_i стосовно компоненти $a_{j,k}$ цільового об'єкта e_j в час t_l ($so_{j,k,i,l}$ може набувати таких числових значень: +1 – позитивне висловлювання, -1 – негативне висловлювання, 0 – нейтральне висловлювання, або приймати інші числові значення в залежності від вибраної шкали).

Уточнення математичної моделі опінії. У доповіді запропоновано уточнення математичної моделі опінії (1), а саме:

- введення ваги $w_{j,k}$ для компоненти об'єкта $a_{j,k}$, у зв'язку з тим, що різні властивості/компоненти/характеристики можуть бути більш чи менш важливими;
- запровадження лінгвістичної змінної для подання емоційного забарвлення $so_{j,k,i,l}$, що дозволить отримувати більш точніше числове значення опінії висловлювань;
- введення ваги w_i для власника опінії h_i, в зв'язку з тим, що різні люди можуть мати різні пріоритети, наприклад, висловлювання експерта в даній галузі повинно бути важливішим, ніж інші висловлювання;
- введення ваги w_l для часу t_l, коли була висловлена опінія, в зв'язку з тим, що в певний період часу висловлювання може бути більш актуальним, ніж в інший.

Удосконалена математична модель опінії. Таким чином, враховуючи наведені вище міркування та роботу [2], модель (1) для формалізованого опису опінії об'єкта можна зобразити у такому вигляді

$$Opinion = \{O_j, (F_{j,k}, W_{j,k}), SO_{j,k,i,l}, (H_i, W_i), (T_l, W_l)\}; \quad (2)$$

де $\{O_j, j = \overline{1, J}\}$ – множина об'єктів. O_j – об'єкт (сутність), J – кількість об'єктів;

$\{F_{j,k}, j = \overline{1, J}, k = \overline{1, K_j}\}$ – множина компонент. $F_{j,k}$ – аспект/компонента/властивість цільового об'єкта O_j, K_j – кількість компонент j-го об'єкта. Якщо $K_j = 1$, то $O_j = F_{j,1}$ – у випадку, коли у висловлюванні відсутнє згадування певної компоненти об'єкта, проте описується об'єкт загалом;

$\{W_{j,k}, j = \overline{1, J}, k = \overline{1, K_j}\}$ – вага компоненти $F_{j,k}$;

$\{SO_{j,k,i,l}, j = \overline{1, J}, k = \overline{1, K_j}, i = \overline{1, I_{j,k}}, l = \overline{1, L_{j,k,i}}\}$ – множина емоційного забарвлення висловлювань. $SO_{j,k,i,l}$ – значення емоційного забарвлення опінії, висловленого власником опінії H_i стосовно компоненти $F_{j,k}$ цільового об'єкта O_j в час T_l. $SO_{j,k,i,l}$ представляється у вигляді лінгвістичної змінної та може набувати числових значень відповідно до її терм-множини;

$\{W_i, i = \overline{1, I_{j,k}}\}$ – вага власника опінії H_i. $I_{j,k}$ – кількість власників опінії, що прокоментували k-й компонент j-го об'єкта;

$\{W_l, l = \overline{1, L_{j,k,i}}\}$ – вага часової мітки T_l. $L_{j,k,i}$ – кількість часових міток, в які i-й власник опінії прокоментував k-й компонент j-го об'єкта.

Введення описаних вище уточнень для математичної формалізації опінії дасть змогу отримати більш достовірніший результат при узагальненні емоційного забарвлення висловлювань.

Представлення опінії у вигляді графа об'єкта. Коментар, зображений на рис. 1, можна описати за допомогою наведеної вище математичної моделі (2) та зобразити у вигляді графа об'єкта, що зображений на рисунку 2, де: O_1 – фотокамера Canon EOS 550D Kit; $F_{1,1}$ – вага, $F_{1,2}$ – ціна, $F_{1,3}$ – розмір, $F_{1,4}$ – ергономіка; H_1 – Mahalakshmi; T_1 – 13.04.11, $SO_{1,4,1,1}$ – дуже зручний у використанні, $SO_{1,3,1,1}$ – невеликий за розмірами, $SO_{1,2,1,1}$ – пів кілограма.

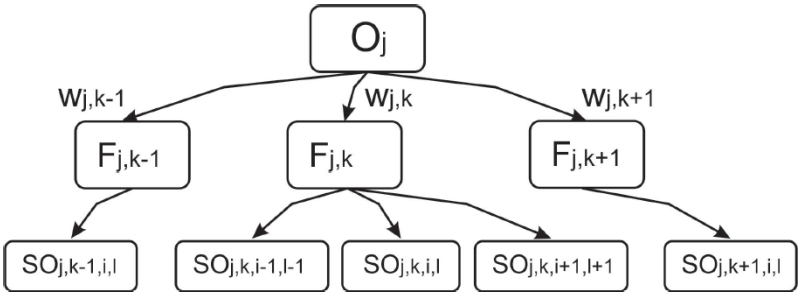


Рис. 2. Граф об'єкта

Для отримання значень $SO_{j,k,i,l}$ потрібно здійснити фазифікацію та дефазифікацію лінгвістичних змінних. Для отримання інтегрального показника об'єкта потрібно узагальнити $SO_{j,k,i,l}$ для кожного $F_{j,k}$, а числові значення компонент $F_{j,k}$ до O_j із врахуванням вагових коефіцієнтів $W_{j,k}$.

Також у доповіді запропоновано метод ранжування об'єктів з врахуванням вагових коефіцієнтів, оскільки їхнє застосування уможливить отримати більш релевантний, точний та достовірніший результат інтегрального показника об'єкта при оцінюванні опінії текстової інформації.

Література. **1.** Bing L. Web Data Mining. Exploring Hyperlinks, Contents and Usage Data, Second Edition : / Liu Bing. – Springer, 2011. – 622 p. **2.** Хомів Б., Лупенко С. Застосування вагових коефіцієнтів при оцінюванні опінії текстової інформації у web-документах / Б. Хомів, С. Лупенко // Матеріали XV наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. – Тернопіль, ТНТУ ім. І. Пулюя, 14-12 грудня 2011. – С. 95.

Мальчиков В.В., Косогов С.О.
Національний технічний університет України "КПІ", ФПМ, Київ, Україна

Сегментація мовного сигналу із застосуванням вейвлет-перетворення

Характерною рисою сучасного суспільства є широке використання ЕОМ в усіх сферах життя. Комп'ютер успішно замінює людину при рішенні формалізованих задач, коли для вирішення задачі необхідно виконати заздалегідь визначену послідовність дій. Однак при вирішенні неформалізованих задач комп'ютер виконує допоміжні функції – збір та представлення інформації, виконання розрахунків тощо, – але не може приймати рішення.

Галузь досліджень, що являє собою сукупність методів і засобів аналізу розумової діяльності людини й конструювання технічних систем, спроможних виконувати завдання, які традиційно вважаються прерогативою людського мозку, називається штучним інтелектом (ШІ). Одним з важливих напрямків досліджень з ШІ є спілкування, що має на меті забезпечення комфортних умов для спілкування людини з системою ШІ [1].

Мовне управління об'єктами відкриває широкі перспективи перед автоматизацією виробництва, розсуває межі можливостей спілкування з машинами. Мовний контакт полегшує введення даних в машину, допомагає людині працювати з комп'ютером в реальному масштабі часу. Таким чином, актуальним напрямком досліджень в галузі штучного інтелекту є системи розпізнавання мови.

Якість розпізнавання суттєво залежить від попередньої обробки сигналу. Одним з етапів попередньої обробки мовного сигналу є визначення меж мови. При вирішенні цієї задачі неодмінно постає питання сегментації мовного сигналу.

Виділяють такі підходи до сегментації мовного сигналу:

- підходи, що базуються на обчисленні значення енергії мовного сигналу у заданому часовому вікні;
- підходи, побудовані на аналізі спектрального розкладення сигналу (використання перетворення Фур'є);
- підходи, що використовують вейвлет-перетворення для аналізу частотно-часових характеристик сигналу.

Вейвлет-перетворення дозволяє вирішити проблему пошуку міжфонемних переходів щонайменше для фонем, що відповідають порівняно тривалим квазістаціонарним ділянкам мовного сигналу [2]. На міжфонемних переходах сигнал значно змінюється відразу на багатьох масштабах дослідження, що спричиняє зростання вейвлет-коефіцієнтів для багатьох рівнів деталізації, у той час як на стаціонарних ділянках фонем вейвлет-коефіцієнти групуються поблизу певних масштабів. Основна перевага підходів, що використовують вейвлет-перетворення, полягає в тому, що вони дозволяють зберігати часову інформацію при отриманні частотного спектру сигналу. Тому для вирішення задачі сегментації мовного сигналу було обрано підхід, що базується на використанні вейвлет-перетворення та полягає у наступному [3].

Вейвлет-розкладення мовного сигналу довжиною в N відліків є сумою:

$$f(t) = \sum_{k=0}^{\frac{N}{2^n}-1} s_{nk}\varphi_{nk} + \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=0}^{\frac{N}{2^j}-1} d_{jk}\psi_{jk}, \tag{1}$$

де n - рівень деталізації;
s_{jk} - коефіцієнти апроксимації вейвлет-розкладення;
d_{jk} - коефіцієнти деталізації вейвлет-розкладення;
φ_{jk} - функція масштабування;
ψ_{jk} - базисний вейвлет;
j - рівень розкладення;
k - поточний відлік перетворюваного мовного сигналу.

Мовний сигнал розкладається за M рівнями, приймаючи s_{0k} рівними рівням вихідного сигналу. Сигнал розбивається на вікна розміром Δt мс, що розміщені з половинним перекриттям

вікна. В роботі використані значення $M = 6$, $\Delta t = 20$.

Для вибору найбільш інформативного рівня розкладення використовується наступний критерій. Для j-го рівня, починаючи з третього, перевіряється виконання нерівності [3]

$$\frac{E}{N} < \frac{N_j}{E_j}, \tag{2}$$

де N_j – кількість коефіцієнтів деталізації на j-му рівні більших за 0,5. Найбільш інформативним є перший рівень, для якого умова 2 виконується. E та E_j у 2 визначаються за формулами: $E = \sum_{i=0}^{N-1} s_{0i}^2; E_j = \sum_{i=0}^{\frac{N}{2^j}-1} d_{ji}$.

Далі для аналізу поведінки коефіцієнтів деталізації на обраному рівні розкладення j будується числова послідовність $\{e_{ij}\}_{i=1}^{\frac{N}{256}}$.

Елементи цієї послідовності розраховуються за формулою:

$$e_{ij} = 10 \lg \sum_{k=0}^{n_j-1} d_{j,i+k}^2, \tag{3}$$

де i - номер ковзаючого вікна;
$n_j = m/2^j$- розмір ковзаючого вікна на j-му рівні розкладення;
n - розмір вікна у вихідному сигналі (512 відліків).

Межі передбачуваних сегментів проставляються між вікнами з номерами i та i+1, для яких виконується умова [3]:

$$|e_{i+1,j} - e_{ij}| \leqslant \delta, \tag{4}$$

де δ - деяке порогове значення, що підбирається експериментально.

На основі описаного алгоритму було розроблене програмне забезпечення (ПЗ), що дозволяє відображати на екрані часову розгортку вхідного мовного сигналу та межі виділених сегментів.

За допомогою розробленого ПЗ були проведені дослідження різних типів вейвлетів з метою пошуку оптимального вейвлетного базису. Для досліджених типів вейвлетів зроблено висновки щодо роботи алгоритму для російської та української мов. Так, при використанні вейвлету Добеші четвертого порядку були виявлені такі закономірності:

- проривні приголосні поділяються на 2 сегменти;
- наголошені голосні виділяються в окремий сегмент;
- ненаголошені голосні, що мають коротку тривалість і стоять перед приголосними, не виділяються в окремий сегмент.

Порогове значення δ для умови 4 обирається таким чином, аби вихідний сигнал був поділений на сегменти, які б відповідали фонемам, що виділяються. Для випадку вейвлету Добеші четвертого порядку оптимальним є порогове значення 2.5. При виборі більшого значення, не виділяється в окремий сегмент наголошена голосна “а”, з іншого боку, значення, менше за 2.5, перевіряти не потрібно, оскільки для обраного значення порогу було отримано достатній рівень деталізації розбиття.

Виконане тестування показало, що у деяких випадках алгоритм не дозволяє виділити окремі фонеми та їх послідовності. Це може бути пов’язано з наявністю в оброблюваному сигналі шумів та особливостей, викликаних апаратурою звукозапису.

Подальші дослідження будуть пов’язані із виробленням рекомендацій щодо використання різних типів вейвлетів і значень параметрів алгоритму при сегментації мовного сигналу.

Література. **1.** Титенко С.В. Проблема представления знаний на основе естественного языка в образовательных системах искусственного интеллекта // Лаборатория СЕТ. Киев – 2006. **2.** Ермоленко Т. В. Применение вейвлет-преобразования для обработки и распознавания речевых сигналов // Искусственный интеллект. – 2002. – № 4. – с. 200-208. **3.** Ермоленко Т., Шевчук В. Алгоритмы сегментации с применением быстрого вейвлет-преобразования // Материалы конференции ”Диалог 2003”.

Мельникова Н.І.
Національний університет "Львівська політехніка" Інститут підприємництва та перспективних технологій, Львів, Україна

Метод оцінювання якості медичних експертних систем

У даній статті розглянуті характеристики оцінки якості експертної системи лікування пацієнтів, на підставі яких експертна система встановлює власний показник ваги стану пацієнта, дає оцінку ефективності препарату та методу лікування.

Існує на даний час велика кількість нормативних вимог, які створюють передумови для стимулювання виробників надавати гарантію, що їхня продукція не несе небезпеки. Стандарти керуються інструментами, що не дають чіткої та об'єктивної оцінки продуктів стосовно їхньої професійної придатності.[1] Велика чисельність інструментальних засобів оцінки свідчить про актуальність проблеми, а з іншого боку — про відсутність єдиного підходу до її вирішення. На підставі цього виникає потреба розробки універсального методу.

Запропонований власний підхід щодо вирішення задачі оптимізації методу оцінки якості медичних експертних систем, що забезпечують підбір оптимальних схем лікування. Усі медичні інформаційні системи, які розробляються та базуються на наукових дослідженнях, повинні впливати на ефективність одужання хворих людей. Вважаємо, що безпека та благополуччя таких людей еквівалентна якості їх життя.

Якість життя хворої людини у сучасній медицині залежить від фізичного, психологічного, та соціального компонентів. Їх всебічне вивчення дозволяє визначити рівень якості стану хворого, як окремої особи, так і цілих груп, і встановити, за рахунок якого складника він підвищується чи знижується та на що необхідно вплинути, щоб покращити якість життя (скоригувати або змінити тактику лікування, надати соціальну підтримку та ін.). Вважаємо, що якість життя QL дорівнює якості стану хворого QSP, якщо вимірювання цих показників здійснюється на основі аналізу станів пацієнта.

$$QL = QSP = \frac{(FS + PS + SS) \times EMH \times QSO}{EE} \to max \tag{1}$$

при виконанні обмежень :

$$EMH, EE \in (0, 1]; FS, PS, SS, QSO \in [0, 1], \tag{2}$$

де QSP – якість стану хворого, FS – фізичний стан, PS – психологічний стан, SS – соціальний стан, EMH – ефективність надання медичної допомоги, QSO – якість стану одужання пацієнта, EE – економічна ефективність. Область допустимих значень кількісних показників коливається від 0 до 1.

Дану задачу нелінійного програмування можна розв'язати засобами існуючих методів: релаксації, градієнтів або множників Лагранжа.

Отже, якість життя, яка характеризується якістю стану пацієнта, прямо пропорційна якості стану одужання хворого та ефективності надання медичної допомоги, що визначається комплексним аналізом нових методів діагностики, лікування, профілактики, якості лікування.

Необхідно створити передумови для практичного застосування оцінки якості життя у вітчизняних реаліях, що б розширило і полегшило прогнозування лікарями розвитку хвороби і ускладнень, виявлення пацієнтів, які потребують активного спостереження.

Можна стверджувати, що оцінка якості життя повинна стати одним із основних критеріїв ефективності надання медичної допомоги, а також стати самостійним показником стану пацієнтів при проведенні медико-соціальної експертизи, визначення прогнозу, тактики лікування, розробці реабілітаційних програм та медичних експертних систем.

Література. **1.** Schlander, Michael. "Measures of efficiency in healthcare: QALMs about QALYs?". Institute for Innovation & Valuation in Health Care. http://www.michaelschlander.com/pnp/publications_en/Schlander-QALMs-about-QALYs-2010.pdf

Мізерака М.Ю. *— рецензент Зайченко О.Ю.*
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Якість розміщення реклами при плануванні кампанії на телебаченні

Реклама вже зараз «діє на нерви» всьому людству, а подальший розвиток технологій неминуче призведе до створення все нових і нових методів донесення «повідомлень про бажання продати». Єдине, що залишиться незмінним - сама суть реклами, як однієї з форм прямого спілкування певного бренду з реальною людиною [6].

За результатами досліджень пряму рекламу на телебаченні (ТБ) глядачі зазвичай ігнорують: не помічають, перемикають канали, йдуть на час рекламної паузи, однак, при правильному розміщенні така реклама все одно сильно запам'ятовується і викликає довіру споживача, відкладаючись в підсвідомості, і при виборі товару в магазині людина купить саме рекламований товар.

Одним з показників якості розміщення реклами є *Affinity Index* або Індекс відповідності - позначає відношення рейтингу за цільовою аудиторією (*TRP* - Target Rating Points — сума рейтингів рекламної кампанії в цільовій аудиторії, тобто GRP в цільовій аудиторії) до рейтингу за базовою аудиторії (*GRP* - Gross Rating Point - це сума рейтингів усіх виходів рекламних повідомлень в рамках даної рекламної кампанії. Індекс відповідності показує, наскільки краще (якісніше, більше, сильніше, щільніше) цільова аудиторія контактувала з подією (телепрограмою або рекламним роликом), ніж базова [7].

При плануванні реклами на обраний період часу потрібно прогнозувати рейтинги виходу рекламних повідомлень. Розглядаючи статистичні дані телеперегляду за минулі роки можна відмітити, що основна тенденція розподілу рейтингів залишається незмінною. Тобто, наприклад, якщо влітку на відміну від зими рейтинги були невисокими, так як в цей період року більшість людей віддає перевагу відпочинку на свіжому повітрі перед жарким приміщенням, то як в 2006 році нічого не змінилося, так і в наступні роки. Тому, беручи до уваги такі дослідження, розглядатимемо дані певного, заздалегідь обраного, телеканалу і цільової аудиторії за 2006-2011 роки. Задачею є змоделювати і спрогнозувати рейтинги 2011 року на основі попередніх, порівняти результати з фактичними даними і розрахувати якіть розміщення реклами в певному рекламному блоці. Але в силу неповноти інформованості і нестабільності реальних даних виникає потреба у використанні методу прогнозування, який врахує ці недоліки. Тому для прогнозування рейтингів TRP і GRP в роботі використовується нечіткий метод групового урахування аргументів (НМГУА) [8].

На основі отриманих результатів можна оцінити якість розміщення повідомлення у певний рекламний блок. Чим більший Affinity Index, тим менше грошей витратить рекламодавець на покупку базових пунктів рейтингу, або на ті ж гроші - більше цільових пунктів. Він показує «профільність» обраного рекламного засобу по відношенню до заданої цільової аудиторії. Це дає необхідну при затвердженні проекту гарантію замовнику, що цільова аудиторія побачить рекламу потрібну кількість разів.

Тож основне питання роботи – визначення показника якості розміщення реклами. Для цього була створена система підтримки прийняття рішень при прогнозуванні рейтингів TRP і GRP за допомогою НМГУА, а також проведено експериментальні дослідження та проаналізовано отримані результати, які мають наукову цінність в області медіа планування.

Література. **1.** Бюро маркетингових технологій [Online]. Доступ: http://marketingburo.com.ua/ru/promotion/, **2.** Матеріал із Вікіпедії [Online]. Доступ: http://ru.wikipedia.org/wiki/Affinity_Index, **3.** Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах: учебное пособие / Ю. П. Зайченко.— К.: Слово, 2008. — 341 с., **4.** Офіційний сайт компанії GfK Ukraine [Online]. Доступ: http://www.gfk.ua/sectors_and_markets/media/index.ua.html, **5.** Базові властивості товарів і цільова аудиторія [Online]. Доступ: http://www.brandband.ru/media.html. **6.** http://marketingburo.com.ua/ru/promotion/. **7.** http://ru.wikipedia.org/wiki/Affinity_Index. **8.** http://www.twirpx.com/file/289219/.

Надеран Э.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Онлайн распознавание рукописных математических выражений

В настоящее время, в связи с развитием планшетных компьютеров, появляется необходимость ввода данных без использования клавиатуры. Математические выражения составляют основную часть в большинстве научных и технических статей. Ввод рукописных математических выражений является более сложным, чем ввод обычного текста, так как математические выражения, как правило, состоят из специальных символов и греческих букв в дополнение к английским символам и цифрам. Задачу распознавания рукописных математических выражений можно разделить на два основных этапа: распознавание рукописных символов и структурный анализ. Такое разделение на подзадачи имеет ряд преимуществ, в частности подзадачи могут быть решены независимо друг от друга, что позволяет проанализировать результаты и сделать улучшения на каждом из этапов, при этом сохранится целостность всей системы.

За многие годы исследований были предложены разные подходы для распознавания рукописных математических выражений, включая такие методы, как соответствие шаблону [1], структурный подход [2], нейронные сети [3]. Предлагаемый в данном исследовании метод распознавания использует нечеткий классификатор NEFClass [4], который объединяет в себе достоинства нейронных сетей и систем нечеткого вывода. Преимущество использования нечеткого классификатора для распознавания символов заключается в том, что полученный в результате редактор формул может обучаться и, как следствие, адаптироваться к привычкам письма различных пользователей. Кроме того, обученная нейронная сеть нечувствительна к небольшим изменениям в почерке, что позволяет получать правильный результат при распознавании. Данная особенность нечетких нейронных сетей выгодно отличает их от других методов распознавания.

Рассматриваемый в исследовании метод структурного анализа использует для анализа математических выражений комплексный подход, который включает в себя несколько алгоритмов, такие как размещение, чередование, группировка, а также анализ написанного пользователем математического выражения, после каждого внесенного изменения. Отличительной особенностью исследуемого метода структурного анализа является возможность записывать составляющие математического выражения в любом порядке и вносить любые изменения в уже существующее математическое выражение. Предлагаемый метод структурного анализа позволяет достаточно точно определить пространственные отношения между символами и, как результат, полностью отобразить структуру написанного пользователем математического выражения.

В докладе приводится предложенный метод к решению задачи онлайн распознавания рукописных математических выражений и описываются результаты его применения для различных видов почерков.

Литература. **1.** Nakayama Y. A prototype pen-input mathematical formula editor. – EDMEDIA, 1993. - pp. 400-407. **2.** Belaid A. Haton J.-P. A syntactic approach for handwritten mathematical formula recognition. - IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1984. - pp. 105-107. **3.** Kosmala A. Rigoll G. On-line handwritten formula recognition using statistical methods. - International Conference on Pattern Recognition, 1998. - pp. 1306-1308. **4.** Зайченко Ю.П. Нечёткие модели и методы в интеллектуальных системах. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. – К.: «Издательский Дом «Слово»», 2008. – с. 344

Никитчук С.С., Рубин Э.Е.
Национальный технический университет "ХПИ", Харьков, Украина

Информационные технологии в управлении функционированием и развитием холдинга на основе ключевых показателей эффективности

Основными критериями успеха в бизнесе стали профессиональное управление, умение обеспечить эффективную работу персонала, правильно идентифицировать, проектировать, реализовывать и совершенствовать бизнес-процессы, эффективно вести организационно-административную и хозяйственную деятельность. В этих условиях современные информационные технологии и создаваемые на их основе интегрированные информационные системы становятся незаменимым инструментом в обеспечении достижения стратегических целей и устойчивого развития организаций [1].

Интегрированные информационные системы управления предприятием (ИСУП) обслуживают управленческий уровень, обеспечивая менеджеров среднего и высшего звена текущей информацией о выполнении основных бизнес-процессов в компании и о изменениях во внешней среде. Они обеспечивают интерактивный доступ к показателям текущей деятельности организации, архиву отчетов, решениям, приказам, распоряжениям, протоколам совещаний, отчетным формам. Основной ИСУП на современном этапе являются так называемые системы планирования ресурсов предприятия (ERP). Мировой опыт свидетельствует, что умело выбранная и внедренная ERP-система существенно улучшает управляемость предприятием и повышает эффективность его работы. Лидером рынка ERP-систем по объемам поставок (в денежном выражении) на рынке СНГ является компания SAP AG, доля которой составляет 49,6 %; второе место занимает Oracle – 14,9 %. Третьей в пятерке лидеров остается российская «1С» – 14,4 %. Замыкает пятерку лидеров Microsoft Dynamics (7,8 %) и «Галактика» (4,7 %) [2].

Соединение ERP-системы с технологиями OLAP, системой ключевых показателей эффективности и системой функционально-стоимостного управления привело к появлению и развитию систем BPM (Business Performance Management – управление эффективностью бизнеса), которые позволяют связывать операционные результаты деятельности предприятия с эффективностью реализации миссии организации [3]. BPM-системы являются современными и эффективными решениям. Они объединяют известные управленческие технологии и программные решения, которые прежде применялись локально и решали задачи отдельных подразделений и пользователей. Преимущество и новизна BPM-подхода заключается в том, что BPM-система предназначена для поддержки полного цикла управления всеми структурными единицами холдинга. Это значит, что инструменты BPM взаимосвязаны и обеспечивают исполнение четырех основных этапов управления эффективностью бизнеса:

- разработка стратегии;
- тактическое планирование;
- мониторинг и контроль исполнения;
- анализ и регулирование.

Таким образом, с помощью решения «BPM+ERP» создается целостная инфраструктура для поддержки согласованного стратегического и тактического управления структурными единицами холдинга на основе единой модели данных. В этом принципиальное отличие комплексного подхода на базе систем автоматизации управления холдингом на основе ключевых показателей эффективности от изолированного решения отдельных управленческих задач.

Литература. **1.** Граничин О.Н., Кияев В.И. Информационные технологии в управлении: Учебное пособие.-М.:Бином, 2011.-363 с. **2.** Абдикеев Н.М., Китова О.М. Корпоративные информационные системы управления.-М.:Инфра-М, 2012.-464с. **3.** ERP и управление возможностями бизнеса http://www.intuit.ru/department/itmngt/itmangt/11/. **4.** Годин В.В., Корнеев И.К. Управление информационными ресурсами.-М.:Инфра-М, 2000.-352 с. **5.** Linthicum D. Enterprise Application Integration.- Massachusetts:Addison Wesley, 1999.-400 p.

Ногина Н.В., Грунский И.С.
Институт информатики и искусственного интеллекта Донецкого национального технического университета, Донецк, Украина

Анализ языков, порожденных помеченными графами

Рассматривается задача построения алгебраического выражения языка, представимого в помеченном графе. Такие графы интенсивно изучаются при верификации программ [1] и планировании движения мобильного робота [2]. В работе предлагается алгоритм построения регулярного выражения по заданному помеченному графу, который является обобщением алгоритма из [3].

Помеченным графом назовем восьмерку $G = (Q, E, X, Y, \mu, \rho, q_0, F)$, где Q - конечное множество вершин, E - множество дуг, X - множество отметок вершин, Y - множество отметок дуг, $\mu : Q \to X$ - функция разметки вершин, $\rho : E \to Y$ - функция разметки дуг, q_0 - начальная вершина графа, F - множество финальных вершин. Путем в графе G будем называть конечную последовательность $l = q_1e_1q_2e_2 \dots e_{k-1}q_k$, где q_i - вершина, а e_i - дуга, началом которой является вершина q_i, а концом q_{i+1}. Отметка пути l - это последовательность отметок $w(l) = x_1y_1x_2y_2 \dots y_{k-1}x_k$, где $x_i = \mu(q_i)$, $y_i = \rho(e_i)$. Языком $L(G)$, порождаемым графом G, назовем множество отметок всех путей, начинающихся в начальной и заканчивающихся в финальных вершинах графа.

Пусть $Pre(q_i)$ - множество начальных вершин всех дуг, входящих в q_i, $Post(q_i)$ - множество конечных вершин всех дуг, исходящих из q_i.

Пусть Z^+- множество всех непустых слов вида $w = x_1y_1 \dots y_{k-1}x_k$. Рассмотрим алгебру $\langle 2^{Z^+}, \circ, \cup, \circledast, \varnothing, X\rangle$, в которой операции на языках L_1, $L_2, L \subseteq Z^+$ определены следующим образом:

1) операция объединения: $L_1 \cup L_2 = \{w | w \in L_1$ или $w \in L_2\}$;

2) операция сочленения слов: $L_1 \circ L_2 = \{w_1'xw_2' |$ если $w_1 = w_1'x, w_2 = xw_2'\}$;

3) операция итерации (зацикливания):$L^{\circledast} = \bigcup\limits_{i=0}^{\infty} L^i$, где $L^0 = L_{beg} \circ L_{end}$, причем $L_{beg} = \{x | xw' \in L, x \in X\}$; $L_{end} = \{x | w'x \in L, x \in X\}$; $L^1 = L$; $L^{n+1} = L^n \circ L$ для всех $n \geqslant 1$.

Регулярные выражения определим индуктивно:

1) пустое множество $\varnothing$ является регулярным выражением;

2) x, xyx' являются регулярными выражениями для всех символов $x, x' \in X$, $y \in Y$;

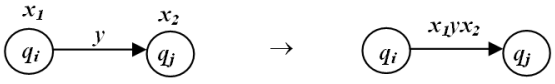
3) если p и q - регулярные выражения, то выражения $p \circ q$, $p \cup q$, $p^{\circledast}$ также являются регулярными.

Алгоритм.

Вход. Граф G с отмеченными вершинами и дугами, с начальной и финальными вершинами.

Выход. Регулярное выражение R, описывающее язык, порожденный исходным графом.

Шаг 1. Создаем представление графа G в виде списка дуг, при этом отметки вершин переносятся на дугу:



В список вершин вводится фиктивная конечная вершина fin, а в список дуг - дуга из каждой финальной вершины q_i в вершину fin. Эта дуга помечается отметкой $\mu(q_i)$.

Шаг 2.

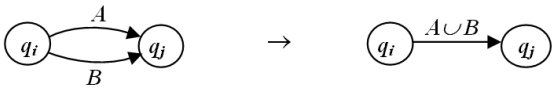
If в графе существуют вершины, не являющиеся начальными, из которых исходит хоть одна дуга, **then goto** *Шаг 3*

else goto *Шаг 6*.

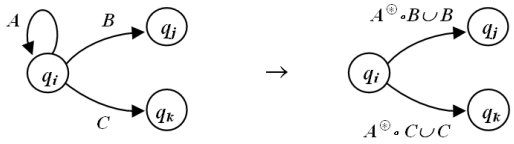
Шаг 3. Удаление кратных дуг и петель.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

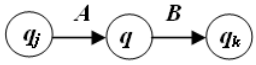
1. Удаляем кратные дуги, заменяя их одной дугой с отметкой, равной объединению отметок исходных дуг:



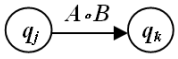
2. Удаляем петли по правилу:



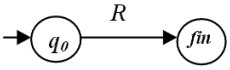
Шаг 4. Удаление одной вершины.
Выбираем $q_i \in Pre(fin)$;
$q := qi$.
Шаг 5.
If $q \neq q_0$ **then** удаляем вершину q и все входящие и выходящие из нее дуги.
Если при этом есть путь



где $q_j \in Pre(q)$ и $q_k \in Post(q)$, то в граф добавляется дуга



goto *Шаг 2*;
else q_i равная q_0 не исключается;
выбираем $q_m \in Pre(q_0)$;
$q := q_m$;
goto *Шаг 5*.
Шаг 6. Удаляем все вершины $q \neq q_0$ и $q \neq fin$ и все входящие в них дуги. Получим граф



где R — это искомое регулярное выражение.
Доказана корректность приведенного алгоритма.

Литература. **1.** Годлевский А.Б. Предикатные преобразователи в контексте символьного моделирования транзиционных систем / А.Б. Годлевский // Кибернетика и системный анализ. — 2010. — №4. — С. 91–99. **2.** Dudek G. Computational principles of mobile robotic / G. Dudek, M. Jenkin. — Cambridge Univ. press, 2000. — 280 p. **3.** Ногина Н.В. Построение регулярного выражения языка, представимого графом с отмеченными вершинами / Н.В. Ногина, И.С. Грунский // Тезисы докладов IX международной научно-практической конференции «Математическое и программное обеспечение интеллектуальных систем» (MPZIS - 2011). — Днепропетровск, 2011. — С. 193–195.

Палійчук О.О. *— рецензент Черняк О.І.*
Київський національний університет ім. Т. Шевченка, Київ, Україна

Оптимізація процесу бюджетування на підприємстві на базі BPM-систем

Сучасний бізнес не може бути ефективним без використання інструментальних засобів бізнес-аналітики. Важко прийняти правильне рішення, ґрунтуючись тільки на інтуїції і особистому уявленні про стан справ. Щоб утримати досягнуті позиції, менеджери, економісти, бухгалтери змушені використовувати нові технології управління. Для оптимізації процесу прийняття управлінських рішень та оцінки можливих наслідків у компаніях стали впроваджувати BPM-системи (Business Performance Management). [1]

В основі технології BPM лежить ідея безперервного циклу управління: від визначення цілей, моделювання майбутнього розвитку, планування діяльності до підготовки фінансової та управлінської звітності. Стратегія компанії визначає її плани, а постійний моніторинг та аналіз виконання планів формує коригувальні дії, що забезпечують досягнення цих планів в зовнішніх умовах [2].

На сьогодні питання оптимізації бізнес-процесів бюджетування постає і перед українськими підприємствами. Впровадження системи бюджетування повинно полегшити та прискорити процес узгодження, контролю та затвердження фінансових планів, особливо враховуючи специфіку вимог законодавства України.

Як засіб ПЗ була обрана BPM-система корпорації SAP - SAP Business Planning & Consolidation на базі єдиного сховища даних SAP NetWeaver. [5]

Під час впровадження інформаційної системи була здійснена автоматизація заповнення форм фінансового плану та форм звіту про виконання фінансового плану шляхом введення додатків до фінансового плану та робочих таблиць. До основних функціональних можливостей впровадженої ІС належать:

- покрокове ведення бюджетування за допомогою шаблонів бізнес-процесів;
- ідентифікація та обмеження дій користувачів відповідно до наданих повноважень;
- консолідація планів окремих структурних підрозділів;
- контроль процесу формування фінансового плану з урахуванням версійності;
- моніторинг та аналіз виконання планів з можливістю коригувальних дій.

Важливу роль у бюджетуванні слід надавати контролю його виконання. Ієрархія бюджетування дозволяє ефективно контролювати надходження та витрачання коштів, створити реальні умови для реалізації ефективної стратегії фінансування. Аналіз відхилень фактичних показників від бюджетних та визначення причин цих відхилень дають змогу здійснювати постійний періодичний контроль [3].

За невідповідності бюджету вимогам реальності він перестає бути управлінським інструментом, в нього слід внести зміни. Прийняття управлінських рішень повинно бути побудоване на результатах аналізу виконання бюджетів [4].

Результатом розробки BPM-системи стало створення ефективної системи управління ресурсами, яка здатна передбачити можливі проблеми і відповідним чином зпланувати майбутні дії. Дуже важливим є й те, що створення системи бюджетування спонукало до інтеграції управлінських та інформаційних технологій, що призвело до підвищення ефективності управління підприємства.

Література. **1.** Business Performance Management Industry Framework Document. Final version 5.0. – BPM Standards Group, 2005. – 27 pp. **2.** Білик М.Д. Бюджетування у системі фінансового планування // Фінанси України – 2003. – № 3. – С. 97 . **3.** Компанець Н. М., Теоретичні принципи бюджетування, [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/Evkpi/2009/91.pdf. **4.** Кухар А. Автоматизация бюджетирования// "Компьютерное обозрение"(№16-17 (728) от 18 мая 2010). **5.** Офіційний сайт компанії SAP [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://www.sap.com/index.epx.

***Печурин Н.К.*[1], *Кондратова Л.П.*[2], *Печурин С.Н.*[1]**
[1] *Национальный авиационный университет, ФКС, Киев, Украина;* [2] *УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина*

Инструментарий формальных грамматик для оценки эффективности перераспределения функций эталонной модели взаимодействия открытых систем в беспроводной компьютерной сети

Изменение расположения функций по уровням эталонной модели взаимодействия открытых систем (ЭМ ВОС) обусловлено желанием упорядочения связей между ними на предмет улучшения показателей сети [1]. Применение инструментария прямонаправленных сетей MLP и RBF для изменения расположения функций ЭМ ВОС, с учетом введенных допущений, обеспечивает наилучшее значение качества определения кортежа функций для классического семиуровневого состава и структуры. В данной работе предлагается применить инструментарий теории формальных грамматик для описания преобразований протокольных модулей данных (PDU) в процессе перехода от уровня к уровню ЭМ ВОС. На множестве функций семиуровневой модели выделяются функции, выполняющие преобразование PDU, в частности, - определённых стандартом для каждого уровня и реализующие преобразования PDU, в передающей и принимающей станциях, процедуры инкапсуляции и деинкапсуляции [2]. Функции инкапсуляции и деинкапсуляции, реализованные на уровнях ЭМ ВОС в виде процедур преобразования PDU, предлагается представлять как процесс формирования предложений некоторого формального метаязыка с грамматикой $G =< V_T, V_H, \sigma, P >$, где V_T - алфавит терминальных символов, V_H- алфавит нетерминальных символов, $\sigma \in V_H$ - начальный нетерминальный символ, $P = \langle u_i \to v_i | i = 1, ..., k \rangle$ - конечная система подстановок с символами алфавита $V = V_T \bigcup V_H$ в левых и правых частях [3].

В семиуровневой модели в ЭМ ВОС выполняется соответствующее число преобразований, согласно которым формируются предложения (модули PDU) в терминах формальных грамматик. Этап инкапсуляции порождает правила формирования предложений P грамматики G, которые могут иметь вид:

PDU->ЗАГОЛОВОК А|Б...; PDU->А|Б...ТРЕЙЛЕР; ЗАГОЛОВОК->ЗАГОЛОВОК А|.

В беспроводной компьютерной сети, использующей технологии расширения спектра методами прямой последовательности или скачкообразного переключения частоты, предложения метаязыка, отвечающие подуровню PLCP физического уровня, соответствуют функции определения состояния линии передачи. В форматах фреймов для вышеуказанных систем модуляции [4] включены поля, предназначенные для принятия решения приемной станцией о выборе антенны, коррекции ухода частоты, синхронизации распределения пакетов и фреймов (Sync, SFD), скорости передачи (PSF, Signal).

Предложенный способ представления межуровневого преобразования PDU, основанный на представлении этого преобразования в виде процедуры межуровневой трансляции, позволяет проанализировать эффективность перераспределения функций с использованием инструментария формальных грамматик.

Литература. **1.** Печурин Н.К. Анализ кластеризации эталонной модели взаимодействия открытых систем инструментарием сетей MLP и RBF / Печурин Н.К., Кондратова Л.П., Печурин С.Н.//Проблеми інформатизації та управління.-2010.-Вип.4 (32).–С.69-77. **2.** 2. Основи дискретної математики / [Капітонова Ю.В., Кривий С.Л., Летичевський О.А., Луцький Г.М., Печурін М.К.].–К.:Наукова думка.–2002.-580 с.– ISBN 966-95402-2-4. **3.** Амато В. Основы организации сетей Cisco: Т.2; пер. с англ.- М.: Издательский дом «Вильямс».–2002.–464 с.–ISBN 5-8459-0283-5. **4.** Рошан П. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11: пер. с англ./Рошан П., Лиэри Дж.-М.:Издательский дом «Вильямс».–2004.–304 с.–ISBN 5-8459-0701-2.

Поворознюк А.И., Филатова А.Е.
Национальный технический университет "ХПИ", Харьков, Украина

Обобщенный метод нелинейной фильтрации в задаче структурной идентификации биомедицинских сигналов с локально сосредоточенными признаками

В работе рассматривается задача структурной идентификации биомедицинских сигналов с локально сосредоточенными признаками с помощью нелинейного фильтра. Рассмотрены модели полезного сигнала с локально сосредоточенными признаками, а также методы преобразования биомедицинских сигналов с локально сосредоточенными признаками на основе моделей полезного сигнала. Предложен обобщенный метод нелинейной фильтрации биомедицинских сигналов с локально сосредоточенными признаками.

Введение. Проектирование компьютерных диагностических систем оценки состояния сердца и сердечно-сосудистой системы с целью повышения эффективности диагностики сердечно-сосудистых заболеваний является актуальной задачей медицинской кибернетики. В [1] были выделены основные этапы обработки биомедицинских сигналов (БМС) с локально сосредоточенными признаками (ЛСП) в компьютерных диагностических системах. Рассматриваемые БМС с ЛСП – это квазипериодические сигналы сложной формы, состоящие из периодически чередующихся структурных элементов. Структурные элементы – это небольшие фрагменты интервала наблюдения БМС с ЛСП, несущие информацию о состоянии объекта.

Одним из ответственных и трудно формализованных этапов обработки БМС с ЛСП является этап структурной идентификации, который заключается в выделении на фоне помех структурных элементов. Эту задачу можно решить с помощью нелинейного фильтра (НФ), в основу которого положена модель полезного сигнала (МПС). Задача нелинейного фильтра – на основе множества моделей структурных элементов БМС с ЛСП найти некоторое преобразование, в результате которого может быть получен сигнал, обладающий заданными характеристиками.

Модели полезного сигнала. В [1, 2] рассмотрены различные модели полезного сигнала, каждая из которых в соответствие с некоторым критерием наилучшим образом описывает структурные элементы. В модели МПС-1 биомедицинский сигнал может быть описан в виде решетчатой функции времени. Это наиболее простая модель, в которой не учитываются особенности БМС с ЛСП. Модель МПС-2 – это модель разложения биомедицинских сигналов по базисным функциям. В МПС-2 могут использоваться, например, ряды Фурье или вейвлеты. В модели МПС-3 период биомедицинского сигнала представлен в виде функции, кусочно заданной на периоде последовательностью фрагментов. При этом на каждом временном отрезке задается своя аппроксимирующая функция, характеризующая структурный элемент. Модель МПС-4 – это структурно-лингвистическая модель представления периода биомедицинского сигнала. В модели МПС-5 биомедицинский сигнал с локально сосредоточенными признаками представлен в виде множества объектов в пространстве параметров. В модели МПС-5 учитываются некоторые особенности МПС-3 (при описании объектов используются параметры кусочно-заданных аппроксимирующих функций) и МПС-4 (БМС рассматривается как множество объектов).

Обобщенный метод нелинейной фильтрации. На основе рассмотренных моделей можно выделить следующие методы преобразования биомедицинских сигналов с локально сосредоточенными признаками: контурный анализ (МПС-1); преобразование Фурье и вейвлет преобразование (МПС-2); структурное преобразование сигнала на основе грамматического разбора (МПС-3); преобразование в фазовое пространство (МПС-4); преобразование в адаптивное пространство параметров аппроксимирующих функций (МПС-5).

Анализ рассмотренных методов позволил выделить однотипные этапы при структурной идентификации биомедицинских сигналов с локально сосредоточенными признаками. В результате предложена схема структурной идентификации (рис. 1).

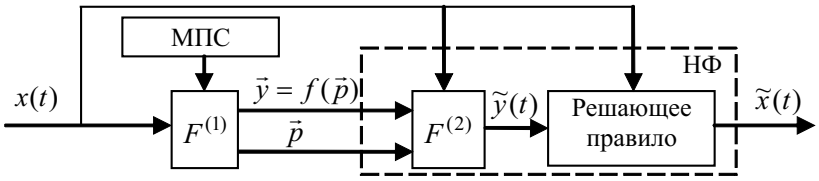


Рис. 1. Схема структурной идентификации БМС с ЛСП на основе нелинейного фильтра

Преобразование 1-го уровня $F^{(1)}$ – это один из методов преобразования БМС с ЛСП $x(t)$ на основе МПС с учетом вектора параметров $\vec{p}$ в вектор $\vec{y} = f(\vec{p})$. Преобразование 2-го уровня $F^{(2)}$ – это получение новой функции во временной области $\widetilde{y}(t)$, на основании анализа которой выполняется структурная идентификация с помощью порогового решающего правила следующего вида

$$\widetilde{x}(t) = \begin{cases} x(t), & \text{если } \widetilde{y}(t_{oi}) < Pd \ \forall t \in \mathbf{M}(t_{oi}), \\ 0 & \text{в остальных случаях,} \end{cases}$$

где Pd – пороговое значение; $\mathbf{M}(t_{oi})$ – окрестность точки t_{oi}; t_{oi} – точка локального минимума функции $\widetilde{y}(t)$ такая, что $\widetilde{y}(t_{oi}) \leqslant \widetilde{y}(t) \ \forall t \in \dot{\mathbf{M}}(t_{oi})$; $\dot{\mathbf{M}}(t_{oi}) = \mathbf{M}(t_{oi}) \setminus \{t_{oi}\}$ – проколотая окрестность точки t_{oi}.

Преобразование $F_{(2)}$ вместе с решающим правилом являются основой нелинейного фильтра.

Т.к. адекватность определенной МПС для каждого структурного элемента различна, то при проектировании НФ предлагается объединять частные решающие правила (ЧРП) в коллектив решающих правил (КРП), например, по принципу голосования или взвешенной суммы (рис. 2).

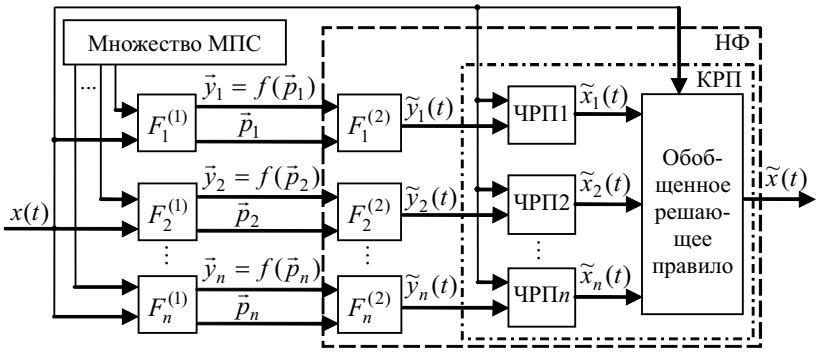


Рис. 2. Обощенная схема структурной идентификации БМС с ЛСП на основе НФ

Такой подход позволяет учитывать все сильные стороны преобразований, основанных на различных моделях полезного сигнала. А это в свою очередь повышает качество структурной идентификации БС с ЛСП.

Заключение. Анализ моделей полезного сигнала и методов преобразования биомедицинских сигналов с локально сосредоточенными признаками позволил выделить однотипные этапы при структурной идентификации БМС с ЛСП. В результате на основе нелинейного фильтра предложена обобщенная схема структурной идентификации БМС с ЛСП, которая позволила учесть достоинства основных методов преобразования БМС с ЛСП.

Литература. **1.** Філатова Г. Є. Структурна ідентифікація сигналів у кардіологічних системах: дис. канд. техн. наук: 05.11.17 / Філатова Г.Є. – Харків, 2002. – 177 с. **2.** Файнзільберг Л. С. Методи та інструментальні засоби оцінювання стану об'єктів за сигналами з локально зосередженими ознаками: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук: спец. 05.13.06 «Автоматизовані системи управління та прогресивні інформаційні технології» / Файнзільберг Л. С. – К., 2004. – 35 с.

Родіонова Ю.С., Дробишев Ю.П.
Національний технічний університет України "КПІ", ФПМ, Київ, Україна

Оптимізація процесів інвестування за критеріями значимості

Економічні ресурси, які направляються на збільшення реального капіталу суспільства, називають реальними інвестиціями. Формування та реалізація реальних інвестиційних проектів забезпечує високі темпи розвитку підприємства, створення нових робочих місць, формування високого іміджу та економічний розвиток держави, зокрема України, вцілому.

Цілеспрямований підбір об'єктів-реципієнтів для інвестування являє собою процес формування інвестиційного портфеля [1, 2]. До вартісних способів виміру ефективності доцільно додавати і інші способи оцінки, які відповідали б соціальній природі явищ. Вона не вичерпується вартісним виміром економічної ефективності, тому що інвестиційна діяльність являє собою певну форму соціально-економічних відношень з приводу вкладень та збільшення капіталу зі своїми специфічними інтересами, які часто не збігаються з цілями суспільного.

Об'єктом дослідження є портфель реальних інвестицій інвестора. Предметом дослідження є методи і моделі диференційованого інвестування при обмежених ресурсах.

Метою роботи є задача визначення оптимальних об'ємів інвестування з врахуванням критеріїв значимості при обмежених ресурсах інвестора.

Нехай ми маємо n реципієнтів, які отримують від інвестора певну кількість грошових коштів $S_0 = const$. Сума запитів S_n реципієнтів $Z_i(i \in I, i = 1..n)$ перевищує S_0, тобто $S_0 < S_n$. Необхідно розподілити ці кошти між суб'єктами. Очевидно, що спочатку треба встановити принципи такого розподілу.

Нехай плануючий орган передбачає видати кожному суб'єкту кількість ресурсів, яка залежить від деякого показника, що характеризує привабливість даного суб'єкта. В якості такої характеристики можуть виступати, наприклад, об'єм основних фондів, якість або кількість продукції тощо. Важливо зауважити, що потреби в ресурсах $Z_i(i \in I, i = 1..n)$ також можуть виступати в якості такої характеристики. Тоді:

$$\sum_{i \in I} C_i(F_i, Z_i) * Z_i = S_0 \tag{1}$$

де $C_i(F_i, Z_i) \leqslant 1$, F_i - показник привабливості.

Тому доцільно розбити множину I на 2 множини: $I = I_k + I_m$. I_k – множина фіксованих інвестицій, тобто з коефіцієнтами $C_i(F_i, Z_i) = 1$, I_m - множина варійованих інвестицій з коефіцієнтами $C_i(F_i, Z_i) < 1$. Відповідно $S_n = S_k + S_m$, де

$$\sum_{i \in I_k} Z_j = S_k, \tag{2}$$

$$\sum_{i \in I_k} C_i(F_i, Z_i) * Z_i = S_m. \tag{3}$$

В ході виконання роботи було розглянуто різні види розподілів інвестицій в залежності від моделей коефіцієнтів C_i, проаналізовано різні варіанти оптимальної диференціації обмеженого капіталу інвестора в залежності від лінійних та нелінійних моделей коефіцієнтів роподілу з врахуванням комлексного критерію корисності. Була отримана інженерна інтерпретація отриманих результатів моделювання на ЕОМ. Це дало змогу встановити, що найбільш адекватною є нелінійна модель коефіцієнтів розподілу, що враховує не лише фактор привабливості реципієнта, а й саму величину запиту.

Подальшим напрямком діяльності є побудова більш складної моделі з врахуванням різних характеристик привабливості реципієнтів.

Література. **1.** Бланк И.А. Финансовый менеджмент. – М.: Финансы и статистика, 2000.- 333 с **2.** Бланк И.А. Инвестиционный менеджмент. – М.: Финансы и статистика, 2002.- 245 с. **3.** Шарп У., Александер Г., Бейли Дж. Инвестиции /пер с англ. – М.:ИНФА-М, 1998, 34 с.

Савельев О.О.
Институт информатики и искусственного интеллекта Донецкого национального технического университета, Донецк, Украина

Интеллектуальная система поддержки принятия решений при анализе трафиков телефонных сетей

Рассмотрена проблема качества аналитических решений при анализе трафиков телефонных сетей. Обоснована разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решений, которая должна улучшить труд аналитика. Предложена архитектура системы, состоящая из ядра и модулей. Показано текущее состояние синтеза математического и программного обеспечения системы. Определены дальнейшие задачи исследования.

Введение. В контексте данной работы *трафики телефонных сетей (ТТС)* – это метаданные, содержащие информацию о событиях: тип, время начала, длительность; об абонентах: идентификаторы, финансовые показатели, геолокационные данные; о канале связи; но не содержащие самих сообщений.

ТТС отражают в транзакционном виде подмножество событий, генерируемое неким глобальным сообществом абонентов, а если рассматривать конкретного абонента – то подмножеством объектов его социальной сети, составляющих социальный граф по критерию использования услуг телефонии.

В области анализа ТТС существует ряд задач: поиск связей между любыми объектами (событиями, людьми, группами людей, и т. п.); профилирование, поиск латентных объектов; обнаружение аномальных ситуаций; статистический и географический анализ событий; визуализация для поддержки анализа. На настоящий момент эти задачи решаются ручным либо частично автоматизированным способом с применением аналитического ПО, однако, зачастую аналитику тяжело учитывать множество всех доступных данных, соответственно, полученные решения часто являются неполными, а иногда – неверными.

Обоснование работы. Избежать подобной ситуации возможно применяя системы поддержки принятия решений (СППР). В данной предметной области СППР может быть основана на методах интеллектуального анализа данных и анализа социальных сетей, которые являются подмножеством методов искусственного интеллекта, что позволяет говорить об интеллектуальной СППР (ИСППР).

Структура системы. В работе [1] рассмотрены концептуальные проблемы разработки ИСППР в области анализа телекоммуникационных данных. Исходя из анализа которых предлагается следующая архитектура разрабатываемой ИСППР (рис. 1), состоящая из ядра и подключаемых модулей.

Ядро системы представляет собой хранилище данных, которое включает реляционную БД и модель реляционно-объектного отображения БД на модель предметной области, что позволяет оперировать с сущностями предметной области, а не с таблицами.

Модуль интеграции разнообразных источников предоставляет средства извлечения, трансформации и импорта данных ТТС. Модули анализа связей между объектами и анализа потоков событий объектов предназначены непосредственно для поддержки принятия решений.

Текущее состояние работы. На настоящий момент выполнены такие задачи исследования.

1. Системный анализ процесса анализа ТТС, в результате которого выделены уровни обработки информации трафиков [2]. Данные уровни в значительной степени определяют архитектуру системы и ее модулей, соответственно, каждый из модулей может оперировать как с сущностями предметной области (данными реляционного представления ТТС), так и с "сырыми"данными документов ТТС.
2. Анализ форм представления и типов ТТС, что позволило провести синтез реляционной модели БД хранилища ядра ИСППР [3].
3. Анализ ТТС как документа и синтез моделей его представления и содержания, алгоритмов анализа и преобразования документа трафика [4], которые в своем обобщении

являются составляющими метода анализа структуры и содержания табличного документа [5]. Данный метод, модели и алгоритмы легли в основу модуля интеграции источников, который позволяет автоматически импортировать в систему документы ТТС в любой табличной форме.

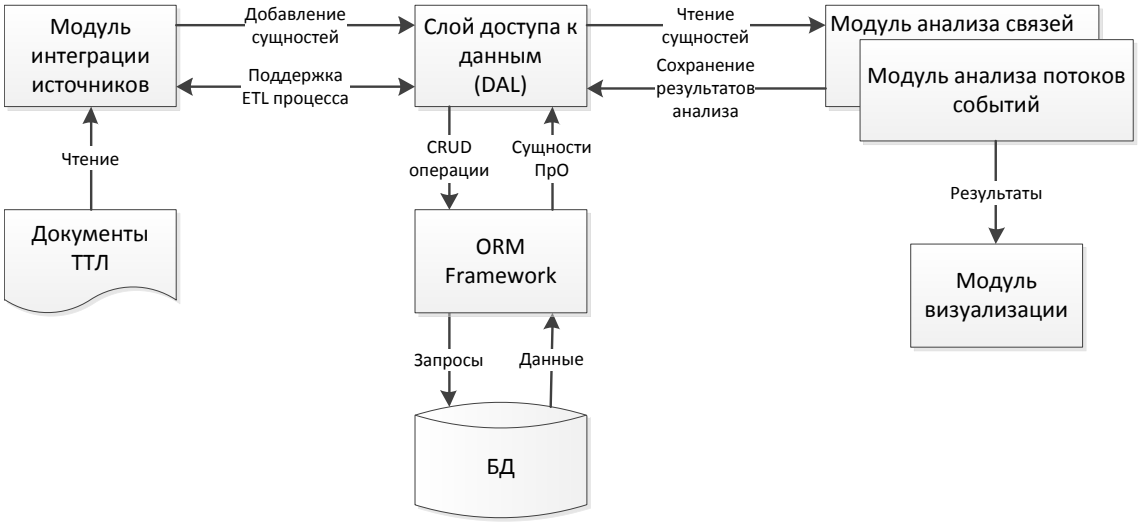


Рис. 1. Архитектура системы

Выводы. В качестве следующих задач исследования планируется провести анализ методов, применяемых в области анализа социальных сетей, на основе которого провести синтез методов поиска и определения характеристик связей между объектами, обнаружения скрытых объектов и связанных групп объектов, восстановление маршрутов перемещения объектов, определения шаблонов событий и обнаружения аномальных ситуаций. Данные методы станут основой модулей анализа связей между объектами и анализа потоков событий объектов.

Литература. **1.** Савельев О. О. О концепции создания информационной системы интеллектуального анализа данных телекоммуникационных компаний в рамках разработки интеллектуальной системы поддержки принятия решений / О. О. Савельев // Искусственный интеллект. – 2010. – № 3. – С. 360-364 **2.** Савельєв О. О. Інтелектуальний аналіз трафіків телефонних мереж / О. О. Савельєв // Матеріали доповідей V міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів, студентів «Сучасна інформаційна Україна: інформатика, економіка, філософія». – Донецьк : Наука і освіта. – 2011. – Т.1. – С. 105-109. **3.** Савельев О. О. Особенности разработки подсистемы хранения информации для системы поддержки принятия решений в области анализа телекоммуникационных данных / О. О. Савельев, А. И. Шевченко // Материалы VI международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Информатика и компьютерные технологии». – Донецк : ДонНТУ. – 2010. С. 343-349 **4.** Савельев О. О. Модели и алгоритмы метода интеграции источников в контексте проблемы анализа трафиков телефонных сетей / О. О. Савельев, А. И. Шевченко // Сборник трудов VII международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Информатика и компьютерные технологии». – Донецк : ДонНТУ. – 2011. В 2-х томах. Т. 1 С. 318-321 **5.** Савельев О. О. Метод анализа структуры и содержания табличного документа / О. О. Савельев // Тези доповідей IX міжнародної науково-практичної конференції «Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем». – Дніпропетровськ : Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара. – 2011. С. 240-241

Савчук Т.О., Зьора О.В.
Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

Ординальна класифікація техногенної проблемної ситуації

Система класифікації техногенної проблемної ситуації є одним із основних модулів інформаційної технології аналізу техногенної проблемної ситуації [1]. Тому, задача класифікації техногенної проблемної ситуації є однією з центральних задач, яку слід вирішити при створенні інформаційної технології аналізу таких ситуацій.

Техногенна проблемна ситуація в термінах системного підходу належить до класу неструктурованих або якісно виражених проблем, які включають в себе лише опис важливих ознак і характеристик, кількісні залежності між якими невідомі [2]. Техногенні проблемні ситуації являються проблемами унікального вибору, вони пов'язані з невизначеністю в оцінках альтернативних варіантів вирішення проблеми. До того ж, така оцінка альтернатив має якісний характер і частіше всього сформована в словесному вигляді, а оцінка варіантів за критеріями може бути отримана лише від експертів. Тому, для вирішення задачі класифікації техногенної проблемної ситуації доцільно використати метод ординальної класифікації, який включає в себе вербальний опис оцінок за критеріями, засоби перевірки інформації, отриманої від ОПР, на протиріччя, є психологічно коректним [3].

Задача класифікації техногенної проблемної ситуації полягає в тому, щоб на даній множині альтернатив виділити клас рішень, впорядкованих за перевагами.

Постановка задачі. В математичних термінах задача класифікації техногенної проблемної ситуації буде мати вигляд:

$K = \{f_1, \ldots, f_n\}$ - множина критеріїв для класифікації техногенної проблемної ситуації з порядковими шкалами;

N_i – число оцінок за шкало критерію f_i;

$X_i = \{x_1^{(i)}, \ldots, x_{N_i}^{(i)}\}$ – шкала критерію f_i, $x_k^{(i)}$ – вербальні оцінки за критерієм;

$Y = X_1 \times \cdots \times X_n$ – множина векторних оцінок вигляду $y^{(j)} = (y_1^{(j)}, \ldots, y_n^{(j)})$;

Q – число упорядкованих класів рішень.

Необхідно на основі переваг ОПР побудувати розбиття множини Y на Q підмножин (класів рішень), що не перетинаються:

$$Y = Y_1 \cup \cdots \cup Y_Q; Y_i \cap Y_j = \varnothing \text{ при } i \neq j. \quad (1)$$

Тобто, необхідно для кожної альтернативи вказати до якого класу рішення вона відноситься.

Висновки. Більшість техногенних проблемних ситуацій, які виникають на практиці, є неструктурованими, тобто більшість характеристик в них являються якісними. Тому, до методів вирішення задач такого класу висувається ряд вимог: вербальне описання оцінок по критеріям, психологічна коректність, наявність засобів пошуку та усунення протиріч в інформації, отриманої від ОПР. Задовольнити вище перераховані вимоги при вирішенні задачі класифікації техногенної проблемної ситуації дозволяє метод ординальної класифікації, який з множини альтернатив дозволяє виділити клас рішень, впорядкованих за перевагами ОПР.

Література. **1.** Савчук Т.О. Концептуалізація моделювання процесу аналізу проблемних ситуацій / Т.О. Савчук, О.В. Смирнова (Зьора) // Вісник Вінницького політе-хнічного інституту. – Вінниця, 2011. – №1. – С. 96-101. **2.** Антонов А.В. Системный анализ / А. В. Антонов. - Высшая школа, 2004. – 456с. – ISBN 5-06-004862-4. **3.** Ларичев О.И. Качественные методы принятия решений. Вербальный анализ решений / О.И.Ларичев, Е.М. Мошкович. – М.: Наука. Физматлит, 1996. – 208с. – ISBN 5-02-015203-X.

Савчук Т.О., Луженецький Р.А.
Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

Вирішення задач цільового маркетингу, що базується на кластерному аналізі

Керівництво будь-якої компанії, яка виробляє товари або надає послуги, розуміє, що її продукція не може подобатись одразу всім її клієнтам, особливо, якщо таких клієнтів багато, вони широко розкидані географічно, відрізняються своїми споживчими потребами. Тому керівництву компаній краще за все сконцентрувати свої зусилля на обслуговуванні певних, визначених сегментів ринку, з метою чого необхідно виявити ті сегменти, які є найбільш привабливими саме для неї і які вона здатна обслуговувати з урахуванням їх потреб.

Цільовий маркетинг. Це діяльність, спрямована на створення попиту та досягнення цілей підприємства через максимальне задоволення потреб споживачів, за якої компанія поділяє ринок на певні групи (сегменти), серед яких обирає один або декілька і розроблює товари і комплекси маркетингу для найбільш повного задоволення потреб кожного з відібраних сегментів.

Цільовий маркетинг потребує виконання таких кроків [1, 2]:

1. *Сегментація ринку*, що передбачає його розбиття на чіткі групи клієнтів, кожна з яких може потребувати окремих товарів, послуг або/чи комплексів маркетингу. Його можна виконати шляхом розбиття клієнтів компанії на кластери, що є інтелектуальною задачею. Наприклад, клієнтів можна розбити на кластери на основі вигоди, яку вони очікують отримати від придбання товару чи послуги.
2. *Розуміння поведінки клієнтів* з метою ідентифікації їх гомогенних груп. Дану операцію можна провести за допомогою кластерного аналізу.
3. *Вибір цільових сегментів ринку* на підставі їх оцінювання і відбору для виходу компанії на них зі своїми товарами або послугами. Цей крок також можна виконати шляхом кластерного аналізу. За допомогою інтелектуального аналізу даних можна виявляти закони генерації асоціативних правил і прогнозувати розвиток даних сегментів.
4. *Позиціонування товару на ринку* як для забезпечення його конкурентоспроможності, так і для розробки комплексу маркетингу з метою зайняття товаром визначеної позиції на ринку. Кластеризацією торгових марок і товарів можна визначити конкурентоспроможні набори у межах даного ринку. Торгові марки в одному і тому ж кластері конкурують більш жорстко між собою, ніж з марками інших кластерів. Компанія може вивчити свої теперішні пропозиції у порівнянні з пропозиціями своїх конкурентів, щоб визначити потенціальні можливості нових товарів чи послуг.
5. *Вибір тестових ринків*, що передбачає групування міст в однорідні кластери з метою перевірки різноманітних маркетингових стратегій. Цю операцію доцільно проводити шляхом кластерного аналізу.

Використання кластерного аналізу при розв'язуванні задач цільового маркетингу надасть можливість зменшити розмірність даних, що підлягають аналізу, оскільки при цьому створюються групи об'єктів, і тому в подальшому аналізувати слід лише створені групи, а не всю множину розрізнених об'єктів. Багатовимірний аналіз даних про клієнтів утворених кластерів надасть можливість автоматизувати процес сегментації ринку за допомогою теорії штучного інтелекту (наприклад, при виборі товарів, щоб описати розбіжності в поведінці клієнтів, їх розбивають на групи).

Отже, для збільшення прибутків компаніям, що виробляють товари або надають послуги, доцільно використовувати цільовий маркетинг, задачі якого можна розв'язати за допомогою методів інтелектуального аналізу даних, а саме кластерного аналізу.

Для сегментації ринку клієнтів компанії необхідно дослідити множину варіантів сегментації на основі різних векторів вихідних даних, намагаючись відшукати корисний підхід до розуміння структури ринку з урахуванням потреб клієнтів. Для сегментації ринку клієнтів доцільно

врахувати географічні, демографічні, психографічні і поведінкові змінні.

Використання кластерного аналізу для цільового маркетингу. Аналізуючи процес виконання кластерного аналізу для вирішення задач цільового маркетингу, можна дійти висновку, що його основними етапами є [2]:

1. Постановка задачі вибору кластеризації клієнтів шляхом визначення змінних, на базі яких вона буде проводитись.
2. Вибір відповідного способу вимірювання відстані між об'єктами (клієнтами), що підлягають кластеризації на підставі аналізу їх схожості між собою.
3. Вибір числа кластерів, на які необхідно розбити досліджувану групу об'єктів.
4. Аналіз сформованих кластерів клієнтів з точки зору змінних, що використовуються для їх отримання.
5. Оцінка достовірності (якості) кластерного аналізу клієнтів компанії.
6. Формування висновку за результатами кластерного аналізу клієнтів компанії при вирішенні задач цільового маркетингу.

Кластеризація клієнтів компанії включає в себе такі етапи (рис. 1) [3]:

1. Виділення суттєвих характеристик клієнтів, кластеризацію яких необхідно провести.
2. Визначення метрики, що показує міру схожості клієнтів.
3. Розбиття клієнтів на кластери.
4. Аналіз результатів проведеної кластеризації клієнтів компанії та представлення результатів.

Рис. 1. Етапи кластеризації клієнтів компанії для вирішення задач цільового маркетингу

Формалізація задачі кластеризації клієнтів компанії. Формально задача кластеризації клієнтів компанії описується наступним чином. Дана множина даних I про клієнтів компанії, що займається виробництвом товарів або наданням послуг, кожного з яких представлено набором атрибутів. Необхідно побудувати множину сегментів ринку C і відображення F множини I на множину C. Відображення F задає модель даних, що є розв'язком задачі. Якість вирішення задачі визначається кількістю вірно сегментованих клієнтів компанії об'єктів даних.

Висновки. Для збільшення рентабельності компаніям, що виробляють товари або надають послуги, доцільно використовувати цільовий маркетинг, при вирішенні задач якого доцільно застосовувати кластерний аналіз даних, використовуючи зворотний зв'язок між результатами аналізу якості проведеної кластеризації та групуванням клієнтів, визначенням схожості між ними, а також вибором їх особистих характеристик. При цьому, якість сегментації буде підвищуватись зі збільшенням потужності вихідного вектора атрибутів, на підставі якого і проводиться формування кластерів клієнтів компанії.

Література. **1.** Котлер Ф. Основы маркетинга: пер. с англ. / Ф. Котлер – М.: Прогресс, 1991. – 792 с. **2.** Малхорта Н. К. Маркетинговые исследования. Практическое руководство, 3-е издание.: пер. с англ. / Н. К. Малхорта – М.: Вильямс, 2002. – 960 с. **3.** Laboratory of Mathematical Logic at PDMI [Електронний ресурс]. – Електрон. текстові, граф. дані (408875 bytes). – Режим доступу: http://logic.pdmi.ras.ru/ yura/internet/02ia-seminar-note.pdf. Friday, 25 November 2011 16:35:08.

Савчук Т.О., Петришин С.І.
Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

Результати моделювання процесу кластерного аналізу надзвичайних ситуацій на залізничному транспорті

Актуальність створення засобів аналізу надзвичайних ситуацій на залізничному транспорті, які виникають при перевезенні небезпечних та шкідливих вантажів, що базуються на сучасних інтелектуальних технологіях, обумовлюється необхідністю автоматизації процесів оперативного управління їх ліквідацією з метою скорочення часу аналізу та підвищення об'єктивності і ефективності прийнятих управлінських рішень при таких ситуаціях [1].

Метою дослідження є аналіз результатів моделювання процесу кластерного аналізу надзвичайних ситуацій на залізничному транспорті за допомогою запропонованого програмного засобу.

Серед основних задач, що є актуальними для кластеризації надзвичайних ситуацій на залізничному транспорті, є розробка його моделі шляхом відтворення зв'язків між основними його складовими і відношень між ними [2].

Математичне моделювання процесу кластерного аналізу надзвичайних ситуацій дозволяє досліджувати його динаміку, враховуючи його кількісні характеристики, встановлює зміни якісного характеру і є доцільним для проведення такого аналізу.

Для моделювання процесу кластерного аналізу надзвичайних ситуацій на залізничному транспорті було використано запропонований програмний засіб Program analysis of emergency situations (PAES), що базується на модифікованому алгоритмі k-means [3], який враховує зважену евклідову відстань [1, 4] та особливості предметної області.

Проведені експериментальні дослідження можна поділити на такі групи:

- вектор вхідних параметрів включає 5 значущих характеристик надзвичайних ситуацій на залізничному транспорті, що в повній мірі відображають стан таких ситуацій;
- вектор вхідних параметрів потужністю 6, що містить одну менш значущу характеристику;
- вектор вхідних параметрів включає 10 характеристик, що окрім значущих містить 5 неважливих характеристик та параметрів таких ситуацій.

Як результат, незалежно від приналежності до однієї з означених груп, було отримано кластери, однакові за потужністю та типом надзвичайних ситуацій, які аналізувались.

Отже, за допомогою розробленої комп'ютерної програми, було проведено моделювання процесу кластерного аналізу надзвичайних ситуацій на залізничному транспорті з отриманням розбиття множини таких ситуацій на кластери. Отримані результати показали, що незалежно від потужності вхідного вектора параметрів надзвичайних ситуацій, вихідні дані не змінюються, що дозволяє зробити висновок про доцільність застосування модифікованого алгоритму k-means для аналізу таких ситуацій.

Література. **1.** Савчук Т.О., Петришин С.І. Визначення евклідової відстані між надзвичайними ситуаціями на залізничному транспорті під час кластерного аналізу//Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – Серія «Інформаційні технології та комп'ютерна техніка». – 2010. – Випуск №3(2010). **2.** В.М. Томашевский Моделювання систем – К. Видавнича група BHV, 2005 – 352 с. **3.** Савчук Т.О., Петришин С.І. Розробка модифікованого алгоритму K-MEANS для аналізу надзвичайних ситуацій на залізничному транспорті// Матеріали конференції, Обчислювальний інтелект (результати, проблеми, перспективи): Матеріали 1-ї Міжнародної науково-технічної конференції (10-13 травня 2011 р.), - Черкаси, 2011, - С. 236-237. **4.** Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004 – 336с.

Савчук Т.О., Сакалюк А.В.
Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

Модель рекомендаційної системи на основі колаборативної фільтрації

Колаборативна фільтрація використовує схожість думок різних користувачів для видачі рекомендацій щодо об'єктів. Рекомендаційні системи на основі колаборативної фільтрації - зручна альтернатива класичним пошуковим алгоритмам, так як використовують фактори, які неможливо отримати з технічного аналізу інформації. Тому впровадження подібних механізмів прискорить процес пошуку потрібної інформації, збільшить її повноту і достовірність.

З урахуванням особливостей основних моделей колаборативної фільтрації представимо проблему вироблення рекомендацій таким чином: нехай C – множина користувачів, S – множина пропонованих об'єктів. Функція корисності u_{ij} описує корисність об'єкта s_j для користувача c_i, де i - порядковий номер користувача, j - порядковий номер об'єкта. В результаті отримаємо матрицю U значень функції корисності для кожної пари користувач-об'єкт.

Моделі, що базуються на зберіганні вхідних даних (Memory-Based Collaborative Filtering), оперують всією матрицею значень функції корисності, тому потребують додаткових затрат на збереження великих масивів інформації. Подальший аналіз ґрунтується на використанні кореляційної функції для визначення міри подібності:

- подібність клієнтів – це кореляція рядків матриці U;
- подібність об'єктів - це кореляція стовпців матриці U.

Традиційні підходи не виконують попередній аналіз, і тому кількість обчислень безпосередньо при запиті збільшується з числом користувачів і об'єктів, тобто з ростом потужності матриці U. Такі алгоритми неможливо використовувати на великих наборах даних, якщо вони не понижують розмірності, що призводить до зниження рівня якості рекомендацій.

Тому в потужних системах необхідно використовувати латентні моделі (Latent Models for Collaborative Filtering), які дозволять встановити невідому внутрішню структуру зв'язків між об'єктами. Перевагою таких методів є врахування не лише парної лінійної кореляції, а й взаємодії множини об'єктів між собою. Основними характеристиками таких моделей є:

- оцінювання профілів клієнтів і об'єктів (профіль - це вектор прихованих характеристик);
- зберігання профілів замість зберігання U;
- подібність клієнтів та об'єктів – це подібність їх профілів.

Як показано на рисунку 1, два головних етапи роботи рекомендаційної системи виявлення знань та рекомендації [2]. На першому етапі вподобання користувача визначаються за допомогою доступу до профілю користувача та log-даних. На наступному етапі отримані дані використовуються для визначення можливих рекомендацій. Дані рекомендації динамічно видаються у відповідь на запит користувача. На етапі виявлення знань, використовуючи попередню інформацію про поведінку кожного користувача, видобувається інформація, що відображає вподобання користувача. Процес отримання даної інформації складається з наступних кроків:

1. Підготовка даних. Log-файли містять корисну інформацію про відвідування та перегляд певних об'єктів користувачами. Її потрібно відфільтрувати, аби не враховувати неважливу інформацію. В якості вхідних даних система отримує інформацію про дії, виконані користувачем, або про оцінки, виставлені об'єктам з набору даних.
2. Кластеризація документів. Інформація про користувача обробляється та розподіляється на кластери у відповідності до схожості. В результаті отримується множина кластерів, яка відображає набір об'єктів, що містять схожий контент.
3. Створення матриці подібності. На цьому кроці будується таблиця розмірністю $m \times n$, де кожна комірка представляє рівень зацікавленості i-го користувача до j-го кластера об'єктів. Отримана матриця нормалізується для подальшої обробки [3].
4. Кластеризація користувачів. Для початку необхідно вибрати властивості, які характеризують користувачів, ними можуть бути як кількісні, так і якісні характеристики. Потім потрібно зменшити розмірність простору характеристичних векторів, тобто виді-

Рис. 1. Модель рекомендаційної системи

лити найбільш важливі властивості об'єктів. Зменшення розмірності прискорює процес кластеризації і в ряді випадків дозволяє візуально оцінювати результати.

На початку роботи алгоритму рекомендаційної системи визначається найближчий за вподобаннями кластер користувачів і розраховуються відповідні рекомендації для нього.

Запит рекомендацій спочатку породжує запит профілю користувача. Рекомендації для користувачів, які виконали недостатню кількість дій (наприклад, менше 10), системою не повертаються - їх профілі поки що побудовані недостатньо добре і рекомендації їм краще будувати без урахування колаборативної фільтрації. Наприклад, для користувача під час холодного старту, можна повертати найпопулярніші об'єкти або об'єкти з найвищим рейтингом. Або ж, з іншого боку, для прискорення навчання є сенс показувати об'єкти, найбільш характерні для конкретних факторів або найбільш суперечливі - з максимальним розкидом оцінок користувачів.

Основними завданнями персоналізації пропозицій є:

- видати оцінку товара s_j для клієнта c_i;
- видати клієнту c_i список рекомендованих товарів;
- інформувати клієнта про новий товар (up-selling);
- сегментувати клієнтську базу;
- виділити цільові аудиторії за інтересами.

Таким чином, запропонована модель на основі колаборативної фільтрації дасть можливість подолати традиційні проблеми рекомендаційних систем шляхом застосування інтелектуальних підходів до вироблення рекомендацій. Звідси виникає актуальність впровадження засобів інтелектуального аналізу даних для пошуку зв'язків між користувачами, зокрема кластеризації їх вподобань для виявлення прихованих зв'язків та групування користувачів.

Література. **1.** Su. Xiaoyuan. A Survey of Collaborative Filtering Techniques / Xiaoyuan Su, Taghi, M. Khoshgoftaar. – Hindawi Publishing Corporation USA, 2009. – 215 p. **2.** Benjamin Marlin. Collaborative Filtering a Machine Learning Perspective / National Library of Canada = Bibliothèque nationale du Canada, 2004. **3.** Т.О. Савчук, А.В. Сакалюк. Застосування кластерного аналізу для вдосконалення алгоритму колаборативної фільтрації. / Вісник Хмельницького національного університету, 2011. №1. **4.** Т. Сегаран. Программируем коллективный разум; пер. с англ. А. Слинкина – СПб: Символ-Плюс, 2008. – 368 с.

Савчук Т.О., Семененко М.В.
Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

Аналіз та моніторинг контингенту студентів ВНЗ з використанням нечіткої логіки

Постійне збільшення обсягів та інтенсивності потоків інформації про контингент студентів вищого навчального закладу (ВНЗ) призводить до необхідності використання сучасних технологій для підвищення оперативності сприйняття, обробки даних та вироблення рекомендацій щодо управління ним.

При обробці знань та даних щодо контингенту студентів виникають протиріччя між нечіткими вхідними знаннями і чіткими методами логічного виведення. Розв'язати цю проблему можливо шляхом подолання нечіткості знань, а саме використання нечіткої логіки для формування рекомендацій щодо контингенту студентів ВНЗ [1]. Тому, актуальною задачею є впровадження систем нового покоління, що базуються на запропонованих підходах, здатних аналізувати вхідні дані, а також виконувати моніторинг контингенту студентів ВНЗ на підставі відповідних ситуаційних та статистичних моделей з використанням теорії нечітких множин та методів штучного інтелекту. Використання даних технологій надасть можливість не тільки виконувати інформаційно-аналітичні функції, але і створювати умови для оперативного управління моніторингом контингенту студенів та організацією навчального процесу у ВНЗ з урахуванням прогнозування кількості студентів що навчаються.

Причинно-наслідкові зв'язки в процесах, що враховуються при аналізі та моніторингу контингенту студентів ВНЗ, можна подати у вигляді:

$$[FS\{fs_\gamma\}, KS\{ks_{\lambda_j}\}] \Rightarrow RS\{rs_\delta\}, \quad (1)$$

де $FS\{fs_\gamma\}$ – множина критеріїв, що за ступенем важливості враховуються при аналізі контингенту студентів, $\gamma = \overline{1,t}$, де t -кількість критеріїв, що підлягають аналізу; $KS\{ks_{\lambda_j}\}$ - множина рішень щодо контингенту студентів, який підлягає аналізу за j - тим критерієм, $j = \overline{1,N}$, де N - кількість критеріїв, $\lambda = \overline{1,e}$, де e -кількість можливих рішень за результатами проведеного аналізу за j -тим критерієм; $RS\{rs_\delta\}$ – множина висновків і рекомендацій, $\delta = \overline{1,a}$, де a - кількість висновків та рекомендацій за критеріями щодо студентського контингенту.

Отже, для проведення аналізу та моніторингу контингенту студентів з використанням нечіткої логіки, до структури засобів, здатних розв'язати поставлену задачу, повинні входити такі модулі: модуль аналізу даних для контролю за виконанням ліцензійних умов та плану МОНМСУ; база даних для зберігання, редагування та видалення інформації; модуль контролю за виведенням та редагуванням даних для підтримки цілісності даних про контингент студентів; база знань, що містить відомості про організацію діяльності ВНЗ; модуль виведення рекомендацій для аналізу даних щодо вхідної інформації про контингент студентів; модуль захисту системи для перевірки доступу до даних системи; інтелектуальний інтерфейс.

Таким чином, для виконання аналізу та моніторингу даних про контингент студентів доцільно використовувати відповідні інтелектуальні засоби, що базуються на нечіткій логіці та здатні надавати рекомендації щодо формування контингенту студентів. Як показали проведені дослідження [2] це знизить витрати часу на інелектуальну обробку даних контингенту студентів та підвищить оперативність прийняття відповідих управлінських рішень за його результатами. Запропонований підхід впроваджений в комп'ютерній програмі «Аналіз та моніторинг контингенту студентів вищого навчального закладу», яка може бути використана у навчальних відділах ВНЗ для формування звітів, опрацювання даних про контингент студентів та формування рекомендацій щодо управління ним [3].

Література. **1.** Искусственный интеллект: современный подход/ Стюарт Рассел, Питер Норвиг. – М. : Вильямс, 2009 – 1408 с. **2.** Т.О. Савчук, М.В. Семененко Використання інтелектуального підходу при аналізі та моніторингу контингенту студентів ВНЗ// Стаття, Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» (м. Хмельницький, 2011.-№2, с.218-222). **3.** Савчук Т.О., Семененко М.В. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на комп'ютерну програму «Аналіз та моніторинг контингенту студентів вищого навчального закладу» №39760 від 26.08.2011

Середа А.А. *— рецензент Рогоза В.С.*
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Реализация операции скрещивания генетического алгоритма при решении задачи коммивояжера

Задача коммивояжера является одной из знаменитых задач теории комбинаторики. Ее суть формулируется следующим образом: коммивояжер (бродячий торговец) должен обойти все заданные города и вернуться в исходную позицию, при этом он не может посещать один город два или более раз. Главной целью задачи коммивояжера является построение оптимального, с точки зрения расстояния, затрат на топливо или времени, маршрута, при этом необходимые для оптимизации данные (расстояние между любыми двумя городами, расход топлива или время перемещения между ними) заданы либо численно, либо могут быть вычислены.

Для решения данной задачи используют множество различных алгоритмов, среди которых присутствует класс генетических алгоритмов.

Генетический алгоритм - это простая модель эволюции в природе, реализованная в виде компьютерной программы. В нем используются как аналог механизма генетического наследования, так и аналог естественного отбора. При этом сохраняется биологическая терминология в упрощенном виде.

Каждое возможное решение, которое дает алгоритм, наывают «хромосомой». В процессе работы поддерживается так называемое «поколение» решений – набор хромосом. Работа алгоритма состоит в смене поколений – в их перегенерации. Для выполнения такой смены используют операции «мутации» и «скрещивания». Операция мутации заключается в небольшом изменении хромосомы, а операция скрещивания - в слиянии двух или более хромосом в одну.

Пусть 2 хромосомы представленны в виде: $X = \{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$ и Y=$\{y_1, y_2, \ldots, y_n\}$, где $\{x_1, \ldots, x_n, y_1, \ldots, y_n\}$ – факторы оптимизации, n – количество звеньев в хромосоме. В таком случае стандартная операция скрещивания даст следующих наследников: $X_1 = \{x_1, \ldots, x_K, y_{(K+1)}, \ldots, y_n\}$ и $Y_1 = \{y_1, \ldots, y_K, x_{(K+1)}, \ldots, x_n\}$, где n – количество звеньев в хромосоме, K – "точка разрыва", $1 < K < n - 1$ [1]. При этом хромосомы X, Y принято называть родительскими, X_1, Y_1 – дочерними.

Если решать задачу коммивояжера с помощью генетических алгоритмов, возникает несколько проблем. Две основных – представление данных и реализация операций мутации и скрещивания.

Пусть каждый город из списка тех, которые необходимо посетить, будет представлен порядковым числом. В таком случае, каждая хромосома будет содержать список чисел от 1 до N, расставленных в некотором порядке, где N – количество городов. Таким образом, переменные $x_1..x_n$ хромосомы X будут содержать порядковые числа, независимые друг от друга. В целом, хромосома будет содержать цепочки чисел, представляющие порядок обхода городов коммивояжером. Цель оптимизации - нахождение такой цепочки, при которой расстояние обхода всех городов (либо затраты на обход) минимально.

Однако, при таком представлении данных, реализация стандартных операций скрещивания и мутации невозможна, так как каждое число, представляющее город, может быть использовано только один раз и каждая хромосома содержит в себе список чисел от 1 до N.

При реализации операци скрещивания, предлагается подход «упорядоченного скрещивания», при котором города в левой части новой хромосомы повторяют порядок городов первой родительской хромосомы, а в правой части располагаются в порядке, в котором они расположены во второй родительской хромосоме. То есть первый наследник будет выглядеть следующим образом: $X1 = \{x_1, ..., x_K, z_{(K+1)}, ..., z_n\}$, где каждая z из $z_{(K+1)} - z_n$ принимает одно из значений значений $x_{(K+1)} - x_n$, в зависимости от того, в каком порядка расположены такие же значения в хромосоме Y. Второй наследник - аналогично.

Литература. **1.** Neuroproject, http://www.neuroproject.ru/.

Сідлецький В.М., Ельперін І.В.
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Автоматична система прогнозування та багатокритеріального вибору в системі управління дифузійною станцією цукрового заводу

Вступ. Діючі системи автоматизації дифузійної станції цукрового заводу забезпечують підтримання на заданому рівні технологічних параметрів, які дозволяють вести процес в межах регламентованих значень і працюють досить надійно. Але, як показує практичний досвід роботи з такими системами, нерідко виникають ситуації, при яких технологічний режим порушується, а система автоматизації на них не реагує, або реагує з досить великим запізнюванням. Це пояснюється тим, що система автоматизації не може інструментальними методами контролювати якість сировини і стан стружки, процеси переміщення стружки в ошпарювачі і колоні, втрати цукру і інше. Крім того, для одних і тих же значень параметрів технологічного процесу можна отримати різні значення показників роботи дифузійної станції, які у деяких випадках можуть бути ще й суперечливими. Це пояснюється тим, що:

- процес висолоджування є нестаціонарним, і тому математична модель процесу, яка розроблена тільки на основі матеріальних та енергетичних балансів, не зможе повністю врахувати вплив всіх факторів, які виникають на дифузійній станції;
- на процес висолоджування, крім технологічних параметрів, суттєво впливають інші фактори, які можуть привести до суперечливої оцінки оператором стану процесу, в результаті чого будуть прийняті помилкові рішення.

Актуальність. Робота дифузійної станції характеризується наявністю слабко формалізованих параметрів (якість стружки, час дифузії, переміщення стружки) та їх значною зв'язністю (рис. 1), що призводить до одночасної зміни показників якості роботи дифузійної станції при зміні одного з них. Тому складність роботи оператора полягає у визначенні причини відхилення технологічного режиму і погіршення якісних показників процесу, що ускладнює прийняття рішень з їх усунення. Крім того необхідно враховувати, що відхилення технологічного режиму і погіршення якісних показників процесу можуть бути викликані різними причинами. При цьому неоднозначними може бути прийняття рішень з їх усунення.

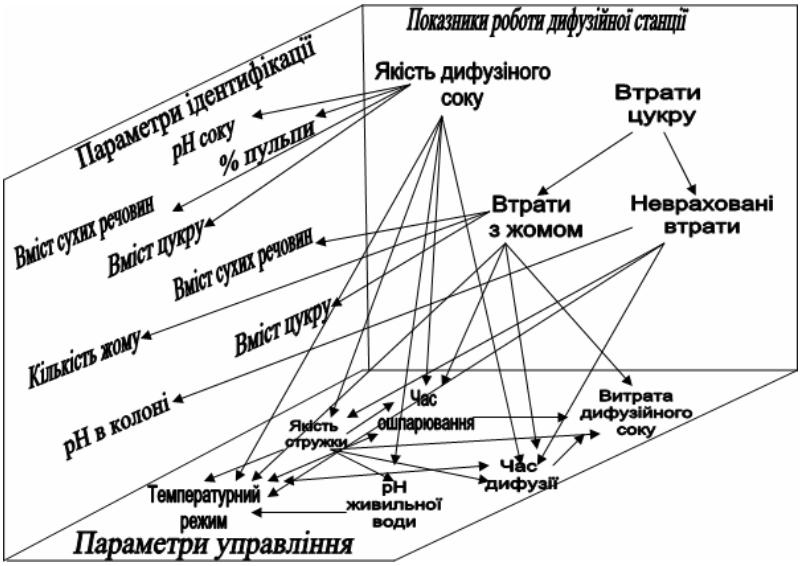


Рис. 1. Зв'язність параметрів, які впливають на показники роботи дифузійної станції

Наприклад, якість дифузійного соку можна змінити коефіцієнтом відкачки, який, у свою чергу, можна змінювати або за рахунок кількості дифузійного соку, який відкачується, або

кількості бурякової стружки, яка поступає на переробку, тобто зміною продуктивності апарату.

На перший погляд зміну продуктивності можна зробити дуже просто за рахунок зміни частоти обертів транспортуючого органу колони. Але продуктивність колони залежить також від питомого навантаження колони та умов переміщення стружки в ньому.

Тому важливо знати, як зміна вибраного параметру вплине на зміни всіх показників якості роботи дифузійної станції.

У зв'язку з цим, розробка підсистеми прогнозування зміни показників якості роботи дифузійної станції від значень технологічних параметрів є актуальною для вдосконалення існуючих систем автоматизації.

Реалізація системи отримання прогнозу. Структура системи у складі системи управління дифузійною станцією має вигляд модульної системи (рис. 2), де відбувається паралельна обробка вхідної інформації, і яка відповідає за: видачу рекомендацій оператору для прийняття управлінських рішень, аналіз стану технологічних параметрів і виявлення порушень технологічного режиму (блоки: база знань, фазифікації, дефазифікації, нечіткого логічного виведення), розрахунок коефіцієнтів функцій регресії та перевірку моделей прогнозування (блоки: архівування даних, вибірка даних, розрахунок коефіцієнтів регресії, перевірка функцій регресії), прогнозування показників роботи дифузійної станції з врахуванням рекомендованої зміни параметрів (блок: перевірка рекомендацій).

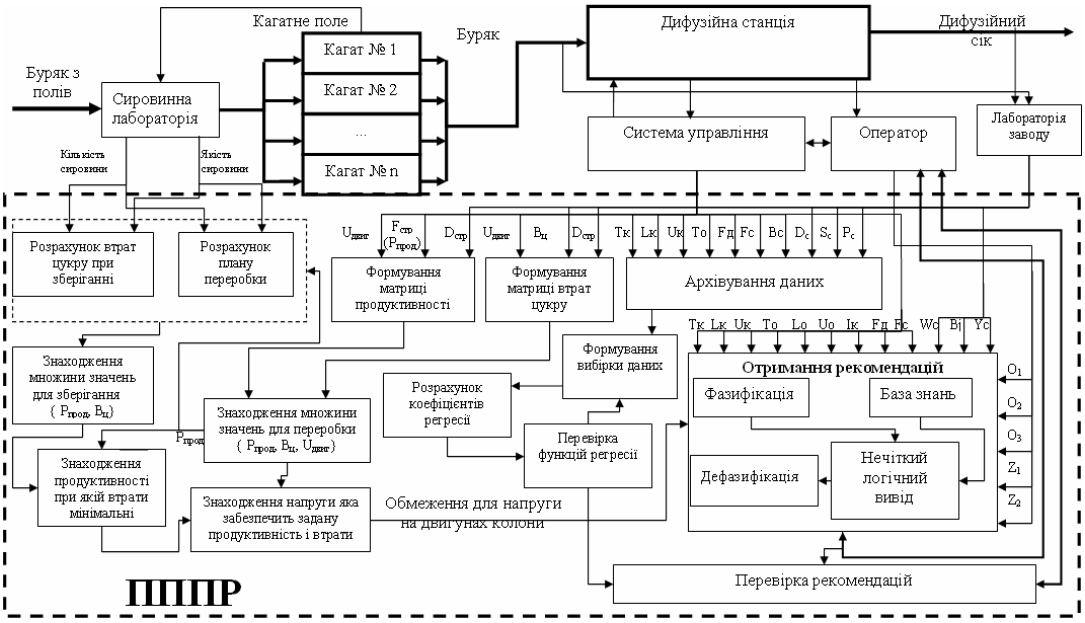


Рис. 2. Функціональна структура системи управління

Запропонований алгоритм і математичні моделі дозволяють визначити прогнозовані значення показників роботи дифузійної станції, які можливо отримати в залежності від поточних значень технологічних параметрів та показників сировини на вході, а також виробити рекомендації щодо корегування технологічного режиму дифузійної станції для покращення показників її роботи, що може бути використано в автоматизованій системі управління.

Висновки. Використання автоматичної системи вибору рекомендованого рішення дозволяє видати рекомендації щодо усунунень відхилень технологічного режиму для покращення показників роботи дифузійного відділення та звести їх до мінімального можливого значення, виділяючи найбільш вагомі рекомендації, с також перевірити, до яких наслідків призведе вибрана рекомендація, якщо її прийняти.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Соболева Е.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

Исследование эффективности критериев обобщенной полезности для задач многокритериального оценивания

Для моделей многофакторного оценивания предложены новые экспоненциальная и энтропийная функции обобщенной полезности, модифицированы каноническая аддитивно-мультипликативная функция и функция, построенная на основе полинома Колмогорова-Габора. Приведены результаты экспериментального исследования.

Для получения обобщенных многофакторных оценок альтернатив в настоящее время используются следующие функции (рис. 1):

- аддитивная $P_1(x) = \sum\limits_{i=1}^{m} \lambda_i \xi_i(x)(1)$, где m - количество частных критериев (ЧК);

λ_i- коэффициент важности ЧК $k_i(x); \xi_i(x) = \xi_i(k_i(x))$ - функция полезности ЧК $k_i(x)$;

- мультипликативная $P_2(x) = \prod\limits_{i=1}^{m} [\xi_i(x)]^{\lambda_i}(2)$ [1];

- аддитивно-мультипликативная (АМ) $P_3(x) = \beta \cdot \sum\limits_{i=1}^{m} \lambda_i \xi_i(x) + (1-\beta) \cdot \prod\limits_{i=1}^{m} [\xi_i(x)]^{\lambda_i}(3)$;

- аддитивно-мультипликативная на основе полинома Колмогорова-Габора (ПКГ) [2]

$P_4(x) = \sum\limits_{i=1}^{m} \lambda_i \cdot \xi_i(x) + \sum\limits_{i=1}^{m} \sum\limits_{j=i}^{m} \lambda_{ij} \cdot \xi_i(x) \cdot \xi_j(x) + ...$ (4), где λ_{ij} - весовые коэффициенты произведения ЧК $k_i(x) \cdot k_j(x), i, j = \overline{1,\ \mathrm{m}}; \beta$- адаптационный параметр $0 \leqslant \beta \leqslant 1$.

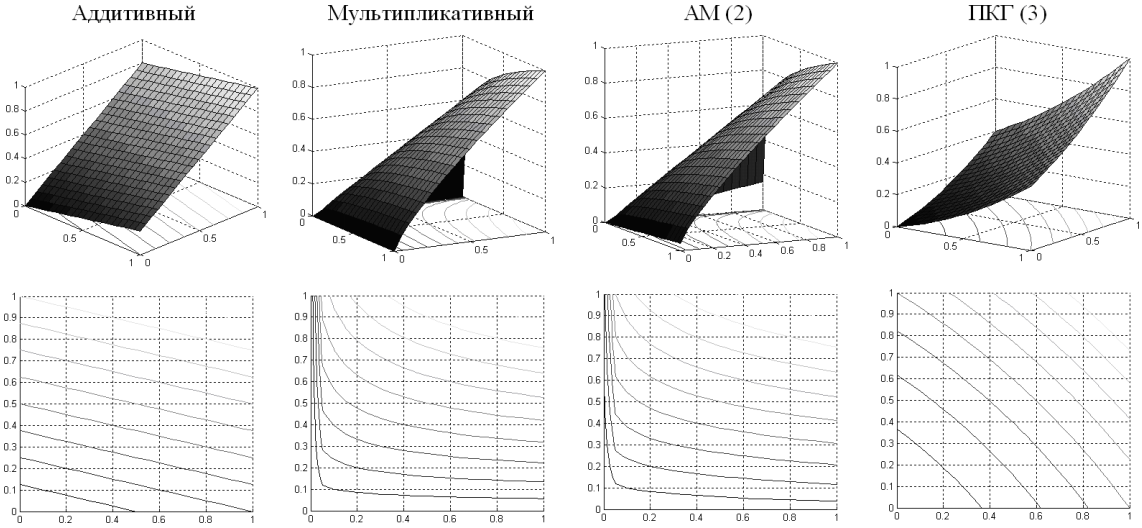


Рис. 1. Известные критерии обобщенной полезности

С целью совершенствования подходов предлагаются (рис. 2):

- экспоненциальная функция обобщенной полезности $P_5(x) = \sum\limits_{i=1}^{m} (1 - e^{-\lambda'_i \xi_i})(5)$,

где $\lambda'_i = 1 - \lambda_i,\ i = \overline{1,m}$ - весовые коэффициенты частных критериев, $\sum\limits_{i=1}^{m} \lambda'_i = 1$;

- энтропийная $P_6(x) = \sum\limits_{i=1}^{m} \lambda_i \cdot \xi_i^{\lambda_i}(6)$;

- модификация АМ (добавлены обратные степени)

$P_7(x) = a \cdot \sum\limits_{i=1}^{m} \lambda_i \xi_i(x) + b \cdot \prod\limits_{i=1}^{m} [\xi_i(x)]^{\lambda_i} + c \cdot \prod\limits_{i=1}^{m} [\xi_i(x)]^{1/\lambda_i}(7)$,

где $a,\ b,\ c$ - дополнительные параметры, $a + b + c = 1, \lambda_i \neq 0\ \ \forall i = \overline{1,m}$;

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

- модификация модели на основе полинома Колмогорова-Габора (4) (добавлены члены с дробными степенями и отсутствуют произведения несовпадающих частных критериев) $P_8(x) = \sum_{i=1}^{m} \lambda_i \xi_i(x) + \sum_{j=2}^{u} \sum_{i=1}^{m} \{\lambda_{i+m(2j-3)}[\xi_i(x)]^g + \lambda_{i+m(2j-2)}[\xi_i(x)]^{1/g}\}$(8), где u - степень базового ПКГ; $g > 1$ - дополнительный параметр, определяющий характер зависимости.

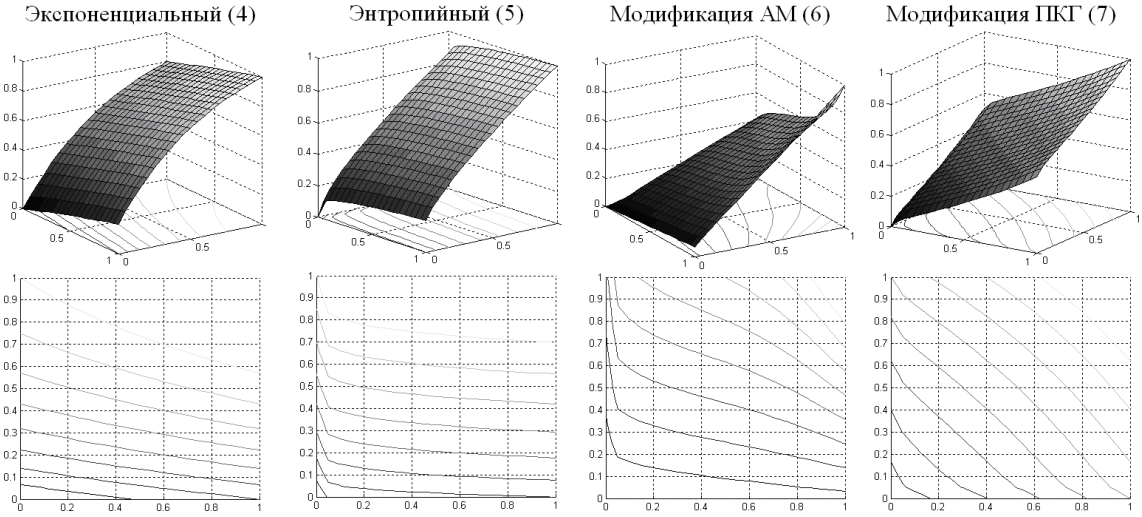


Рис. 2. Предлагаемые критерии обобщенной полезности

Лучшей по точности оказалась предложенная модификация (8) модели на основе ПКГ (4), которая восстанавливает порядок предпочтений ЛПР в среднем на 72,8 % чаще, чем базовая модель. При этом время решения задачи поиска параметров за счет уменьшения их количества на $C_{m+u}^{u} - 1 - 3 \cdot m$ (где u- степень базового полинома) сокращается относительно базовой модели в среднем на 58,3 %. Следующей по точности оказалась предложенная модифи-кация (7) аддитивно-мультипликативной модели (3), которая восстанавливает порядок пред-почтений ЛПР в среднем на 5,2 % чаще, чем базовая модель и на 12,6 % чаще, чем модель на основе ПКГ (4). При этом время решения задачи поиска параметров для нее увеличивается относительно базовой модели и существенно сокращается относительно модели (4).

Энтропийная модель (6) методом случайного поиска восстановила порядок предпочтений ЛПР на 5,4 % большее число раз, чем лучшая из известных моделей (1)-(4), а время решения задачи поиска параметров для нее больше, чем для (1)-(2), но меньше, чем для (3)-(4). Экспоненциальная модель (5) в среднем проигрывает энтропийной модели (6) по точности, но она показала лучшие результаты по времени решения методом покоординатного спуска.

Направлениями дальнейших исследований могут быть разработка эффективных методов решения задачи выбора параметров моделей многофакторного оценивания, а также методов решения общей задачи [3] структурно-параметрической идентификации, включающей определение вида и параметров функций полезности частных критериев.

Литература. **1.** Брахман Т.Р. Многокритериальность и выбор альтернативы в технике / Т.Р. Брахман. - М.: Радио и связь, 1984. - 287 с. **2.** Петров Э.Г. Решение задачи структурно-параметрической идентификации модели индивидуального многофакторного оценивания ме-тодом группового учета аргументов / Э.Г. Петров, Д.А. Булавин, К.Э. Петров // АСУ и приборы автоматики. - 2004. - Вып.129. - С. 4-13. **3.** Бескоровайный В.В. Метод решения общей задачи компараторной идентификации моделей многофакторного оценивания / В.В. Бескоровайный, Э.Г.Петров,И.В.Трофименко//Бионика интеллекта.-2006.-Вып.2(65).-С.3-7.

Солонина А.В. *— рецензент Ладогубец Т.С.*
Национальный технический университет Украины "КПИ", ФПМ, Киев, Украина

Система поддержки принятия решений при продвижении рекламного бренда в Интернете

На сегодняшний день возможности использования Интернета в коммерческих целях непрерывно растут. Одним из направлений такого использования является маркетинг. Интернет представляет собой особый интерес для рекламодателей, так как является постоянно расширяющимся, с точки зрения количества пользователей, ресурсом, особенно в Украине. В то время, как эффективность использования остальных медиа-носителей в рекламных целях достигла своего максимума, Интернет сохраняет тенденцию постоянного обновления форматов размещения и средств связи с пользователем. По этой причине особенно актуальным является вопрос разработки эффективных стратегий размещения рекламных кампаний в Интернете.

Целью любой рекламной кампании является увеличение узнаваемости продукта на рынке. Следуя из этого, основной задачей разработчика стратегии рекламной кампании является построение оптимального охвата целевой аудитории при эффективной частоте контакта потребителя с рекламным сообщением. Сложность поставленной задачи состоит в том, что большинство показателей эффективности рекламной кампании прогнозируются на основе экспертной оценки и накопленного опыта. Чтобы осуществить такую оценку, планировщику необходимо исследовать ключевые события, которые могут быть целесообразными для построения кампании, определить ключевые подходящие временные периоды размещения и определиться с выбором Интернет-площадок. Таким образом, на этапе составления экспертной оценки планировщику необходим инструмент, предоставляющий всю необходимую информацию, соответствующую конкретным запросам, в форме, удобной для восприятия. В результате исследования механизма планирования стратегий рекламных кампаний было определено множество возможных запросов пользователя к системе, и, в качестве данного инструмента, спроектирована статическая система поддержки принятия решений (СППР) на основе реляционной базы данных, структурная схема которой представлена на рис. 1.

Одной из главных задач СППР является максимизация охвата целевой аудитории при изначально заданном бюджете кампании. Охват $G(f_+, m_j, R_j, \alpha_j, G_j^\infty, L)$ является функцией частоты контакта f_+, числа демонстраций рекламного сообщения m_j, рейтинга рекламного ресурса R_j, аффинити – индекса рекламного ресурса α_j, предельных охватов для каждого рекламного ресурса G_j^∞ и числа рекламных ресурсов L [1]. Значения параметров f_+, R_j, α_j, G_j^∞, L фиксируются посредством экспертной оценки, и охват рассматривается как функция только демонстраций $m_1, \ldots, m_L$. Считая демонстрации m_j действительными переменными, их можно представить в виде $m_j = V_j/\nu_j$, где V_j - затраты на рекламу в j-ом рекламном ресурсе, ν_j - стоимость одной демонстрации рекламы в j-ом рекламном ресурсе. Из чего следует, что охват можно рассматривать как функцию затрат на рекламу V_j. Таким образом, постановку задачи оптимизации можно представить в следующем виде:

$$G(f_+; V_1, ..., V_L) \to \max \tag{1}$$

при ограничениях на переменные V_j:

$$\sum_{j=1}^{L} V_j - V = 0, \tag{2}$$

где $V = const$ – изначально заданный бюджет на рекламную кампанию.

Для решения поставленной задачи оптимизации предлагается использовать методы нелинейного программирования, основанные на численных процедурах, так как целевая функция не выражена аналитически. В связи с этим предлагается использовать метод проекций градиента Розена, позволяющий на каждом шаге оптимизировать значение охвата и, в тоже время, соблюдать допустимое значение бюджета [2]. В качестве входных переменных берутся

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

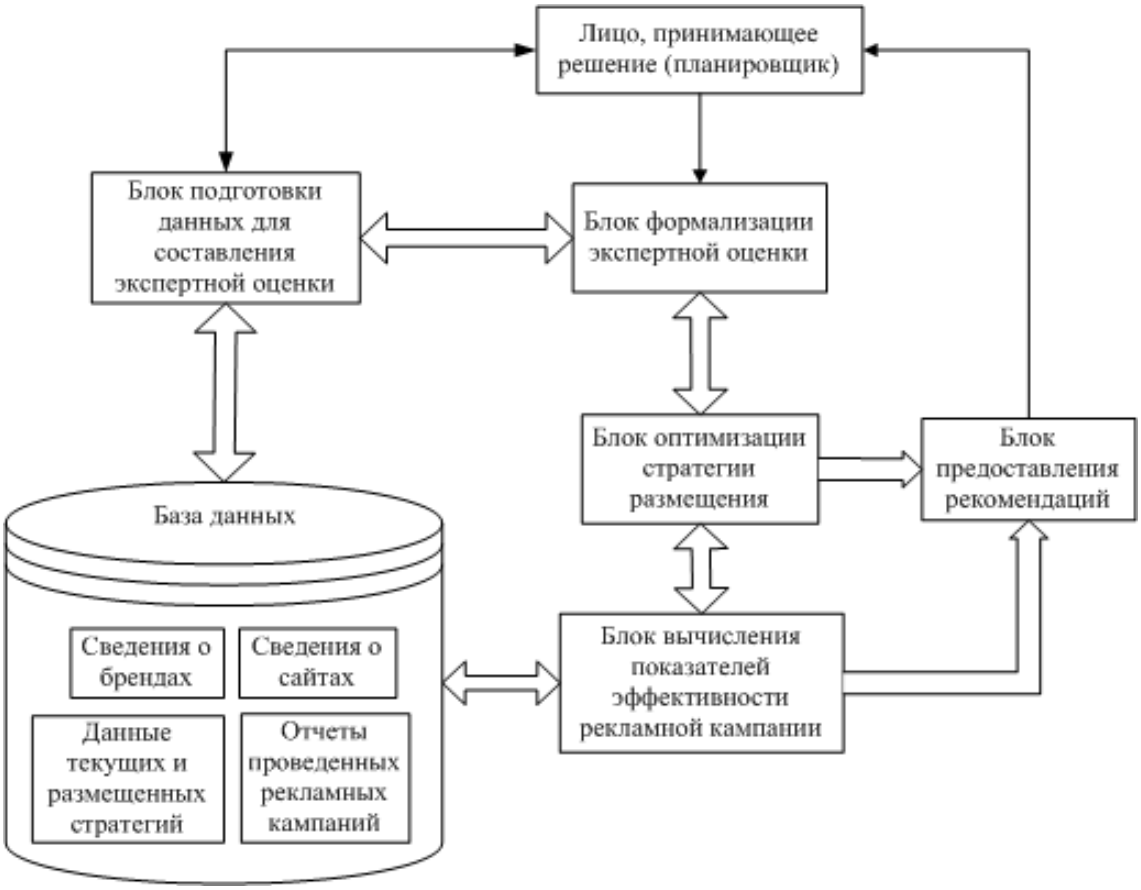


Рис. 1. Структурная схема СППР

значения стоимости размещения на каждом рекламном ресурсе и фиксированные значения параметров, влияющих на состояние охвата, в качестве выходных параметров предоставляются максимальное значение охвата и количества денежных средств, выделенных каждому рекламному ресурсу. Таким образом, строится модель, на основе которой предлагается оптимальная стратегия размещения рекламы с точки зрения охвата и затрачиваемых денежных средств. В результате, спроектированная система является достаточно мощным инструментом для поддержки принятия эффективных решений при планировании продвижения рекламного бренда в Интернете.

Литература. **1.** Количественные методы медиа-планирования [электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.mevriz.ru/articles/2009/5/4899.html. **2.** Г.Реклейтис, А.Рейвиндран, К.Рэгсдел Оптимизация в технике. – М.: Мир, 1983. – 53 с.

Татаринов Е.А.
Институт прикладной математики и механики НАНУ, Донецк, Украина

Оптимизация процесса восстановления графа агентом при помощи построения на его вершинах неявной нумерации

Рассматривается задача [1] восстановления конечного, связного, неориентированного графа G без петель и кратных ребер, при помощи агента, который перемещается по ребрам графа G, считывает и изменяет метки на его элементах. На основе собранной информации агент строит представление графа H, изоморфного графу G с точностью до меток на их элементах. Требуется найти алгоритм обхода и разметки графа G агентом, чтобы по собранной информации можно было построить граф H, изоморфный графу G с точностью до меток на элементах графов.

Известен ряд алгоритмов, реализующих восстановление графа при помощи построения на его вершинах неявной нумерации [2]. Нумерация реализуется агентом A при помощи разметки элементов графа. Эти алгоритмы подробно описаны в [3,4]. Из всех предложенных алгоритмов Базовый Алгоритм [3] использует наименьшее количество ресурсов, он имеет кубическую от числа вершин в графе, верхнюю оценку временной сложности. Высокий порядок верхней оценки временной сложности определяется числом переходов при восстановлении обратных ребер [5].

В работе предлагается модификация Базового Алгоритма, понижающая верхнюю оценку временной сложности. Понижение достигается путем разбиения всего пути обхода на отрезки, длины всех этих отрезков различны.

Модификация Базового Алгоритма. В [4] было показано, что верхняя оценка временной сложности зависит от длины максимального простого цикла t в графе, цикломатического числа q [5], количества вершин n исследуемого графа и равна $O(n + qt)$. В процессе восстановления агент разбивал ребра графа на два множества: древесные и обратные [5], а все пройденные вершины, у которых еще не все ребра были восстановлены, образовывали красный путь [3].

Для сокращения длины t, агент в процессе формирования красного пути разбивает его с помощью специальной, дополнительной краски c на отрезки l_i, $i = 1, .., j$. Разбиение осуществляется путем пометки краской вершины, которая является началом отрезка.

Вначале агент записывает 1 в индекс e, а в счетчик k длину l_e (т.е. длину первого отрезка). При движении вперед агент увеличивает на единицу счетчик k, при движении назад – уменьшает. Если k станет больше чем l_e, то агент увеличит на единицу индекс e и запишет в счетчик длину l_e. Если счетчик e обнулится, то агент уменьшит индекс e на единицу, а в счетчик запишет длину l_e. При пометке краской c агент фиксирует длину от начала красного пути вершины, которая является началом следующего отрезка l_e.

Таким образом, агент будет формировать разбиение красного пути отрезками $l_i, i = 1, .., j$, в котором для каждой начальной (конечной) вершины отрезка известна длина от нее до начала красного пути. При восстановлении обратного ребра агент, так же как и в Базовом Алгоритме, переходит по нему, метит его краской c, и двигается в прямом направлении, подсчитывая переходы, не до конца красного пути как в [4], а до первой вершины помеченной краской c. Для того, чтобы определить, концом какого отрезка l_i, $i = 1, .., j$ является эта вершина, агенту необходимо вычислить длину этого отрезка. Для этого он пройдет обратно по вершинам красного пути в направлении до вершины, которая помечена краской c. Длина пути однозначно определяет его и его конечную вершину, для которой известна длина пути до начала красного пути. Зная количество переходов, сделанных при проходе от исследуемого ребра до вершины конца отрезка, агент однозначно вычисляет длину красного пути от его начала и до вершины, с которой смежно исследуемое ребро, а значит однозначно вычисляет ее неявный номер и восстанавливает ребро. Если же агент при восстановлении обратного ребра не достиг вершины, помеченной краской c, то он вернется в конец красного пути и, как описано в Базовом Алгоритме, восстановит обратное ребро.

Таким образом, при восстановлении обратного ребра агент пройдет не более чем удвоенную длину наибольшего отрезка из l_i, $i = 1, .., j$. Справедлива следующая теорема.

Теорема 1. Верхняя оценка временной сложности восстановления графа G, когда агент выполняет модификацию Базового Алгоритма, в которой реализуется разбиение красного пути на отрезки $l_i, i = 1, .., j$, равна $O(n + l_{max}q)$, где l_{max} – наибольшая длина из $l_i, i = 1, .., j$.

Рассмотрим частные случаи реализации отрезков $l_i, i = 1, .., j$ и как при этом может быть оценена величина l_{max}.

Если агент реализует длины отрезков как элементы арифметической прогрессии 1, 2, 3 и т.д., то показано, что справедливо следующее утверждение.

Утверждение 1. Верхняя оценка временной сложности восстановления графа G, когда агент выполняет модификацию Базового Алгоритма, в которой реализуется разбиение красного пути на отрезки, которые являются арифметической прогрессией, равна $O(n + q\sqrt{n})$.

Агент может реализовать длины отрезков как последовательность биномиальных коэффициентов. Для того, чтобы не было повторений значений коэффициентов, возьмем только первую их половину. Для простоты расчетов будем предполагать, что количество коэффициентов четно.

Таким образом, если агент реализует длины отрезков биномиальными коэффициентами, как описано выше, то показано, что справедливо следующее утверждение.

Утверждение 2. Верхняя оценка временной сложности восстановления графа G, когда агент выполняет модификацию Базового Алгоритма, в которой реализуется разбиение красного пути на отрезки, которые являются арифметической прогрессией, равна $O(n + q\frac{j!}{(j/2)!(j/2)!})$, где $j = \lfloor \log 2n + 1 \rfloor$.

Если агент использует в качестве длины отрезков числа Фиббоначи 1, 2, 3, 5 и т.д., то показана справедливость следующих утверждений.

Утверждение 3. Верхняя оценка временной сложности восстановления графа G, когда агент выполняет модификацию Базового Алгоритма, в которой реализуется разбиение красного пути на отрезки числами Фиббоначи, равна $O(n + q\frac{\varphi^j - (-\varphi)^{-j}}{2\varphi - 1})$, где j – решение трансцендентного уравнения $\frac{\varphi^{j+2} - (-\varphi)^{-j-2}}{2\varphi - 1}$, где $\varphi = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$.

При большом количестве отрезков возможна асимптотическая оценка j-uo числа Фиббоначи, что позволяет вычислять j без решения трансцендентного уравнения.

Утверждение 4. Верхняя оценка временной сложности восстановления графа G, когда агент выполняет модификацию Базового Алгоритма, в которой реализуется разбиение красного пути на отрезки числами Фиббоначи, равна $O(n + q\frac{\varphi^j - (-\varphi)^{-j}}{2\varphi - 1})$, где $j = \log_\varphi(\sqrt{5}(n + 1)) - 2$, где $\varphi = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$.

Выводы. В работе предложен алгоритм восстановления графа агентом и найдены верхние оценки временной сложности, лучшие чем для Базового Алгоритма в [4]. При этом агенту требуется одна дополнительная краска по сравнению с Базовым Алгоритмом, т.е. всего три.

Литература. **1.** Dudek G., Jenkin M. Computational principles of mobile robotic. — Cambridge Univ. Press. 2000. — 280 p. **2.** Татаринов Е.А. М-нумерация, как метод распознавания графов // Збірник наукових праць "Питання прикладної математики та математичного моделювання" — 2010. — с. 260—272. **3.** Грунский И.С., Татаринов Е.А. Распознавание конечного графа блуждающим по нему агентом // Вестник Донецкого университета. Серия А. Естественные науки — 2009. — вып. 1. — с. 492—497. **4.** Татаринов Е.А. Базовый алгоритм восстановления графа // Труды ИПММ НАН Украины — 2010. — Т. 21. — с. 216—227. **5.** Харари Ф. Теория графов. — М.: Мир. 1973. — 300 с.

Теленик С.Ф., Ролик А.И., Савченко П.С.
Национальный технический университет Украины "КПИ", ФИВТ, Киев, Украина

Адаптивный генетический алгоритм распределения информационно-коммуникационных ресурсов ЦОД

Введение. Развитие центров обработки данных (ЦОД) требует разработки эффективных решений, позволяющих существенно сократить затраты на поддержание их работы и обеспечивающих рациональное распределение виртуальных машин (ВМ). Применение генетических алгоритмов (ГА) для решения этих проблем очень перспективно, однако требует решения ряда фундаментальных проблем, обусловленных спецификой ГА [1]. Наиболее комплексная и сложная из них – выбор стратегии применения генетических операторов и подбор производительных параметров для этих операторов. Особый интерес представляет определение такой стратегии, которая может корректироваться в зависимости от решаемой задачи и получаемых в ходе решения результатов, т. е. речь идет об адаптации ГА. Разработке адаптивного генетического алгоритма (АГА) и посвящена данная работа.

Анализ исследований и публикаций. В [1, 2] показано, что применение ГА для решения задач распределения ресурсов позволяет получать достаточно производительные решения. В этих исследованиях сформулирован список проблем, которые необходимо решить при использовании ГА для решения задач различной размерности и ограничений. Предложенный в [1] управляемый ГА (УГА) позволяет корректировать параметры работы алгоритма на всех этапах решения задачи и при этом решает проблемы классического ГА: вырождение популяции, попадание в локальные экстремумы и т. д. Главными недостатками УГА являются участие администратора и привязка к узкому классу задач.

Цель работы. Разработка адаптивного генетического алгоритма, способного настраивать частоты применения генетических операторов и корректировать параметры этих операторов в зависимости от получаемых в ходе решения задачи результатов.

Суть работы. Решение задачи адаптации ГА заключается в минимизации некоторой функции, зависящей от вероятностей применения генетических операторов и параметров, с которыми операторы вступают в эволюционный процесс. Поскольку аналитически решить эту задачу в общем виде достаточно сложно, авторами предлагается разделить процесс получения результата на несколько этапов. На первом этапе решается задача параметрической адаптации – выбираются наиболее производительные значения операторов; на втором этапе решается задача алгоритмической адаптации – корректируются частоты использования операторов.

На первом этапе предлагается использовать модифицированные операторы мутации и кроссовера. Модифицированный оператор мутации в качестве параметра использует два значения вероятности: одно для инвертирования гена из единицы в ноль, второй, соответственно, из нуля в единицу. Модифицированный оператор кроссовера использует параметр переменного значения – количество точек кроссовера. При этом одно потомство наследует четные участки хромосомы первого родителя и нечетные участки второго родителя, второе потомство получается противоположным образом.

Для поиска наиболее производительных параметров генетических операторов предлагается использовать операторный генетический алгоритм (ОГА) для каждого типа оператора (мутации и кроссовера). Популяция ОГА состоит из хромосом, которые представляют собой множество возможных значений для параметров оператора. Поскольку ОГА оптимизирует относительно небольшое пространство поиска, используется классический ГА. После нахождения наиболее производительных значений для операторов мутации и кроссовера, эти значения используются на втором этапе работы АГА, называемом главным генетическим алгоритмом (ГГА).

На этапе ГГА корректируются частоты применения каждого из типов операторов с ранее подобранными значениями параметров. Для этого введено понятие параметра производи-

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

тельности, который показывает, насколько эффективным было использование оператора в предыдущих эпохах. Параметр производительности $\pi = (ae, e, pw, w)$ определен как функция четырех переменных, где ae – количество абсолютных улучшений, e – количество улучшений, pw — количество стабилизированных решений, w – количество вырождений. Принят следующий порядок сравнения параметров производительности, который на примере двух операторов будет формулироваться следующим образом. Более производительным будет оператор, параметр производительности которого характеризуется большим числом абсолютных улучшений. Если количество абсолютных улучшений одинаково, сравнение производится по количеству улучшений. Если количество улучшений также одинаково, сравниваются количества плоских событий. Если последнее не позволяет выделить лучшего оператора, то более производительным будет тот оператор, у которого меньше количество вырождений.

Кроме того, на этапе ГГА следует определить последовательность применения операторов. Для решения этой проблемы предлагается ввести понятие наград. Каждому оператору $op_h \in O$, $h = \overline{1, H}$ приписывается награда $\rho(op_h)$, которая увеличивается по результатам накопленного опыта. В первую очередь используется оператор, который имеет наибольшую награду. Значение $\rho(op_h)$, $h = \overline{1, H}$, постоянно обновляется, а опыт, приобретенный при последних испытаниях, рассматривается как более актуальный.

Пусть $\chi(op_h)$, $h = \overline{1, H}$ ранг оператора op_h, присваиваемый так, что наивысший ранг получает наиболее производительный тип оператора. Присвоение ранга производится после завершения работы ОГА.

Награды обновляются в конце каждой эпохи АГА согласно формуле:

$$\rho(op_h) = \delta\rho(op_h) + \beta + \gamma\chi(op_h), \quad h = \overline{1, H} \tag{1}$$

где δ – коэффициент ослабления, являющийся константой из множества $\{0, 1\}$. Причем $\delta = 0$ для оператора, только вступившего в работу, а $\delta = 1$ означает, что весь предыдущий опыт оператора полностью учтен. Коэффициент усиления γ служит для награждения лучших операторов. Коэффициент β, обычно имеющий значение меньше γ, используется для гарантии того, что оператор будет обязательно использован на этапе АГА.

Пример решаемой задачи. Проверка работоспособности и эффективности предлагаемого АГА продемонстрирована на примере решения задачи распределения множества ВМ $K = \{K_1, ..., K_m\}$ на множестве серверов $N = \{N_1, ..., N_n\}$ с максимальной загруженностью серверов. Вычислительная мощность каждого сервера $N_i, i = 1, ..., n$ характеризуется двумя параметрами: Ω_i – мощностью процессора и Γ_i – емкостью оперативной памяти. Тогда как каждая ВМ $K_j, j = 1, ..., m$ имеет потребности: ω_j – в процессорном времени; γ_j – в оперативной памяти. Критерием оптимальности решения является минимизация количества задействованных серверов.

Выводы. В работе разработан АГА. Адаптация происходит путем двухэтапного применения ГА: на первом этапе ГА выбирает производительные значения для операторов, а на втором подбирается частота применения операторов с этими значениями. При проектировании адаптивного генетического алгоритма введены следующие понятия: модифицированные операторы кроссовера и мутации, параметрическая и алгоритмическая адаптация генетического алгоритма, сформированы правила сравнения операторов и понятия параметра производительность генетического оператора. Эффективность работы предложенного АГА доказана на примере задачи распределения ВМ на серверах ЦОД. Решения, получаемые АГА, позволяют сократить затраты на $7 - 10\,\%$ по сравнению с решениями, полученными при помощи УГА.

Литература. **1.** Теленик С.Ф. Управляемый генетический алгоритм в задачах распределения виртуальных машин в ЦОД / С.Ф. Теленик, А.И. Ролик, П.С. Савченко, М.Е. Боданюк // Вісник ЧДТУ. — 2011. — № 2. — С. 104—113. **2.** Теленик С.Ф. Генетичні алгоритми вирішення задач управління ресурсами і навантаженням центрів оброблення даних / С.Ф. Теленик, О.І. Ролік, М.М. Букасов, С.А. Андросов // Автоматика. Автоматизація. Електротехнічні комплекси та системи. — 2010. — №1 (25). — С. 106–120.

Ткаченко Р.О., Машевська М.В.
Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна

Нейронечітке моделювання в задачах оцінювання показника рівня біокомфорту

Показник рівня біокомфорту, як інтегральний критерій оцінювання якості житла [1], характеризує відповідність співвідношення значень параметрів середовища проживання до вимог щодо забезпечення оптимальних умов для тривалого перебування людини в "замкнутому просторі". Оцінювання рівня біокомфорту передбачає врахування значень параметрів мікроклімату, показника забезпечення житлового середовища природним освітленням та степеня негативного впливу середовища проживання на людський організм.

Вхідні дані для розроблення математичної моделі, яка описує залежність показника рівня біокомфорту від значень параметрів житлового середовища, – отримані за допомогою спостережень, на основі імітаційного моделювання та з використанням висновків експертів. Розроблення моделі на основі синтетичної вибірки даних за допомогою класичних числових методів [2] викликали ряд труднощів, що ускладнили вирішення поставленої задачі. За таких умов виявилось доцільним розроблення нейронечіткої системи, що передбачає використання нейронечіткого Т-контролера [3], на етапі передбачення невідомого значення показника рівня біокомфорту на основі вхідних параметрів моделі, та нейромережевого генератора формул [1], – на етапі розроблення компактної математичної залежності.

В загальному вигляді модель оцінювання показника рівня біокомфорту записується так:

$$PLC = f(T_{in}, \Delta t, \varphi, infl, insol, sens, res), \tag{1}$$

де PLC – показник рівня біокомфорту у житловому середовищі; T_{in} – температура повітря всередині, °C; Δt – максимальний перепад між температурою повітря і температурою внутрішніх поверхонь стін, °C; φ – показник відносної вологості повітря, %; $infl$ – показник впливу середовища проживання на людину; $insol$ – показник природного освітлення; $sens$ – показник рівня чутливості людини; res – показник режиму проживання.

За допомогою розробленої моделі (1) можна обчислити показник рівня біокомфорту у житлі для певної групи мешканців (табл. 1) в залежності від режиму проживання людей та їх рівня чутливості до впливу чинників зовнішнього середовища.

Табл. 1. Результати оцінювання рівня біокомфорту у житловому середовищі

T_{in}, °C	Δt, °C	φ, %	infl	insol	sens	res	PLC
18,5	1,4	60	450	0,27	1	3	3,63
15,5	4,55	38	935	0,11	0,5	3	1,91
20	1,4	53	412	0,31	1	2	4,35
24	1,5	67	179	0,29	0	3	3,98

У випадку забезпечення в житловому середовищі високого рівня біокомфорту ($PLC > 4$), можна робити висновок про те, що співвідношення значень основних його параметрів є близькими до показників за оптимальних умов для збереження та відновлення рівноваги систем організму людини під час тривалого перебування всередині.

Література. **1.** Ткаченко Р. Інтелектуалізована система оцінювання параметрів біокомфорту приміщення / Р. Ткаченко, М. Машевська // Вісник Нац. ун-ту „Львівська політехніка": Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту "Львівська політехніка 2010. – № 710 – С.133-138. **2.** Каханер Д. Численные методы и программное обеспечение / Д. Каханер, К Моулер, С Нэш // пер. с англ. – Изд. второе, стереотип. – М.: Мир, 2001. – 575 с. **3.** Tkachenko O. Rule-based fuzzy system of improved accuracy / Tkachenko O., Tkachenko R., Hirniak Yu., Ivakhiv O. Mushenyk P. // Materials of 56th International scientific colloquium (Ilmenau University of Technology, 16 September 2011). – Ilmenau: TU Ilmenau, 2011.

Трегубенко И.Б.
Черкасский государственный технологический университет, Черкассы, Украина

Концепция эволюционного обучения искусственных систем

Методы обучения как естественных, так и искусственных систем разнообразны и обычно привязаны к физике системы и окружающей среды, однако можно вычленить один и тот же механизм, который отвечает за наполнение интеллектуальной составляющей естественных систем, и распространить его на системы любого типа. Такой метод обычно называют методом обучения с подкреплением [1], применение которого демонстрировалось автором в частности на задачах обучения интеллектуальных агентов защиты [2]. Предлагается расширить применение данных методов и подходов, сформулировав концепцию эволюционного обучения систем. Опишем ее основные составляющие.

Ограниченность процесса обучения. За ограниченный жизненный цикл системы она может обучиться ограниченному набору функций и приобрести конечный набор знаний.

Конечность жизненного цикла. Невозможно построить систему с одним бесконечным жизненным циклом, т.е. условное бесконечное существование невозможно обеспечить на базе ограниченной физической реальности.

Итерационно-иерархическая структуризация процесса обучения. Процесс эволюционного обучения системы разделяем на некоторые иерархические итерационные процессы (этапы), в рамках которых будет проходить ограниченный процесс обучения, привязанный к конкретным физическим параметрам среды и ограниченным задачам обучения, что и будет обуславливать конечность жизненного цикла системы на данном итерационно-иерархическом уровне.

Перезагрузка. Вводим понятие механизма «перезагрузка», который после окончания текущего жизненного цикла системы обеспечивает:

- сохранение результата обучения, т.е. оптимизацию и сохранность полученных в результате обучения знаний в независимой от среды и физической платформы форме;
- отбрасывания ненужных технических данных и служебных функций, с помощью которых происходила адаптация системы под конкретную физическую реализацию и конкретные задачи конкретного этапа обучения
- анализ, т.е. оценка соответствия результатов обучения поставленным целям, принятие решения о переходе на следующий уровень обучения, с возможностью интерактивного моделирования этого уровня, постановкой новых задач на обучение и формированием текущих технологий адаптации к новой физической среде;

Жизненный цикл системы. За жизненный цикл системы примаем цепочку:
инициализация(создание) – обучение – завершение(деструкция) – перезагрузка

Модульность системы. Систему представим в виде двух принципиально различных составляющих – интеллектуальный модуль и модуль адаптации к физической среде. Интеллектуальный модуль – надстройка – собственно и является сутью системы и самой системой в нашем понимании, время существования которой в принципе неограниченно. Модуль адаптации – обеспечивает функционирование надстройки в текущих физических реалиях. Время существования и модификации нижнего модуля определяется физическими свойствами окружающей среды и/или выполнением задач обучения на конкретном эволюционном этапе.

Литература. **1.** Richard S. Sutton , Andrew G. Barto, Introduction to Reinforcement Learning,1st edition, MIT Press, Cambridge, MA, USA ©1998 P.342. ISBN: 0262193981 http://dl.acm.org/citation.cfm?id=551283&CFID=87567568&CFTOKEN=25740824 **2.** Tregubenko I.B. Reinforcement learning intellectual agent of protection for adapting to surrounding environment / SIN '10: Proceedings of the 3rd international conference on Security of information and networks/ - ACM New York, NY, USA ©2010 - pp: 110-112. ISBN: 978-1-4503-0234-0 DOI=10.1145/1854099.1854122 http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1854099.1854122&coll=DL&dl=GUIDE&CFID=87567568&CFTOKEN=25740824.

Фадін Я.О. *— рецензент Бідюк П.І.*
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Баєсівський підхід до агентного моделювання вторинного ринку акцій

У багатьох задачах прийняття рішень апріорна імовірнісна інформація про стани досліджуваного процесу може бути змінена після отримання нових експертних оцінок або в результаті спостереження відповідних подій, пов'язаних із станами, які підтверджують або спростовують апріорну інформацію.

Як наголошується в роботі [1], багато статистичних завдань, незалежно від методів їх вирішення, мають загальні властивості: до того, як отримано конкретний набір даних, розглядається кілька імовірнісних моделей у якості потенційно прийнятних для ситуації, яка досліджується. Після отримання даних виникає виражене в деякому вигляді знання про відносну прийнятність цих моделей. Одним із способів "перегляду" відносної прийнятності імовірнісних моделей є *баєсівський підхід*, основою для якого виступає відома *теорема Баєса*.

Незважаючи на те, що так звана традиційна частотна школа стосовно формування статистичного висновку, представлена роботами таких вчених як Фішер, Пірсон і багатьма іншими, домінує в статистиці в даний час, байєсівські методи отримали надзвичайно стрімкий розвиток в останні десятиліття. Причиною цього є те, що байєсівський підхід має ряд істотних переваг, які роблять його досить привабливим для широкого застосування [2].

Основна відмінність байєсівського підходу від інших статистичних підходів полягає у тому, що до отримання даних особа, яка приймає рішення, або статистик, розглядає ступені своєї довіри до можливих моделей і представляє їх у вигляді ймовірностей. Як тільки дані отримані, теорема Байєса дозволяє розрахувати нову множину ймовірностей, які представляють переглянуті ступені довіри до можливих моделей, що враховують нову інформацію, яка надійшла із даними [1].

Статистичні дані часто відсутні в реальних задачах аналізу ризику та прийняття рішень, що робить використання багатьох традиційних частотних підходів неправомірним [3]. Наявна в розпорядженні інформація може містити тільки суб'єктивні оцінки у вигляді експертних оцінок і суджень. Більше того, ситуація, в якій приймається рішення, може бути взагалі новою і ніколи раніше не аналізованою [4]. Ці особливості ускладнюють процес прийняття рішень і можуть поставити під сумнів будь-які висновки і судження. В такій ситуації байєсівський підхід може виявитися корисним і ефективним з точку зору якості остаточного результату.

Агентна модель. Автор досліджує комп'ютерну агентно-орієнтовану модель вторинного ринку акцій, розроблену відповідно до параметрів реального ринку. У моделі продемонстрована взаємодії серед трейдерів, наділених штучним інтелектом, які можуть навчатися. В ході різних експериментів досліджено особливості даної моделі: оцінка ефективності ринку; швидкість, з якою ціни сходяться до раціональної за рахунок досягнення рівноваги очікувань; динаміка розподілу багатства серед різних типів агентів зі штучним інтелектом; обсяг торгівлі.

Структура. Загальна структура моделі така: на ринку акцій діють інтелектуальні агенти, які продають цінні папери і в результаті отримують дивіденди в кінці торгового періоду. Кожен торговий період складається з 40 торгових інтервалів. Цінні папери не приносять дивідендів до закінчення останнього інтервалу торгового періоду. Епоха визначається як послідовність із 75 торгових періодів і в кожному періоді незалежно задаються навколишнє середовище та особиста інформація. Стан навколишнього середовища незалежно розподілений серед періодів, всі вклади трейдерів обнуляються з початком кожного періоду. Але трейдери стають досвідченішими по мірі навчання від періоду до періоду.

На початку періоду задаються три величини: стан навколишнього середовища, внески агентів готівкою і акціями (однакові для всіх агентів протягом експерименту), особиста інформація про кожного агента. В кінці періоду наперед встановлений стан навколишнього середовища скидається і дивіденди розподіляються між акціонерами. Для економіки з трьома станами існує ймовірність $1/3$ настання кожного стану. Позначимо $D = (0, 1, 2)$ частку акцій,

на яку виплачуються дивіденди рівні 0 в стані 1, рівні 1 у стані 2 і рівні 2 у стані 3.

Агенти також можуть подавати заявки на покупку або продаж акцій або приймати вже представлені заявки. Якщо вже є заявка на придбання акцій, будь-яка наступна заявка повинна бути вище, ніж поточна. Відповідно, при існуючій заявці на продаж - подальша повинна бути нижче поточної. Транзакція відбувається, коли приймається заявка на покупку або продаж акцій.

Механізм навчання. Агенти в даній моделі були створені згідно "нульового інтелекту" [5]. Баєсівські трейдери використовують інформацію ринку для оновлення своїх знань про стан економіки. Вони формують свою базову ціну виходячи зі своїх знань, і намагаються купити (продати), якщо базова ціна вище (нижче), ніж ціна ринку. Ці агенти спостерігають за активністю ринку і припиняють торгівлю, коли ціна ринку досягає їх базової ціни, або коли у них закінчуються кошти. Базова ціна активу визначається як умовне сподівання дивідендів D_i:

$$E[D|m] = \sum_{i=1}^{N} P\left(D_i|m\right) D_i. \tag{1}$$

Умовна ймовірність $P(D_i|m)$ вираховується за формулою згідно теореми Байєса:

$$P\left(D_i|m\right) = \frac{P\left(m|D_i\right) P(D_i)}{\sum\limits_{j=1}^{N} P\left(m|D_j\right) P(D_j)}, \tag{2}$$

де m – ковзне середнє ринкових цін з періодом k. Результати досліджень зведені у підсумкову таблицю 1.

Табл. 1. Короткі висновки по трьох експериментах. Кожний експеримент складався із 100 незалежних повторень 75 торгових періодів.

№	Інформація	Уподобання	Виплати дивідендів	Готівка	Акції	Кількість трейдерів
1	Об'єднання	Однорідні	(0, 1, 2)	10	5	20
2	Розсіювання	Однорідні	(0, 1, 2)	10	5	20
3	Об'єднання	Неоднорідні	(0, 1, 3) (2, 0, 1)	40	5	10

Висновки. Запропонована модель може відтворити кілька видів ринків і демонструє властивості, притаманні реальним фінансовим ринкам. Зокрема агенти, які мали доступ до інформації (інсайдери), показали вищу дохідність, ніж агенти з нижчим рівнем інформованості.

Література. **1.** *Уткин Л. В.* Анализ риска и принятие решений при неполной информации [Текст]. – СПб.: Наука, 2007. – 101-135 с. **2.** *Люгер Д. Ф.* Искусственный интеллект [Текст]. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. — С. 233–251. **3.** *Тимощук О. Л.* Агентно-ориентированные модели фондового ринка / О. Л. Тимощук, Я. О. Фадин // Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта ISDMCI'2010 : сб. науч. робот. — Евпатория. — 2010. — С. 462-466. **4.** *Фадин Я. О.* Смешанная агентно-ориентированная модель финансового рынка // Системний аналіз та інформаційні технології: Матеріали XIII міжнародної науково-технічної конференції «Системний аналіз та інформаційні технології». – К.: НТУУ «КПІ», 2011. **5.** *Chan N. T.* Agent-Based Models of Financial Markets: A Comparison with Experimental Markets [Електронный ресурс] / Nicholas T. Chan, Blake LeBaron, Andrew W. Lo, and Tomaso Poggio // Massachusetts Institute of Technology. — 1999. — режим доступу : http://cbcl.mit.edu/publications/theses/thesis-chan.pdf.

Федорук П.І., Пікуляк М.В.
Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника, Івано-Франківськ, Україна

Використання сценарного методу для прийняття рішень в адаптивній навчальній системі

Розглянуто використання сценарного методу для побудови адаптивної навчальної траєкторії в автоматизованих системах та досліджено застосування трьохзначної математичної логіки для обробки сценарних прикладів.

У світі сучасних інформаційних технологій для вирішення задач штучного інтелекту широко використовуються спеціальні технологічні програмні засоби, орієнтовані на застосування сценарного методу. Даний метод дає змогу оцінити найбільш ймовірний спосіб пошуку розв'язку та можливі наслідки прийнятих рішень. Беручи до уваги різноманітні взаємозв'язки між фактами (параметрами, елементами), що досліджуються, він дозволяє з певним коефіцієнтом достовірності визначити перспективу отримання розв'язку, сформувати картину можливих станів та встановити можливі тенденції розвитку подій [1].

У даній роботі описується застосування сценарного методу для дослідження предметної навчальної задачі, а саме побудови адаптивної траєкторії навчання студента в автоматизованій системі передачі знань.

Під час використання сценарного методу для дослідження адаптивної поведінки студента в автоматизованій системі, прийняття рішення про можливий подальший напрямок навчальної траєкторії приймається на основі аналізу множини параметрів, які і визначають доцільність продовження навчання по одному з навчальних режимів. Така база для прийняття рішень представлена множиною сценарних прикладів.

Навчальна система, використовуючи сценарні приклади, за результатами поточного тестування студента, визначає вихідний результат (номер навчального режиму). В структурі навчальної системи це визначається моделлю сценарного прикладу – рис. 1.

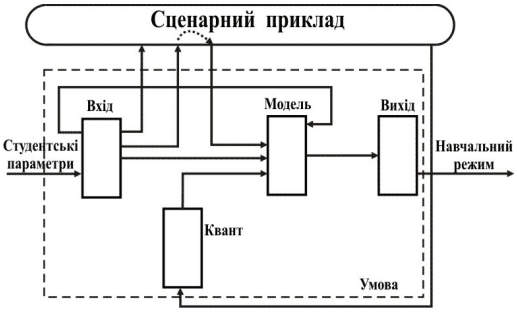


Рис. 1. Представлення сценарного прикладу в моделі навчальної системи

В загальному, під час сценарного дослідження вибудовується гіпотетична картина послідовного розвитку в часі навчальної поведінки студента, яка в сукупності складає еволюцію засвоєння навчального матеріалу. Процес побудови сценарних прикладів реалізує всі основні функції наукового дослідження – описову, пояснювальну та передбачувальну, та в підсумку відображає рівень теоретичних та практичних навиків, які досягнув студент на певному етапі навчання.

Згідно загальної структури побудови сценарного прикладу, під час перевірки виконання чи невиконання умови, відбувається перенаправлення навчальної траєкторії на певний режим продовження навчання. Кількість всеможливих альтернатив сценарного розвитку, тобто подальших напрямків навчальної траєкторії, визначається особливістю параметрів, що досліджуються в системі. У випадках, коли параметри, що позитивно впливають на рівень засвоєння контенту, набувають максимально можливих значень, а ті параметри, значення яких негативно характеризують навчальний рівень студента, мають мінімально можливі значення - навчальна траєкторія студента, з точки зору рівня засвоєння матеріалу, набуває «ідеального» напрямку розвитку. Це свого роду верхня межа можливого успішного розвитку навчального процесу. Мінімальну межу визначають навпаки: мінімізують позитивні параметри і максималізують негативні. Студентські параметри, що знаходяться між максимальними і мінімальними значеннями, визначають інші можливі альтернативи продовження навчання із залученням відповідних навчальних квантів. Широкий спектр різних варіантів сценарного продовження

навчання дозволяє розробити гнучку систему дій системи на можливі значення досліджуваних студентських параметрів. Цим вирішується основна задача сценарію - максимальне зменшення ступеня невизначеності в системі.

Зразок побудови сценарного прикладу наведено в таблиці 1 [2]:

Табл. 1. Сценарний приклад

ЯКЩО				ТО
P_1	P_2	...	P_i	R_j, $j = 1, 2, 3$
C	H		H	$R_1 \to 0.1$
C	B		C	$R_2 \to 0.4$
B	C		B	$R_3 \to 0.9$

де, P_1, P_2, P_3, P_4, P_5 – параметри оцінки засвоєння знань студентом; R_1, R_2, R_3 – відповідно режими перенавчання, донавчання і навчання; B, C, H – високий, середній, низький значення параметрів P_i відповідно.

Таке представлення дає можливість відобразити поточний рівень засвоєних знань студентом у вигляді матриці, клітинки якої моделюють факти та навички, здобуті ним під час навчання.

В розробленій системі поточний рівень засвоєних знань студентом формується студентським модулем у вигляді вектора $P(P_1, P_2, \ldots, P_i)$, що передається в домен-експерт для пошуку подальшого режиму продовження навчального процесу. З цією метою застосовується математичний апарат, побудований на законах математичної логіки. Беручи до уваги те, що кожен із параметрів може набувати трьох значень (B, C, H), на основі матриці, змодельованої з таблиць, представлених у вище наведеному зразку, будується досконала диз'юнктивна нормальна форма для трьохзначної математичної логіки [3]. Це дає можливість, використовуючи правила множення елементарних кон'юнкцій, математично визначити номер режиму, що перенаправляє навчальну траєкторію на повторне чи поглиблене вивчення деякої частини навчального контенту. Такий згенерований пакет квантів представляється студенту на екран у вигляді відповідного інформаційного потоку. Базове ядро навчального контенту визначається конкретним змістом курсу (теми), що вивчається.

Таким чином, для кожного студента формується та видається індивідуальне методично-обгрунтоване завдання. Заключна частина кожного завдання завершується серією контрольних завдань (тестом). Відповіді, отримані системою, змінюють поточні значення вектора стану окремого студента і у вигляді інформаціного потоку знову передаються в домен-експерт.

Цінність сценарних прикладів для дослідження адаптації автоматизованої системи до навчальної поведінки студента полягає в тому, що вони створюють основу для:

- складання, за допомогою моделювання різних варіантів програмного навчання (альтернативних педагогічних прогнозів);
- аналізу засвоєння навчального контенту студентом за альтернативними прогнозами;
- експериментальної перевірки результатів засвоєння знань студентом;
- перевірки альтернативної стратегії навчальної поведінки студента;
- імовірної оцінки впливу інших факторів (використання підказок, звернень за допомогою);
- формування інструменту контролю при плануванні стратегії засвоєння знань студентом.

Описаний метод побудови адаптивної траєкторії в автоматизованих системах дає змогу визначити перспективи розвитку навчальної ситуації, опрацювати результати поточного рівня засвоєння студентом певної теми та прийняти, порівнявши можливі варіанти, найбільш оптимальний напрямок продовження навчання, мінімізувавши при цьому витрачений час та кількість навчального контенту.

Література. **1.** Van Notten Ph. Scenario development: a typology of approaches // Think Scenario. Rethink Education. – OECD, 2006. – P. 69-84. **2.** Федорук П.И. Использование сценарных примеров знаний при построении индивидуальной учебной траэктории / П.И.Федорук, Н.В.Пикуляк // Програмные продукты и системы – Тверь, 2011 г. – № 2(94), С. 89–94. **3.** Бондаренко М.Ф. Ком' ютерна дискретна математика / М.Ф. Бондаренко, Н.В. Білоус, А.Г. Руткас. – Харків: «Компанія СМІТ», 2004. – 480 с.

Чабаненко Д.М.
Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького, Черкаси, Україна

Алгоритм багатосценарного прогнозування на основі складних ланцюгів Маркова

Складність сучасних фінансово-економічних систем створює труднощі побудови точних прогнозів і вимушує шукати нові методи, здатні враховувати невизначеність майбутніх станів системи. Пропонується алгоритм побудови багатосценарного прогнозу часового ряду, що базується на складних ланцюгах Маркова. При варіюванні параметрів моделі отримуємо прогнозні ряди, які у випадку детермінованого ряду будуть корельованими, а при невизначенності середньоквадратичне відхилення між рядами може говорити про можливу похибку майбутнього прогнозу. У даній роботі пропонується побудова декількох сценаріїв майбутньої динаміки методом складних ланцюгів Маркова при різних довжинах навчальної вибірки. Для отриманих прогнозів знаходиться ряд математичного сподівання та середньоквадратичне відхилення, з яких будуються довірчі інтервали. Наведено експериментальні результати з прогнозування індексів світових фінансових ринків.

Багатосценарність як спосіб подолання невизначеності у побудові прогнозів активно розглядається у сучасних наукових публікаціях [1]. Класичні методи прогнозування, такі як регресійний аналіз, мають можливість оцінювати невизначеність прогнозів у вигляді довірчих інтервалів. Але такі висновки справедливі тільки при виконанні умови стаціонарності залишків. Часові ряди сучасних фінансових ринків вимагають розробку принципово нових методів, ефективних також і для нестаціонарних часових рядів. Наприклад, у монографії [1] запропоновано метод подібних траєкторій, який не вимагає стаціонарності та є ефективним для прогнозування сучасних фінансових часових рядів. Нами запропоновано схожий за суттю метод [2], експерименти показують можливість застосування даного методу для фінансово-економічних часових рядів.

У ряді робіт (див. наприклад [3]) запропоновано метод прогнозування на основі складних ланцюгів Маркова. Даний метод базується на виявленні залежностей у ланцюгах дискретних станів, зв'язаних зі зміною величини, що прогнозується (темпи абсолютного чи відносного зростання). Метод складних ланцюгів Маркова включає наступні кроки: 1) вибір множини інтервалів дискретизації Δt_i; 2) для кожного Δt_i, починаючи з найменших, виконуємо кроки: 2а) обчислення приростів часового ряду з вибраним проміжком дискретизації Δt_i; 2б) кодування приростів дискретними значеннями; 2в) обчислення матриці ймовірностей перехоів для узагальнених станів складного ланцюга Маркова (узагальнений стан - послідовність станів довжиною k, де k - порядок ланцюга Маркова); 2в) покрокове прогнозування послідовності майбутніх станів, вибираючи на кожному кроці стан з максимальною ймовірністю; 2г) відновлення значень ряду по спрогнозованій послідовності дискретних станів, використовуючи крок Δt_i та середні рівні приростів для кожного стану; 2д) виконання процедури склеювання з рядом, отриманим при попередньому значенню Δt_i.

Помічено, що при зміні довжини навчальної вибірки (відкидання старих даних з навчальної вибірки), отриманий прогноз змінюється. Для деяких рядів ці зміни є незначними і прогнозні ряди ведуть себе корельовано, для інших має місце значний розмах між прогнозними рядами. Приклади прогнозування індексів Dow Jones Industrial Average (DJIA) та S&P 500 для довжин вибірки від 2000 до 10000 днів наведено на рис 1 та рис 3.

Як видно з рисунку 1, прогнозні сценарії індексу DJIA демонструють більшу детермінованість. Динаміка середнього значення прогнозів та довірчі інтервали наведені на рис. 2. При прогнозуванні індексу S&P 500 (див. рис 3) було виявлено 3 кластери сценаріїв. Усереднення усіх сценаріїв формально виконане на рис. 4, але логічно було б здійснювати усереднення сценаріїв окремо по кластерам. В подальших дослідженнях планується розробка методів виявлення прогнозних кластерів та обчислення математичного сподівання, стандартного відхилення та довірчих інтервалів для кожного кластера.

Можна стверджувати, що ряди, для яких прогнозні сценарії некорельовані, не можуть точно

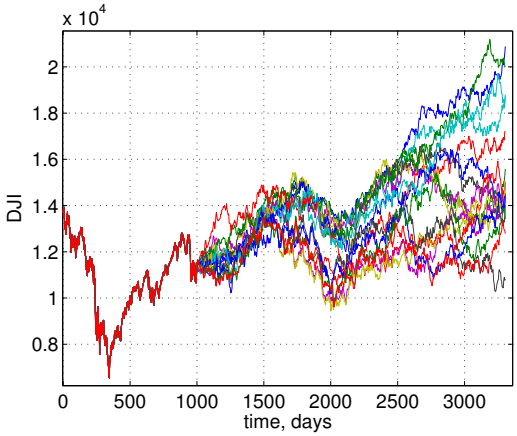


Рис. 1. DJIA, усі побудовані прогнозні сценарії

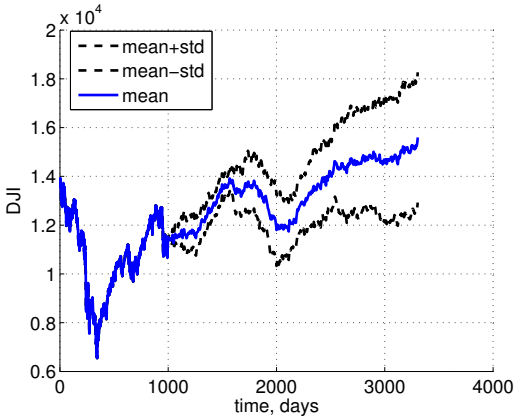


Рис. 2. DJIA, середнє значення та довірчі інтервали

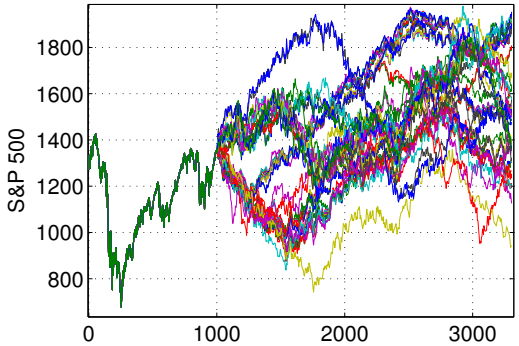


Рис. 3. S&P 500, усі побудовані прогнозні сценарії

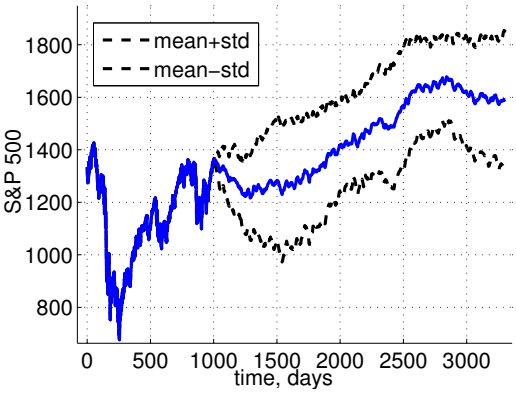


Рис. 4. S&P 500. Середнє значення та довірчі інтервали

прогнозуватися даним методом, що може запобігти хибним інвестиційним рішенням. Висока кореляція прогнозів може свідчити про високу ймовірність сценарію, що демонструється середнім значенням. В ряді експериментів помічено результати, коли наявні групи прогнозних сценаріїв, корельованих всередині групи, але не корельованих між групами. Це може означати два або декілька можливих сценаріїв продовження часового ряду.

Нами розроблена система розподіленого розрахунку прогнозних сценаріїв та проведена експериментальна робота по прогнозуванню динаміки провідних економік світу. Результати досліджень опубліковані у статті [3] та щомісячно оновлюються. Продовженням даного дослідження може бути створення СППР для побудови торгової стратегії.

Література. **1.** Бідюк, П. І. Методи прогнозування / П. І. Бідюк та ін. – Луганськ: Луганський національний ун-т ім. Тараса Шевченка, 2008. – Т. 1. – 301 с. **2.** Чабаненко Д.М. Виявлення прихованих закономірностей та методи прогнозування часових рядів. // Системний аналіз та інформаційні технології: матеріали Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2011, Київ, 23–28 травня 2011 р. – К.: ННК "ІПСА" НТУУ "КПІ", 2011. – С. 337. **3.** Soloviev V., Saptsin V., Chabanenko D. Markov Chains application to the financial-economic time series prediction. – ArXiv e-prints 1111.5254 http://arxiv.org/abs/1111.5254. – 2011.

Черевык Т.А. *— рецензент Батиенко Л.Ю.*
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Анализ ситуаций сведения к минимуму ошибки хеджирования при динамическом страховании основных ценных бумаг на финансовом рынке

Хеджирование позволяет управлять рисками (как рыночными, так и специфическими), при котором колебания стоимости хеджируемого финансового актива или портфелей активов полностью или частично компенсируются колебаниями стоимости включенных в портфель хеджирующих финансовых инструментов. Среди производных финансовых инструментов наибольший интерес имеют опционы, что обусловлено использованием их при эмиссии ценных бумаг, возможности игры на срочном рынке с целью получения дополнительных доходов. Так, например, опционы с одной стороны защищают их владельца от неблагоприятного развития событий в зависимости от стратегии хеджирования, а с другой стороны дают возможность получить дополнительный доход в случае благоприятного развития ситуаций на финансовом рынке.

Распространенная постановка задачи управления процессом хеджирования основывается на управлении риском потерь. Автором исследован альтернативный подход к задаче хеджирования на неполном рынке - решение задачи минимизации квадратичной ошибки хеджирования. При этом возможно рассмотрение несамофинансируемых стратегий, т.е. кроме начального вложения в момент $t = 0$ допускается денежный поток на протяжении всех периодов торговли активами, включая последний момент T, что позволяет рассматривать как американские, так и европейские хеджирующие обязательства.

Введем следующие обозначения: ξ_0 - согласованный случайный процесс, соответствующий дисконтирующему активу, ξ - предсказуемый случайный процесс, X - дисконтированный процесс цен рискового актива, C - процесс затрат, F - тривиальная σ-алгебра, V - дисконтированный процесс стоимости, причем $V_0 = \xi_0^0, V_t = \xi_t^0 + \xi_t * X_t$.

Локальный вариант задачи заключается в минимизации

$$E[(C_{t+1} - C_t)^2|F_t] - E[(V_{t+1} - (V_t - \xi_{t+1}(X_{t+1} - X_t)))^2|F_t]$$

по отношению к V_t и ξ_{t+1} и позволяет реккурентно построить стратегию (ξ^0, ξ), минимизирующую локальный риск [1].

Решение задачи использует ортогональное разложение заданного платежного обязательства H, которое является обобщением классической теоремы Кунита-Ватанабе о разложении мартингалов. Часто процесс стоимости, порожденный стратегией, минимизирующей локальный риск, можно представить в виде суммы мартингала, сильно ортогонального процессу цен платежного обязательства, и процесса доходов для этой стратегии [2].

На основании стратегии (ξ^0, ξ) может быть построена стратегия, минимизирующая глобальную квадратичную ошибку хеджирования $E[(H - V_T)^2]$ [1].

Локальный и глобальный варианты задачи минимизации ошибки хеджирования совпадают, если "объективная" мера является мартингальной.

В ходе работы был создан программный продукт, позволяющий построить оптимальные стратегии, минимизирующие локальный и глобальный квадратичный риск, для случая, когда рынок содержит один рисковый актив.

Литература. **1.** Фельмер Г., Шид А. Введение в стохастические финансы. Дискретное время / Г. Фельмер, А. Шид. – М. : МЦНКО, 2008 г. – 496 с. - ISBN 978-5-94057-346-3. **2.** Мельников А.В. Математические методы финансового анализа / Мельников А.В., Попова Н.В., Скорнякова В.С. - М.: Анкил, 2006 г. — 440 с. - ISBN 5-86476-236-9.

Чубинський В.В., Жданова О.Г.
Національний технічний університет України "КПІ", ФІОТ, Київ, Україна

Про задачу розподілу поставок продукції між складами

На сьогоднішній день в умовах жорсткої ринкової конкуренції підприємства намагаються збільшити попит на свою продукцію шляхом зниження її собівартості та дотримання умов виконання договорів на поставку продукції клієнтам. Собівартість продукції в значній мірі залежить від витрат, пов'язаних з її доставкою та зберіганням. Знизити ці витрати можна шляхом оптимізації планів перевезення та зберігання продукції.

Змістовна постановка задачі. Є деяке підприємство, котре займається продажем деяких товарів. Воно має склади в декількох містах (в місті може бути декілька складів). Відомі майбутні моменти поставок товарів в місто та майбутні моменти збуту товарів клієнтам. По кожному факту поставки товару відомі вид, об'єм товару та місто призначення. В замовленні вказується вид, об'єм товару та склад, звідки товар буде придбано. Також відомий поточний запас товарів кожного виду на складах. Характерним для даної ситуації є наступне: об'єми складів обмежені, зберігання певного товару на складах потребує певних витрат, переміщення товару на склад після поставки його в місто також потребує певних коштів. Мета – мінімізувати витрати на перевезення, зберігання та втрати, що пов'язані з незадоволенням замовлень.

Формальна постановка задачі. Нехай n – кількість міст, в яких розташовано склади, а m_i – кількість складів в i-му місті ($i = \overline{1,n}$). Підприємство займається закупівлею, зберіганням та збутом l типів товарів. Відомі майбутні моменти поставок та збуту товарів (відповідні кількості поставок та збутів становлять q та ν). Кожна поставка товару характеризується часом t_s прибуття товару, містом i, видом товару k та його кількістю p_{ksi} ($k = \overline{1,l}$, $s = \overline{1,q}$, $i = \overline{1,n}$). Кожний договір на збут товару характеризується часом t_r відправки товару, містом i, складом j, видом k товару та його кількістю z_{krij} ($k = \overline{1,l}$, $r = \overline{1,\nu}$, $i = \overline{1,n}$, $j = \overline{1,m_i}$). Вартість транспортування одиниці k-го товару, що поступив в місто i та направлений на склад j, складає c_{kij} одиниць вартості ($k = \overline{1,l}$, $i = \overline{1,n}$, $j = \overline{1,m_i}$). Вартість зберігання одиниці k-го товару в i-му місті на j-му складі складає s_{kij} одиниць вартості ($k = \overline{1,l}$, $i = \overline{1,n}$, $j = \overline{1,m_i}$). Штраф за невиконання r-го договору на збут товару дорівнює h_r одиниць вартості ($r = \overline{1,\nu}$).

Нехай x_{ksij} - це кількість одиниць товару k-го в s-й поставці в місто i, що поступили на j-й склад ($k = \overline{1,l}$, $s = \overline{1,q}$, $i = \overline{1,n}$, $j = \overline{1,m_i}$). Необхідно визначити такий розподіл товарів по складам, при якому досягають мінімуму сумарні витрати, пов'язані з перевезенням, зберіганням та втратами через невиконання договорів на збут товару клієнтам:

$$Z = \sum_k \sum_s \sum_i \sum_j c_{kij} x_{ksij} + \sum_k \sum_i \sum_j \sum_v s_{kij} y_{kijv} + \sum_{r \in I^-} h_r \to \min, \qquad (1)$$

де y_{kijv} - кількість одиниць товару k-го в місті i на складі j в момент часу v, $k = \overline{1,l}$, $i = \overline{1,n}$, $j = \overline{1,m_i}$, $v = \overline{1,T}$, T - період планування; I^- - множина договорів, по яким було порушено умови поставок, (значення величин y_{kijv} та склад множини I^- залежать від величин початкових запасів та об'ємів поставок та збуту продукції для складу j міста i).

Дамо графічну ілюстрацію задачі (рис. 1). Нехай горизонтальна вісь – це вісь часу. Кожна така вісь відповідає певному місту (у випадку поставок) або певному складу (у випадку збуту). Стрілки, що входять у вісь зверху, позначають поставку певного товару в місто в певний момент часу. Стрілки, що виходять з осі, позначають збут певного товару з певного складу в певний момент часу. Біля кожної стрілки позначено тип та кількість одиниць певного товару, який буде поставлено в певне місто або відпущено з певного складу. Якщо в одній поставці є декілька різних типів товару, то будемо розглядати це як декілька різних поставок певного типу товару в один і той самий момент часу.

Опис методу розв'язання поставленої задачі. Основною задачею, яку необхідно вирішити в даному завданні, є правильний розподіл товарів, що прибули в місто, по складам, з метою подальшої мінімізації витрат, пов'язаних з перевезенням, зберіганням та штрафами за невико-

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

нання клієнтських договорів на збут. В даній роботі для розв'язання задачі запропоновано підхід, у якому процес прийняття рішень по розподілу товарів зображується у вигляді дерева, в якому кожний рівень – це певний момент часу, кожна гілка – це певне рішення з розподілу певного товару на певний склад, а кожна вершина – це певний поточний стан складів та наявних на них товарів. Кожна вершина характеризується поточною для даного стану величиною витрат підприємства (на зберігання, збут товару та штрафи за невиконання договорів). Наприклад, нехай є деяка поставка $s = 10$ товару типу $k = 1$ в місто $i = 1$ у кількості $p_{1,10,1}$ одиниць і поточна вершина отримана шляхом прийняття рішення про розподіл даного товару на склад $j = 2$ для задоволення договору про збут $r = 11$ товару типу $k = 1$ в кількості $z_{1,11,1,2}$ одиниць. Тоді оцінка даної вершини матиме наступний вигляд:

$$f_{current}(*) = f_{previous} - (c_{1,1,2} * z_{1,11,1,2} + h_{11} + s_{1,1,2} * T) \quad (2)$$

де $f_{current}(*)$ - оцінка поточної вершини, $f_{previous}$ - оцінка вершини, з якої була отримана поточна шляхом розгалуження, T – період зберігання товару на складі до моменту його видачі клієнту.

Розгалуження дерева відбувається за принципом вибору вершини з найменшим значенням даної оцінки. А цільовим станом даного дерева буде такий розподіл товарів по складам, який має найменшу вартість витрат. Дана задача не розбивається на l підзадач з розподілу певного виду товару, оскільки склади характеризуються загальним об'ємом для всіх типів товарів, а величини c_{kij} можуть бути не пропорційні об'ємам перевезень, тобто перевезення на конкретній склад може об'єднувати декілька типів товарів.

Для розв'язання задачі у представленому вигляді слід використати алгоритм інформативного пошуку в дереві A* [1]. Даний алгоритм здійснює пошук у дереві на основі значення евристичної функції, яка в даному випадку є вартістю сумарних витрат підприємства. Даний алгоритм буде працювати наступним чином: для поточного кроку він обирає листок з найменшим значенням оцінки та будує всіх нащадків даного стану, обчислюючи значення оцінки для кожного з них. Таким чином, на будь якому проміжному кроці ми зможемо побачити, до чого призведе певний розподіл товарів. В результаті отримаємо розподіл товарів по складам, значення оцінки якого і буде мінімальною вартістю витрат підприємства.

На основі запропонованого в даній роботі підходу ведеться розробка програмного продукту, який використовуватиметься при прийнятті рішень з планування перевезення та зберігання продукції.

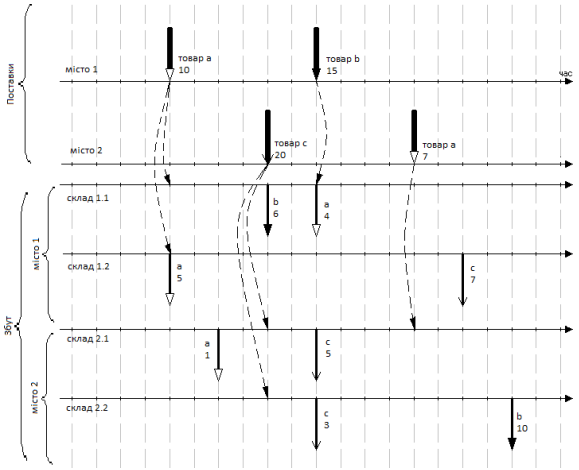


Рис. 1. Графічне відображення процесу розподілу

Література. **1.** Рассел С., Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер. с англ./Рассел С., Норвиг П. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. - 1408с.

Широкорад Д.В., Корнич Г.В.
Запорожский национальный технический университет, Запорожье, Украина

Применение искусственных нейронных сетей в задаче ионного послойного анализа

Взаимодействие энергетических ионов с твердотельной поверхностью активно исследуется уже более полувека [1]. В работе рассмотрена нормальная бомбардировка плоской мишени с одним (или несколькими) внедренным начальным прямоугольным профилем примеси низкой концентрации на примере матрицы кремния с примесью атомов меди. Распределение примеси по глубине в каждый момент времени при послойном анализе моделируется диффузионным уравнением перемешивания с граничными условиями третьего рода [2]. Задача состоит в восстановлении начального профиля концентрации примеси по её поверхностным концентрациям в различные моменты времени.

Для решения данной задачи используется искусственная нейронная сеть (ИНС) прямого распространения. Входными сигналами для ИНС служат поверхностные концентрации примеси в разные моменты времени, плотность бомбардирующего пучка (I) и величина области перемешивания (L). В качестве выходных значений выступают координаты переднего и заднего фронта примеси. ИНС реализована с одним скрытым нейрослоем и сигмоидальной функцией возбуждения [3]. Обучение ИНС производилось с помощью метода обратного распространения ошибки. ИНС состоит из 320 нейронов на входном слое, 20 нейронов на скрытом слое и 2 нейронов на последнем слое. В наборе данных для обучающей выборки варьировалась глубина начального залегания примеси, плотность бомбардирующего пучка и величина области перемешивания. Размер обучающей выборки – 300 образцов.

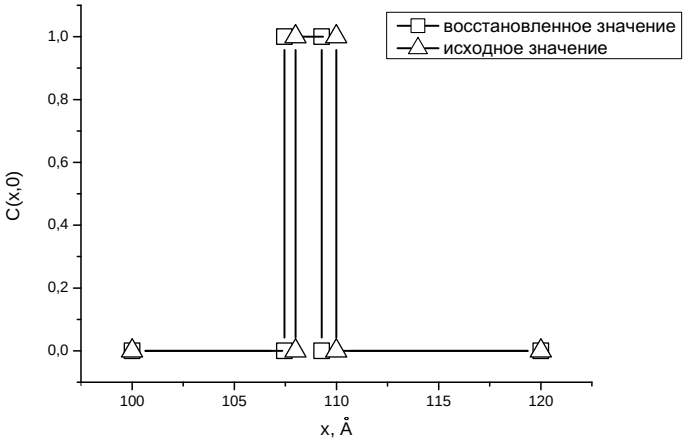


Рис. 1. Результаты тестирования ИНС при I=1.15e15 ион/(см2*с) и L=54 Å

После обучения ИНС проводилось её тестирование на промежуточных значениях. Ошибка при восстановлении профиля с помощью ИНС не превышает одного ангстрема (см. рис.1), что составляет не более 1 % от характерного размера задачи. На рис.1 по оси абсцисс отложена глубина залегания примеси, а по оси ординат – её концентрация.

Литература. **1.** Sigmund P. Ion Beam Science: Solved and Unsolved Problems. – Copenhagen, 2006. **2.** Kornich G.V., Betz G., Bazhin A.I. Simulation of mass transport processes in a high temperature Ni crystal under low energy ion bombardment // NIM, 1999, B152, 437. **3.** Shirokorad D.V., Dumin A.N., Dumina O.A., Katrich V.A. Analysis of Pulsed Fields Reflected from a Layered Lossy Medium Using Artificial Neural Network // Telecommunications and radio engineering. – 2011. – V.70, N10. – P.873–881.

Шубенкова И.А., Ковалько М.А.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Применение теории игр при продвижении новых продуктов на рынок

Успех деятельности предприятия зависит от правильности принятия решения руководством на всех этапах жизненного цикла производимого товара, так как именно от качества решений зависит его финансовое благополучие. Маркетологи выделяют следующие технологии вывода и продвижения нового товара на рынок:

- оценка перспективности, разработка и/или оптимизация каналов продаж;
- анализ ситуации на рынке, оценка концепции нового продукта, позиционирование товара;
- программа продвижения: постановка целей и методы их достижения на каждом этапе;
- анализ конкретных инструментов продвижения продукта на рынок;
- оценка эффективности программы продвижения в целом.

Прогресс исследований в области продвижения и реализации новых товаров неотъемлемо связан с широким использованием математических методов и моделей. Наиболее часто для построения математических моделей некоторых отдельных процессов в экономике используются методы линейного, динамического и целочисленного программирования, теории массового обслуживания, теории графов, сетевого планирования. Классические методики оказываются малоэффективными для ряда практических задач. Это связано с тем, что невозможно достаточно полно описать реальность с помощью небольшого числа параметров модели, либо расчет модели требует слишком много времени и вычислительных ресурсов. Из-за описанных выше недостатков традиционных методик построения математических моделей и особенностей исходной информации следует уделять внимание использованию аналитических средств иного типа. К их числу можно отнести методы теории игр, которые нашли применение при принятии решения в условиях противодействия сторон, которые могут преследовать противоположные цели, искать другие пути достижения цели, препятствовать теми или иными действиями или состояниями внешней среды достижению намеченной цели [1]. Игровую модель конфликта можно представить как сочетания отображения возможных позитивных и негативных альтернатив участников-игроков и вариантов исходов для каждой пары ходов в виде платежной матрицы $B = \|b_{ij}\|$ элемент которой можно определить по формуле

$$b_{ij} = \sum_{k=1}^{m} M_k \cdot B_k(P_{ij}),$$

где $B_k(P_{ij})$ и M_k – соответственно оценка характеристики исхода конфликта в баллах и её вес, $k = \overline{1, m}$ [2].

В работе рассматривается применение антагонистических игр при выборе поставщиков сырья в условиях полной определенности, были получены решения матричной игры в смешанных стратегиях для определения момента вывода товаров на рынок в условиях антагонистической конкуренции, планирования объема продаж сезонного товара в неопределенных погодных условиях, определения цены товара при изменении цен конкурентов [3].

Полученные результаты дают возможность принять решение, обеспечивающее конкурентное преимущество предприятию, на всех этапах вывода нового товара на рынок.

Литература. **1.** Степанов Л.В. Моделирование конкуренции в условиях рынка - М.: Академия Естествознания, 2009. - 231 с. **2.** Фомин Г.П. Математические методы и модели в коммерческой деятельности — М.: Финансы и статистика, 2005. — 616 с. **3.** Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем: Учеб. пособие. — М.: Финансы и статистика, 2006. - 432 с.

Шубенкова І.А., Усик О.О.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Аналіз та моделювання результатів політичних виборів з використанням теорії ігор

Аналіз та математичне моделювання політичних процесів є досить актуальною проблемою [1], зважаючи на нестабільність політичної та соціально-економічної ситуації в Україні. Складність, а часом і неможливість формалізації соціальних чинників, робить математичне моделювання даних процесів складною проблемою, що кидає виклик дослідникам [2], які займаються пошуком основи для прогнозування суспільно-політичних криз та шляхів виходу з них.

У роботі представлено математичну модель, яка дозволяє визначити рейтинг політичних партій та блоків на виборах. Модель дозволяє визначити стійкі коаліції, у тому сенсі, що у жодного з гравців та у жодної коаліції не буде підстав відмовлятися від цих коаліцій. Ця математична модель використовує метод запропонований у [3], який базується на пошуку D-ядра кооперативної гри, яке, на відміну від класичного C-ядра, [4], завжди існує.

У роботі розглядається кооперативна гра 10 гравців. Кожен гравець (політична партія) має на меті збільшити свій виграш (кількість місць у парламенті). Гравці можуть об'єднуватися у коаліції. При об'єднанні партій в коаліцію їх вихідний рейтинг сумується, а фінальний виграш коаліції визначається як кількість місць, отриманих у парламенті.

Розглядається 10 основних претендентів на проходження до парламенту. На даний момент це такі політичні сили, як: "Батьківщина", "Партія Регіонів", "Фронт Змін", "КПУ", "ВО Свобода", "УДАР", "Сильна Україна", "Громадянська позиція", "Наша Україна", "Народна партія".

Пошук справедливого розподілу розв'язку відбувається з використанням функції

$$\pi(P_k) = \frac{1}{k}\left[v(P_k) - \sum_{i \epsilon P_k} v(i)\right] \tag{1}$$

де $v(P_k)$ - характеристична функція гри, P_k - коаліція, що складається із k гравців.

Функція (1) характеризує середній приріст виграшу будь-яких k гравців, які обєдналися в коаліцію, що є вирішальним чинником у переговорному процесі [2].

Вихідними даними для моделі є усереднені результати опитувань громадської думки, а також правила проходження до парламенту, які викладено у Законі України "Про вибори народних депутатів України" [5].

Результати обчислень дозволяють дослідити кількісне представництво кожної партії у Верховній Раді України в залежності від формування ними тих чи інших коаліцій. Представлена модель дозволяє проводити чисельні експерименти для формування оптимальної виборчої стратегії, а також надає можливість визначати напрямки переговорного процесу, що призведуть до збільшення представництва у законодавчому органі.

Література. **1.** Корнієнко В. О., Денисюк С. Г., Шиян А. А. Моделювання процесів у політико-комунікативному просторі: Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2010. – 209 с. **2.** Ожиганов Э.Н. Моделирование и анализ политических процессов: Учеб. посибие. - М.: РУДН, 2009. - 189 с.: ил. **3.** Смольяков В.Э., Смольяков Э.Р. Оптимальный дележ в кооперативных играх и динамическая игровая модель мировой энергетики: Монография. – Москва: Институт системного анализа РАН, 2008 **4.** Петросян Л.А., Зенкевич Н.А., Семина Е.А. Теория игр: Учеб. пособие для ун-тов — М.: Высш. шк., Книжный дом «Университет», 1998. — С. 304. — ISBN 5-06-001005-8, 5-8013-0007-4. **5.** Закон України Про вибори народних депутатів України. - Режим доступу: http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/4061-17

Щелкалин В.Н.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

Трендовый подход прогнозирования временных рядов на основе метода «Гусеница»-SSA

В работе производится дальнейшее развитие метода Бокса-Дженкинса построения моделей и усовершенствование самих моделей авторегрессии – проинтегрированного скользящего среднего (АРПСС), разработанных около сорока лет назад и остающихся по сей день одними из наиболее эффективных моделей для модлирования, прогнозирования и управления процессами превосходя своих конкурентов по целому ряду критериев, таких как: экономность по количеству параметров, трудоемкость алгоритмов построения моделей и ресурсоемкость их реализации, формализация процесса построения модели.

К настоящему моменту времени создано большое количество мат. моделей и методов анализа и прогнозирования временных рядов (в.р.) и наметились тенденции комбинирования их идей с целью получения лучших характеристик комбинированной модели и перевода теоретических наработок одних методов на другие где это представляется возможным и целесообразным.

В работе производится синтез математических моделей, основанных на совместном использовании идей двух методов, к каждому из которых, по отдельности, скептически относятся многие специалисты из области прогнозирования, однако достаточно хорошо теоретически обоснованных. Первый метод – детерминированный метод различных видов анализа и прогнозирования пока ещё не вошедший в состав стандартных математических пакетов – метод «Гусеница»-SSA (далее SSA). Второй – статистический метод – метод Бокса-Дженкинса (далее BJ). Предложенные модели реализовывают трендовый подход, который заключается в моделировании процесса как отклонения фактических значений относительно трендовой составляющей и приводят к синергии, взаимно компенсируя противоположные по природе недостатки составляющих их моделей.

В стандартном методе SSA сигнал или модель определяются только из условия воспроизведения дисперсии временного ряда, при этом характер ошибки воспроизведения в модель не включается. Метод SSA, основанный на LS или MV оценивании, пришедший для решения этой проблемы, больше применим в теории фильтрации, и не включает никакой информации относительно модели шума. Поэтому на настоящий момент появились два подхода решения данной задачи. В основе первого подхода лежит идея увеличения порядка линейной рекуррентной формулы (ЛРФ) рекуррентного прогноза метода SSA при помощи метода HTLS – модификации метода ESPRIT [1]. Второй – путём добавления к SSA-прогнозам прогнозов метода BJ, построенных на остаточной составляющей временного ряда после удаления из него, восстановленного методом SSA, сигнала [2, 4, 5] . По сути – путём добавления к ЛРФ модели АРПСС. Полезный эффект, возникающий уже в результате применения такой аддитивной модели (1) описан в [2 – 5]. Впоследствии модель приняла вид (3), а главное, все её параметры уже подстраивались методом оптимизации целевой функции интегрированного критерия точности и адекватности. Модель (3) названа автором моделью авторегрессии – спектрально проинтегрированного скользящего среднего (АРСПСС). Идентифицируемый методом SSA сигнал достаточно хорошо аппроксимируется моделями АРПСС (см. модель (4)). Для случая нескольких сезонных составляющих и экзогенных переменных модели обобщаются, подобным образом как, например, модель (4) обращается в (6).

$$y_t = g(B)s_t + \frac{c(B)}{\nabla a(B)}e_t; (1) \Rightarrow y_t = g(B)y_t + \frac{c'(B)}{\nabla a'(B)}e_t; (2) \Rightarrow g'(B)y_t = \frac{c''(B)}{\omega(B)a''(B)}e_t; (3)$$

$$\begin{cases} \hat{s}_t = \dfrac{f(B)}{\nabla d(B)}\varepsilon_t; \\ y_t = \hat{s}_t + \dfrac{c(B)}{\nabla a(B)}e_t. \end{cases} \Rightarrow y_t = \frac{f(B)}{\nabla d(B)}\varepsilon_t + \frac{c(B)}{\nabla a(B)}e_t; (4) \Rightarrow y_t = g(B)\frac{f(B)}{\nabla d(B)}\varepsilon_t + \frac{c'''(B)}{\nabla a'''(B)}e_t; (5)$$

$$y_t = \left(\sum_{i=1}^{N} \frac{\omega_i'(B)}{\delta_i'(B)} B^{m_i} + \sum_{i=1}^{N} \frac{\omega_i(B)}{\delta_i(B)} B^{m_i} \right) x_t^i + \frac{\prod_{i=1}^{S_n'} f^{S_i'}(B)}{\prod_{i=1}^{S_n'} \nabla_{S_i'}^{D_i'} \prod_{i=1}^{S_n'} d^{S_i'}(B)} \varepsilon_t +$$

$$+ \frac{\prod_{i=1}^{S_n} c^{S_i}(B)}{\prod_{i=1}^{S_n} \nabla_{S_i}^{D_i} \prod_{i=1}^{S_n} a^{S_i}(B)} e_t . (6)$$

где y_t, $t = \overline{1,n}$ - исходный или преобразованный (нормированный или прологарифмированный) центрированный временной ряд; s_t – идентифицированный методом SSA сигнал; ε_t - остаточные ошибки модели тренда (модели, аппроксимирующей сигнал, выделенный методом SSA); e_t - остаточные ошибки модели; $a(B)$, $c(B)$ - полиномы от B некоторых степеней, определяющие составляющие скользящего среднего и авторегрессии моделей соответственно; $d(B)$, $f(B)$ - полиномы, определяющие составляющие скользящего среднего и авторегрессии соответственно модели, аппроксимирующей сигнал s_t; $a^{S_i}(B)$, $c^{S_i}(B)$, $i = \overline{1,S_n}$, $d^{S_i'}(B)$, $f^{S_i'}(B)$, $i = \overline{1,S_n'}$ - полиномы, определяющие составляющие скользящего среднего и авторегрессии для каждой из сезонных компонент длинной S_i (S_i') процесса и для модели, аппроксимирующей временной ряд s_t и остаточный временной ряд соответственно; S_n' и S_n - количество сезонных компонент временного ряда s_t и остаточного временного ряда соответственно, причём $S_1 = 1 (S_1' = 1)$; $\omega_i'(B)$, $\delta_i'(B)$ и $\omega_i(B)$, $\delta_i(B)$, $i = \overline{1,N}$ - полиномы, определяющие передаточные функции модели, аппроксимирующей временной ряд s_t и модели остаточной составляющей соответственно; $g(B) = \sum_{i=1}^{L-1} g_{L-i} B^i$; L – длина окна метода SSA или $g(B) = \sum_{i=1}^{R-1} g''_{R-i} B^i$, где R – порядок ЛРФ минимальной длины; B – оператор задержки; g_i, $i = \overline{1, L-1}$ коэффициенты миннормЛРФ [1]; $g'(B) = 1 - g(B)$; $\nabla = 1 - B$. Оператор $g(B)$ может применяться непосредственно к процессу y_t, тогда (1) запишется как (2), а в (3) – $\omega(B) \equiv \nabla$, но в большинстве случаев $\omega(B)$ можно брать равным $(1 - B)$, т.к. после применения метода «Гусеница»-SSA остаточный временной ряд либо сразу становится стационарным, либо – после однократного применения оператора $(1 - B)$, что повышает устойчивость модели, т.к. многократное применение $(1 - B)$ приводит к появлению кратных корней характеристического полинома модели, лежащих на границе устойчивости [3].

В работе, основываясь на предложенные модели, сформирован метод определения точки разладки процессов анализируя изменения собственных значений SVD -разложения траекторной матрицы процесса. Как показано в [2, 6] для фильтрации, моделирования сигналов достаточно хорошо используются анализ главных компонент (PCA), лежащий в основе метода «Гусеница»-SSA совместно с вейвлетами.

Литература. **1.** Голяндина Н. Э., Шлемов А. Ю. Повышение точности SSA-прогноза зашумленного сигнала за счет увеличения порядка линейной рекуррентной формулы // Труды IX Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления», SICPRO '12, Москва, 30 января - 2 февраля 2012 г. С 1035 – 1048. **2.** Щелкалин В. Н. Математические модели и методы, основанные на совместном использовании идей методов «Гусеница»-SSA и Бокса-Дженкинса // там же. С. 728 – 773. **3.** Седов А. В. Моделирование объектов с дискретно-распределёнными параметрами: декомпозиионный подход, Южный научный центр РАН. – М.: Наука, 2010. – 438 с. **4.** Vitalii Shchelkalin. ARSIMA Model // Business and Engineering Applications of Intelligent and Information Systems. Rzeszow – Sofia. 2011. Pp. 57 – 69. **5.** Щелкалин В. Н. Метод «Гусеница»-SSA – АРПСС – СПОАРУГ и модель АРСПСС – СПОАРУГ для анализа и прогнозирования финансово-экономических временных рядов // Науковий вісник Чернівецького національного університету: Збірник наукових праць. Вип. 557 – 558. Економіка. – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т., 2011 г. – С. 174 – 186. **6.** Смоленцев Н. К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB. – М.: ДМК Пресс, 2008. 448 с.

Щелкалин В.Н.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

Декомпозиционный подход прогнозирования временных рядов на основе метода «Гусеница»-SSA

В работе представлен декомпозиционный метод прогнозирования, заключающийся в разложении прогнозируемого и экзогенных временных рядов на составляющие с более простой структурой и, как правило, независимых для отдельных временных рядов; в построении для каждой из компонент разложения моделей сезонной авторегрессии - проинтегрированного скользящего среднего с экзогенными переменными (САРПССЭ), применимых для моделирования как стационарных так и нестационарных временных рядов; в применении к компонентам разложения преобразования Гильберта и в построении общей декомпозиционной модели, подавая отдельные конструктивные составляющие разложения и мгновенные амплитуды, полученные после применения преобразования Гильберта на вход MISO модели, в качестве которой здесь также выступает модель САРПССЭ.

В последнее время в различных отраслях науки и техники все чаще начинают применяться при моделировании и прогнозировании процессов модели и методы цифровой обработки сигналов. Поэтому, возвращаясь к моделям трендового подхода, для таких процессов как, например, радиосигналы, физиологические и психофизиологические процессы, предложено идентифицировать и строить модели Бокса-Дженкинса (САРПССЭ (SARIMAX)) не временного ряда $\hat{s}_t^y$ и соответственно временных рядов $\hat{s}_t^{x_i}$, $i=\overline{1,N}$ полученных на четвертом этапе диагонального усреднения метода «Гусеница»-SSA матриц Z^i, $i=\overline{1,N+1}$, состоящих из K столбцов от $(i-1)K$-го до $(iK-1)$-го матрицы Z, где $Z=\tilde{Z}^i+...+\tilde{Z}^j$ – сумма матриц разложения $\tilde{Z}^i=\left(U^i\left(U^i\right)^T X_1 \quad U^i\left(U^i\right)^T X_2 \quad \dots \quad U^i\left(U^i\right)^T X_N \quad U^i\left(U^i\right)^T Y\right)$, отобранных стандартным анализом собственных чисел траекторной матрицы в методе “Гусеница”-SSA, а идентифицировать и строить модели АРПССЭ каждого из временных рядов $\hat{s}_t^{(j)}$ диагонального усреднения подматриц $\tilde{Z}^{j^i}$, $i=\overline{1,L^y}$, состоящих из K столбцов от $(j-1)K$-го до $(jK-1)$-го матрицы $\tilde{Z}^i$, $i=\overline{1,L^y}$ [1 – 3]. Таким образом, потенциально можно сформировать $L^y(N+1)$ временных рядов разложения (компонент) исходного прогнозируемого временного ряда и экзогенных временных рядов, подлежащих, как было указанно выше, моделированию моделями САРПССЭ, пригодных для моделирования и прогнозирования как детерминированных, так и стохастических процессов. Однако нет необходимости формировать все $L^y(N+1)$ моделей, а формируются только значимые компоненты. Для отбора наиболее конструктивных компонент (наиболее коррелируемых в совокупности с другими отобранными компонентами с прогнозируемым временным рядом) можно использовать алгоритм быстрого ортогонального поиска (FOS) или какой-либо друой метод. При этом столбцами рабочей матрицы алгоритма являются значения полученных методом «Гусеница»-SSA компонент разложения прогнозируемого и экзогенных временных рядов, исходные значения прогнозируемого и экзогенных временных рядов, а также их задержки вплоть до m-той. Эта процедура необходима для формирования передаточной функции САРПССЭ модели (1). Построение же моделей конструктивных компонент необходима для дальнейшего использования их как гребенки фильтров, широко применяемой в задачах моделирования радиосигналов [5]. В [7] для отбора конструктивных компонент предлагается использовать методы: simulated annealing и neural-genetic selection.

$$\hat{s}_t^{(j)}=\frac{\omega_y^{s^{(j)}}(B)}{\delta_y^{s^{(j)}}(B)}y_{t-m_y^{s^{(j)}}}+\sum_{i=1}^{N}\frac{\omega_{x^i}^{s^{(j)}}(B)}{\delta_{x^i}^{s^{(j)}}(B)}x^i_{t-m_{x^i}^{s^{(j)}}}+$$

$$+\sum_{i\in M, i\neq j}\frac{\omega_{s^{(i)}}^{s^{(j)}}(B)}{\delta_{s^{(i)}}^{s^{(j)}}(B)}\hat{s}^{(i)}_{t-m_{s^{(i)}}^{s^{(j)}}}+\frac{\prod_{i=1}^{S_n^{s^{(j)}}}c^{S_i^{s^{(j)}}}(B)}{\prod_{i=1}^{S_n^{s^{(j)}}}\nabla^{D_i^{s^{(j)}}}_{S_i^{s^{(j)}}}\prod_{i=1}^{S_n^{s^{(j)}}}a^{S_i^{s^{(j)}}}(B)}e_t^{s^{(j)}};\quad j\in M,$$

$$y_t = \sum_{i \in M} \frac{\omega^y_{s^{(i)}}(B)}{\delta^y_{s^{(i)}}(B)} \hat{s}^{(i)}_{t-m^{s^{(k)}}_{s^{(i)}}} + \sum_{i=1}^{N} \frac{\omega^y_{x^i}(B)}{\delta^y_{x^i}(B)} x^i_{t-m^y_{x^{(i)}}} + \sum_{i \in M} h_i A_i + \frac{\prod_{i=1}^{S_n} c^{S_i}(B)}{\prod_{i=1}^{S_n} \nabla^{D_i}_{S_i} \prod_{i=1}^{S_n} a^{S_i}(B)} e_t, \quad (1)$$

где M - множество индексов отобранных конструктивных компонент; $A_i, i \in M$ - мгновенные амплитуды, получаемые после применения преобразования Гильберта к отобранным конструктивным компонентам.

Таким образом $\left(\hat{s}^{(j)}, \ldots, \hat{s}^{(k)}\right)$ в каждый момент времени можно интерпретировать как значения модели в пространстве состояний, а совокупность их моделей как гребенку фильтров, подобно методам и моделям адаптивной цифровой фильтрации, моделям в пространстве состояний и прогнозирующим фильтрам Калмана-Бьюси, способных решать большой класс задач с минимальными вычислительными затратами. В [6] описано как идентифицировать передаточную функцию модели SARIMAX процедурой выбеливания спектра. Однако при идентификации передаточной функции SARIMAX модели с более чем одной экзогенной переменной рассмотрение процедуры выбеливания спектра перебирая все варианты функций отклика на единичный импульс является затруднительным. Поэтому для идентификации передаточной функции модели с большим количеством экзогенным переменных автор рекомендует использовать алгоритм быстрого ортогонального поиска. В остальном идентификация каждой из моделей входящей в состав выражения (1) описана в [6].

В отличие от модели САРПССЭ такая декомпозиционная модель использует САРПССЭ только для моделирования и прогнозирования упрощённых временных рядов разложения, в то время как ранее моделью САРПССЭ моделировался весь случайный процесс. Однако большинство сигналов являются неоднородными нестационарными случайными процессами с полигармоничными, полиномиальными и стохастическими трендами, модулированными по амплитуде и частоте, имеющими сложную корреляционную структуру и для их адекватного описания моделью САРПССЭ временные ряды приводились к стационарному виду путём взятия первых разностей, максимум вторых. Поэтому метод САРПССЭ удовлетворительно моделировал временные ряды только относительно простой структуры, а при взятии разностей более высокого порядка терялась устойчивость модели. Таким образом, использование выражения (1) для моделирования сигналов повышает устойчивость модели и её точность и позволяет моделировать сигналы, модулированные по амплитуде и частоте.

Литература. **1.** Щелкалин В. Н. Математические модели и методы, основанные на совместном использовании идей методов «Гусеница»-SSA и Бокса-Дженкинса // Материалы IX Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления», SICPRO '12, Москва. – С. 728 – 773. **2.** Щелкалин В. Н. От идей методов «Гусеница»-SSA и Бокса-Дженкинса до декомпозиционного метода прогнозирования и декомпозиционной ИНС // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. - № 4/4 (52). – С. 59 – 69. **3.** Модель АРСПСС и декомпозиционный метод моделирования и прогнозирования сигналов на основе метода «Гусеница»-SSA // Труды 14-й Международной конференции «Цифровая обработка сигналов и её применение – DSPA-2012», Москва. – С. 457 – 461. **4.** Щелкалин В. Н., Тевяшев А. Д. Цифровое моделирование радиосигналов комбинированными нелинейными моделями, основанными на моделях метода «Гусеница»-SSA и сезонной АРССЭ // Труды 13-й Международной конференции «Цифровая обработка сигналов и её применение – DSPA-2011», Москва. – С. 165 – 168. **5.** Клионский Д. М, Декомпозиция на эмпирические моды с параболической интерполяцией огибающих в задачах очистки сигналов от шума // Труды 13-й Международной конференции «Цифровая обработка сигналов и ее применение – DSPA-2011», Москва. – С. 120 – 122. **6.** Евдокимов А. Г., Тевяшев А. Д. Оперативное управление потокораспределением в инженерных сетях. – Х. : Вища школа, 1980. – 144 с. **7.** V. G. Kurbatskii, D. N. Sidorov, V. A. Spiryaev, and N. V. Tomin. On the Neural Network Approach and Forecasting of Nonstationary Time Series on the Basis of the Hilbert-Huang Transform // Automation and Remote Control, 2011, Vol. 72, No. 7, pp. 1405 – 1414.

Щелкалин В.Н.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

Комбинированный подход прогнозирования временных рядов на основе метода «Гусеница»-SSA

Развитие методов математического моделирования, прогнозирования и управления определяется степенью математического описания процессов, явлений и объектов, имеющих место в различных отраслях науки и техники с учётом математических и технических как достоинств и достижений, так и недостатков и ограничений, а также с учётом качества и объёма выборки данных и ограничений на ресурсы, в том числе и временные, формирования мат. модели.

Для каждой конкретной области, при выборе наиболее подходящих моделей и методов прогнозирования процессов, принимают во внимание следующие характеристики: способ моделирования различных составляющих (трендовой, циклических, сезонных, остаточной и пр.) [1, 2] или менее интерпретируемых компонент разложения временных рядов (в.р.); способ учёта влияния внешних факторов на процесс; способ учёта влияния компонент разложения, соответствующих различным впеменным рядам, друг на друга; способ моделирования латентных взаимосвязей в.р.; способ нелинейного моделирования в.р.; способы моделирования случайных составляющих в.р., способ кластеризации в.р. на участки со схожей структурой и пр.

Предлагаемый комбинированный метод прогнозирования (КМП) заключается в разложении каким-либо методом (в данном случае методом «Гусеница»-SSA) прогнозируемого и экзогенных временных рядов на составляющие, которые в свою очередь могут быть разложены на компоненты с более простой для идентификации структурой (рис. 1) или сгруппированны в более инерпретируемые составляющие в.р. (рис. 2), такие как: трендовая y_t^T, сезонная y_t^S, недельная y_t^W и остаточная y_t^R; в идентификации характера изменения каждой из составляющих; в последующем нахождении наиболее подходящих моделей для каждой из составляющих; в одновременной подгонке параметров общей модели (рис. 1 или рис. 2) методом Левенберга-Марквардта и в вычислении общего прогноза. В такую модель в качестве входов можно также включать мгновенные амплитуды A_i (рис. 1), получаемые после применения преобразования Гильберта к компонентам разложения. Причем при вычислении прогнозов каждой из составляющих в.р. рекомендуются свои модели, в зависимости от того, является конкретная составляющая трендовой, сезонной, недельной или остаточной [1, 2].

Таким образом, для получения адекватных моделей и высококачественных прогнозов сложных нестационарных процессов необходимо производить их декомпозицию и комбинировать модели с разными структурами.

Для прогнозирования тренд-сезонных компонент предлагается использовать: модель скользящего среднего; модель на основе разложения конечным рядом Фурье; модель на основе фильтра Калмана; модель на основе полиномиальной интерполяции; модель экспоненциального сглаживания; модель взвешенного скользящего среднего; модель метода групповога учёта аргументов; модель нейронной сети. Для прогнозирования недельной составляю-

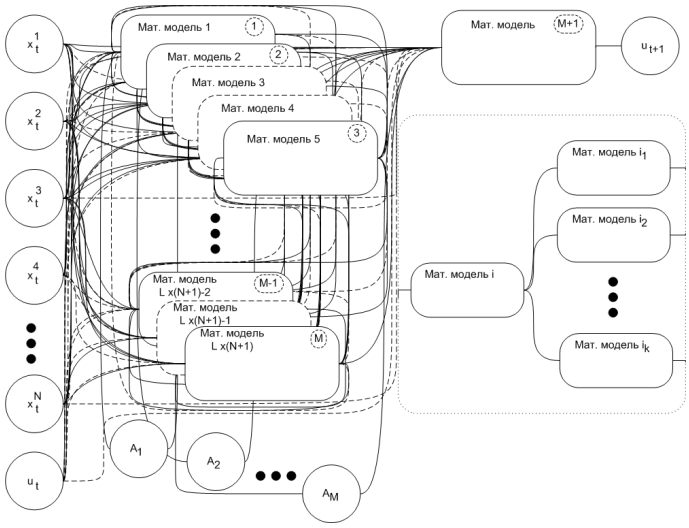


Рис. 1. Структурная схема 1 комбинированной модели прогнозирования

щей: модель скользящего среднего; модель экспоненциального сглаживания; модель на основе полиномиальной интерполяции; модель САРПСС. Для прогнозирования остаточной составляющей: модель авторегрессии; модель спектрального разложения; модель АРПССЭ; модель экспоненциального сглаживания различного порядка, что позволяет уменьшить погрешность прогноза [1, 2].

Как показано в [3 – 5] для фильтрации, моделирования сигналов достаточно хорошо используются анализ главных компонент (PCA), лежащий в основе метода «Гусеница»-SSA совместно с вейвлетами. Перспективным развитием таких сочетаний методов является многомасштабный анализ главных компонент (MPCA), в котором PCA применяется не только к самому сигналу, но и к вейвлет-коэффициентам и вейвлет-компонентам многомерного сигнала. Также приоритетными являются методы разложения в.р. по окаймляющим функциям [2] и аппроксимация в.р. структурно-гибкими полиномиальными и гармоническими рядами [6]. Возвращаясь к MPCA, в [7] предложен двухэтапный адаптивный подход для прогнозирования временных рядов идеи которого схожи с MPCA. В этом подходе на первом этапе методом декомпозиции на эмпирические моды производится декомпозиция исходных временных рядов на базисные функции и применяется к ним преобразование Гильберта. На втором этапе, полученные функции и их мгновенные амплитуды подаются на вход прогнозной нейронной сети.

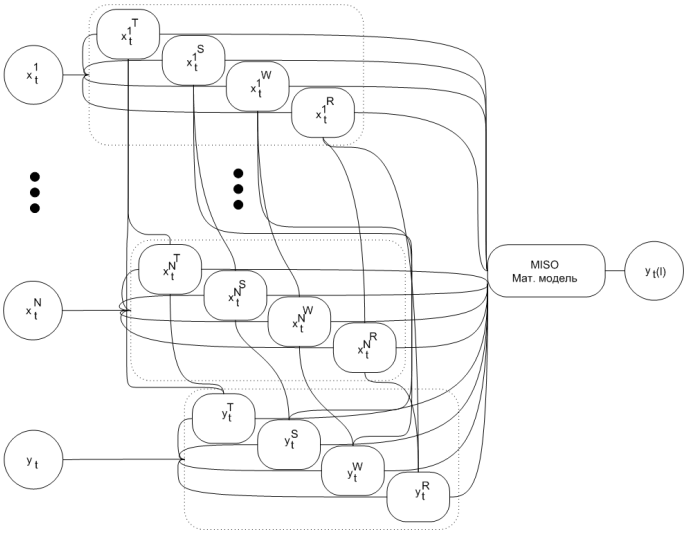


Рис. 2. Структурная схема 2 комбинированной модели прогнозирования

Предложенные в работе методы построения моделей являются некоторым промежуточным подходом между классическими регрессионными и современными нейросетевыми и более формализованы по выбору структуры и экономны по временным затратам, при этом их модели являются квазиоптимальными по детализации.

Литература. **1.** Бэнн Д.В., Фармер Е.Д. Сравнительные модели прогнозирования электрической нагрузки: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 200 с. **2.** Седов А.В. Моделирование объектов с дискретно-распределенными параметрами: декомпозиионный подход / А.В. Седов; Южный научный центр РАН. – М. : Наука, 2010. – 438 с. **3.** Щелкалин В. Н. Математические модели и методы, основанные на совместном использовании идей методов «Гусеница»-SSA и Бокса-Дженкинса // Труды IX Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления», SICPRO '12, Москва, 2012. С 728 – 773. **4.** Модель АРСПСС и декомпозиционный метод моделирования и прогнозирования сигналов на основе метода «Гусеница»-SSA // труды 14-й Международной конференции «Цифровая обработка сигналов и её применение – DSPA-2012», Москва, 2012. – С. 457 – 461. **5.** Смоленцев Н. К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB. – М.: ДМК Пресс, 2008. 448 с. **6.** Крисилов В. А., Побережник С. М. Аппроксимация сложных зависимостей структурно-гибкими полиномиальными и гармоническими рядами // Управляющие Системы и Машины, №2, 2003. С. 1 – 11. **7.** V. G. Kurbatskii, D. N. Sidorov, V. A. Spiryaev, and N. V. Tomin. On the Neural Network Approach and Forecasting of Nonstationary Time Series on the Basis of the Hilbert-Huang Transform // Automation and Remote Control, 2011, Vol. 72, No. 7, pp. 1405 – 1414.

This page was left blank intentionally

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

System analysis of complex systems of various nature

Intelligent systems for decision-making

Grid-technologies in science and education

Progressive information technologies

3 Grid-technologies in science and education

Section 3

Grid-technologies in science and education

1. Propositions for State Grid Program task implementation in the scientific, technical and socio-economic spheres of Ukraine for 2010–2013 years.
2. Development of semantic Grid-services, which operate with knowledge on the base of metadata, ontologies and methods of extraction of knowledge (Data&Knowledge Mining).
3. Training personnel for supporting of Grid-environment and its services.
4. Computer-Aided Design in Grid conditions, models and procedures of Microsystems Design.

Секция 3

Грид-технологии в науке и образовании

1. Предложения по реализации заданий Государственной Программы внедрения Грид-технологий в научно-технические и социально-экономические сферы Украины на 2010–2013 годы.
2. Развитие семантических Грид-сервисов, которые оперируют со знаниями на базе метаданных, онтологий и методов извлечения знаний (Data&Knowledge Mining).
3. Подготовка кадров для поддержки функционирования Грид-среды и её сервисов.
4. Компьютерное проектирование в условиях Грид, модели и процедуры проектирования микросистем.

Секція 3

Грід-технології в науці і освіті

1. Пропозиції з реалізації завдань Державної Програми впровадження Грід-технологій в науково-технічних і соціально-економічних сферах України на 2010–2013 роки.
2. Розвиток семантичних Грід-сервісів, які оперують із знаннями на базі метаданих, онтологій і методів вилучення знань (Data&Knowledge Mining).
3. Підготовка кадрів для підтримки функціонування Грід-середовища і його сервісів.
4. Комп'ютерне проектування в умовах Грід, моделі і процедури проектування мікросистем.

Khomchak M.V.
National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine

THREETOX 3D numerical model scalability analysis

Parallel computing is a hot topic which opens new opportunities for science by increasing the speed of problems resolution by dividing them into smaller ones solved concurrently. In paper [1] we can see a good example of hydrodynamics modeling improvement using THREETOX model implementation for HPC or Grid systems. The THREETOX code is an advanced three-dimensional surface water modeling system for hydrodynamics of lakes, reservoirs, and ponds as well as their salinity and temperature. Authors justified multiprocessors usage in their calculations and quantified speedup on different number of processors involved in processing. A key challenge for improving the cost-efficiency of such calculations is understanding of code scalability, i.e. quantifying maximum speedup and number of processors to achieve it.

Concepts of scalability is commonly applied to software and hardware systems, network, processes and services highlighting the ability to increase performance in a manner proportional to added resources. Although term is broadly used, there is no unified definition and so it can mean different features of system (ability to maintain geographical growth, handle extra workload or add physical components). Scalability analysis, which is presented in this work, is based on mathematical definition of scalability – Universal Scalability Law [2]:

$$S(N) = \frac{N}{1 + \sigma(N-1) + kN(N-1)}, \tag{1}$$

$$N* = \lfloor \sqrt{\frac{1-\sigma}{k}} \rfloor. \tag{2}$$

where *S(N)* - speedup, N - number of processors, $N*$ - maximum number of processors to achieve best speedup, σ - concurrency coefficient and k - coherency coefficient.

By applying polynomial regression method to first 4 data points in [1] we calculated coefficients and defined speedup – processors quantity dependence (Fig. 1).

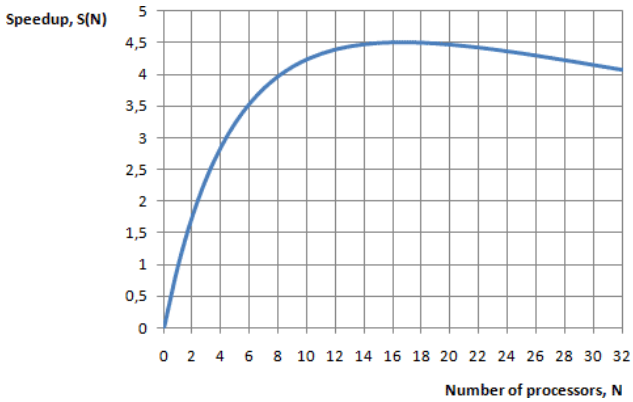


Figure 1. THREETOX Code Execution Speedup vs Processors Quantity

Using (2) we calculated maximum number of processors $N* = 16$, concurrency coef.$\sigma = 0{,}1183$ and coherency coef. $k = 0{,}0032$. Thus we assessed THREETOX scalability and theoretically defined number of processors required to achieve maximum execution speedup. Result has been verified and confirmed by experimental testing of [1] authors.

References. **1.** R.V.Bezhenar, V.S.Maderych, I.O.Brovchenko, V.I. Koshebutskyi, "Application of 3D Numerical Model THREETOX to Water Processes Description", in Proc. HPC-2011 Conf. Kyiv, Ukraine, 2011. **2.** N. J. Gunther, "A General Theory of Computational Scalability Based on Rational Functions", The Computing Research Repository, Aug. 2008.

Булах Б.В.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Сервісно-орієнтована система комп'ютерного проектування із залученням грід-обчислень

Постійне зростання складності ПЗ, використання гібридних технологій розробки, забезпечення кросплатформності, потреба у високопродуктивних обчислювальних ресурсах, проблеми інтеграції з існуючим ПЗ обумовлюють необхідність перегляду традиційної «монолітної» моделі архітектури систем проектування на користь розподілених схем. Сервісно-орієнтована архітектура (СОА) дістала визнання як архітектурний шаблон побудови розподілених систем промислового масштабу, а тому може розглядатися як перспективна модель і для побудови сучасних розподілених мережевих САПР.

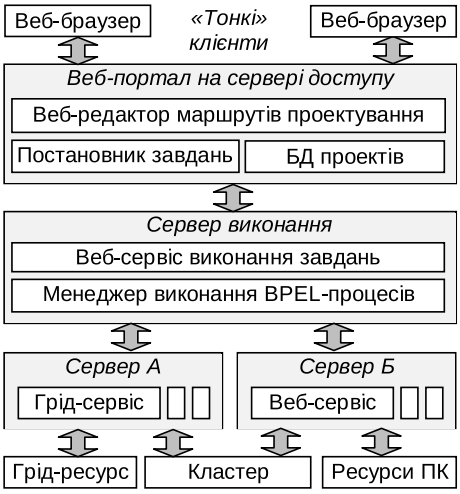


Рис. 1. Базові компоненти архітектури

Загальна відмінність запропонованої архітектури (рис.1) від традиційних клієнт-серверних систем (таких, як NetALLTED [1]) полягає у декомпозиції функціоналу серверної сторони системи на набір самостійних веб-сервісів (моделювання, конвертації даних, оптимізації тощо). Для виконання проектних процедур ці «функціональні веб-сервіси» викликаються центральним сервісом виконання завдань, з яким опосередковано взаємодіє користувач через портал доступу. В задачу сервісу виконання завдань входить динамічний виклик доступних сервісів відповідно до задач користувача, тобто має місце компонування (або «оркестрування») веб-сервісів. Серед варіантів реалізації механізму компонування було обрано підхід, що базується на усталених веб-стандартах, а саме — мові WS-BPEL 2.0, враховуючи кількість сумісних з нею комерційних та відкритих засобів (OW2 Orchestra, Apache ODE і т.п.) та наявний досвід використання в інженерних та дослідницьких проектах [2].

До переваг підходу, заснованого на динамічному компонуванні функціональних веб-сервісів, можна віднести: стандартизовані протоколи та відкриті інтерфейси сервісів, що полегшують підтримку системи та інтеграцію до неї нового функціоналу; можливість залучення високопродуктивних та грід-обчислень через грід-сервіси; можливість редагування конфігурації маршрутів проектування самими користувачами, а не лише розробниками системи. Недоліки такої архітектури полягають, головним чином, у зростанні її складності порівняно з «монолітними» серверними рішеннями, більшій інтенсивності взаємодій між компонентами архітектури та, відповідно, деякому сповільненні роботи через затримки при виконанні мережевих транзакцій. Однак у системах, призначених для виконання тривалих обчислень на різних етапах маршрутів проектування, внесок цих затримок нехтовно малий при вищій гнучкості системи та можливості переносити обчислення на високопродуктивні ресурси та у грід. Представлена архітектура була взята за основу при розробці міждисциплінарного комплексу оптимального математичного моделювання в грід-середовищі на базі функціоналу комплексу ALLTED.

Література. **1.** Петренко А. І. Принципи побудови мережевого комплексу схемотехнічного проектування ALLTED / А. І. Петренко, В. В. Ладогубець, О. О. Воєвода // Электроника и связь. — 2002. — № 17. — С. 56—58. **2.** Gunarathne T. Experience with Adapting a WS-BPEL Runtime for eScience Workflows / T. Gunarathne, C. Herath, E. Chinthaka, S. Marru // Proceedings of the 5th Grid Computing Environments Workshop GCE 2009, November 20, 2009, Portland, Oregon, USA. — ACM,2009. — P. 1–10.

Володін М.С. *— рецензент Петренко А.І.*
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Grid-технології в бізнесі

Розвиток економіки за інноваційною моделлю означає, що головним джерелом економічного зростання мають стати нові наукові та технічні знання, а рушійною силою – механізми їх розширеного продукування, капіталізації і комерційного розповсюдження. Одним з важливих механізмів побудови та функціонування інноваційної економіки є інформаційні технології, які забезпечують оперування економічною інформацією за допомогою комп'ютерної техніки та програмних моделей отримання оптимального кінцевого результату.

В економічних системах бізнесу інформаційні технології використовуються для обробки та зберігання інформації, прогнозування економічних показників, оцінки ефективності інноваційних рішень і залучення інвестицій, управління та розвитку інтегрованих ринкових формувань. Одним з найперспективніших напрямів в інформаційних технологіях для розподілених обчислень в розгалуженій комп'ютерній інфраструктурі, котрий об'єднує безліч ресурсів різних типів (процесори, оперативна і довгострокова пам'ять, сховища та бази даних, мережі), доступ до яких користувач може отримати з будь-якої точки, незалежно від їх розташування, є напрям Grid-технологій.

Grid-обчислення (англ. Grid - решітка, мережа) - це форма розподілених обчислень, в якій «віртуальний суперкомп'ютер» представлений у вигляді кластерів, з'єднаних за допомогою мережі, слабко зв'язаних гетерогенних комп'ютерів, що працюють разом для виконання величезної кількості завдань (операцій, робіт). Ця технологія застосовується для вирішення наукових, математичних, інформаційних задач, що вимагають значних обчислювальних ресурсів. Слідуючим ступенем розвитку є створення Grid-систем в сфері матеріального виробництва та послуг.

На розвиток Grid спрямовано декілька масштабних міждународних проектів:

- Проект **EGEE** (Enabling Grids for E-science) направлений на побудову Grid-інфраструктури, яка може використовуватися в наукових дослідженнях в Європі та світі.
- Проект **BEinGrid** (Business Experiments in Grid – Експерименти по застосуванню грід-технологій в бізнесі) націлено на реалізацію серії бізнес-експериментів в Grid-форматі і створення інструментарію верхніх рівнів проміжного програмного забезпечення для Grid в бізнесі.

В Україні створюється національна Grid-інфраструктура для підтримки наукових досліджень і навчальних програм, головним виконавцем проекту є Інститут прикладного системного аналізу (ІПСА) НТУУ «КПІ». Під егідою НАН України реалізуються Міжнародна Програма «Упровадження Grid-технологій і побудова кластерів в НАН України», який став сегментом Європейського Grid-проекту.

Подальший розвиток Grid-технологій разом з розвитком комп'ютерних мереж в найближчий час разом з Інтернет-технологіями забезпечить нові можливості в інформаційних системах. Це потребує прискорення досліджень та розробок щодо переходу Grid-технологій від їх науково-дослідного застосування до більш широкого розповсюдження в економічній, в тому числі бізнес-діяльності.

Grid-обчислення можуть забезпечити вирішення таких трудо- і ресурсомістких задач, як економічне прогнозування на основі комп'ютерних досліджень ринку, оцінки ефективності бізнесу, розробки та вивчення властивостей нових продуктів, їх комерційної та споживчої цінності тощо.

В Інституті інноваційного провайдингу Національної академії аграрних наук України на базі досліджень ІПСА НТУУ «КПІ» проводяться роботи щодо застосування Grid-технологій в створенні науково-інноваційних систем дослідження галузевих та регіональних агротехнобізнес кластерів і трансферу технологій в форматі інноваційно-інвестиційних бізнес-проектів.

Гіоргізова-Гай В.Ш., Бобир К.М.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Інтерфейс для змішаного моделювання аналого-цифрових схем з послідовною структурою блоків

Сьогодні існують системи, які вирішують завдання змішаного схемотехнічного та функціонально-логічного моделювання у загальному вигляді, наприклад, Cadence AMS [1], Proteus [2]. Такі системи є досить дорогими, складними і вимагають певного часу на освоєння. З іншого боку, існує досить великий клас аналогово-цифрових схем, що мають послідовну структуру аналогових і цифрових блоків, наприклад, специфічна аналогова схема на вході/виході пристрою і основна цифрова схема для обробки інформації. Для такого класу схем завдання змішаного моделювання може бути вирішено за допомогою нескладного інтерфейсу між традиційними програмами схемотехнічного та функціонально-логічного моделювання, які підтримують стандартні мови опису схем Verilog, VHDL, Spice.

Робота інтерфейсу складається з послідовності кроків:

- Налаштування інтерфейсу – у діалоговому режимі користувач задає перелік сигналів, що передаються між аналоговою і цифровою частинами пристрою, і додаткові параметри для цифрових сигналів (наприклад, довжину фронтів, рівні сигналів, вхідний і вихідний опір).
- Автоматичне додавання необхідних функцій у файли моделей цифрового і аналогового блоку користувача.
- Виклик на виконання програми функціонально-логічного або схемотехнічного моделювання.
- Зберігання часових діаграм заданих сигналів за допомогою стандартних функцій у текстових файлах.
- Перетворення цифрових сигналів у аналогову форму за допомогою кусочно – лінійної апроксимації, а аналогових сигналів – у цифрову форму за допомогою порігових функцій.
- Автоматичне додавання описів перетворених у відповідну форму сигналів у проектні файли користувача.
- Виклик на виконання другої з програм схемотехнічного або функціонально-логічного моделювання.

Інтерфейс забезпечує зв'язок пакетів ALLTED [3] та Modelsim [4] та призначений для використання в випадку, коли маємо схему, описану в одному з пакетів схемотехнічного моделювання (Modelsim або ALLTED) та необхідно використати її в іншому. В такому разі програма виконає перетворення формату сигналів одного пакету в формат сигналів іншого.

Розглянемо роботу інтерфейсу на прикладі. В варіанті АЦП проводиться симуляція ALLTED, зчитуються вхідні сигнали, користувач вказує зв'язки між вихідним файлом ALLTED та вхідним файлом Modelsim шляхом з'єднання входів та виходів схем. Далі користувачем задаються рівні логічного нуля, логічної одиниці, а також час моделювання. Далі програма проводить конвертацію сигналів та записує їх у вихідний файл Modelsim, проводить симуляцію Verilog та повертає користувача до головного меню.

До особливостей інтерфейсу можна віднести: простоту реалізації, легкість настроювання, можливість налаштування на різні пакети функціонально-логічного і схемотехнічного моделювання .

Література. **1.** Офіційний сайт Cadence. –Дата доступу 07.03.2012. **2.** Labcenter Electronics – Professional PCB Design and Simulation Software. –Дата доступу 07.03.2012 **3.** Petrenko A. ALLTED – a computer-aided engineering system for electronic circuit design / Petrenko A., Ladogubets V., Tchkalov V., Pudlowski Z. – Melbourne: UICEE, 1997. – 205 p. **4.** ModelSim SE User's Manual. Version 5.8c. // Model Technology, a Mentor Graphics Corporation.-2004

Голубова И.А. *— рецензент Киселёв Г.Д.*
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Способы тестирования приложений, написанных для операционной системы Android

Операционная система Google Android была выпущена в 2008 году, для мобильных устройств, по open-source-модели. За прошедшее время вышло много версий ОС(начиная с 1.5 "Cupcake" и до 4.0 "Ice Cream Sandwich") что значительно усложнило написание и соответственно тестирование новых приложений. Для полноценной разработки программы необходимо оптимально использовать возможности среды разработки. Так, для того что бы провести функциональное тестирование, недостаточно просто запустить проект на виртуальной машине Android SDK [1]. Хотя бы потому, что сам процесс загрузки виртуальной машины занимает много времени, не говоря о том что, тестирование программного приложения для разных версий мобильного устройства, требует подгружения разных виртуальных моделей, что значительно затягивает время доработки программы. Для ускорения процесса тестирования, а значит и написания конечного продукта существуют разные способы тестирования. Помимо Android testing API основанного на стиле JUnit 3 и не поддерживающего JUnit 4.Где тесты запускаются и работают на эмуляторе/девайсе, т.е. запуск медленный. Можно выделить Android независимые тесты в отдельный Java проект и запускать их на JVM компьютера, но это ситуацию кардинально не изменит. Для получения хороших показателей по скорости тестирования, рекомендуют использовать библиотеку Robolectric. В этом случае, тесты запускаются не на эмуляторе или устройстве, а непосредственно на JVM компьютера. Эта библиотека позволяет тестировать большую часть функциональности Android, при этом используя синтаксис JUnit4, хотя полнота эмуляции виртуальной машины, в таком случае, ниже чем у Android API. Также, полезным может оказаться, фреймворк Robotium, использующий синтаксис JUnit3, и создающий тест по типу «черного ящика». В этом случае тесты пишутся на Java, и во время тестирования в тестовый проект добавляется библиотека Robotium. За время существования Android было создано немало инструментов по построению тестов. Встречались и довольно необычные, так например, в Sikuli для задания последовательности действий по тестированию приложения необходимо использовать скриншоты [2]. Для того, что бы провести какое либо действие над объектом необходимо в скрипт вставить скриншот с изображением данного объекта. Не взирая на многообразие всевозможных эмуляторов, к сожалению, все они не полноценны, а значит- не способны исключить возможность платформенного или архитектурного бага. Подобные вещи можно отследить только проводя тесты на реальных устройствах, но, памятуя о том, что ОС развивалась очень быстро с большим количеством версий очевидно, что для полноценного тестирования понадобится масса устройств. В таких случаях, можно прибегнуть к услугам облачных сервисов, на которых за умеренную плату можно получить возможность использовать различные устройства с операционной системой Android для тестирования новой программы.

Литература. **1.** Хашими С. Коматинени С. Маклин Д.. Разработка приложений для Android.-СПб.: Питер, 2012.-736с. **2.** Тестирование Android приложений: http://derevyanko.blogspot.com/2012/02/android.html.

Гончаренко В.С. *— рецензент Гемба О.В.*
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Использование онтологий для повышения точности подбора ресурсов в Грид

Актуальной на сегодняшний день задачей для Грид-систем является усовершенствование методов координации и распределения ресурсов. Учитывая специфику Грид-систем, ресурсы могут очень отличаться друг от друга как аппаратной, так и программной конфигурацией, а также политиками доступа и использования пользователями. Сбор, отслеживание, а главное, наиболее эффективный подбор требуемых ресурсов для задачи, становятся непростыми задачами.

Информация о каждой задаче, выполняемой в Грид-системе, содержит определенные требования к процессорам, памяти и программному окружению в виде атрибутов. На данный момент проверка соответствия определенного ресурса поставленным требованиям выполняется по лексикографическому совпадению атрибутов.

Одним из способов повышения точности подбора ресурсов является использование семантических сопоставлений на основе онтологий [1]. Для реализации данного подхода предлагается специализированная база знаний и алгоритм работы системы подбора ресурсов Грид ("матчмейкер").

Специализированная база знаний включает в себя:

- базовую онтологию ресурсов вычислительных систем и их характеристик
- знания о программном и аппаратном обеспечении
- набор правил для выполнения подбора ресурса, заданный на языке TRIPLE
- знания о доступных в данный момент ресурсах, которые обновляются динамически, используя информацию с GIS (Grid Information System)

Рассмотрим работу матчмейкера на следующем примере. Допустим, Грид-система включает два ресурса:

- ОС SunOS 5.8, 64 процессора с частотой 1900 Mhz;
- ОС Linux 6.2, 640 процессоров с частотой 1666 Mhz;

Если на вход данной системы поступит запрос ресурса с атрибутом OpSys = "UNIX" и требованием совместимости с библиотекой MPI, классический алгоритм подбора ресурсов вернет пустой результат. Использование специализированной базы знаний и логического вывода позволяет получить информацию о том, что и Linux и SunOs являются подмножествами Unix. Более того, база знаний позволяет проверить совместимость библиотеки MPI с обеими ОС. Также может быть проверено соблюдение требований к памяти и процессору. Так как оба ресурса подходят для выполнения задачи, выбирается ресурс с наиболее высокой частотой процессоров.

Очевидно, что средства логического вывода позволяют выполнять более точный подбор ресурсов под требования задачи, что повышает эффективность использования доступных ресурсов Грид-системы. Но данный метод имеет ряд ограничений в использовании, такие как необходимость наполнения и поддержания в актуальном состоянии правил базы знаний, увеличение времени подбора ресурсов, и, соответственно, непроизводительных расходов ресурсов системы. Первую проблему можно решить с помощью соответствующего программного обеспечения, выполняющего визуализацию и редактирование содержимого базы знаний. Что касается снижения накладных расходов при выборе ресурсов, вместо SPARQL для логического вывода можно использовать систему Algernon [2]. Повышение производительности алгоритмов сопоставления ресурсов является темой дальнейших исследований.

Литература. **1.** Andreas Harth, Yu He , Hongsuda Tangmunarunkit , Stefan Decker,Carl Kesselman. "A Semantic Matchmaker Service on the Grid". **2.** Balachandar R. Amarnath,Thamarai Selvi Somasundaram, Mahendran Ellappan, Rajkumar Buyya "Ontology-based Grid resource management" // Softw. Pract. Exper.2009;39:1419–1438.

Дорошенко А.В., Булах Б.В.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Інтеграція і менеджмент даних в семантичному гріді

Метою технології грід є глобальна інтеграція інформаційних і обчислювальних ресурсів на основі мережевих технологій і спеціального програмного забезпечення проміжного рівня, а також набору стандартизованих служб для забезпечення надійного сумісного доступу до географічно розподілених інформаційних і обчислювальних ресурсів: окремих комп'ютерів, кластерів, сховищ даних і мереж. Семантичний грід [1] як розвиток існуючого гріда, об'єктам якого (ресурси, сервіси) надано чітких визначень (придатних для машинної обробки), є інфраструктурою з покращеними можливостями для кооперації людей та програмних агентів [2]. Таким чином, семантичний грід має ефективно вирішувати і задачу інтеграції даних з різних джерел, з розбіжностями у їх моделях, часі отримання, якості тощо.

До небагатьох існуючих програмних рішень, орієнтованих на інтеграцію та управління даними у грід-середовищі, відноситься проект OGSA-DAI [3] — продукт, призначений для вирішення задачі організації доступу до SQL-орієнтованих баз даних на основі сертифікатів стандарту X.509, який використовується в багатьох наукових і бізнес-проектах. Забезпечуючи можливість доступу до неоднорідних ресурсів даних, засоби OGSA-DAI можуть скласти основу для створення спеціалізованих грід-сервісів по роботі з даними та знаннями, а також семантичних грід-додатків.

OGSA-DAI спирається на сервісно-орієнтовану архітектурну модель, як і OGSA-DQP — сервіс-орієнтований обробник розподілених запитів, здатний паралельно виконувати запити до різних ресурсів, доступних через OGSA-DAI, а також використовувати інші веб-сервіси для обробки отриманих даних. OGSA-DAI дозволяє працювати з набором джерел даних як з єдиною «віртуальною БД» та підтримує каскадні проміжні обчислення відповіді на глобальний запит у гріді (у сценаріях аналізу даних тощо), що характерно для наукових досліджень [4].

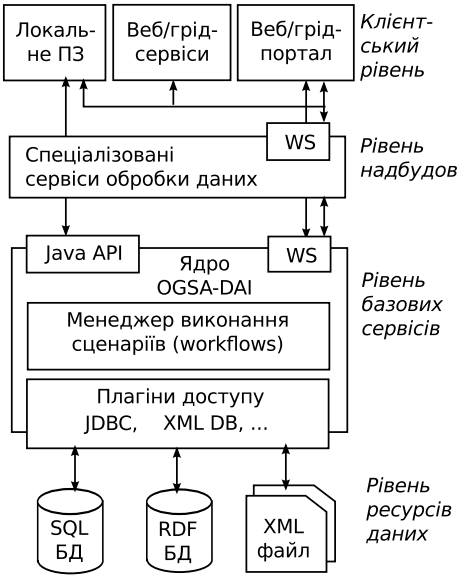


Рис. 1. Обробка даних через OGSA-DAI

Зважаючи на потреби українського гріда у високорозвинутих середовищах (програмних комплексах, порталах), орієнтованих на роботу з даними та знаннями, актуальною є задача дослідження можливостей OGSA-DAI для виконання у грід складних сценаріїв обробки (агрегації, трансформації, узгодження та і т.п.) даних та вилучення знань, що залучають різнорідні СУБД та БД, а також шляхів інтеграції OGSA-DAI у архітектуру семантичного гріда. Досліджувана тестова інфраструктура (рис.1) може слугувати основою для подальшої розробки подібних середовищ.

Література. **1.** Згуровский М. З. Е-наука на шляху до семантичного Грід. Частина 2: Семантичний Web- і семантичний Грід / М. З. Згуровский, А. І. Петренко // Системні дослідження і інформаційні технології. — К.,2010. — №2. — С. 7—25. **2.** De Roure D. The Semantic Grid: Past, Present and Future / D. De Roure, N. R. Jennings, N. R. Shadbolt // Procedings of the IEEE. — 2005. — 93(3). — P. 669—681. **3.** Comito C. A service-oriented system for distributed data querying and integration on Grids / C. Comito, A. Gounaris, R. Sakellariou, D. Talia // Future Generation Computer Systems. — 2009. — Vol.25,Issue 5. — P. 511—524. **4.** Ailamaki A. Managing scientific data / A. Ailamaki, V. Kantere, D. Dash // Communications of the ACM. — 2010. — 53(6). — P.68—78.

Казимир В.В., Пріла О.А.
Чернігівський державний технологічний університет, Чернігів, Україна

Розробка фреймворку для створення grid-застосувань

Незважаючи на розвиток та впровадження grid-технологій у різні галузі науки, створення метакомп'ютерного середовища на базі внутрішніх обчислювальних ресурсів підприємства або вирішення прикладних задач в існуючому grid-середовищі являє собою складну технічну задачу та пов'язано із значними часовими та матеріальними затратами. Основними проблемами є відсутність високорівневих засобів, недостатність відповідної документації та спеціалістів, відсутність інтеграції між існуючим проміжним програмним забезпеченням (ППЗ) [2, 4].

На сьогодні існують віртуальні організації (ВО) [1], в межах яких організовані питання керування ресурсами та політикою доступу користувачів, однак більшість ВО не надають зручного інтерфейсу для використання спеціалізованих грід-сервісів та для співпраці учасників ВО над розробкою нових сервісів. Навіть базові грід-операції виконуються в консольному режимі, що робить неможливим використання грід-середовища прикладними спеціалістами. Слід відмітити схожість інфрастуктур ВО, створених для різних галузей науки, оскільки найбільш адаптованими до вирішення у грід-середовищі є задачі, що характеризуються такою методикою обчислень: одночасний запуск задачі на декількох обчислювальних ресурсах з різними порціями вхідних даних або декомпозиція задачі на декілька автономних підзадач, які можуть виконуватись паралельно. Для останнього виду задач сучасне ППЗ не надає механізмів автоматизованого запуску (тобто потребує окремого запуску кожної з підзадач).

Фреймворки для реалізації грід-порталів (Genius, GANGA, GridSphere) характеризуються недостатнім функціоналом та частою зміною API [3].

В зв'язку з окресленими вище проблемами, у роботі пропонується створення фреймворку для розробки грід-порталів, який надає API для:

1. виконання базових грід-операцій (створення проксі-сертифікату, перегляд доступних обчислювальних ресурсів та сховищ даних, запуск задачі, моніторинг виконання, отримання результатів та ін.);
2. автоматизованої генерації файлу опису задачі (із реалізацієї засобів визначення workflow задачі з метою виділення послідовних та паралельних участків);
3. моніторингу стану ресурсів ВО;
4. створення такого виду грід-ресурсів як сховищ даних, що можуть використовуватись для виконання обчислень іншими учасниками ВО, однак лишаються закритими від прямого доступу.

Останнє є окремою задачею зі створення засобів розгортання грід-сервісів вирішення задач, яким властива наступна схема організації обчислень: використання для обчислень статистичних (або інших) даних віддалених підприємств (що часто є конкуруючими) без відкриття прямого доступу до інформації. Приклади подібних задач – задачі аналізу економічних ризиків підприємств та економічного прогнозування; вирішення медичних задач; обробка екологічних даних регіонів та ін. Методика організації подібних сервісів полягає у виконанні локальних обчислень на даних окремих підприємств з отриманням проміжних оцінок та подальшому об'єднанні результатів. Алгоритми проміжних обчислень та об'єднання результатів можуть налаштовуватись.

На даний момент фреймворк орієнтується на використання та підтримку ARC Nordugrid 11.05, в подальшому планується підтримка gLite.

Література. **1.** ARC Грид-монитор [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.nordugrid.org/monitor/loadmon.php?display=vo=Ukraine. **2.** gLite - Lightweight Middleware for Grid Computing [Електронний ресурс]. – Режим доступу: glite.cern.ch. **3.** GridPP – UK Computing for Particle Physics [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.gridpp.ac.uk/deployment/users/ui.html. **4.** Nordugrid. Advanced Resource Connector [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.nordugrid.org/arc.

Капшук О.А.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Биометрические технологии в системах информационной безопасности

Проблемам повышения безопасности информационных систем в настоящее время уделяется большое внимание. В информационной системе любой компании, независимо от ее размера и сферы деятельности, всегда имеется и чрезвычайно важны механизмы идентификации пользователей и управления их доступом к корпоративным ресурсам.

Традиционные методы персональной идентификации, основанные на применении паролей или материальных носителей, таких как пропуск, паспорт, водительское удостоверение, электронный ключ или карта, не всегда отвечают современным требованиям безопасности. Пароль можно забыть или перехватить, материальный носитель – скопировать, потерять или передать другому лицу.

Одним из направлений решения данных проблем является совершенствование методов идентификации и аутентификации пользователей за счет применения биометрических технологий (БТ), которые позволяют обеспечить доступ к информационным ресурсам организаций и компаний исключительно авторизованным пользователям, а также ограничить доступ к ним администраторам и злоумышленникам. Области применения таких технологий непрерывно расширяется. Об этом свидетельствуют исследования рынка биометрических технологий. По данным международной компании International Biometric Group, которая является одной из ведущих компаний мира, осуществляющих маркетинговые исследования рынков, рынок БТ в течение нескольких последних лет оценивается как один из наиболее быстро развивающихся рынков. Среднегодовые темпы роста доходов от внедрения биометрических технологий в течение 2011–2014 г.г. составят более 1 мрд. долларов США, а суммарный доход достигнет 9,368 мрд. в 2014 году. Технологии идентификации по отпечатку пальцев, геометрии лица и радужной оболочке глаз будут занимать до 84 % рынка биометрических технологий [1].

В настоящее время находят применение унимодальные (используется один биометрический идентификатор) и мультибиометрические технологии распознавания человека. Мультибиометрические технологии обычно включают в себя мультимодальные и многофакторные решения. В мультимодальных системах используется нескольких биометрических идентификаторов. В многофакторных системах наряду с биометрическими используются также и другие идентификаторы (PIN-код, пароль, смарт-карта, токен и т.п.). В работе рассматриваются существующие реализации биометрических технологий, которые доступны на рынке в Украине и странах СНГ, их характеристики и возможности интеграции в системы информационной безопасности.

Наиболее известные производители компьютерной техники, такие как Lenovo, Sony, Toshiba и другие, успешно используют БТ при изготовлении своей продукции путем интеграции считывателя отпечатков пальцев в ноутбук; применение мышек и клавиатур со встроенными считывателями приобретает всё большую популярность.

В качестве примера унимодальной многофакторной биометрической системы расматривается программно-аппаратный комплекс BioSmart-FinGuard, который предназначен для защиты персонального компьютера от несанкционированного доступа на базе системы безопасности операционной системы Windows 2000/XP/2003 с использованием принципа аутентификации пользователя по отпечаткам пальцев [2]. Анализируется локальная версия FinGuard LOCAL, которая предназначена для идентификации пользователей на локальной рабочей станции, а также локальная версия с доменным доступом FinGuard LOCAL-DOMAIN для идентификации пользователей на локальной рабочей станции с предоставлением доступа к сетевым информационным ресурсам. Для повышения надежности работы комплекса используется технология «Live Finger Detection (LFD)» (Распознавание живого пальца) - запатентованная технология, разработанная компанией Futronic, для предотвращения доступа к системе злоумышленником при помощи использования муляжа отпечатка пальца, сделанного из силикона, резины и т.д. В данной технологии используются активные сенсоры по распознаванию живого человеческого

пальца.

Представляет интерес веб-сервис GAUS, обеспечивающий в реальном времени неограниченному количеству сервисов-потребителей услугу идентификации пользователей по отпечаткам пальцев и предоставляющий платформу для надежного хранения и администрирования биометрических данных. Скорость идентификации в GAUS составляет 2-5 секунд вне зависимости от объема базы данных. Вероятность успешной идентификации незарегистрированных данных FAR и вероятность получения отрицательного результата идентификации зарегистрированных данных FRR для сервиса GAUS составляет 10^{-6} и FRR – 10^{-4} соответственно [3].

В докладе проводится анализ возможностей и характеристик мультимодальной системы BioLink AMIS, обеспечивающей идентификацию пользователей в режиме реального времени с использованием следующих идентификаторов: отпечатков пальцев, изображения лица (фотографии, видеоряд), голоса и почерка [4]. Система обеспечивает быстрое подключение любых других биометрических идентификаторов в соответствии с требованиями отраслевого стандарта BioAPI, Международной организации по стандартизации (ISO) и Международной организации гражданской авиации (ICAO).

Одним из перспективных направлений внедрения биометрических технологий (БТ) является сфера образования. Образовательные учреждения часто становятся объектом атак террористов и преступников, и только системы контроля доступа, идентифицирующие посетителей по уникальным и неотчуждаемым признакам, способны обеспечить безопасность этих учреждений. По даннымм специалистов компании BioLink AMIS, внедрение БТ в образовательных учреждениях, помимо повышения безопасности пребывания детей в этих учреждениях, позволяет оптимизировать учебный процесс. Круг соответствующих задач чрезвычайно широк: от регистрации посещения учащимися занятий и упрощения выдачи книг в библиотеках (с простой и удобной идентификацией по биометрическим признакам) до удостоверения личности сдающих экзамены (проходящих сертификационные испытания, использующих системы дистанционного обучения) и защиты информационных ресурсов и компьютерных сетей образовательных учреждений. Выбор биометрических идентификаторов и техники их использования требует учета возраста детей и их психологии. Возможность и эффективность применения БТ подтверждается опытом внедрения БТ в школах и дошкольных учреждениях США, Великобритании, Индии: идентификация учащихся по отпечаткам пальцев в школьных кафетериях и столовых США (штаты Нью-Джерси, Огайо, Флорида, Калифорния, Орегон, Мэн, Аляска); биометрические системы контроля доступа в детские сады (идентификация родителей и персонала по отпечаткам пальцев, Великобритания, графства Абердиншир, Сомерсетшир, Ланкашир, Камбрия); учет посещаемости школьников (с идентификацией по отпечаткам пальцев) в Индии (штаты Пенджаб, Гуджарат, Раджастан) [5]. Анализ характеристик универсальной платформы биометрической идентификации BioID [5] позволяет говорить о возможности повышения эффективности деятельности образовательных учреждений, включая регистрацию прихода/ухода учащихся, удостоверение личности сдающих экзамены и зачеты, обслуживание в библиотеках, столовых и кафетериях, идентификацию взрослых, сопровождающих учащегося по пути из дома в школу и обратно. Информационная система автоматической мультибиометрической идентификации BioLink AMIS [4] может с успехом примененяться в проектах массовой идентификации учащихся — удостоверение личности участников независимого тестирования выпускников школ, абитуриентов и студентов ВУЗов.

Литература. **1.** The Most Trusted Report on the Biometrics Industry. – Режим доступа: http://www.ibgweb.com/products/reports/bmir-2009-2014. **2.** Biosmart-FinGuard. – Режим доступа: http://www.biovid.su/biosmartfg.htm. **3.** Глобальный сервис идентификации GAUS. – Режим доступа: http://gaus24.com/ru/info/global-service. **4.** Программные продукты BioLink: AMIS. – Режим доступа: http://www.biolink.ru/products/software/AMIS. **5.** Биометрические решения: образование. – Режим доступа: http://www.biolink.ru/solutions/markets/education.php.

Кармазь К.Ю. *— рецензент Финогенов А.Д.*
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

База входных данных и результатов междисциплинарной grid-системы

На сегодняшний день происходит пересмотр идеологии принципа предоставления ПО конечному пользователю. Особую популярность набирает парадигма «программное обеспечение как услуга», которое характерно для облачных вычислений [1]. В соответствии с данной парадигмой происходит пересмотр архитектуры комплексов моделирования и понятий АРМ. Важным элементом разрабатываемых систем становятся системы хранения и управления данными проектов, что требует наличия соответствующих БД.

В рамках проекта разработки междисциплинарной grid-системы [2] оптимального математического моделирования была реализована база данных для хранения:

В рамках проекта разработки междисциплинарного комплекса оптимального математического моделирования с доступом через grid была реализована база данных для хранения:

1. входных данных проекта (файлы, ключи, настройки);
2. выходных данных проекта;
3. маршрут проектирования.

На рис. 1 представлена схема потоков данных всего проекта и место базы данных в ней. Можно логически выделить БД портала (настройки пользователя, контакты и др.) и БД проектов, основными функциями которой являются:

1. обеспечение связи с клиентской стороной (хранение проектов пользователя);
2. обеспечение связи с grid-системой (результаты работы частей комплекса);
3. обеспечение возможности контроля текущего состояния выполнения проекта (хранение данных частей комплекса непосредственно в процессе решения), поскольку вычисления могут быть длительными по времени, поставленная задача может находиться в ожидании получения ресурса или работать в режиме отложенных вычислений.

Рис. 1. Схема потоков данных

Разработанная структура БД проекта также позволяет хранить информацию об авторизированных данных пользователя, персональные файлы библиотек моделей компонентов, а также динамически подключаемые библиотеки, содержащие набор пользовательских нелинейных функций.

При выборе СУБД было проанализировано количество запросов к БД. Связь пользователя с БД осуществляется только один раз в момент отправки задачи на вычисления (кроме режима автосохранения). Со стороны grid-сервисов связь многократная, но количество элементов маршрута для каждого проекта ограничено (порядка 10-15). Для подобной интенсивности обмена данными с БД достаточно использования средств СУБД типа MySQL.

Выводы. Разработанная БД реализована на кластере НТУУ «КПИ» и обеспечивает хранение данных для всего набора реализованных компонентов маршрута, а также предусматривает возможности расширения функциональности grid-системы с внесением дополнительных компонентов маршрута без изменения структуры БД.

Литература. **1.** Петренко А.І. Комп'ютерні хмарні обчислення в Грід технологіях / Петренко А.І., Оленович Є.В. // Системний аналіз та інформаційні технології : 12-а міжнародна науково-технична конференція "САІТ-2010", 25-29 травня 2010, Київ, Україна:материали.-К.:ННК "ІПСА" НТУУ "КПИ", 2010.-С.379. **2.** Петренко А.І. Практикум з грід-технологій : навчальний посібник / Петренко А.І., Свістунов С.Я., Кисельов Г.Д.–К.:НТУУ "КПИ", 2011.–580с.

Кирюша Б.А., Горбик А.В.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Сравнительный анализ ведущих технологий вычислений общего назначения на графических процессорах

В последнее время возрастает интерес к гетерогенным вычислениям с использованием ранее не задействованных вычислительных мощностей, в частности, к вычислениям общего назначения на графических процессорах (**GPGPU** – **G**eneral **P**urpose computation on **G**raphical **P**rocessor **U**nit).

Основными особенностями использования графических процессоров являются: высокая степень параллелизма по данным, латентность обращения к внешней памяти и особенности архитектуры, оптимизированной для обработки больших массивов данных (*«crunch numbers»*).

GPGPU успешно применяется в моделировании сложных физических явлений, в трудоёмких процессах обработки изображений в медицине и криптографии (генерация ключей, подбор паролей).

Архитектура *GPU* на практике позволяет уменьшать время выполнения отдельных алгоритмов в 35-60 раз [1]. Такой уровень ускорения дает возможность говорить о потенциально высокой эффективности использования устройств и таких преимуществ, как:

- количество операций на единицу стоимости (Flops/dollar ratio) [2];
- количество операций на единицу потребляемой мощности (Flops/Watt ratio).

Высокое значение первого показателя привело к появлению *GPU* кластеров [3], специализированных графических процессоров *Fermi* и *Tesla* от *NVidia*, программных средств для поддержки работы на распределённых *GPU* системах (*C++ AMP*, *Virtual OpenCL*). Второй показатель позволяет частично решить проблему охлаждения мощных вычислительных узлов, а также ведет к внедрению технологий *GPGPU* на переносимые/мобильные устройства.

На ранних этапах развития *GPGPU* использовался *OpenGL*, где вычисления реализовывались в контексте логики стандарта. Разработчикам было необходимо разбираться в механизмах использования *API* без поддержки отладки и профилирования программ. С появлением библиотек, ориентированных на математические вычисления, ускорился процесс написания программ и эффективность использования устройств, появились реализации с возможностью отладки выполнения и профилирования.

Технология *CUDA C++* отличается широким набором реализованных примитивов, оптимизированными математическими библиотеками (*cuSparse, cuBlast, cuFFT*), специфическими расширениями и развитой архитектурой самих *GPU* (серии графических процессоров *Tesla* и *Fermi*). Архитектура *CUDA* используется для построения мощных кластеров (20-ая серия видеокарт *Tesla* позволяет достичь 500 гигафлопс для операций над числами с плавающей запятой двойной точности).

Главным конкурентом технологии от *NVIDIA* является открытый стандарт *OpenCL*, развитием которого занимается Khronos group. В основе *OpenCL* лежит полная поддержка гетерогенных вычислений – возможность эффективного использования *CPU* и *GPU*. Компания *AMD* выпускает реализацию *OpenCL* для своих архитектурных решений (ускоренные процессорные устройства - выполненные на одном кристалле центральный процессор и графический ускоритель), последние релизы *ATI Stream SDK* эффективно используют особенности *APU*, достигая скорости передачи данных между процессорами до 15 GB/s. В 2012 ожидается выпуск *OpenCL 2.0*.

На конференции AMD Fusion 11 компания Microsoft объявила выпуск нового открытого стандарта *C++ AMP (Accelerated Massive Parallelism)*, основными преимуществами использования которого являются простота использования (расширение стандарта C++, полная интеграция в Visual Studio 12) и заявленная поддержка облачных вычислений. Microsoft объявила о намерении поддерживать реализации стандарта другими компаниями (облачные сервисы Amazon и Salesforce будут поддерживать стандарт).

Таблица 1. Сравнение технологий вычислений общего назначения на графических процессорах

	CUDA C++ [4]	OpenCL [5]	C++ AMP [6]	OpenGL [7]
Доступность технологии	Проприетарная технология NVidia	Открытый стандарт, *Khronos group*	Открытый стандарт, *Microsoft*	Открытый стандарт, *Khronos group*
Наличие программных средств для разработки	SDK, NSight – debugger и profiler	Стандарт не подразумевает реализации (AMD предоставляет SDK, debugger)	Интеграция с Microsoft Visual Studio следующего релиза (debugger, profiler)	Стандарт не подразумевает конкретной реализации
Использование нескольких устройств	Да	Да. Использование GPU и CPU		Нет
Основные недостатки технологии перед конкурентами	Ориентирована на поставщика – закрытый стандарт	Реализация зависит от поставщика – необходимость дополнительной оптимизации	Новый стандарт, поддержка в тестовом режиме	Технология используется штучно – предназначена для обработки графики
Основные преимущества	Наиболее развитое API и множество расширений, специализированная архитектура процессоров	Открытый стандарт, поддержка гетерогенных вычислений (CPU + GPU)	Декларированная поддержка вычислений в облачных системах	Поддержка всеми основными поставщиками

Использование *GPU* в вычислениях общего назначения для многих алгоритмов дает значительный прирост скорости их выполнения, позволяя решать некоторые классы задач эффективней однородных многопроцессорных систем по ряду показателей. При выборе конкретной технологии *GPGPU* необходимо учитывать не только особенности программных моделей, а также эффективность использования самих устройств и возможность утилизации разных аппаратных платформ. В процессе проектирования решения задач необходимо принимать во внимание несколько важных факторов, в частности, переносимость программного кода, поддержку распределенных вычислений и использование возможностей узкоспециализированных платформ.

Литература. **1.** T. Preis, "GPU accelerated Monte Carlo simulation of the 2D and 3D Ising model," in *Journal of Computational Physics*, Volume 228, P. Virnau, W. Paul, J. Schneider, 2009, pp .4468–4477. **2.** Z.Fan et al, "GPU Cluster for High Performance Computing" in *ACM / IEEE Supercomputing* Conference, F. Qiu, A. Kaufman, S. Yoakum-Stover, 2004, Pittsburgh, PA. **3.** F. Chinchilla (2004 December) *Parallel N-Body Simulation using GPUs* [Online] Available: http://wwwx.cs.unc.edu/~tgamblin/gpgpu/GPGPfinalReport.pdf **4.** Official website [Online]. Available: http://developer.nvidia.com/cuda-tools-ecosystem **5.** Official website [Online]. Available: http://www.khronos.org/opencl/ **6.** MSDN website [Online]. Available: http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh265137%28v=vs.110%29.aspx **7.** Official website [Online]. Available: http://www.khronos.org/opengl

Кирюша Б.А., Горбик О.В.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Змішане моделювання за допомогою пакетів Matlab, Verilog та NetAllted.

В циклі розробки систем на кристалі та систем змішаної фізичної природи обов'язково використовуються моделі наступних рівнів абстракції [1]:

- моделі рівня специфікації пристрою (reference) та поведінкового рівня (golden models);
- моделі функціонально-логічного рівня;
- моделі схемотехнічного рівня.

Для пошуку помилок функціонально-логічного та схемотехнічного рівнів традиційно використовується інструментарій змішаного моделювання. Універсальний спосіб узгодження двох різних за своєю суттю алгоритмів створити неможливо, тому необхідно передбачити механізм визначення похибки інтерфейсу змішаного моделювання для заданого проекту. Приклад такого механізму може бути реалізовано на базі інструментарію високорівневого опису пристроїв MATLAB SIMULINK [2], середовища функціонально-логічного моделювання Xilinx ISE [2] та пакету схемотехнічного рівня – NetAllted [3]. Інтерфейс взаємодії між MATLAB та ISim будується на пропрієтарних засобах розширення мов MATLAB та Verilog. Взаємодія між Verilog та Allted може бути реалізована засобами розширення мови Verilog VPI [2]. На рис.1 зображено діаграму SIMULINK для тестового прикладу оцінки різниці між еквівалентними за описом моделями суматору для MATLAB та Verilog. Зв'язок з схемотехнічним описом фрагменту моделі для Xilinx Modelsim наведено на рис. 2.

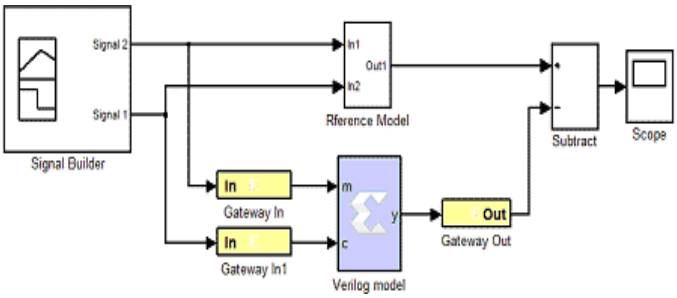


Рис. 1

Modelsim: Verilog model
always@(posedge clk) begin /* Verilog модель */ x=x+1; /* Модель користувача схемотехнічного рівня */ ***y=$AnalogInOut(m,c,x);*** end

Рис. 2

Останні версії середовища Xilinx містять лише ISim, з якого виключенно підримку Verilog PLI/VPI. Обмеження користувача щодо використання зовнішніх пакетів можна подолати лише частково: генерацією проміжної Verilog моделі, яка може бути використана в програмах моделювання з підтримкою Verilog PLI/VPI (VerilogModel(m,c,x) замість $AnalogInOut(m,c,x)). Таким чином, сучасна версі пакету від Xilinx не дає змогу одночасно використовувати моделі трьох рівнів абстракції. Послідовне використання моделей лише частково компенсує таке обмеження. За результатами тестування поведінкових моделей, описаних мовами Verilog та Matlab, суттєвої різниці не виявлено. Дослідження впливу введення схемотехнічного фрагменту моделі може бути проаналізовано лише після вирішення питання про заміну Isim на Modelsim, не виходячи за межі генератору систем на кристалі.

Література. **1.** Martinez J.A., System Level Simulation of Mixed-signal Multi-domain Microsystems with Piecewise Linear Behavioral Models/J.A. Martinez, T.P. Kurzweg, S.P. Levitan, A.J. Davare, M. Kahrs.-Tech. proc. of the Nanotech conf. 2003 Vol. 1. - 288-291 pp. **2.** Moreo A.T., Experiences on developing computer vision hardware algorithms using Xilinx system generator.-Microprocessors and Microsystems, Volume 29, P. N. Lorente, F. S. Valles, J. S. Muro, C. F. Andres, 2005. - 114 pp. **3.** Petrenko A., ALLTED – a comuter-aided engeneering system for electronic circuit design/Petrenko A., Ladogubets V., Tchlalov V., -Melbourne: UICEE, 1997. – 205 pp.

Кисельов Г.Д.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Управління знаннями в віртуальному освітньому середовищі

Загальна модель навчання користувачів грід-інфраструктури у віртуальному середовищі дистанційного навчання вимагає організації управління знаннями на трьох взаємодіючих рівнях [1]:

- Синтаксичний (об'єктний) — організація зберігання різнорідних джерел знань: текстів, даних з метаописом джерел в загальному репозиторії. Для інтеграції джерел знань в загальну систему управління знаннями необхідна їх анотування в категоріях загальної наочної онтології.
- Семантичний (понятійний) — визначення рубрикації знань, загальної для всіх джерел знань, тобто побудова онтології знань, під якою розуміється таксономія основних категорій знань і правил інтерпретації їх семантики.
- Прагматичний (рівень застосувань) — визначення інформаційних потреб користувачів і профілів їх знань. Даний рівень у віртуальній освіті відноситься до інтелектуальних завдань, які вирішуються на основі знань і вбудовуються в загальний процес, що визначає контекст для обробки, аналізу і ухвалення рішень.

До основних інтелектуальних завдань, які вирішуються за допомогою системи управління знаннями у віртуальній освіті, відносяться:

- Пошук навчального матеріалу у віртуальному освітньому середовищі.
- Генерація і автоматизована перевірка тестів контролю знань.
- Генерація електронних навчальних курсів.
- Проведення консультацій, колективне навчання і розробка колективних проектів.

Для управління знаннями у віртуальному освітньому середовищі має бути створена інформаційна система управління знаннями (ІСУЗ), яка засновується на web-технологіях і дозволяє подолати комунікаційні і просторово-географічні бар'єри на шляху спільного використання знань. Як правило, в просторі знань будь-якої предметної області можна виділити декілька підобластей. Для кожної з підобластей знань може бути розроблена власна онтологія. Обмеження масштабів моделі рамками конкретної підобласті приводить до спрощення моделі, дозволяє задіяти експертів-викладачів вузької спеціалізації. Узгодження цих відносно невеликих онтологій може бути забезпечене розробкою онтології верхнього рівня і програмних засобів для її супроводу (рис. 1).

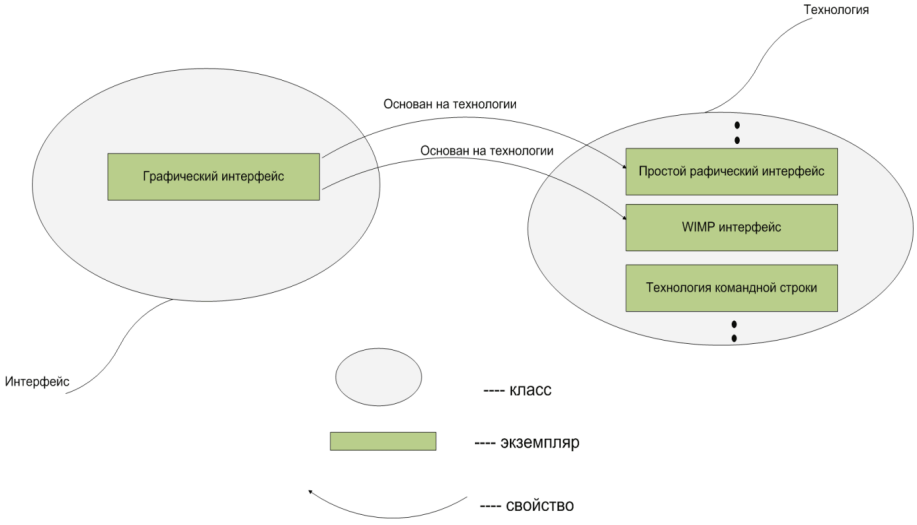


Рис. 1. Фрагмент моделі онтології з курсу «Класифікація інтерфейсів»

Визначення міри подібності між документами навчальних курсів зводиться до пошуку подібності між наборами зважених термінів онтологій. Методи розрахунку оцінки подібності-/відстані між семантичними метаданими викладені в [2]. Використання понять онтологій і оцінок семантичної близькості дозволяє створити єдиний інтелектуальний простір, в якому розміщені всі об'єкти предметної області, що містять знання. На даний момент консорціумом World Wide Web Consortium розроблені дві базові моделі для представлення знань в Semantic Web — Resource Description Framework (RDF) [3] і Ontology Web Language (OWL) [4]. Процес розробки ІСУЗ включає наступні етапи:

1. Розробка онтології предметної області: створення ієрархії класів, властивостей, відносин між класами, їх характеристик. Для розробки необхідно використовувати так звані редактори онтологій (наприклад, розробку Стенфордського університету «Protege» [5]).
2. Наповнення онтології даними, або, іншими словами, створення бази знань. Багато редакторів онтологій дозволяють створювати також і бази знань.
3. Розробка структури веб-серверу навчального ресурсу у вигляді онтології і відповідної бази знань.
4. Реалізація шаблонів для візуалізації бази знань.

Для управління змістом вже готового веб-серверу навчального ресурсу передбачається використання тих же засобів, які застосовувалися для створень онтологій і баз знань (рис. 2) [1].

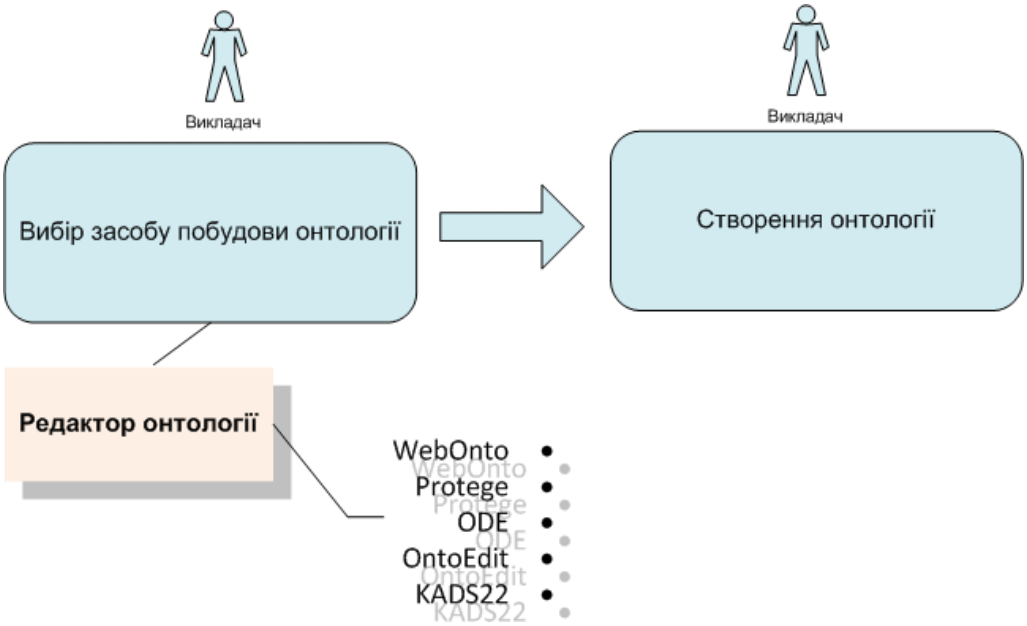


Рис. 2. Створення онтології

Онтологічна модель предметної області, яку будує викладач, дозволяє забезпечити об'єктивний автоматизований контроль знань користувачів, отриманих ними у процесі навчання на семантичному рівні.

Література. **1.** Рогушина Ю.В. Використання онтологічного аналізу предметних областей в системах дистанційної освіти. - К: Інститут програмних систем НАНУ. - 2006 **2.** Гаврилова В.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. — СПб: Питер, 2001. **3.** «RDF/XML Syntax Specification (Revised)».-режим доступу: http://www.w3.org/TR/rdf-syntax-grammar. **4.** Web Ontology Language.- Режим доступу: http://www.w3.org/TR/owl-features. – Дата доступу: 26.05.2010. **5.** Protege is an ontology editor and a knowledge-base editor. – Режим доступу: http://protege.stanford.edu .

Кислий Р.В. *— рецензент Петренко А.І.*
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ «КПІ», Київ, Україна

До побудови грід-систем знань (Knowledge Grid)

Сучасна грід мережа для здобуття знань – Knowledge Grid. Існує багато моделей, методів, алгоритмів та задач Knowledge Grid, в даному випадку розглянуто загальну модель побудови та використання Knowledge Grid. На рис.1 зображена загальна схема грід-системи знань.

Knowledge Grid дозволяє використовувати базові можливості грід для побудови сервісів, які підтримують розподілене здобуття знань у базах даних (KDD) в грід.

Такі послуги дозволяють користувачам використовувати програми для здобуття знань, які працюють з даними, програмним забезпеченням та обчислювальними ресурсами з різних частин гріду. З цією метою Knowledge Grid має механізми для публікації і пошуку інформації більш високого рівня, що управляють KDD додатками, а також візуалізують результати їх роботи. Такий підхід може бути описаний через багаторівневу архітектуру, як показано на рисунку 1.

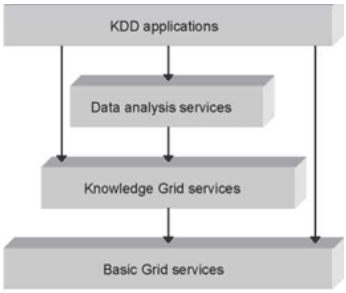


Рис. 1. Архітектура Knowledge Grid

Basic grid services. Основні функціональні можливості, що надаються стандартним середовищем грід, таким як Globus Toolkit, UNICORE та gLite.

Knowledge Grid services. Сервіси, спеціально розроблені для підтримки та реалізації data mining. Вони включають в себе керування ресурсами, які забезпечують механізми опису, публікації та отримання інформації про джерела даних, алгоритми data mining і обчислювальні ресурси, які дозволяють користувачам створювати і використовувати розподілені KDD програми.

Data analysis services. Спеціальні сервіси, які використовують знання грід-сервісів для забезпечення високого рівня аналізу даних. Служби аналізу даних може провести попередню обробку даних або запустити data mining (наприклад, класифікація, кластеризація тощо), або більш складне завдання виявлення знань (наприклад, паралельні класифікації, мета-навчання тощо).

KDD applications. Програми для здобуття знань можуть використовувати не тільки стандартні методи грід систем, а й інші моделі, мови й програми для створення розподілених KDD програм.

Основні компоненти Knowledge Grid розділяються на два типи: *Resource Management Services* і *Execution Management Services.*

На рис.2 показана архітектура Knowledge Grid. Усередині кожної групи є два рівні сервісів: сервіси високого рівня та рівня ядра. Ідея полягає в тому, що на рівні користувача програми безпосередньо взаємодіють з сервісами високого рівня, які для виконання запитів клієнтів викликають відповідні операції рівня ядра.

Resource Management Services. Ця група сервісів включає в себе стандартні сервіси та сервіси високого рівня для керування ресурсами Knowledge Grid. Серед таких ресурсів джерела даних і алгоритми мають основне значення. Тому архітектура Knowledge Grid передбачає спеціальні компоненти, а саме DAS і TAAS, для роботи з даними і алгоритми.

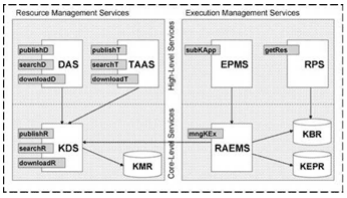


Рис. 2. Схема Knowledge Grid

Служби доступу до даних (DAS) пов'язана з публікацією, пошуком і передачею наборів даних, які будуть використовуватися в KDD додатках, а також пошуком висновків (в результаті роботи data mining). DAS виконує операції PublishData, SearchData і DownloadData. *PublishData* викликає на рівні користувача додаток для публікації метаданих про набір даних, як тільки операція публікації викликана, вона викликає PublishResource.[1]

SearchData викликає клієнтський інтерфейс, якому необхідно знайти набір даних на основі заданого набору критеріїв. DAS звертається з запитом до місцевих KDS, посилаючись на відповідні SearchResource і, як тільки пошук буде завершений, він отримує KDS. Такий результат полягає в наборі посилань на набори даних, що відповідають заданим критеріям пошуку. Варто відзначити, що пошукова операція не тільки обробляється на локальному комп'ютері, але і перенаправляється на інші хости. Операція DownloadData працює аналогічно попереднім: виконується введення набору даних, завантаження і перенаправлення запиту на DownloadResource місцевого компонента KDS.

Інструменти і алгоритми доступу (TAAS) пов'язані з публікацією, пошуком і передачею інструментів, які будуть використовуватися. Такі інструменти можуть бути інструментами data mining і засобами візуалізації. TAAS має ту ж базову структуру, що і DAS, та виконує основні завдання, взаємодіючи з місцевими KDS, які, у свою чергу, можуть викликати один або декілька інших віддалених примірників KDS. Операції, які експортуються TAAS: PublishTool, SearchTool і DownloadTool. Вони мають ті ж функціональні можливості, що і функції DAS, з тією різницею, що операції TAAS пов'язані з інструментами, а не з даними.[2]

Knowledge Directory Service (KDS) є єдиною службою на рівні ядра групи RMS. KDS керує метаданими, що описують ресурси Knowledge Grid. Такі ресурси включають вузли, сховища даних, інструменти і алгоритми, ZRS використовуються для вилучення, аналізу та керування даними, отриманими в результаті data mining. Така інформація зберігається в локальному сховищі, *Knowledge Metadata Repository* (KMR). PublishResource викликається для публікації інформації (метаданих) про ресурс; зберігаючи їх метадані в місцевій KMR. SearchResource операція викликається для отримання ресурсів на основі даного набору критеріїв представленого запиту. Важливим аспектом, який слід відзначити, є те, що KDS виконує такі завдання пошуку як на місцевому рівні, шляхом доступу до місцевих KMR, так і віддалено, за допомогою запитів інших віддалених KDS (що, в свою чергу, буде отримувати доступ до своїх місцевих KMR).

Execution Management Services. Послуги цієї групи дозволяють користувачеві створювати і запускати KDD додатки, а також для візуалізації результатів.

The Execution Plan Management Service (EPMS) дозволяє визначати структури програм, побудувавши відповідний графік виконання, і додавати набір обмежень за ресурсами. Цей сервіс на основі моделі, отриманої від клієнта, генерує відповідний абстрактний план виконання, який є формальним поданням структури програми. Як правило, вона не містить інформації про фізичні ресурси, які будуть використовуватися, а, скоріше, їх критерії. Тим не менш, EPMS може включати в себе як певні, так і абстрактні ресурси, тобто ресурси, які визначаються через логічні імена.

Results Presentation Service (RPS) надає можливості для представлення і візуалізації моделей знань (наприклад, правила асоціації, кластеризація моделей), а також зберігати їх у відповідний формат для подальшого використання.

The Resource Allocation and Execution Management Service (RAEMS) використовується, щоб знайти відповідність між абстрактним планом виконання (отриманому від EPMS) та наявних ресурсів, з метою врахування обмежень (CPU, пам'ять, бази даних, вимоги до пропускної спроможності), накладених на виконання плану. Результатом цього процесу є конкретний план виконання, який чітко визначає кількість ресурсів для кожного процесу data mining. Зокрема, він відповідає вимогам, зазначеним в абстрактному плані виконання з реальними іменами.

Література. **1.** Werner Dubitzky, Data Mining Techniques in Grid Computing Environments. *Univercity of Ulster*. UK, WILLEY-BLACKWELL, 2008, **2.** Haimonti Dutta, DISTRIBUTED DATA MINING ON A GRID INFRASTRUCTURE, A PROPOSAL FOR DOCTORAL RESEARCH, 2006.

Костюк В.Н. *— рецензент Петренко А.И.*
Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина

Гибридное моделирование. Язык Modelica

За последние два десятилетия наблюдается значительный рост интереса к компьютерному моделированию сложных физических систем. Недавно появившаяся возможность создать некаузальные модели с использованием компонентов из различных областей (например, электростатики, механики, гидравлики) открыла новые возможности в данном направлении. Modelica является одним из самых известных объектно-ориентированных (ОО) языков, которые поддерживают такие возможности, в том числе возможность моделирования непрерывных и дискретных временных моделей, а также смешанных гибридных моделей, используя для их описания дифференциальные уравнения.

Язык Modelica разработан некоммерческой организацией Modelica, которая также разрабатывает на его основе бесплатную библиотеку. Цель создания – разработать ОО язык для моделирования технических систем в стандартизированном формате для обмена и повторного применения моделей [1].

В основе языка Modelica лежит концепция соединяемых блоков. При соединении в соответствии с требуемой схемой происходит генерация уравнений, описывающих данную модель. Это делает язык простым для понимания и использования специалистами нематематического профиля. В нем нет ограничения числа компонентов моделируемой системы только базовыми, поставляемыми разработчиками. Пользователь может создавать свои собственные компоненты, используя при этом внутренний язык описания блоков.

Благодаря ОО подходу, модели, созданные на языке Modelica, легко модернизируются и на их основе можно создать более сложные. Также поддерживается возможность использования функций и процедур, написанных пользователем на языке C, что делает язык более гибким и соответствующим высоким критериям моделирования. В языке Modelica реализована поддержка интеграции с различними пакетами моделирования, такими как MATLAB и SimuLink.

Хочется отметить постоянную и полную поддержку разработчиками Modelica. Она постоянно обновляется. На сайте можно найти полное руководство пользователя, множество различных примеров и даже скачать исходные коды. Также есть официальный форум, где можно найти ответ практически на любой интересующий вопрос [2].

На сегодняшний день многие комерческие организации пользуются Modelica. Среди них автомобильные гиганты Toyota, Ford, Scania. Кроме того на Modelica производятся расчеты в промышленной робототехнике, аэрокосмической и военной индустрии. Даже один из лидеров CAD Dassault Systemes в своем основном продукте CATIA поддерживают Modelica-моделирования.

Как недостаток можно отметить небольшую «сырость» инструментальной среды OpenModelica на основе вышеописанного языка [3]. Она имеет некоторые недоработки (нестабильность, сложный для освоения графический интерфейс), но при этом полностью открытая, бесплатная и доступна для множества платформ. Разработчики прилагают все усилия для исправления недочетов среды.

Литература. **1.** David Broman. Safety, Security, and Semantic Aspects of Equation-Based Object-Oriented Languages and Environments. Linkoping, 2007. 163 p. **2.** Modelica and the Modelica Association. URL https://modelica.org/(дата обращения: 14.02.2012). **3.** Download OpenModelica applications. URL http://www.openmodelica.org/index.php/home/applications(дата обращения:17.02.2012).

Костюк В.Н. *— рецензент Петренко А.И.*
Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина

Интеграция пакета ALLTED со средой OpenModelica

ALLTED – пакет для моделирования объектов различной физической природы на разных уровнях представления их свойств (электрическом, структурном и логическом), разработанный на кафедре СП УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ". С целью расширения возможностей данного пакета (дополнительных параметров оптимизации, режимов формирования выходной графики) был разработан интерпретатор с ALLTED на язык, используемый инструментальной средой моделирования OpenModelica. Это также позволит использовать более удобный и привычный язык описания схем в среде OpenModelica.

Принцип работы интерпретатора заключается в синтаксическом разборе файла ALLTED, в котором хранятся описание схемы и задача для построения. Все присутствующие в нем элементы и их значения заносятся в дерево разбора. По окончанию создания дерева идет сравнение его вершин с элементами базы данных программы с целью найти соответствующие команды для их перевода на язык Modelica. После интерпретирования получаем файл, готовый для использования в среде OpenModelica [1]. Пример интерпретации приведен на рис.1.

```
Object
CIRCUIT
some_scheme;
J1(2,0) = FPULSE
(0,5,0,0.01,0.01,10,50);
R1(1,2) = 10;
L1(0,1) = 1;
C1(0,1) = 1;
&&
task;
dc;
tr;
const tmax = 30;
plot IC1;
&&
end
```

```
model some_scheme
Modelica.Electrical.Analog.Basic.Resistor R1(R = 10);
Modelica.Electrical.Analog.Basic.Ground ground1;
Modelica.Blocks.Sources.Pulse pulse1(amplitude = 5, width = 20, period = 50);
Modelica.Electrical.Analog.Basic.Capacitor C1(C = 1);
Modelica.Electrical.Analog.Sources.SignalCurrent J1;
Modelica.Electrical.Analog.Basic.Inductor L1(L = 1);
equation
connect(L1.p,R1.n);
connect(C1.p,R1.n);
connect(pulse1.y,J1.i);
connect(C1.n,ground1.p);
connect(J1.p,ground1.p);
connect(R1.p,J1.n);
connect(L1.n,ground1.p);
end some_scheme;
//Type of analysis: Time
//Length of analysis: 30
//Graphics: IC1
```

Рис. 1. Интерпретация файла ALLTED (блок слева) в файл OpenModelica (блок справа)

В конце выходного файла, после описания схемы в закомментированных строчках выводится информация о типе анализа и его параметрах. OpenModelica позволяет определять тип и задавать параметры анализа непосредственно при моделировании, поэтому вся нужная информация и выводится в виде закомментированных подсказок пользователю. Графики результатов моделирования схемы хранятся в виде списка и выводятся в любой комбинации по желанию пользователя.

Время интерпретации составляет доли секунд. Файл ALLTED имеет небольшой размер и не требует предварительной подготовки данных, что существенно ускоряет процесс. Этому способствует и структура базы данных программы. Интерпретатор имеет ряд ограничений, связанных с различной реализацией пакетов. Например, один и тот же элемент схемы в разных пакетах может иметь неодинаковое количество переменных для моделирования, а его рабочие параметры отличаться. Последующая работа заключается в расширении функционала программы и возможности внедрения в NetALLTED на уровне составления файла задания [2].

Литература. **1.** Official site OpenModelica. – Режим доступа: http://openmodelica.org/. – Дата доступа: 13.02.2012. **2.** CAD & GRID. – Режим доступа: http://netallted.cad.kiev.ua/allted_t.php. – Дата доступа: 27.01.2012.

Кучер В.О. *— рецензент Киселёв Г.Д.*
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Нейросетевая модель выбора эвристики предоставления ресурсов на уровне потока заданий в grid-системе

Моделирование процесса планирования выполнения заданий в grid-системе представлено в работе автора [1], в которой рассматривалась grid-система с многоуровневой иерархической структурой, на каждом из уровней которой существуют свои сервисы, взаимодействующие посредством определенных протоколов.

В указанной работе ставилась цель: разработать алгоритм планирования выполнения заданий, обеспечивающий минимизацию времени выполнения задания и сбалансированность загрузки поставщиков ресурсов.

Использование нечетко-множественного подхода, принципа прямоугольной упаковки в полосу заданной ширины, выбор агрегативной системы в качестве математической модели, позволили разработать модель процесса планирования, обеспечивающую выполнение поставленной цели.

Разработанная модель позволяет оценивать эффективность предложенного алгоритма, сравнивать оценки вариантов при проектировании, при выборе режимов функционирования с точки зрения выбранного критерия эффективности, оценивать динамику изменения системы, например, при изменении потока задач, конфигурации кластеров, сетевых соединений и т.п.

Анализ свойств заданий потока позволяет выявить, какие из факторов, характеризующих задания: ресурсные запросы, структура, статистика загрузки процессоров, потребности в данных, наиболее существенны при выборе стратегии управления. Возникла задача об интеграции методов планирования на уровне потока заданий с целью эффективного использования вычислительных ресурсов распределенных сред.

Постановка задачи: Построить модель по определению категории задания потока. Для каждой из категорий стратегия управления предполагает наличие определенных правил предоставления и потребления ресурсов, что позволяет повысить эффективность планирования и распределения ресурсов на уровне потоков заданий.

Для решения поставленной задачи выбрана многослойная нейронная сеть прямого распространения (персептронного типа) [2], которая, согласно теореме Колмогорова, может эффективно применяться для решения задач классификации. Персептрон переводит входной образ, определяющий степени возбуждения нейронов самого нижнего уровня иерархии, в выходной образ, определяемый нейронами самого верхнего уровня. Состояние возбужденного нейрона на верхнем уровне говорит о принадлежности входного образа к той или иной категории.

При построении классификатора определены параметры, влияющие на принятие решения о том, к какой категории принадлежит задание. Задание представляется вектором, в качестве компонент которого используются данные о приоритете задания, о запрашиваемых вычислительных ресурсах (о выполнении задания в пределах одного кластера или на ресурсах нескольких кластеров), о предполагаемой длительности его выполнения, о необходимости обработки и анализа больших объемов данных и др. Исходные данные могут иметь произвольный диапазон, поэтому проводится нормировка входных данных для подачи на вход сети. Для этого используется способ линейного преобразования, при котором операция нормировки выполняется с помощью деления каждой компоненты входного вектора на длину вектора. Таким образом входной вектор превращается в вектор единичной длины в n-мерном пространстве.

Представление выходных данных осуществляется с помощью вектора, компоненты которого соответствуют различным номерам категорий: i-я компонента вектора соответствует i-ой категории. При подаче на вход сети вектора-задания, на выходе имеем вероятности соответствия этого задания каждой из введенных категорий. При интерпретации результата считаем, что номер категории задания определяется номером выхода сети, на котором появилось макси-

мальное значение. При таком способе кодирования можно ввести также оценку уверенности сети в том, что задание относится к этой категории, например, определять разность между максимальным значением выхода и значением выхода, которое является ближайшим к максимальному. Чем выше уверенность, тем больше вероятность того, что сеть дала правильный ответ.

В качестве активационной функции выбранной двухслойной нейронной сети прямого распространения информации с одним скрытым слоем, обучаемой по методу обратного распространения ошибки, используется сигмоидная функция:

$$OUT = \frac{1}{1 + e^{-NET}}.$$

При обучении сети для каждой обучающей пары из обучающего множества подается входной вектор на вход сети и вычисляется выход сети. Разность между выходом сети и требуемым выходом (целевым вектором обучающей пары $Target$) используется для корректировки весов сети. Подстройка весов осуществляется с использованием дельта правила:

$$\delta = OUT(1 - OUT)(Target - OUT),$$

где $OUT(1 - OUT)$ – производная активационной функции.

Для каждого веса от нейрона скрытого слоя к нейрону в выходном слое выполняются следующие процедуры:

$$\begin{gathered} \Delta w_{pg} = \eta \delta_g OUT_p, \\ w_{pg}(n+1) = w_{pg}(n) + \Delta w_{pg}, \end{gathered} \tag{1}$$

где $w_{pg}(n)$ – величина веса от нейрона p в скрытом слое к нейрону g в выходном слое на шаге n (до коррекции); $w_{pg}(n+1)$ – величина веса на шаге $n+1$ (после коррекции); δ_g – величина δ для нейрона δ; OUT_p – величина OUT для нейрона p в скрытом слое; η – коэффициент скорости обучения.

Подстройка весов скрытого слоя осуществляется следующим образом. При проходе вперед каждый нейрон скрытого слоя передает свой выходной сигнал нейронам в выходном слое через соединяющие их веса. Во время обучения эти веса функционируют в обратном порядке, пропуская величину δ от выходного слоя назад к скрытому слою. Каждый из этих весов умножается на величину δ нейрона, к которому он присоединен в выходном слое. Величина δ, необходимая для нейрона скрытого слоя, определяется соотношением:

$$\delta_p = OUT_p(1 - OUT_p)\Big[\sum_g \delta_g w_{pg}\Big].$$

Имея значение δ, веса, питающие скрытый уровень, корректируются с помощью уравнений (1).

При выборе степени сложности сети используется механизм контрольной кросс-проверки: резервируется часть обучающих наблюдений, которая не используется в обучении по алгоритму обратного распространения. По мере работы алгоритма они используются для независимого контроля результата. Оптимальной размерностью скрытого слоя нейронной сети считается такая размерность, при которой средний процент правильной классификации категорий заданий для тестовой выборки достигает приемлемого значения и дальнейшее увеличение количества нейронов в скрытом слое не повышает процент правильной классификации.

В выходном слое количество нейронов равно количеству категорий заданий потока.

Литература. **1.** Кучер В.О. Моделювання процесу планування виконання завдань в grid-системах з використанням нечітко-множинного підходу // Економіко-математичне моделювання соціально-економічних систем. Збірник наукових праць. Випуск 16. – Київ: МННЦ ІТС НАНУ. – 2011. – С. 256–278. **2.** Яхъяева Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети. Учебное пособие // Яхъяева Г.Э. – М.: БИНОМ, 2006. – 317 с.

Ладогубець В.В., Ляпін П.С., Мельничук Р.М.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

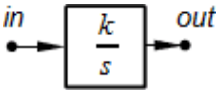
Графічний редактор схем управління

В рамках розробки міждисциплінарного комплексу оптимального математичного моделювання, однією з складових частин графічного інтерфейсу користувача був створений графічний редактор електронних схем ALLTED [1]. При подальшому розвитку системи постала необхідність в наданні інструментарію моделювання складених схем, що містять як електронні елементи, так і елементи управління. Надання цих можливостей розширює коло застосування комплексу для більшого загалу спеціалістів.

Було розроблено бібліотеку графічних елементів систем управління, таких як: *amplifier* (пропорційна ланка), *first order lag* (аперіодична ланка), *comparator* (компаратор), *summer* (суматор), *integrator* (інтегратор), *differentiator* (диференціатор), *integrator with first order lag* (реально інтегруюча ланка), *qudratic lag* (ланка другого порядку). Дані елементи, поєднані з відповідними моделями із бібліотеки моделей елементів управління (табл. 1).

Табл. 1. Опис елементу управління на мові ALLTED

Назва	Графічне зображення	Опис на мові ALLTED

Інтегратор		`model inflag(in,out,b);`
		`jin(in,b)=0;`
		`j1(b,out)=fl(gain/ujin);`
		`c1(out,b)=1;`
		`& list type1.inflag;`
		`gain=1.0;`

В якості тесту для перевірки коректності формування опису об'єкту використовувалась схема (рис. 1) [2].

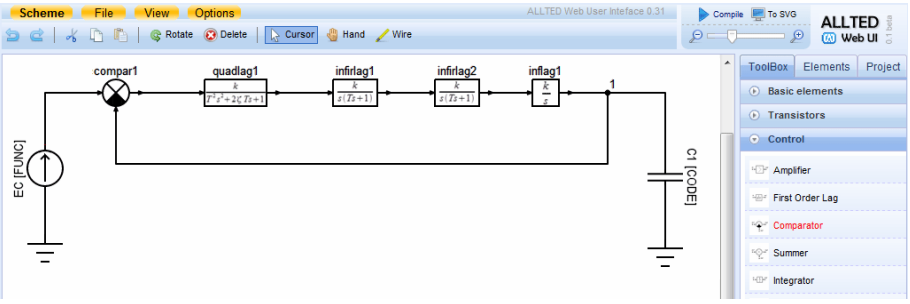


Рис. 1. Система управління, виконана в графічному редакторі

Висновок. Графічний редактор, розширений елементами управління, дозволяє користувачу графічно задавати опис об'єкту, що містить як елементи управління так і схемотехнічні елементи. В подальшому редактор може розширюватись графічними елементами для бібліотек моделей мікроелектромеханічних, пневматичних та інших елементів.

Література. **1.** Романов В.В. Web-редактор электронных схем / Романов В.В., Ляпин П.С., Мельничук Р.М. // Системный анализ и информационные технологии : 12-я международная научно-техническая конференция "САИТ-2010" 25-29 мая 2010, Киев, Украина : материалы. - К. : УНК "ИПСА" НТУУ "КПИ" 2010. - С. 384. **2.** Финогенов А.Д. Особенности увеличения шага в неявных методах численного интегрирования систем дифференциальных уравнений / Финогенов А.Д. // Электроника и связь. – 2007. – № 38. – С. 82–87.

Леонтьев И.А., Гемба О.В.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Методы и средства анализа архитектуры корпоративных программных приложений

Задача сопровождения и улучшения программного обеспечения является ресурсоемкой и сложной для организаций–производителей программных продуктов. Для эффективного решения данной проблемы необходима тщательное и постоянное документирование всех изменений, вводимых в исходный код и архитектуру продукта. Процесс документирования, несмотря на важность получаемых результатов, представляет собой накладные расходы, и его автоматизация является актуальной задачей разработки программного обеспечения [1].

Во время проектирования архитектуры необходимо помнить, что требования к проекту могут измениться в той или иной степени. Добиться абсолютной гибкости удается далеко не всегда, соответственно, изменения в архитектуре будут происходить на протяжении всего жизненного цикла продукта.

Визуализация архитектуры программного проекта на основе анализа исходного кода дает возможность получить диаграммы классов, диаграммы использования, графы вызовов функций, зависимостей, множество различных метрик. Данные артефакты, в свою очередь, позволяют оптимизировать структуру приложения, выявить проблемные места и возможные уязвимости архитектурного и программного типа, определить участки кода, которые можно упростить. Проведенный рефакторинг приводит, как правило, к увеличению надежности приложения, уменьшению времени на его тестирование и отладку [2, 3].

На сегодняшний день существует ряд решений в данной области. Например, Coverity Architecture Analysis [4] и Sonargraph Architect [5] позволяют отслеживать и управлять множеством изменений как программного кода, так и архитектуры проекта. Системы служат для быстрого построения и отображения структуры сложного приложения, выявления небезопасных зависимостей и возможных дефектов, что позволяет избавиться от них еще на ранних стадиях разработки.

Данные решения основаны на статическом анализе программного кода. Они позволяют не только получить интересующие данные, но и визуализировать их в удобном виде. Также доступна автоматизированная система рефакторинга кода проекта. Все это позволяет в значительной мере уменьшить стоимость разработки продукта и, в особенности, его поддержки в будущем. Системы встраиваются во многие популярные IDE, что еще больше облегчает работу с ними. Среди поддерживаемых языков программирования C/C++ и Java. Приложения доступны для всех популярных современных аппаратных платформ.

В работе рассмотрены существующие решения в области автоматизированного построения архитектуры проекта на основе статического анализа исходного кода, выделены такие критерии оценки анализаторов, как уровень покрытия проекта анализатором; степень детализации анализа; простота и понятность визуализации структуры проекта; количество полученных метрик; количество найденных ошибок, уязвимостей, зацикливанний; количество ложных срабатываний. Проведен анализ связей между получаемыми результатами статического анализа и возможными методами рефакторинга приложений, по результатам которого предложен прототип утилиты автоматизированного рефакторинга архитектуры корпоративных приложений.

Литература. **1.** Van Deursen A., Klint P., Verhoef C. Research issues in the Renovation of Legacy Systems, CWI research report P9902, April 1999. **2.** Фаулер М. Архитектура корпоративных программных приложений. - М.: Вильямс, 2007. - 544 с. **3.** Фаулер М., Бек К., Брант Д., Робертс Д., Ап У. Рефакторинг: улучшение существующего кода. - М.: Символ-Плюс, 2011. - 432 с. **4.** Coverity Architecture Analysis. http://www.coverity.com/products/architecture-analysis.html. **5.** Sonargraph Architect. http://www.hello2morrow.com/products/sonargraph/architect.

Мельник К.В.
Национальный технический университет "ХПИ", Харьков, Украина

Архитектура медицинской скрининговой информационной системы

Медицинские информационные технологии (МИТ) на сегодняшний день стали необходимым и доступным инструментом для медицинских исследований и клинической практики [1]. На сегодняшний день МИТ успешно применяются для решения различного рода медицинских задач. Большое количество публикаций посвящено решению задачи диагностирования [2, 3], обработки медицинской информации [4, 5], создано много компьютерных советующих и экспертных систем [6, 7], систем распознавания изображений.

Электронное здравоохранение или eHealth представляет собой перспективное направление в области медицинских информационных технологий и характеризуется рядом особенностей работы с медицинскими данными: данные пациента должны храниться достаточно долго; должна соблюдаться конфиденциальность персональных данных; должен быть обеспечен постоянный доступ к данным.

Одной из важных задач здравоохранения является проблема ранней диагностики и профилактики заболеваний среди населения. Медицинские скрининговые информационные системы (МСИС) обеспечивают обработку данных, связанных с выявлением лиц с какой-либо патологией или факторами риска ее развития. Медицинский скрининг прежде всего связан с обработкой данных о пациенте, чтобы сделать заключение о его состоянии здоровья и возможных рисках развития заболеваний.

Карточка пациента предоставляет ключевую информацию для принятия медицинских решений. Данные, характеризующие пациента, имеют различную природу и представляют собой информацию о взаимосвязанных процессах, собранную из различных источников. В первую очередь перенесенные заболевания, наследственность, возраст, антропометрические данные, условия жизни и т.п. могут предоставить необходимую информацию для сопоставления с факторами риска рассматриваемого заболевания. Вся эта информация должна быть отражена в медицинской карте пациента. С другой стороны, данные из медицинской карточки носят неопределенный характер, слабо структурированы и могут быть не полными. Поэтому их формализация и дальнейшая обработка современными средствами интеллектуального анализа может существенно повлиять на эффективность медицинского скрининга.

Мы можем выделить два основных пути для диагностирования заболевания и прогнозирования его развития. Это диспансеризация и обработка данных из карточки пациента. Диспансеризация предполагает проведение диагностических процедур, включающих осмотр и лабораторные исследования. Это формирует историю пациента, которая хранится в его медицинской карте. Таким образом, карточка пациента содержит достаточно информации для оценки потенциальных рисков развития определенных заболеваний. Понятие медицинского скрининга тесно связано с понятием «заболевание», а его результаты существенно зависят от доступа медицинских организаций к данным научных исследований, возможностей обмена опытом и совместного использования медицинской информации.

Решение этой проблемы – использование HealthGrid [8]. HealthGrid представляет собой Grid-инфраструктуру, ориентированную на решение медицинских задач. Концепцию HealthGrid можно использовать в двух аспектах: для индивидуальных потребностей пациента и для эпидемиологического анализа. Первый подход обеспечивает доступ к клиническим данным пациента по требованию для решения текущих проблем. Второй подход позволяет использовать медицинскую информацию различных слоев населения для поиска зависимостей между данными, факторами риска, симптомами, заболеваниями.

Проанализировав особенности HealthGrid, предлагается следующая HealthGrid-архитектура МСИС (рис. 1).

Предложенная архитектура состоит из нескольких уровней. Уровень хранилища представляет собой ресурсный уровень, включающий в себя различную медицинскую информацию.

Уровень распределенных баз данных представляет собой совокупность географически распределенных серверов различных медицинских учреждений. Уровень приложений объединяет множество приложений пользователей для решения различных медицинских задач.

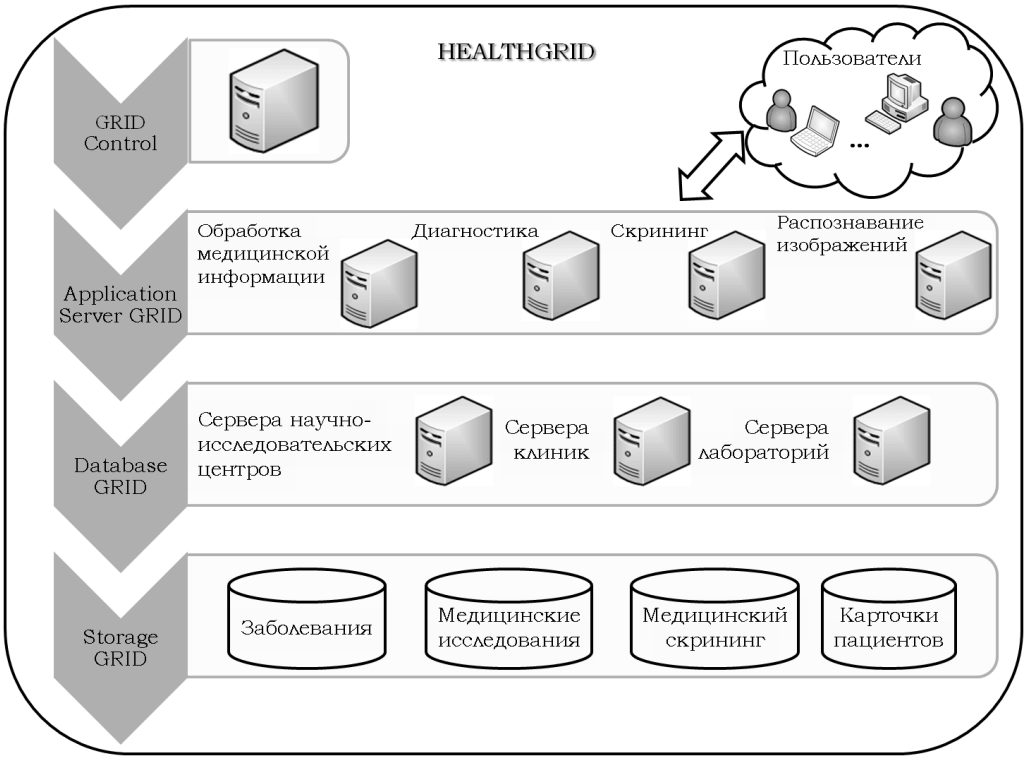


Рис. 1. Архитектура МСИС

За выполнение протоколов безопасности, аутентификации, администрирование и настройку компонентов сети HealthGrid отвечает уровень, на котором расположена система управления. Данная система позволяет управлять и взаимодействовать программным и аппаратным компонентам всей HealthGrid архитектуры.

Таким образом, решение задачи медицинского скрининга на основе концепции HealthGrid позволит использовать преимущества распределенной Grid инфраструктуры для сбора, хранения, обработки и использования медицинской информации, а также предоставит эффективный инструмент для выработки мер профилактики и снижения рисков развития заболеваний.

Литература. **1.** J. H. van Bemmel. Handbook of medical informatics. / J. H. van Bemmel, M. A. Musen. - Houten: Springer-Verlag 1997. **2.** Автоматический анализ ЭКГ: проблемы и перспективы // Журн. Здравоохранение и медицинская техника. – 2004. - №1. Режим доступа [http://www.altonika.ru 20.11.11] **3.** Журнал клиническая информатика и телемедицина. Режим доступа [http://uacm.kharkov.ua 25.11.11] **4.** Ежов А. Нейронные сети в медицине / А. Ежов, В. Чечеткин // Журн. Открытые системы. – К., 1997. - №4 - С. 34-37. **5.** Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. / О. Ю. Реброва. - М.: Медиасфера, 2002. - 312 с. **6.** Kulikowski C A. Artificial intelligence methods and systems for medical consultation. / C A. Kulikowski // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. PAMI-2, no. 5, pp. 464—476, September 1980. **7.** Stansfield S. A. ANGY: a rule-based expert system for identifying and isolating coronary vessels in digital angiograms / S. A. Stansfield // Proceedings of the First Conference on Artificial Intelligence Applications, IEEE Computer Society, 1984. **8.** Breton V. The Healthgrid White Paper. / V. Breton, K. Dean, T.Solomides. Режим доступа: [http://www.gridclub.ru 01.03.12]

Мельничук С.Ф., Гемба О.В.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Методы построения моделей программных проектов

В процессе разработки ПО часто возникает необходимость поддерживать, сопровождать или модифицировать уже готовые программные решения и системы (в том числе корпоративные). Часто такие задачи решаются силами сторонних команд, а не команд, работавших непосредственно над проектом. Таким образом, ярко выражается необходимость передачи знаний, проектных решений и деталей реализации проекта из одной команды в другую. С этой проблемой должна справляться проектная документация – спецификации, варианты использования, реализации вариантов использования и т.д.

Даже для небольшого проекта (меньше 1000 часов) таких документов накапливается значительное количество (user stories, use cases, use case realizations и т.д.), и их обработка и усваивание человеком становится нетривиальной задачей, для выполнения которой может потребоваться значительное количество времени [1].

Выражается необходимость создания единого комплекта документации, т.н. документной модели программного проекта – цель которого в предоставлении неформализированых (стандартные документы для разработки ПО содержат множество избыточных и недостаточно структурированных для использования на этапе поддержки данных), а более практически ориентированных данных, знаний о проекте для разных уровней абстракции и разных областей применения (развертывание, поддержка, модификация и т.д.)

Результатом работы является подход к решению задачи построения документной модели в иерархическом виде на основе мета-информации, описывающей связи между компонентами разных уровней абстракции, которые документируются. С задачей документирования проекта в общем виде может справиться организация документации по принципу википедии (wiki). Одна из сложностей восприятия формата wiki – это наличие, фактически, только прямых (горизонтальных) связей между узлами (страницами) [2, 3]. При добавлении иерархических меток (позволяющих создавать вертикальные связи между узлами), основанных на частичном описании предметной области разработки ПО (например, в виде онтологии), получим возможность представления срезов модели по уровням абстракции (например, визуализация связей между слоями, модулями, сервисами, транзакциями и т.д.)

При детальном рассмотрении и анализе разных моделей жизненных циклов разработки ПО (модель "водопада", спиральная модель, итеративная модель) можно найти удачные временные точки для использования описанного подхода с документами, создание которых включает в себя модель жизненного цикла разработки. Таким образом, накладные затраты времени на создание описанной документной модели остаются минимальными, если создание модели происходит во время процесса разработки.

Результаты использования такого подхода предполагают постепенное создание общекорпоративной базы знаний о процессах разработки ПО, применяемых в компании, включающей в себя как общие понятия, так, возможно, и какие-либо специфические для данной компании или предметной области. На основе такой базы знаний (которую можно представить в виде онтологии), можно унифицировать форматы описаний программных проектов (возможно, специфических для конкретной компании) и представить отчетность по проектам. Также описанная база знаний и построенные на ее основе документные модели проектов помотут при документировании следующих проектов и поддержке/сопровождении/модификации существующих.

Литература. **1.** Wikipedia (2012, Feb. 09), *Software documentation* [Online] Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Software_documentation. **2.** Wikipedia (2012, Feb. 22) *Wikipedia:Linking* [Online] Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Linking. **3.** Wikipedia (2012, Feb. 22) *Wikipedia:External Links* [Online] Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:External_links.

Петренко А.І.
ННК «Інститут прикладного системного аналізу» НТУУ «КПІ», Київ, Україна

Хмарні і Грід обчислення для е-науки

Хмарні і Грід обчислення розвиваються паралельно і використовуються в сучасній е-інфраструктурі суспільства. Дослідження зв'язків між ними і тенденцій їх розвитку дозволяють краще організувати розподілені обчислення в академічних і комерційних е-інфраструктурах, об'єднуючи можливості цих двох важливих парадигм. Грід є об'єднанням комп'ютерів, які зазвичай належать різним власникам і географічно розподілені, але користувачі можуть розділяти доступ до цих об'єднаних ресурсів. Прикладами можуть бути е-інфраструктури EGEE (Enabling Grids for E-sciencE) в Європі і OSG (Open Science Grid) в США.

Хмара є об'єднанням комп'ютерів, які належать одному власнику, при цьому користувачі можуть орендувати доступ до цих розділяємих ресурсів. Прикладами можуть бути Amazon Elastic Compute Cloud, Google App Engine, IBM Enterprise Data Centre, etc. Грід і Хмари мають наступні спільні риси: вони забезпечують доступ до відділених комп'ютерних ресурсів і забезпечують сервіси для користувачів. Грід на сьогодні є досить поширеною формою організації розподілених обчислень, яка виникла з ініціативи наукової спільноти фізиків і стала звичною для інших галузей е-науки (концепція сформована у 1997, а грід- система EGEE побудована у 2004). Напроти, хмари знаходяться зараз на експериментальному етапі розвитку (виникли в 2007) і їх послуги пропонуються лише декількома провідними IT компаніями. Послуги грід, як форми співпраці науковців, часто можуть бути безкоштовними, в той час, як Хмара надає лише комерційні послуги. Крім того, грід концентрується на забезпеченні доступу до різних ресурсів багатьох сайтів, а Хмара розрахована на надання ресурсів з обчислень і пам'яті на замовлення.

Хмарні обчислення довели свою перевагу в ефективності і спрощенні обслуговування у випадках, коли бізнесу потрібен доступ до сконцентрованих однорідних ресурсів. Але специфічні IT вимоги наукової спільноти (перш за все, з можливості співпраці) виправдовують подальше існування грід- інфраструктур, тому що існуючі зараз комерційні Хмари ще не в змозі підтримувати складні сценарії спільних досліджень, які потребують вчені. До того ж залишаються питання щодо безпеки, враховуючи її теперішній рівень в Хмарах. Схожі і відмінні властивості Грід і Хмари перелічені в табл. 1.

Звичайно, слід очікувати подальший розвиток хмарних послуг. Але грід, що розвивається колективно науковою громадою, в своїх послугах, здається, буде завжди випереджати послуги Amazon і Google та інших, бо науковці добре розуміють, що їм потрібно, і концентрують свої зусилля на оперативному задоволенні своїх потреб в інтересах розвитку науки. Природно постає питання про доцільність і можливість об'єднання грід- і хмарних сервісів (рис. 1) і про можливі здобутки від цього для різних галузей науки, починаючи з ядерної фізики і закінчуючи генною інженерією. Очікуються здобутки як для користувачів (зменшення вартості і тривалості обчислень), так і для провайдерів (зменшення операційних витрат на підтримку функціонування грід сайтів). Хмари можуть успішно використовуватися в якості локальних ресурсів, а грід об'єднувати ці ресурси в національні е-інфраструктури. Тому доцільно дослідити наслідки використання хмарних технологій (наприклад, віртуалізації) в існуючих грід-інфраструктурах, з одного боку, і можливості побудови грід-сервісів поверх віртуальних інфраструктур, з другого. В грід головне - це сумісність при співпраці (interoperability), в Хмарі

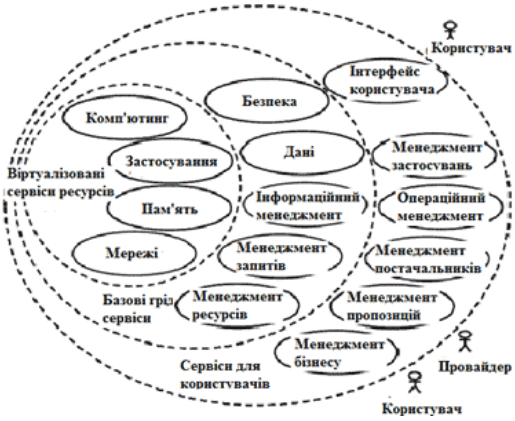


Рис. 1. Концептуальна модель об'єднання грід- і хмарних послуг

- надання віртуальних ресурсів на замовлення. Для їх об'єднання потрібно спочатку навчитися спрощувати і будувати відкриті Хмари (або розробити вільні компоненти для побудови Хмари), з одного боку, а також відійти від складних грід рішень і сьогоденного інтерфейсу гріда. Тільки при цих умовах можна говорити про можливість досягнення найбільшою ефективності об'єднаних грід- і хмарних обчислень, коли для хмарних послуг будуть використовуватися інтерфейси, що базуються на грід-сервісах, а грід- технології будуть вживані для об'єднання Хмар.

Табл. 1. Схожість і розбіжність Грід і Хмари

	Грід (наприклад, EGEE)	Хмара (наприклад, Amazon)
Призначення	Доступ до обчислювальних ресурсів і пам'яті, що спільно використовуються	Доступ до обчислювальних ресурсів і пам'яті, що орендуються
Провайдери	Дослідницькі інститути і університети	Великі індустріальні компанії
Користувачі	Колаборації вчених і ВО	Малі та середні комерційні фірми
Платники	Державні провайдери і наукові гранти	Провайдери Хмари і орендатори
Розташування	В розподілених центрах	В централізованих центрах
Функціонування	Грід є відкритою технологією.	Хмара є приватною технологією.
Причини використання	Немає потреби створювати і підтримувати свій власний центр, можна виконати більший обсяг робіт і вирішити більш складні задачі	Немає потреби створювати і підтримувати свій власний центр, можна отримати додаткові ресурси
Переваги	Співпраця: грід надає платформу для розподіленої співпраці вчених Власність: провайдери ресурсів зберігають власність на ресурси, які вони внесли в грід Надійність:: грід-система розміщена на багатьох сайтах, що зменшує ризик у випадку відмови одного з сайтів	Гучність: користувач може швидко збільшити ресурси Надійність: провайдер ресурсів бере на себе фінансові зобов'язання з забезпечення якості послуги Простота використання: користувач може порівняльно просто і швидко почати вирішувати свої задачі
Недоліки	Складність: будувати і експлуатувати грід складно, тому користувач повинен мати певний рівень досвіду	Загальність: Хмари не пропонують багатьох високо -рівневих сервісів, які притаманні грід Безпека: Хмара розміщується на одному сайті, що збільшує ризик виходу з ладу всієї системи

Література. **1.** Thomas Rings, Geoff Caryer, Julian Gallop, Jens Grabowski, Tatiana Kovacikova,Stephan Schulz, Ian Stokes-Rees.-// Grid and Cloud Computing: Opportunities for Integration with the Next Generation Network.-//J Grid Computing (2009), № 7, pp.375–393. **2.** THE FUTURE OF CLOUD COMPUTING (Opportunities for European Cloud Computing beyond 2010). - Expert Group Report, Public Version 1.0, USTUTT-HLRS, 2010, 66 p. **3.** GRIDS AND CLOUDS: the new computing.-// GridTalk,№4, January 2009.

Петрова О.А. *— рецензент Петренко А.И.*
Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина

Переносимость, интероперабельность и безопасность в облачных системах

Распространение облачных вычислений обещает новую эру в ИТ. Тем не менее, принятие облачных вычислений во многом зависит от того, как облако предоставит пользователям решения по безопасности, переносимости и совместимости.

Для переносимости потенциальные клиенты хотят знать, смогут ли они перенести свои данные и приложения между несколькими средами облаков по низкой цене и с минимальными потерями. С точки зрения интероперабельности, пользователи обеспокоены возможностью коммуникации между двумя или несколькими облаками.

Поставщики облачных сервисов должны обеспечивать механизмы поддержки портабельности данных, совместимости сервисов и взаимодействие услуг, а также переносимости систем. Портабельность данных – это реализованная возможность для пользователя облачных сервисов копирования объектов данных в или из облачной среды или использования диск для массовой передачи данных. Совместимостью сервисов является реализованная возможность для пользователя облачных сервисов использовать свои данные и услуги через нескольких провайдеров облаков с единым интерфейсом управления. Переносимость системы позволяет миграцию полностью остановленого экземпляра виртуальной машины или образа машины от одного провайдера к другому провайдеру, или перенести приложения и услуги и их содержимое от одного поставщика услуг к другому.

Следует отметить, что различные модели облачных услуг могут иметь различные требования, связанные с портабельностью и интероперабельностью. Например, IaaS требует умения переносить данные и запускать приложения на новых облачных сервисах. Таким образом, необходимо взять образы виртуальных машин и мигрировать на новые облачные системы, которые могут использовать различные технологии виртуализации. Любые специальные расширения поставщика услуг образов виртуальной машины должны быть удалены или записаны во время портирования. В то время как для SaaS основной упор делается на переносимость данных, и поэтому очень важно выполнять извлечение и резервное копирование в неком стандартном формате.

Поставщик облака и потребитель облачных ресурсов имеют различные степени контроля над вычислительными ресурсами в облачной системе. По сравнению с традиционными ИТ-системами, где одна организация имеет контроль над всем стеком вычислительных ресурсов и всего жизненного цикла систем, поставщик облака и его потребитель совместно проектируют, дислоцируют и эксплуатируют облачные системы. Разделение контроля означает, что обе стороны принимают участие в распределении ответственности по обеспечению надлежащей защиты для облачных систем. Безопасность является общей ответственностью. Управление безопасностью, то есть, меры, которые используются для обеспечения защиты, должны быть проанализированы, чтобы определить, какая из сторон подходит лучше для имплементации. Этот анализ должен включать отображение соображений с точки зрения сервисной модели, где различные модели предполагают различные степени контроля между провайдерами облачных систем и их потребителями. Например, управление учетными записями для инициализации привелегий пользователя в сценариях IaaS, как правило, выполняются поставщиком IaaS, в то время как за управление учетными записями пользователей для приложений, развернутых в среде IaaS, как правило, провайдер не несет ответственности.

Литература. **1.** *Babak Jahromi* NIST Cloud Computing Use Cases // Gaithersburg Use Case workshop 2010. **2.** *Cloud Security Alliance* Security Guidance for Critical Areas of Focus in Cloud Computing V 2.1 //https://cloudsecurityalliance.org

Романов В.В., Ляпін П.С., Мельничук Р.М.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Система формування маршруту проектування для міждісциплінарного комплексу GridALLTED

Системи автоматизованого проектування зазвичай містять в своєму складі велику кількість незалежних модулів, кожен з яких формує певну частину кінцевого завдання, яке і слугує вхідними даними для пакету. Для прикладу, користувачу часто доводиться описувати об'єкт, над яким він хоче провести дослідження; вказувати необхідне завдання для аналізу та вихідні результати, які він очікує отримати. При цьому зв'язки між такими частинами необов'язково є лінійними, і можуть містити як прості зворотні зв'язки, так і більш складні відношення. Сучасні САПР по-різному вирішують цю проблему, як правило, приховуючи від користувача деталі формування кінцевого маршруту проектування.

При розробці САПР GridALLTED була створена система графічного формування маршруту проектування, яка дозволяє користувачу за допомогою простої візуалізації самому обирати послідовність дій, що будуть виконані ядром комплексу. Такий підхід надає можливість при мінімумі необхідних дій додавати, видаляти та змінювати частини маршруту, а також дозволяє наочно відстежувати відповідність між поставленою задачею та окремими частинами, що її складають [1]. Окремі частини та зв'язки між ними відображаються на екрані та зберігаються у системі у вигляді направленого графу, який можна редагувати за допомогою режимів "переміщення" та "з'єднання" (рис. 1).

Основними функціями системи є:

- введення користувачем необхідних зв'язків та послідовностей блоків, що визначає послідовність запуску відповідних грід-сервісів;
- перевірка відповідності зв'язків (запобігання некоректних послідовностей) на етапі формування маршруту;
- створення графічного відображення маршруту проектування для внесення у результуючий звіт.

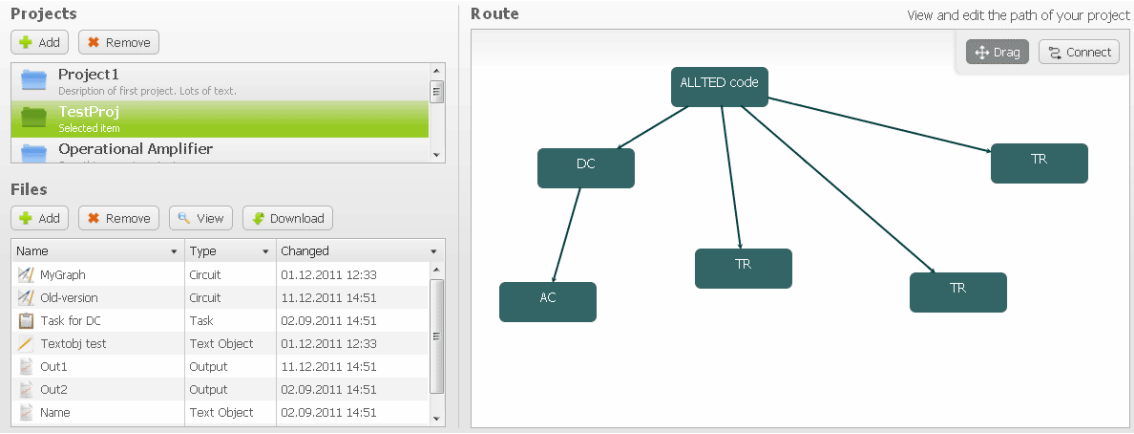


Рис. 1. Маршрут проектування у середовищі GridALLTED

Висновок. Запровадження графічної системи формування маршруту проектування у САПР дозволяє підвищити зручність використання пакету з боку користувача, а також надає гнучкість для розробника з точки зору поєднання різних модулів та подальшого розвитку системи.

Література. **1.** Скрипка М.Ю. Организація Web-доступу до САПР NetAllted / Скрипка М.Ю., Ладогубець О.В. // I Наукова конференція «Прикладна математика та комп'ютинг ПМК-2009», Київ, 15-17 квітня 2009 р. : зб.тез / ред.кол. : С.В. Сирота (гол. ред.) та ін. – К. : НТУУ «КПІ», 2009. – С. 266–269.

Сергеев А.А.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Применение генетического программирования к тестовой диагностике интегральных схем

В своей работе «Происхождение видов путем естественного отбора» (1859) Чарльз Дарвин предложил новую теорию понимания процессов, происходящих в живом мире, из которой следовало, что всё живое на Земле имеет свойство развиваться и преобразовываться в процессе эволюции.

Современная теория эволюции отличается от предложенной Дарвином по трем важным аспектам:

1. Признается несколько механизмов эволюции в дополнение к естественному отбору.
2. Признается, что характеристики наследуются посредством отдельных объектов, называемых генами.
3. Утверждается, что образование вида является результатом постепенного накопления небольших генетических изменений, т.е. макроэволюция состоит из множества микроэволюций.

Теория эволюции может быть применена к тестовому диагностированию ИС.

Наличие в интегральных схемах большого количества элементов (превышает тысячи единиц), практически исключает 100 процентный контроль работы схем по электрическим параметрам из-за высокой трудоемкости этой операции. В это же время необходимость такого контроля, особенно на этапе отработки и совершенствования, очевидна.

Долю выхода годных ИС можно повысить с помощью тестового диагностирования ситуаций, при которых накопление отказов элементов приводит к снижению надежности работы всей схемы.

Задачу расчета выхода из строя N1 элементов ИС можно решить с помощью генетического программирования. Решение задачи можно описать алгоритмом:

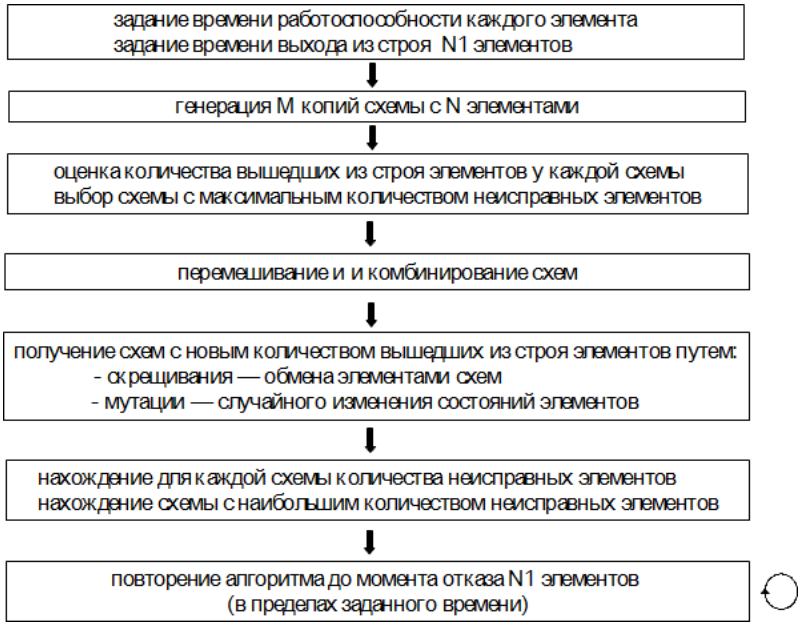


Рис. 1. Алгоритм расчета выхода из строя N1 элементов

Литература. **1.** The Modern Synthesis of Genetics and Evolution, Larry A. Moran, 1993 **2.** Evolutionary computation, Kenneth A. De Jong, The MIT Press, Cambridge, 2006

Ткаченко К.С.
Севастопольский национальный технический университет, Севастополь, Украина

Программно-управляющее средство диспетчеризации выполнения процессов в распределенных средах

Приводятся результаты проектирования средств поддержки принятия решений в распределенных средах.

Задача разработки программно-управляющего средства, предназначенного для выполнения диспетчеризации выполнения процессов в распределенных средах, имеет большое практическое значение [1, 2], поскольку связана с такими важными научными и техническими проблемами, как проектирование многопроцессорных систем, распределенных сетей и систем. Ранее обработка данных велась на малом числе больших ЭВМ, причем на этих системах производилось одновременное исполнение большого числа прикладных задач с одновременным доступом значительного количества пользователей. Имелась необходимость в так называемых специалистах по планированию мощности, которые могли отвечать за доступность совокупной мощности в необходимое время. Со значительным ростом распределенных географически сред, систем и сетей, появилась возможность назначения нагрузки малыми порциями на отдельные небольшие сервера, что обеспечивало более дешевую обработку данных, чем при использовании больших ЭВМ. Это и обуславливает необходимость разработки подобных управляющих программ.

В работах [1, 2] начато решение ряда проблем. Трудоёмкость задачи определяется необходимостью построения адекватных реальным распределенным средам, системам и сетям аналитических, имитационных моделей, а также разработкой, отладкой, тестированием и исследованием непосредственно программного комплекса.

Особенностью задачи является наличие в ней априорной неопределенности входных данных, поэтому необходимо использовать средства и методы, которые в состоянии её компенсировать. Обеспечивается управление распределенной средой как стохастической системой с конечным множеством управляющих воздействий, другими словами, задача приводится к более общей задаче адаптивного выбора вариантов. Решение рассматривается со стороны безусловного выбора. Оптимизационной целью является минимизация с вероятностью 1 предельных значений текущих средних потерь. При этом используются рандомизированные стратегии, определяемыми рекуррентными алгоритмами адаптивного выбора вариантов. Эти стратегии порождают последовательности правил, которые позволяют в каждый момент времени на основе имеющихся данных о выбранных на предыдущих итерациях вариантах управления и соответствующих им потерь осуществить выбор очередного варианта управления таким образом, чтобы достигалась оптимизационная цель.

Необходимым свойством и качеством программного средства является одновременный учет бинарных и небинарных потерь. Для работы с бинарными потерями используются беспроекционные алгоритмы Нарендры-Шапиро, Льюса, Варшавского-Воронцовой, Буша-Мостеллера. Для работы с небинарными потерями используется проекционный алгоритм стохастической аппроксимации Назина-Позняка, обеспечивающий нормировку значений текущих потерь использованием оператора проектирования на симплекс. Перспективой дальнейших изысканий по данной проблеме станет формирование в программной среде новых рекуррентных стратегий управления.

Литература. **1.** Ткаченко К.С. Задача диспетчеризации программ для многопроцессорных вычислительных систем / К.С. Ткаченко // Автоматизація: проблеми, ідеї, рішення: матеріали між нар. наук.-техн. конф., Севастополь, 5-9 вересня 2011 р. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2011. — С.266—267. **2.** Ткаченко К.С. Модель диспетчеризации программ в многопроцессорной вычислительной системе / К.С. Ткаченко // МНПК «Информационные технологии и информационная безопасность в науке, технике и образовании ИНФОТЕХ-2011» — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2011. — С.55-55.

Финогенов А.Д., Кожома Е.И.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Анализ электронных платежных систем Украины

На сегодняшний день модель продаж SaaS (Softwear as a service) является одной из наиболее перспективных для распространения ПО. В идеологии данной модели лежит продажа не самого ПО как единой программы, а услуги пользования ПО, к которому обеспечивается доступ с помощью браузера.

Данная технология является особенно предпочтительной для дорогого ПО (от 1000 у.е. за лицензию), к которым относятся комплексы САПР. Кроме того, существующие средства САПР обычно состоят из нескольких (иногда и из нескольких десятков) отдельных программ (утилит), связанных лишь по форматам данных, что объясняется расширением существующих продуктов лидирующих компаний и разработками менее известных групп, специализирующихся на отдельных методах решения, видах анализа и т.д. Характерным примером может служить система Cadence, предназначающаяся для проектирования итрегральных схем. Таким образом, небольшие группы разработчиков могут получить относительно дешевый доступ к системам любого уровня сложности. Дополнительным преимуществом SaaS является отсутствие проблем для пользователя с установкой и сопровождением ПО.

Организация такого доступа подразумевает возможность оплаты услуги с помощью электронных платежей, так как пользователи не привязаны географически к стране разработки. В этом случае встает вопрос о доступных системах платежей, условиях их использования как разработчиком, так и пользователем услуги.

Выделим критерии, которым должна удовлетворять электронная платежная система (ЭПС) в случае продвижения отечественных разработок в области САПР. Любая ЭПС должна удовлетворять следующие критерии: коммерческая оправданность (комиссии на транзакции, вывод и ввод средств из системы должны быть привлекательными по сравнению с другими системами), возможность отслеживать платежи (пользователь должен отслеживать судьбу платежа); простота использования счета. В нашем случае есть 2 категории пользователей ЭПС – продавец и покупатель. С точки зрения продавца, система должна удовлетворять такое качество, как простота вывода средств из системы. С точки зрения покупателя – наоборот, в систему необходимо легко вводить деньги и, поскольку пользоваться ПО могут не только жители Украины, то необходима поддержка других валют и общепризнанность системы в других странах мира.

С точки зрения вышеперечисленных критериев проанализируем популярные ЭПС Украины. К ним относятся:

1. WebMoney - организованная в ноябре 1998 года. Пользователем системы может стать любой человек. Средством расчёта системы служат титульные знаки под названием WebMoney или сокращённо WM. Все WM хранятся на так называемых электронных кошельках. Интересы WebMoney в Украине представляет «Украинское гарантийное агентство»[1].
2. Интернет.Деньги (iMoney) основана на технологии PayCash. Ее участником может стать только житель Украины. Эта ЭПС является очень гибкой, так как предлагает сразу нескольких тарифных пакетов, в зависимости от направлений пользователя в работе с электронными платежами. iMoney не принимает банковские переводы из-за рубежа и не выводит деньги на счета в иностранных банках [3].
3. E-gold - была создана в далеком 1996 г. компанией E-Gold Ltd Nevis Corporation. Это интернациональная платежная система, денежные средства которой физически обеспечены драгоценными металлами: серебром, золотом, платиной и палладием, которые хранятся в банках членах LBMA. Эта особенность делает E-Gold особенно эффективной для проведения международных платежей, так как счета пользователей не привязаны к какой либо национальной валюте [2].

Сравнение платежных систем представлено в Таблице 1.

Таблица 1. Анализ популярных ЭПС Украины

Сравнения	WebMoney	iMoney	E-Gold
Открыть счет	бесплатно	5 грн.	бесплатно
Минимальная сумма пополнения	нет	50 грн.	нет
Комиссия на транзакции	0,8 %	0-0,5 %	1 %
Комиссия на вывод средств	0,8 %	1 %	1 %
Вывести средства	Банковский перевод на карту или счет, Укпочта, НСМЕП, обменный пункт, в другую систему	Банковский перевод на карту или счет, наличный расчет в офисе	Банковский перевод, через обменный пункт d другую систему
Поддержка валют	Гривна, рос. рубль, бел.рубль, доллары, евро, золото	Только гривна	Драгоценные металлы
Обслуживание счета	Бесплатно	от 0грн/мес до 200грн/мес	1 % от суммы в год
Данные для регистрации	Имя, фамилия, адрес, телефон, дата рождения	Имя, фамилия, серия и номер паспорта	Имя, фамилия, адрес, телефон
Пополнение	Терминал 4-7 %, банковский перевод 1-3 %, через обменный пункт, банковский счет 1,5-3 %, карты, ваучеры 0 %	Только карты от 1 до 30 %	Через обменный пункт, банковским переводом (сумма больше 1000$)

Проанализировав ЭПС, можно сделать вывод, что самой привлекательной для жителей стран СНГ является WebMoney - она проста в использовании, существует много способов пополнения счета, пользователь может отследить судьбу платежа и просмотреть историю платежей, можно открыть счет для 5 видов валют, недостатком является малая развитость данной системы в других странах мира. Для них рекомендовано использовать систему E-Gold – она очень популярна в мире, обладает теми же преимуществами что и WebMoney, но существуют проблемы при регистрации для жителей стран СНГ – в данный момент эта услуга приостановлена, для того что бы зарегистрироваться пользователю необходимо скрывать свой IP- адрес. Так же возникают проблемы при вводе денег – нужно использовать обменные пункты, так как все средства хранятся в виде драгоценных металлов. Системой iMoney вообще лучше не пользоваться. На данный момент, в ней нельзя зарегистрироваться; пополнить счет можно с помощью карточек, которые продаются только в офисе, который расположен в Киеве; система рассчитана только на пользователей Украины; имеет очень плохое качество обслуживания своих клиентов (дозвонится в службу поддержки невозможно, там никто не берет трубку, а на письма отвечают в течении 2-4 дней).

Литература. **1.** Officialwebsite [Online]. Available: http://my.webmoney.ru **2.** Officialwebsite [Online]. Available:http://e-gold.com.ua **3.** Officialwebsite [Online]. Available: http://imoney.ua

Харченко К.В.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Розширення віртуальної машини LLVM паралельними інструкціями для реалізації системи передачі повідомлень

Розглянуто архітектуру побудови паралельної системи з віртуальною машинию LLVM з використанням парадигми передачі повідомлень.

Розробка віртуальної машини Low Level Virtual Machine [1,2] почалась у 2000 році в Университеті Іллінойсу. Проста та ефективна реалізація віртуальної машини з Intermediate Representation коду програми дозволяє широко використовувати код на процесорах X86, MIPS, ARM та багатьох інших архітектурах. JIT-компіляція реалізує перехід від проміжного набору команд до оптимізованого машинного коду. Для організації системи паралельних обчислень з парадигмою передачі повідомлень між паралельними процесорами [3, 4] необхідно забезпечити такі базові функції:

- встановлення зв'язку з паралельною віртуальною машиною.
- запуск задачі (функції) на паралельній віртуальній машині.
- передача повідомлення до паралельної та від паралельної машини.
- завершення задачі на паралельній віртуальній машині.

Таким чином, якщо в LLVM на рівні байт-коду реалізувати інструкції для вказаних функцій, тоді організація віртуального паралельного середовища буде мати вигляд (Рис. 1).

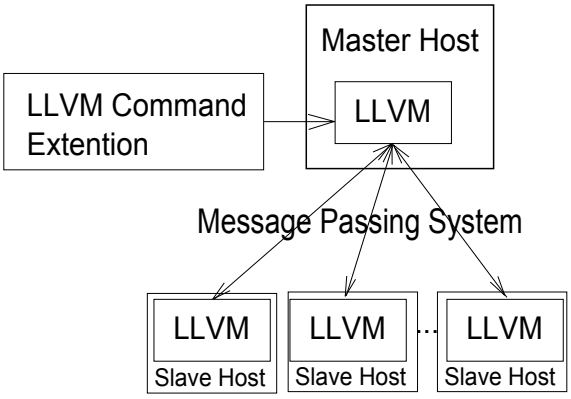


Рис. 1. Архітектура паралельної віртуальної машини на базі LLVM

Порівняно з парадигмою *shared memory*, запропонована реалізація середовища буде мати такі переваги:

- легку реалізацію розширення команд LLVM і реалізацію на рівні ядра віртуальної машини.
- ефективну систему авторизації запуску задач.
- легку сумісність за типами даних гетерогенних систем у зв'язку з невеликою кількістю типів данних у LLVM.
- можливість використання у мобільних та побутових платформах з різними типами процесорів для вирішення задач перекодування аудіо- та відео-потоків, т.ін.
- чітку організацію архітектури програмного коду для паралельних обчислень у LLVM.
- більші можливості для реалізації паралельних обчислень порівняно реалізованою системою SIMD в LLVM [5].

Література. **1.** LLVM, Wikipedia:http://ru.wikipedia.org/wiki/Low_Level_Virtual_Machine **2.** LLVM: http://llvm.org/ **3.** Message Passing Interface, Wikipedia:http://ru.wikipedia.org/wiki/Message_Passing_Interface **4.** PVM: http://www.csm.ornl.gov/pvm/ **5.** LLVM, Generic Vector Support:http://llvm.org/releases/1.7/docs/ReleaseNotes.html

Хаткова І.В., Булах Б.В.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Представлення знань в семантичному гріді

Семантичний етап розвитку грід-технологій. На початку нового тисячоліття з'явилися грід-системи третього покоління, коли грід-технології почали об'єднуватися з веб-технологіями [1]. Їх ключовими особливостями стали: прийняття сервісно-орієнтованої моделі та важлива роль метаданих, адже гнучке використання грід-ресурсів у сучасних додатках спирається на інформацію про функціональні можливості, характеристики та інтерфейси різних елементів «екосистеми сервісів». Подальший розвиток цих ідей сформував концепцію семантичного гріда, який, будучи поєднанням технологій грід та семантичного Веб, базується на використанні понять метаданих і онтологій. Метадані дозволяють спростити та автоматизувати пошук потрібної для конкретного дослідження грід-інфраструктури та її складових, замість побудови нової. Онтологія ж є формалізацією знань у певній області, що дозволяє автоматизувати процес здійснення логічних суджень, в тому числі — при роботі з метаданими. Тобто мова йде про прогресивний підхід до грід-комп'ютингу, при якому грід-ресурси та сервіси описані на явній семантиці, що уможливлює їх автоматичний пошук, використання та агрегацію інтелектуальними програмними агентами, здатними оперувати зі знаннями.

Семантичний грід у сучасних науці та інженерії. Серед множини іноземних проектів із впровадження семантичного гріда у різних галузях науки і техніки можна навести наступні характерні приклади. *InteliGrid* — проект, присвячений розробці семантичної платформи з відкритим кодом для таких галузей, як будівництво, автомобільна та авіакосмічна промисловість, а також розробці перспективних бізнес-моделей для мереж віртуальних організацій. *MaDAM* — проект, спрямований на здійснення та вдосконалення мета-аналізу в біомедичних дослідженнях. До галузі біоінформаційних застосувань належить і проект *myGrid*, що спирається на використання анотованих веб-сервісів при проведенні числових експериментів у «віртуальних лабораторіях». *OptimalGrid* є науково-дослідним прототипом автономної грід-мережі з підтримкою спільної бази, розвинутою інфраструктурою управління та розподіленим обчислювальним середовищем рішення прикладних задач, що має приховувати від користувача складнощі процедури розподілення задач і балансування навантаження. *OntoGrid* — проект, мета якого полягає у наданні автоматизованої платформи для швидкого прототипування і розробки наукомістких розподілених сервісів для семантичного гріда. Проект *Akogrimo* відноситься до проектів «мобільного гріда» з акцентом на мобільності та повсемісності надання грід-послуг для виконання складних сценаріїв вирішення задач з повсякденного життя.

Задача представлення знань. На даному етапі розвитку семантичний грід продовжує активно еволюціонувати, а тому задача дослідження способів представлення знань в семантичному гріді лишається актуальною. Сучасні моделі представлення знань про грід складаються з різних категорій семантичних описів: описи грід-ресурсів, описи грід-сервісів, описи віртуальних організацій, описи механізмів безпеки, описи якості обслуговування, описи програмного забезпечення, що зв'язані між собою базовими та інтеграційними онтологіями [2]. Характерною вимогою до сучасних семантичних грід-рішень є інтеграція кількох грід-систем для розв'язання комплексних завдань, що підіймає проблему забезпечення сумісності метаданих різних проектів. Дослідження семантичного гріда передбачені Державною програмою впровадження грід-технологій на 2009-2013 роки, активним учасником якої є ННК «Інститут прикладного системного аналізу» НТУУ «КПІ».

Література. **1.** Згуровський М.З. Е-наука на шляху до семантичного Грід. Частина 1: Об'єднання Web- і Грід- технологій / М.З. Згуровський, А.І. Петренко // Системні дослідження і інформаційні технології. — Київ, 2010. — №1. — С.26—38. **2.** Hu P. An Approach to Structured Knowledge Representation of Service-oriented Grids / P. Hu, L. Sun, E. Ifeachor // Proceedings of the UK e-Science All Hands Meeting 2007, Nottingham, UK, 10th-13th September 2007. — 2007. — P. 668—675. — ISBN 978-0-9553988-3-4.

Храмов Я.А. *— рецензент Петренко А.И.*
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Грид проекты 7й Рамочной программы (FP7)

Седьмая Рамочная программа (FP7) рассчитана до 2013 года и продолжает многие Грид проекты 6й Рамочной программы (FP6). Программа рассчитана на дальнейшее развитие, расширение и продвижение Грид инфраструктуры. Среди проектов FP7 следует выделить такие как EGEE III, DEISA2, EELA-2, GENESI-DR, PRACE и DIESIS.

Грид-проекты 7й Рамочной программы можно разделить на такие основные группы:

- Проекты по международному сотрудничеству (International Cooperation).
- Распространение Грид проектов (Dissemination).
- Проекты, ориентированные на конкретные отрасли (Field-specific).
- Проекты, ориентированные на производство (Industry-oriented).
- Проекты развития Грид (Development).
- Проекты, связанные с системой управления данными (Data Management).
- Проекты Грид инфраструктуры (Infrastructure).
- Другие проекты (Other).

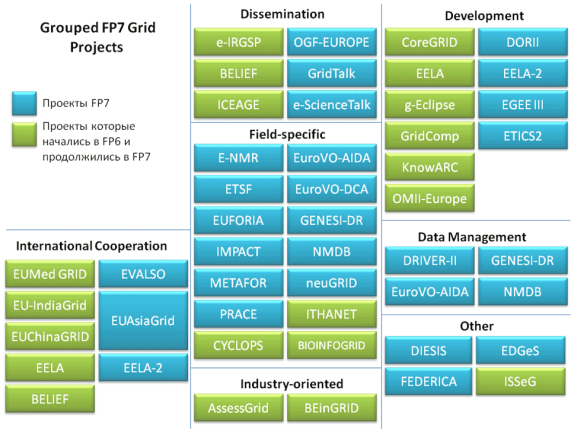


Рис. 1. Проекты 7й Рамочной программы (FP7)

На Рис. 2 продемонстрирована связь меду проектами 6й и 7й Рамочных программ, связанных с проектами Грид инфраструктуры.

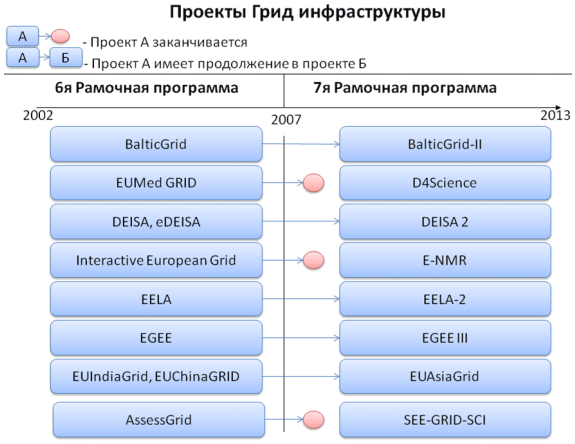


Рис. 2. Проекты Грид инфраструктуры

К проектам, которые получили продолжение в FP7, относятся:

- EGEE
- DEISA
- BalticGrid
- EUIndiaGrid и EUChinaGRID
- EELA

Наибольшим и одним из важнейших является третий двухлетний этап проекта EGEE (EGEE III), в котором приняли участие более 240 партнёров из 45 стран мира. EGEE предоставил исследователям доступ к более чем 41,000 CPU в любой точке мира, в любое время суток, благодаря чему область научного применения расширилась и EGEE интегрировалась с приложениями во многих научных областях, начиная от геологии и заканчивая вычислительной химией.

Одним из проектов развития Грид инфраструктуры является проект BalticGrid-II. Продолжение проекта BalticGrid направлено на повышение эффективности и доступности, а так же для дальнейшего улучшения поддержки сервисов и пользователей недавно созданной е-инфраструктуры в странах Балтии. В частности, в инфраструктуру BalticGrid присоединилась Беларусия и налажено взаимодействие gLite-инфраструктуры с Грид ресурсами, использующими UNICORE и ARC. Е-инфраструктура проекта BalticGrid полностью совместима с общеевропейской е-инфраструктурой, созданной в EGEE и схожих с EGEE проектах с целью устойчивой е-инфраструктуры в Балтийском регионе и последующей интеграции с EGI.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Храмов Я.А. *— рецензент Петренко А.И.*
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Европейская Грид инфраструктура EGI

Европейская Грид Инфраструктура (EGI) – проект для обеспечения доступа к высокопроизводительным вычислительным ресурсам по всей Европе используя распределенные вычисления. EGI соединяет центры в различных европейских странах для поддержки международных исследований во многих научных дисциплинах.

Работа над проектом основывалась на предшествующих проектах [1]:

- DataGrid, начался в январе 2001 года. Проект был положен в основу исследований и разработки Грид-технологий. Во время работы над проектом была создана организационная структура, собраны и проанализированы требования, разработана middleware (промежуточное программное обеспечение, объединяющие аппаратные средства), а также было произведено обучение пользователей. Проект продемонстрировал успешное применение Грид в различных областях исследований.
- EGEE (Enabling Grid for E-sciencE), начался после завершения в марте 2004 года проекта DataGrid. Проект продолжил развитие Грид в виде трёх двухлетних этапов. EGEE предоставил исследователям доступ к вычислительным ресурсам в любой точке мира и в любое время суток. Благодаря простоте доступа и возможности анализировать большие объемы данных в более короткие сроки, чем раньше, были привлечены и другие научные дисциплины. В апреле 2010 года был завершён последний 2-х летний этап развития EGEE. К этому моменту около 13 миллионов заданий на выполнение запускались на Грид ежемесячно, а сеть охватывала 300 вычислительных центров по всему миру.

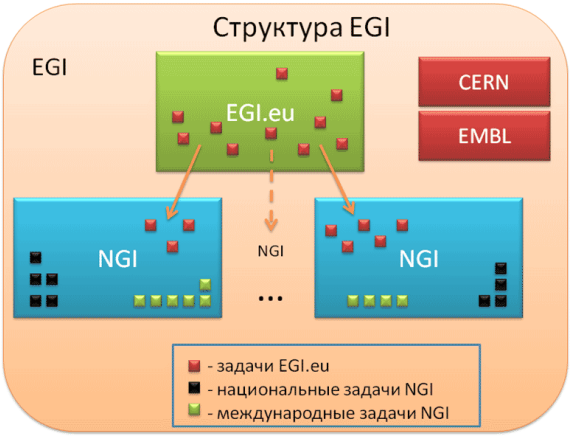


Рис. 1. Структура EGI

EGI состоит из центрального координирующего органа (EGI.eu), Национальных Грид Инициатив (NGI), а так же CERN и EMBL, двух европейских межправительственных исследовательских организаций (EIROs). EGI инициирует и активно поддерживает создание новых NGI. Основными задачами NGI являются:

1. Распределение вычислительных ресурсов ВО;
2. Авторизация ВО для запуска вычислительных работ, хранение и извлечение данных на отдельные вычислительные ресурсы (ПК, центры обработки данных, объекты и т.д.);
3. Распределение и планирование вычислительных работ, рабочих процессов;
4. Мониторинг поставленных на выполнение или запущенных проектов, а также данных, хранящихся у индивидуальных пользователей;
5. Учет пользователей и ВО в вопросах распределении между ними и использования ими вычислительных ресурсов;

6. Скоординированное управление обновлениями программного обеспечения и обновлениями оборудования, сохраняя при этом работоспособность системы.

NGI в каждой стране должен выполнять эти основные функции, чтобы взаимодействовать с EGI. При этом деятельность NGI не ограничивается задачами только на государственном уровне для поддержания своей инфраструктуры, а распространяется и на международные задачи, которые позволяют «делиться» вычислительными ресурсами для поддержки международных проектов.

Членами EGI являются:

Албания, Австрия, Бельгия, Болгария, Хорватия, Кипр, Чешская Республика, Дания, Эстония, Финляндия, Македония, Франция, Германия, Греция, Венгрия, Ирландия, Израиль, Италия, Латвия, Литва, Люксембург, Мальта, Черногория, Норвегия, Польша , Португалия, Румыния, Сербия, Словакия, Словения, Испания, Швеция, Швейцария, Нидерланды, Турция, Великобритания, CERN и EMBL.

Партнёры EGI и страны, которые находятся на этапе интеграции своих NGI в EGI:

Армения, Беларусь, Грузия, Казахстан, Молдова, Россия и Украина.

22 декабря 2011 года был подписан Меморандум о взаимопонимании (MoU) между EGI и украинской национальной грид инициативой (UNG), в которую входят компьютерные ресурсы 30 национальных институтов и университетов. Всего в 2011 году было подписано 18 Меморандумов о взаимопонимании с проектами партнеров, поставщиками инфраструктуры ресурсов и виртуальными научными сообществами [1, 2].

Соглашение откроет путь для интеграции UNG в EGI, расширит географические масштабы е-инфраструктуры, что позволит предоставить большие ресурсы для общества.

Согласно меморандуму UNG должна развернуть все центральные сервисы, в соответствии со стандартами EGI, которые дадут возможность построить автономную грид-инфраструктуру под управлением gLite (позднее под управлением UMD). В дальнейшем эта грид-структура будет взаимодействовать с центральными сервисами EGI.

Это пойдет на пользу украинскому быстрорастущему сообществу пользователей. К основным достоинствам, которые получат пользователи UNG в результате интеграции UNG в EGI, необходимо отнести:

- доступ к европейским ресурсам в рамках виртуальных организаций, которые будут интегрированы в европейские виртуальные организации, что автоматически даст доступ к вычислительным ресурсам;
- Украинскую грид структуру, которая будет работать по правилам EGI (не менее 90 % времени готовности);
- поддержку в решении проблем;
- доступ к репозиторию программ и данных;

При этом украинские научные работники получат доступ к участию в проведении современных уникальных европейских и мировых экспериментов и компьютерной обработке их результатов в виртуальных научных сообществах.

Благодаря интеграции UNG перейдёт на новый этап своего развития и станет частью общей грид-структуры EGI, присоединившись к многочисленным странам Европы.

Литература. **1.** Official EGI.ua website[Online]. Available: http://www.egi.eu/ **2.** Official UNG website[Online]. Available: http://infrastructure.kiev.ua/en/.

Юрченко В.В. *— рецензент Киселев Г.Д.*
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Обзор инструментов распределения вычислений на основе системы ROOT

Современные научные исследования являются крайне высокотребовательными по отношению к вычислительным ресурсам, вынуждая прибегать к использованию дорогостоящих суперкомпьютеров и кластерных сетей. Однако каждый час работы подобных вычислительных систем расписан на многие месяцы вперед.

Одним из возможных подходов к решению данной проблемы является использование метода распределения вычислений. Особенностью распределенных многопроцессорных вычислительных систем, в отличие от локальных суперкомпьютеров, является возможность неограниченного наращивания производительности за счет масштабирования. Слабосвязанные, гетерогенные вычислительные системы с высокой степенью распределения выделяют в отдельный класс распределенных систем — Grid.

Grid-технология нашла применение в моделировании и обработке данных в экспериментах на Большом адронном коллайдере (Grid используется и в других задачах с интенсивными вычислениями).

Описание системы ROOT. ROOT — пакет объектно-ориентированных программ и библиотек, разработанных в Европейском центре ядерных исследований (CERN). Пакет был разработан специально для использования в качестве платформы обработки экспериментальных данных физики высоких энергий и содержит специфичные для этой области продукты, однако также может быть использован для анализа других данных. Вычисления могут выполняться в интерактивном режиме путем ввода команд пользователем в консоль ROOT, либо с помощью файлов-сценариев (также называемых макросами), содержащих набор команд, которые будут выполняться последовательно, но как единый блок (пакетная обработка). Все команды ROOT являются командами языка C++.

Некоторые инструменты распределенных вычислений. PROOF (The Parallel ROOT Facility) - это расширение системы ROOT, которое позволяет проводить интерактивный анализ больших наборов файлов параллельно на кластерах или на многопроцессорных машинах. В общем случае PROOF может распараллелить класс задач, решение которых может быть сформулировано как набор независимых подзадач.

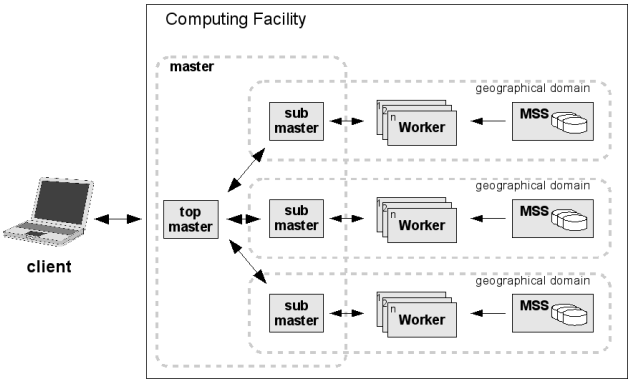


Рис. 1. Многоуровневая архитектура, заложенная в основу PROOF

PROOF изначально создавался как альтернатива пакетным системам обработки данных в Центральных аналитических учреждениях (Central Analysis Facilities) CERN. Но благодаря многоуровневой архитектуре, которая предусматривает несколько уровней разделения вычислений, PROOF может быть адаптирован к широкому спектру виртуальных кластеров, разделенных по географически удаленным гетерогенным машинам (Grid).

Особенностью PROOF является интерактивно-пакетный режим работы. В этом режиме пользователь может задать на выполнение длинную очередь задач-сценариев, отключить клиент, и подсоединиться с любого компьютера в любое время, чтобы проверить прогресс выполнения или получить результат. Эта возможность дает преимущество перед системами, основанными на чисто пакетных решениях, которые предоставляют ответ только тогда, когда

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

все работы завершены.

На основе системы ROOT в рамках эксперимента ALICE был разработан пакет библиотек и программ для симуляции и анализа AliRoot. AliRoot работает в связке с промежуточным программным обеспечением AliEn (Alice Environment) для обработки данных с использованием возможностей Grid.

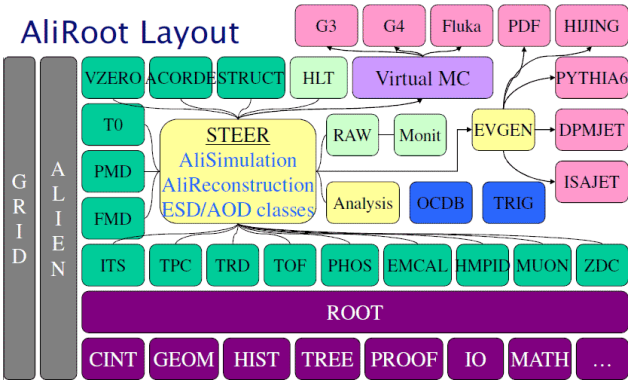


Рис. 2. Структура AliRoot

Одной из наиболее важных особенностей AliEn является интерфейс с другим промежуточным программным обеспечением Grid (ARC, OSG, GLITE). Благодаря этому система, использующая AliEn, может использоваться не только как отдельная Grid-система, но и в сотрудничестве с другими подобными системами.

Недостатком данной системы является то, что большинство вычислительных ресурсов предоставляется вычислительными элементами Grid (Grid computing elements - CEs). CE были разработаны для пакетного анализа и не являются удобными для интерактивной инфраструктуры.

Поэтому сообществом ALICE была проведена адаптация системы PROOF для обеспечения нужной интерактивности. Решением является распределение ресурсов между Grid (через AliEn) и PROOF с помощью виртуализации, что позволяет динамически переместить ресурсы для передачи их в PROOF только по запросу пользователя. Это означает, что когда пользователь нуждается в интерактивной обработке данных, ресурсы (ОЗУ и ЦПУ) перемещаются в узел, на котором запущен PROOF. В остальных случаях, а также после отключения пользователя, ресурсы возвращаются Grid.

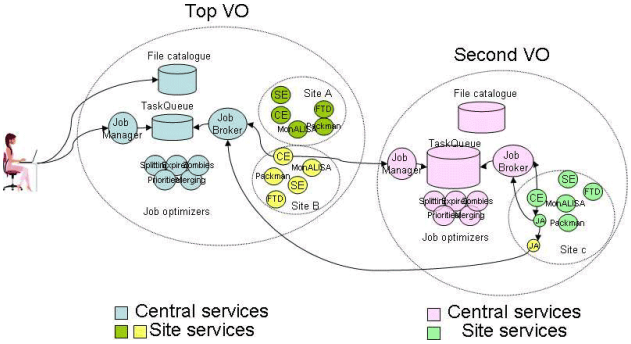


Рис. 3. Интерфейс между разными виртуальными организациями, использующими AliEn

Заключение. В данной статье рассматриваются некоторые инструменты организации распределенных вычислений на основе системы обработки и анализа данных ROOT. Описаны основные принципы работы пакетов PROOF и AliEn, а также выявлены их главные преимущества и возможности. Также была рассмотрена возможность взаимодействия систем PROOF и AliEn.

Литература. **1.** ROOT User's Guide [Электронный ресурс], http://root.cern.ch/root/doc/RootDoc.html. **2.** ALICE Offline Bible [Электронный ресурс], http://aliceinfo.cern.ch/Offline/sites/aliweb.cern.ch.Offline/files/uploads/OfflineBible.pdf. **3.** AliEn: ALICE environment on the GRID [Электронный ресурс], http://iopscience.iop.org/1742-6596/119/6/062012/pdf/1742-6596_119_6_062012.pdf. **4.** Rene Brun and Fons Rademakers, ROOT - An Object Oriented Data Analysis Framework, Proceedings AIHENP'96 Workshop, Lausanne, Sep. 1996, Nucl. Inst. & Meth. in Phys. Res. A 389 (1997) 81-86. См. также http://root.cern.ch/.

System analysis of complex systems of various nature

Intelligent systems for decision-making

Grid-technologies in science and education

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.

Hodych O.V., Prokopiv Yu.O., Chaykivskyy N.B., Maikovych O.L.
National University "Lvivska Polytechnika", Lviv, Ukraine

Visual domain-specific query language for business applications

In recent years the subject of domain-specific languages (DSL) gained a substantial interest in both research and engineering circles. Domain-specific languages promise to significantly simplify the development and support of software systems, which is achieved by shifting the development paradigm from programming towards modelling using concepts from the problem domain addressed by the system. The majority of proposed approaches for developing DSLs pertain to the creation phase of software systems, where the actual software systems are the artifacts of this process. In our opinion the processes of building and using software systems, especially in case of business applications, should be seamlessly integrated. This would provide domain experts with necessary tools to enhance the live system in order to meet dynamically changing real-life requirements without the tedious and often complex development/deployment cycles currently used in the software industry. This thesis discusses a visual domain-specific query language that supports data interaction and composition of business rules as part of the software system, which can be used directly by domain experts.

Introduction. Languages are intrinsic to human nature, and their capabilities define our ability to think and successfully solve complex problems[1] [1–3]. It so historically happened that general-purpose (programming) languages (GPL) are used for developing software systems. As with any formal or natural language, GPLs have their semantic aspect, which is the computational model, or in other words the way computing machines execute them. This effectively makes these languages really well suited for instructing computers what to do, but poorely suited for describing the real-world problems [4,5]. There was, and to a certain degree still is, an ongoing debate of DSL vs. GPL for software systems design and development. Each of these approaches provide a unique set of features well suited for handling different aspects of software complexity [6], and the current trends suggest their convergence [7]. Currently the theory and practice for developing DSLs are represented by a number of divers approaches, which include projectional [8,9] and textual language workbenches (most notably Spoofax and Xtext), and technologies for developing external and internal DSLs [10].

All of these approaches view the development process as external to resultant software systems. We argue that software systems should incorporate the capability of being enhanced and modified from within, and that such modifications should at all times be expressed using appropriate DSLs. The discussed here *visual domain-specific query language* (VDSQL) represents a part of the effort to devise a technology to achieve this goal.

Business Model, Query and Rules. The core purpose of any DSL is to provide a convenient way to interact with an underlying semantic model. VDSQL provides an interactive DSL to query the underlying business model and to specify rules for alerts when the model reaches certain state.

The basic building components of VDSQL is a set of predefined blocks[2] that can be snapped together in order to form more complex expressions. There are strict compatibility rules between blocks, which take into account their semantic context and type. Compatibility is indicated during user interaction (refer Fig. 1). The provided blocks consist of two main groups: one represents business model metadata such as entities and their properties, another – provides elements to compose expressions (e.g. comparison operators, aggregation functions).

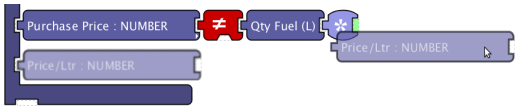


Figure 1. Snapping of compatible blocks

User interaction with VDSQL occurs in a workspace with advanced interaction capabilities. This

This research is undertaken with the support of Fielden Management Services Pty. Ltd. (Melbourne, Australia).

[1] Consider the complexity of division using Roman vs. Arabic numeral notations.

[2] The approach for developing VDSQL based on blocks has been inspired by an innovative research project Scratch at the MIT Media Lab [11].

includes features of Zooming User Interface [12], dynamic semantic compatibility indication when interacting with blocks, and context sensitive fluent interface.

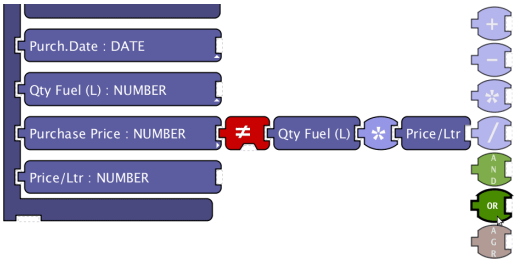


Figure 2. Fluent interface.

An intuitive zoom in/out capability provides a way to include a large number of blocks into the same workspace, which streamlines reuse of pre-built expressions. The context sensitive fluent interface assists users by providing selection choices of only those blocks that are applicable at the specified location (refer Fig. 2). The use of aggregation functions, conditions, logical operations, and conditional operators greatly facilitates the construction of complex rules.

An important aspect of the proposed model is the semantic transparency between VDSQL expressions composed by software users and the Entity Query Language (EQL) expressions used by developers in a form of an internal Java DSL during a software construction phase. EQL represents a computation model for VDSQL. Such approach removes the discrepancy between the running system and its code, which greatly facilitates communication between domain experts and software developers. An example of an EQL expression is provided in the code listing below. Its full comprehension requires some additional domain knowledge, but the general gist of the discussed semantic transparency should be obvious.

```
select(WorkOrder.class).
where().
prop("vehicle.model.make.key").eq().val("MERCEDES").and().
begin().
  prop("vehicle.model.key").starts_with().any_of_values("315", "316").or().
  prop("vehicle.model.key").eq().val("VITO").
end().and().
year_of().prop("actualStart").in().values(2009, 2010, 2011).and().
prop("vehicle.station.zone.sector.division.key").eq().val("NORTH").
yield_and_group().prop("vehicle.station.zone.sector").as("sector").
yield().
  begin_expr().
    sum_of().prop("actualCost").div().val(3).
  end_expr().as("averageYearlyMaintenanceCostPerSector").
model_as_aggregate();
```

Our current research direction include further enhancement of both VDSQL and EQL, and the development of the model for handling semantic aspects of rules' changes over time that would enable data analysis from historical perspective of such changes.

References. **1.** B. Whoft, *Language, Thought and Reality*, Cambridge, MA:MIT Press, 1956. **2.** S. McConnel, *Code Complete (2nd Edition)*, Microsoft Press, 2004. **3.** M. L. Scott, *Programming Languages Pragmatics (3rd Edition)*, Morgan Kaufman, 2008. **4.** Donald E. Knuth, "Literate programming", *Computer Journal*, vol. 27, no. 2, pp. 97-111, May, 1984. **5.** M. P. Ward. (1994). *Language-Oriented Programming* [Online]. Available: http://www.cse.dmu.ac.uk/~mward/martin/papers/middle-out-t.pdf **6.** F. P. Brooks, *The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering (2nd Edition)*, Addison-Wesley Professional, 1995. **7.** M. Voelter, B. Merkle. (2010). *Domain Specific – a Binary Decision?* [Online]. Available: http://www.dsmforum.org/events/DSM10/Papers/Voelter.pdf **8.** S. Dmitriev. (2004). *Language Oriented Programming: The Next Programming Paradigm* [Online]. Available: http://www.onboard.jetbrains.com/articles/04/10/lop/ **9.** C. Simonyi et al. (2006). *Intentional Software* [Online]. Available: http://intentsoft.com/pdf/IS_OOPSLA_2006_paper.pdf **10.** M. Fowler, *Domain Specific Languages*, Addison-Wesley Professional, 2010. **11.** J. Maloney et al., (2004). "Scratch: A Sneak Preview", in *Second International Conference on Creating, Connecting, and Collaborating through Computing*, Kyoto, Japan, pp. 104-109. **12.** B. B. Bederson et al., "Toolkit Design for Interactive Structured Graphics", *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 30, no. 8, pp. 535-546, 2004.

Poryev G.V.
National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine

Eight-class locally-computed Internet locality estimation method and its impact on peer-to-peer network performance

This paper is concerned with the proposed scheme for locally-computed approach for estimating of the relative topological locality of the arbitrary nodes of the Internet-based overlay network structures.

Introduction. Exponential growth of Internet user-base and corresponding growth of the number of Internet-connected devices per user now often exposes apparent lack of scalability and extensibility of classical "client-server architecture" in many scenarios. The situation had resulted in the new internetworking paradigm, known as "peer-to-peer" networks, or simply P2P. Today P2P is the most dominant traffic class in every major Internet backbone network according to CISCO VNI (Virtual Networking Index).

Performance issue of P2P. However the intrinsic asymmetry of end-user broadband lines has caused the researchers in the area of P2P systems to aim on optimization of P2P traffic and leveraging the inherently clustered nature of the Internet.

In this paper we want to discuss the so-called CARMA approach (see below), which models network segment and to test experimentally the selective connectivity method based on the locality information inferred from the model to determine whether it has any impact on the typical P2P filesharing scenario.

The CARMA approach. The CARMA (which stands for **C**ombined **A**ffinity **R**econnaissance **M**etric **A**rchitecture) [1, 2] initializes itself by preloading structural information from publicly accessible services called Regional Internet Registries (RIRs) [3] and converting it into an internal graph-like data structure. Once this data is loaded, CARMA builds a model to approximate the Internet topology with some simplifications, resulting in 4 common structural layers (CSLs).

From these CSLs, CARMA is then able to define and determine the relative topological locality of two arbitrary nodes by sequentially finding the lowest CSL. As an estimation result, CARMA produces flavor index ranging from 0 to 7 according to the lowest found CSL.

Practical goal. Experimental results obtained in our previous papers on the subject are indicative of good correlation between CARMA metric and standard traceroute metric.

The more general goal for CARMA locality estimation methods and its possible future derivatives is to drive the optimization of the overlay networks on larger scales.

It is therefore important to demonstrate experimentally that utilizing CARMA mechanisms can actually improve performance of deployed solutions.

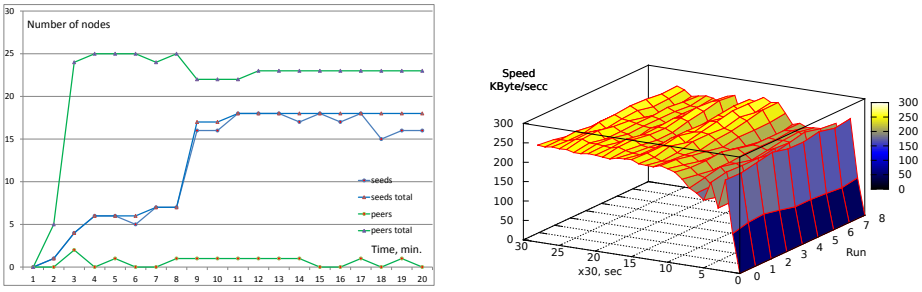
Experimental setup. The experiments are carried on an already deployed, roughly equally distributed overlay network that uses Internet as the transport. For various reasons, among many P2P implementations we have selected file-sharing P2P network named BitTorrent and its most popular client software μTorrent. To prove directly the effectiveness of the proposed CARMA method we aim to demonstrate that in the presence of the sufficiently large overlay, deploying CARMA even on a single node in it improves its local performance in terms defined above.

The experiments consisted of 20 runs, each run involved reconnecting to the Internet to obtain different IPv4 and IPv6 addresses and clean-up possible noise traffic from previous experiments; initiating clean download of the same 300 MBytes test file from BitTorrent swarm consisting of 45 nodes on the average. During the first 10 runs tests were conducted to establish the typical behavior of the numbers of total and connected peers and seeds (Fig.1a).

These runs indicated that due to the nature of overlay network functioning the average download run does not reach bandwidth saturation limit in the first 8 minutes of download, if peer selection process remains random. Fig.1b shows typical transfer speeds with noticeable gap within the first 7 minutes which is consistent with the behavior of node numbers observed earlier.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

For the next 10 runs, the behavior of uTorrent was augmented through BTAPPS interface to the external specialized mini-firewall so as to block connections to the nodes with higher flavor indices until all nodes of lower indices are queried.

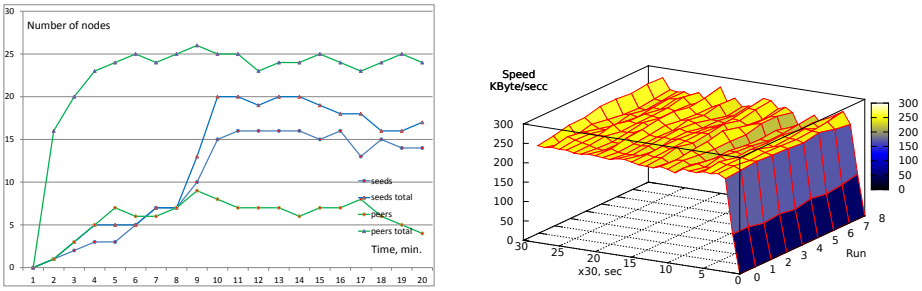


(a) Node number dynamics (b) Transfer speed

Figure 1. Averaged dynamics of numbers of seeds and peers in the experimental swarm

Fig.2b shows typical transfer speeds with externally augmented peer query order, whereas Fig.2a indicates the corresponding node number dynamics.

Apparently, the bandwidth saturation limit is now reached within the first 2 minutes of download session. We assume that this effect was partially due to larger number of non-seeder nodes at the very first minutes of download, as shown in Fig.2b. At the speed of 2500 KBits/sec the observed difference of about 40 % in transfer speeds for 6 minutes could lead to potential gain of $BL = \frac{(2500*0.4*6*60)}{8} = 7500$ KBytes which in this demonstrational case was 2.5 % of the total publication size or transfer time decrease.



(a) Node number dynamics (b) Transfer speed

Figure 2. Averaged dynamics of numbers of seeds and peers in the experimental swarm

Conclusion. We have demonstrated that using the locality metric such as CARMA as a factor in constructing peer query order in the file-sharing P2P applications may result in performance gain with no additional effort on QoS, hardware modifications or channel reservations along the overlay link path.

We also believe that the application potential of such technique is not limited to file-sharing in particular nor in the P2P in general.

References. **1.** G. Poryev et al. "CARMA-based MST approximation for multicast provision in P2P networks", in Sixth International Conf. on Networking and Services, Cancun, Mexico, 2010 pp.123–128. **2.** G. Poryev et al., "A distance estimation method for Internet nodes and its usage in P2P networks", International Journal on Advances in Telecommunications, vol.3&4, no.3, pp.114-128. Apr. 2010. **3.** G. Poryev "Using the internet registries to construct structural model for locality estimation in the overlay networks", Реєстрація, зберігання та обробка даних, vol.1, no.13, pp.78-86, Oct. 2011.

Proskurnia Iu.S.[1,2] ***Marques J.M.***[2]
[1] *Universitat Politecnica de Catalunya, Barcelona, Spain;* [2] *Universitat Oberta de Catalunya, Barcelona, Spain*

Large-scale decentralized storage systems used by volunteer computing systems

Popularity of distributed file systems is growing due to their properties: fault tolerance, availability, scalability, performance etc. But how to achieve all benefits from the decentralize storage system? How to reduce the cost of the system? These are the question of interest. The best way to reach the solution for both these questions is to use benefits of Volunteer Computing (VC). The main goal of this work is possible extension of the current large-scale decentralized system (DS) with VC. The main contribution of this work is a new vision of how to use the benefits of storage systems in VC and how to make a simulation of the system behavior based on VC failure traces on DS testbed, i.e. PlanetLab.

Basic peer-to-peer (P2P) system's goals are decentralization, reduced cost and fault tolerance. At the same time P2P system provide inherent scalability and availability of resources.

Main design issues of P2P file system should be the following:

- *Symmetry.* Roles among the peers should be equally distributed.
- *Decentralization.* P2P systems are decentralized by their nature, hence, they could support distributed storage, processing, information sharing etc.
- *Robustness.* System should be resilient to removal and failure of nodes at any moment.
- *Fast Resource Location.* Efficient mechanism for resource location is an important point.
- *Load Balancing.* System should make optimal distribution of resources based on nodes capability and availability.
- *Churn Protection.* Denial of service attack should be handled in the system.
- *Anonymity, Security.* To ensure resistance to censorship and security from the attacks this two properties should be introduced.
- *Scalability.* Supporting the millions of users are essential for decentralized storage systems.

So, how to achieve all these goals is still the question and current solutions could support only part of the properties above, sacrificing the other part.

The most popular techniques to achieve all these properties among large-scale decentralized storage systems are the following:

- *Consistent Hashing.* In consistent hashing, the output range of a hash function is treated as a fixed circular space or "ring". Each node is assigned a random value within this space. Each data item identified by a key is assigned to a node by hashing the data item's key to yield its position on the ring.
- *Active or passive replication.* In active replication each client request is processed by all the servers. In passive replication there is only one server (called primary) that processes client requests.
- *Gossip-based protocol for failure handling.* The protocol is based on the gossip/virus based distribution of the information, including random destinations to spread the information.
- *Logging read/write operations.* The main function of logging is to store all the changes made: reads and writes by all sides during the object life.
- *Ring locality for load balancing.* To deal with non-uniform data, load distribution and heterogeneity of nodes performance, this technique should be applied.

Most of these properties can be found in Cassandra [1] and Dynamo [2] systems. And they are partly covered by other systems like Ivy, Squirrel [3], Pastis [4], PAST, Riak [5], Voldemort [6], OceanStore [7], Farsite.

So, what is volunteer computing (VC)?

VC uses the free resources in Internet and Intranet for some computational, storage purposes. It is important to discover endless options for its application. One of the differences between

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

VC and P2P systems is nodes behavior. Analysis of the real traces from SETI@home project [8] proved clients contribution consciousness. For example, SETI@home follows a typical model of a volunteer computing project, with an agent installed on the user's machine after they register to participate. All the registered participants are contributing with their CPU to complete some important computational problem: biological, chemical etc.

However, current architectures are based on the client-server architecture. In such VC systems, a central server is usually used to assign jobs to voluntarily contributed machines/volunteers. That's why, it is easy to notice bottlenecks in such systems, in terms of centralized task distributor. An improvement that reduces influence of the bottleneck was suggested by Harvard University - Harvard's TONIC project, where centralized server is split to a central storage system and lookup service. But still, one point of failure still exists. Moreover, TONIC can not contribute and share storage. That's why, P2P-Tuple [9] solution should be a appropriate to apply nowadays.

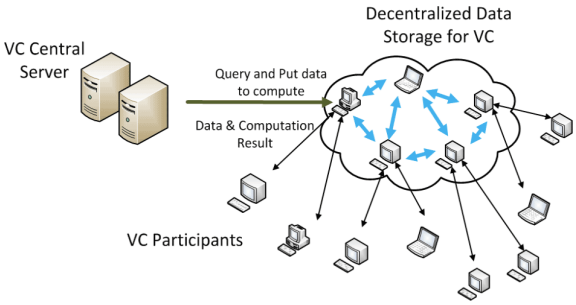


Figure 1. Proposed P2P-tuple based architecture for Scalable Storage in VC

Till now VC was popular on the CPU sharing area. As the volume of existing data and knowledge is growing rapidly, the necessity of new approaches for storage is critical. One of the solution could scalable decentralized storage systems used in Volunteer Computing.

The best way to prove is to evaluate distributed scalable systems by experimenting in Distributed System testbed (ex. Planet Lab). The result of work is a survey [10] on large-scale decentralized storage systems to be used by volunteer computing systems. Main goals of the survey are to provide a new metric with which decentralized storage systems can be evaluated in terms of VC usage and evaluation on how decentralized storage systems can be used in VC. Future extension of the work will include proposal of the perfect system that fits Volunteer Computing storage needs and its evaluation.

References. **1.** A. Lakshman and P. Malik, *Cassandra - A Decentralized Structured Storage System,* ACM SIGOPS Operating Systems Review, vol. 44, no. 2, p. 35, Apr. 2010. **2.** G. DeCandia, D. Hastorun, M. Jampani, G. Kakulapati, A. Lakshman, A. Pilchin, S. Sivasubramanian, P. Vosshall, and W. Vogels, *Dynamo: amazon's highly available key-value store,* 2007, pp. 205–220. **3.** S. Iyer, A. Rowstron, and P. Druschel, *Squirrel: a decentralized peer-to-peer web cache*, in Proceedings of the twenty-first annual symposium on Principles of distributed computing, New York, NY, USA, 2002, pp. 213–222. **4.** M. Busca, F. Picconi, and P. Sens, *Pastis: a Highly-Scalable Multi-User Peer-to-Peer File System,* vol. 3648, Springer Berlin / Heidelberg, 2005, p. 644. **5.** Basho Co.,*Basho Documentation.* Available: http://wiki.basho.com/ **6.** LinkedIn Co.,*Project Voldemort. A distributed database.* Available: http://project-voldemort.com/ **7.** S. Rhea, P. Eaton, D. Geels, *Pond: the OceanStore Prototype.* 2nd USENIX Conference on File and Storage Technologies, 2003. **8.** D. Lazaro, D. Kondo, and J. M. Marques, *Long-term availability prediction for groups of volunteer resources*, Journal of Parallel and Distributed Computing, vol. 72, no. 2, pp. 281–296, Feb. 2012. **9.** Lei Ni and A. Harwood, *P2P-Tuple: Towards a Robust Volunteer Computing Platform*, in 2009 International Conference on Parallel and Distributed Computing, Applications and Technologies, 2009, pp. 217–223. **10.** I. S. Proskurnia. (2012). *Distributiveness.* [Online]. Available: http://blog.proskurnia.in.ua/.

Voloshyn I.V.
PJSC Kreditprombank, Kyiv, Ukraine

A simple dynamic metrics of credit risk

We consider a portfolio of similar amortising loans and look at actual credit process as a random function $z(t)$ of time t, where $z(t)$ is an actual balance on a loan. Each credit agreement in the portfolio sets its amortisation schedule that determines how the scheduled balance on the loan has to be changed with time. Thus the amortisation schedule defines the scheduled credit process which is described by a function $y(x)$, where x is the scheduled time.

Credit risk is considered as a risk of deviation of an actual random credit process from a scheduled deterministic one. Thus the actual credit process may lag, coincide or outstrip the scheduled one. And we have the corresponding cases: delinquency, in time payment and prepayment [1].

Delinquency effect is usually estimated by days past due (DPD) [1]. But this measure may underestimate credit risk because a procedure for its calculation does not usually take into account partial payments of a borrower. We propose to evaluate credit risk by the following dynamic metrics which is free of this shortcoming:

$$\tau(t) = x(z(t)) - t, \tag{1}$$

where $x(y)$ is the inverse of the function $y(x)$.

The first term of the right side of the equation (1) is such moment of the scheduled time when the actual balance on the loan becomes equal to the scheduled balance. The second term is the current moment of time. Thus the first term describes borrower's (in general random) effort to pay due to payment schedule on the loan and the second one is natural flow of time.

Notice that a random movement of the new metrics $\tau(t)$ is limited by two absorbing boundaries: $B(t) = T - t$ and $b(t) = -t$, where T is the term to maturity of the loan.

We call this measure as a schedule gap or time to schedule. Its negative value shows a delinquency of credit process and the positive one points on prepayment. Its zero value shows that a borrower pays in a scheduled time.

Note that this new metrics grips the both lag and outstripping cases. To calculate this measure we need only two time series of the actual and scheduled balances on the loan. While the estimation of DPD demands detailed information about all payments on the loan.

The metrics valuates credit risk more precisely than DPD because it takes into account partial payments of a borrower. The more actual balance is close to scheduled one, the less the metrics is. So a delinquency movement matrix may be estimated more accurately than when we use DPD.

In practice the actual maturity date often differs from the scheduled one. So the time series of actual and scheduled balances have unequal length. The proposed metrics works in such case too.

To model credit risk it is broadly used a delinquency movement matrix that represents moving probabilities from one delinquency status to all other delinquency ones [2,3] or a rating transition matrix that does moving probabilities from one credit rating level to all other credit rating levels [1].

But the new metrics discovers the principally new approach to simulate an actual balance on a loan. Having the historical data on $\tau(t)$ we can develop its behaviour model. Then the actual balance can be modelled by the following equation:

$$z(t) = y(\tau(t)) + t, \tag{2}$$

which is easily yielded from the equation (1).

References. **1.** Bohn J.R., Stein R.M. Active Credit Portfolio Management in Practice // Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons, Inc. – 2009. – 610 P. **2.** Fabozzi F.J. Bond Credit Analysis: Framework and Case Studies // Pennsylvania: John Wiley and Sons, Inc. – 2001. – 572 P. **3.** Grimshaw S.G., Alexander W.P. Markov Chain Models for Delinquency: Transition Matrix Estimation and Forecasting. http://grimshawweb.byu.edu/ddmm.pdf

Агеєнко Ю.М., Макая Дж. *— рецензент Широчин В.П.*
Національний технічний університет України "КПІ", ФІОТ, Київ, Україна

Спосіб прискореної реалізації експоненціювання на полях Галуа

Арифметичні операції, які виконуються на полях Галуа, відіграють важливу роль в сучасних інформаційних технологіях. Зокрема, вони покладені в основу більшості методів виявлення та корекції помилок. При цьому операція експоненціювання на полях Галуа виконується над довгими числами, розрядність яких (1024 - 2048 біт) значно перевищує довжину слова сучасних процесорів. Все це потребує розробки нових методів організації обчислень експоненціювання на скінченних полях. Метою дослідження є підвищення швидкодії виконання операції експоненціювання на полях Галуа.

Поле Галуа задається утворюючим нерозкладним поліномом *Q(x)* степені n, якому співвідноситься (n+1)-розрядне двійкове число M. Операція експоненціювання $A|^E$ rem M на такому полі передбачає, що числа A та E являють собою n-розрядні двійкові коди: $A = \{a_0, a_1, ..., a_{n-1}\}$ і $E = \{e_0, e_1, ..., e_{n-1}\}$, $\forall j \in \{0, 1, ..., n-1\}$, $a_j \in \{0, 1\}$, $e_j \in \{0, 1\}$, яким відповідають поліноми: $P(A) = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 + ... + a_{n-1} \cdot x^{(n-1)}$ та $P(E) = e_0 + e_1 \cdot x + e_2 \cdot x^2 + ... + e_{n-1} \cdot x^{(n-1)}$.

Сама процедура експоненціювання $A|^E$ rem M на полях Галуа, як і звичайне модулярне експоненціювання, зводиться до послідовного виконання n циклів, у кожному з яких здійснюється операція піднесення до квадрату отриманого на попередньому циклі результату (R^2) і, додатково, в залежності від поточного біту експоненти E, - операція множення ($R \otimes A$) без переносів. Досліджується модулярне експоненціювання зліва направо, тобто аналіз розрядів експоненти E виконується, починаючи зі старших розрядів.

Запропоновано новий спосіб, орієнтований на використання таблиць передобчислень, який дозволяє за рахунок виключення операцій редукції при виконанні множення проміжного результату на код основи A скоротити час експоненціювання на полях Галуа. Результати передобчислень зберігаються в таблиці, що формується перед обчисленням $A|^E$ rem M шляхом здійснення редукції зсунутих значень A: $T[0] = A$, $T[1] = A \cdot 2$ rem M, $T[3] = A \cdot 2^2$ rem M, ... , $T[n-1] = A \cdot 2^{n-1}$ rem M. Відповідно, для множення n-розрядного проміжного результату $R = \{r_0, r_1, ..., r_{n-1}\}$, $\forall j \in \{0, 1, ..., n-1\}$, $r_j \in \{0, 1\}$, на код A в процесі експоненціювання на полях Галуа пропонується наступний алгоритм:

1. z = 0; $i = 0$.
2. Якщо $r_i = 1$, то z = z $\oplus$ T[i].
3. $i = i$+1.
4. Якщо $i < n$, повернення на пп.2.

Середній час T_T, необхідний для формування таблиці передобчислень, становить: $T_T \approx 1.5 \cdot s \cdot n \cdot \tau$, де s – кількість фрагментів, довжина яких співпадає з розрядністю процесора, τ - час виконання однієї логічної операції процесором. Операція множення на полі Галуа за класичною схемою виконується за час $T_{GF} \approx 3 \cdot s \cdot n \cdot \tau$, а загальний час експоненціювання складає $T_{eF} \approx 4,5 \cdot s \cdot n^2 \cdot \tau$. Виконання процесором операції множення основи на проміжний результат з використанням таблиць передобчислень займає час $T_{TGF} \approx s \cdot n \cdot \tau$, тобто використання передобчислень дозволяє скоротити час виконання операції множення не менше, ніж в 3 рази. Час експоненціювання з використанням передобчислень складає $T_{eT} \approx 3,5 \cdot s \cdot n^2 \cdot \tau$. Оскільки час формування таблиць пропорційний n, а час експоненціювання - пропорційний n^2, то, приймаючи до уваги, що на практиці $n > 10^3$, то формування таблиць практично не впливає на час виконання експоненціювання. Таким чином, розроблений спосіб експоненціювання на полях Галуа з використанням результатів передобчислень дозволяє скоротити час виконання цієї операції на 30 % в порівнянні з класичною схемою.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Алишов Н.И., Марченко В.А.
Институт кибернетики им. В. М. Глушкова НАНУ, Киев, Украина

Краткая математическая модель косвенного алгоритма шифрования

Одним из возможных направлений для создания новых криптографических алгоритмов является использование различных модификаций одноразовых блокнотов "one-time pad" [1]. Преимуществом данного подхода является доказанная криптографическая стойкость [2]. В докладе авторами излагается краткая математическая модель косвенного алгоритма шифрования [3], который принадлежит к классу нераскрываемых шифров.

Пусть X и Y — конечные множества шифрвеличин и шифробозначений, с которыми оперирует алгоритм шифрования, $X > 1$, $Y > 1$, $Y > X$. Это означает, что открытые и шифрованные тексты представляются словами в алфавитах X и Y соответственно. В общем случае, процесс зашифровывания открытого текста $x = x_1..x_t$ заключается в замене каждой шифрвеличины x_t на некоторое шифробозначение y_i , $i = \overline{1, l}$ в соответствии с одним из n (где $n > 1$) инъективных отображений $e_j : X \to Y$, индексированных числами $j \in K = \{0, 1, .., n-1\}$, где K – множество ключей. Каждое слово $x_t \in X$ представляет собой набор $b = \overline{1, s}$ букв, формирующих слова из алфавита X.

Метод косвенного шифрования характеризуется тем, что оперирует только целыми словами из X и Y. Множество ключей имеет следующий вид: $K = \{k_0, \ldots, k_s\}$ – набор ключей, где $k_s = \overline{1, m}$ – ключ фиксированной длины.

Длина фиксированного ключа определяется по формуле $m = a^w$, где $a = |X| = \sum b$, а $w = \min x_i$ равно длине минимальной лексемы алфавита X.

Процесс шифрования происходит следующим образом: исходный текст x, предназначенный для шифрования, разбивается на шифровеличины $x_1, .., x_t$ таким образом, что длина $x_t = w$. После этого каждая x_t заменяется на соответствующее шифробозначение y_i по следующему алгоритму.

Генерируется каким-либо образом множество ключей K. Из этого множества выбирается такое k_s, для которого выполняется условие равенства значений порядкового индекса текущего значения x_t и порядкового индекса k_s. После чего берётся текущее значение k_s и разбивается на вектор значений $(k_s^0, .., k_s^m)$, где $|k_s^m| = w$. Находится такое значение k_s^m, для которого верно условие $k_s^m = x_t$. Полученный индекс m записывается как текущий y_i для текущего значения x_t. Данный алгоритм выполняется для всех x_t.

Процесс расшифровывания происходит следующим образом: зашифрованный текст y разбивается на шифрообозначения $y_1, ..., y_i$ таким образом, что длинна $x_i = w$. После этого каждая y_i заменяется на соответствующую шифровеличину x_t по следующему алгоритму.

Выбирается множество ключей K, связанное с зашифрованным текстом. Из этого множества выбирается такое k_s, для которого выполняется условие: порядковый индекс текущего значения y_i равен порядковому индексу k_s. После чего берётся текущее значение k_s и разбивается на вектор значений $(k_s^0, .., k_s^m)$, где $|k_s^m| = w$. Находится такое значение k_s^m, для которого верно условие $y = m-$ для индексного поля. Полученное значение k_s^m записывается как текущее значение x_t. Данный алгоритм выполняется для всех y_i.

Реализация приведенной модели позволяет внедрить нераскрываемые шифры для повседневного использования в различных информационных системах. При этом значительно повышается криптостойкость зашифрованной информации.

Литература. **1.** Зубов А. Совершенные шифры. — М.: Гелиос АРВ, 2003. – 160 с. **2.** Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1963. – 830 с. **3.** Алишов Н.И., Марченко В.А., Оруджева С.Г. Косвенная стеганография как новый способ передачи секретной информации // Комп'ютерні засоби, мережі та системи: зб. наук. пр. – К.: НАНУ, Ін-т кібернетики, 2009. – № 8. – С. 105–112.

Амонс О.А., Хмелюк В.С., Островський С.М.
Національний технічний університет України "КПІ", ФІОТ, Київ, Україна

Використання "фантомних" об'єктів в розподілених контент-орієнтованих системах

Запропоновано підходи та механізми підтримки цілісності та розподіленості даних при міжсерверному обміні інформацією в системах корпоративного рівня.

Вступ. При обміні зв'язною інформацією в розподілених системах [1] виникають значні проблеми з цілісністю, зі зв'язністю, актуальністю, відповідністю, тощо. Особливо такі проблеми є актуальними в системах електронного документообігу або інших контент-орієнтованих системах, оскільки інформація в таких системах є:

- Мобільною (часто передається між віддаленими користувачами, що працюють з різними серверами);
- Сильнозв'язною (інформація про певний об'єкт включає в себе інформацію про інші об'єкти, які в свою чергу можуть мати велику рекурсивну вкладеність);
- Багатоекземплярною (різні екземпляри зберігаються в різних користувачів та в різних вмістилищах даних);
- З динамічною актуальністю (тобто така інформація часто змінюється різними користувачами з застаріванням екземплярів);
- Зі складними схемами та механізмами видимості та доступності.

Надалі цільовим об'єктом називатимемо інформаційний об'єкт, що містить необхідну нам інформацію про реальний об'єкт предметної області і має бути віддалено надісланий в інший репозиторій даних. Підпорядкованими об'єктами називатимемо інформаційні об'єкти, що містять допоміжну інформацію про реальні об'єкти предметної області, посилання на які містяться в цільовому об'єкті.

Сильна зв'язність інформації в контент-орієнтованих системах є однією з основних проблем віддаленого надсилання інформаційних об'єктів. Тобто в разі надсилання на віддалений сервер цільового об'єкта, одним з інформаційних полів якого є інший підпорядкований об'єкт, без самого підпорядкованого об'єкта може призвести до того, що звернення до цільового об'єкта на віддаленому сервері з метою уточнення призведе до помилки [2], адже інформація про підпорядкований об'єкт є недоступною.

Якщо ж цільовий об'єкт надсилати разом з усіма підпорядкованими об'єктами, то значно виросте міжсерверний трафік [3]. Оскільки інформаційні об'єкти в контент-орієнтованих системах мають найбільшу зв'язність (в одного цільового об'єкта може бути кілька десятків підпорядкованих об'єктів, кожен з яких в свою чергу може мати десятки власних підпорядкованих об'єктів і т.д.), яка може носити як ітеративний, так і рекурсивний характер, то передача одного цільового інформаційного об'єкта може призвести до передачі тисяч залежних об'єктів, більшість з яких або вже є на віддаленому сервері, або може там ніколи і не знадобитися. Для вирішення цієї проблеми в контексті даної статті будемо розглядати такі види надсилання інформації:

- Надсилання маркера об'єкта (локальне надсилання)
- Безпосереднє надсилання об'єкта (міжсерверне надсилання)

Надсилання маркера об'єкта відбувається при локальному надсиланні об'єкта. Надалі клієнт, що отримав маркер об'єкта та повідомлення про надсилання, звертається до сервера за об'єктом.

Основні ідеї. Для вирішення більшості наведених проблем пропонується використання так званих фантомних об'єктів. Основна ідея фантомних об'єктів полягає в тимчасовому створенні об'єктів-заглушок для підпорядкованих об'єктів надісланого цільового інформаційного об'єкту та створенні механізмів управління такими заглушками (фантомами).

Фантомний об'єкт являє собою звичайний інформаційний об'єкт, але окрім атрибуту «Пред-

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

ставлення об'єкта» всі атрибути такого об'єкта мають значення по замовчанню або спеціальні значення, що в разі нештатної ситуації можуть вказати користувачеві на те, що використовується не справжній об'єкт, а лише його тимчасова заміна.

Оскільки кілька серверів застосувань можуть працювати з одним і тим же репозиторієм даних (в ролі якого найчастіше виступатиме одна з СКБД), то є сенс говорити про актуальність надсилання інформації не між серверами, а між різними репозиторіями даних (а на рівні серверів буде відбуватися лише сигналізація про надсилання). Але оскільки, найчастіше, один сервер застосувань працює з однією СКБД, тож розрізнятимемо локальне та міжсерверне надсилання. Якщо відбувається надсилання інформаційного об'єкта між клієнтами, що працюють з серверами застосувань, які в свою чергу працюють з різними репозиторіями даних, то таке надсилання будемо називати міжсерверним.

Щоразу, коли в програмі зустрічається функціонал міжсерверного надсилання інформаційного об'єкта, насправді відбувається кілька послідовних дій:

- Перевірка доступності користувачу інформаційного об'єкта з вказаним маркером;
- Перевірка прав користувача на надсилання обраного інформаційного об'єкта;
- Фізичне надсилання інформаційного об'єкта між серверами;
- Отримання підтвердження про вдале надсилання цільового об'єкта;
- Отримання підтвердження про вдале отримання цільового об'єкта.

Запропонована реалізація. Визначаємо, чи знаходиться цільовий адресат на віддаленому сервері (якщо ні, то міжсерверне надсилання не здійснюється). Аналізуємо повідомлення і для кожного посилання на персистентний об'єкт (об'єкт, що зберігається) формуємо об'єкт дефіциту (об'єкт, що містить ідентифікатор вмістилища даних, де створено персистентний об'єкт; часовий відбиток об'єкта та його строкове представлення для подальшого відображення). Запаковуємо об'єкт для передачі з доданням інформації об'єктів дефіциту в повідомлення та надсилаємо його адресату. Віддалений сервер після отримання повідомлення відновлює персистентний об'єкт і перевіряє на існування в БД такого ж або «новішого» за часовим відбитком (тобто модифікованого пізніше) об'єкта. Якщо такого об'єкта в БД не існує, або його відбиток старіший, то об'єкт зберігається/оновлюється в БД і ініціюється процес перевірки посилань на підпорядковані об'єкти.

Перевірка посилань на підпорядковані об'єкти передбачає співвідношення часових відбитків з об'єктів дефіциту з існуючими часовими відбитками об'єктів з БД. При відсутності об'єкта в БД створюється його фантомний об'єкт, а при необхідності оновлення об'єкта він позначається як неактуальний з заміною строкового представлення та створюється перезапит на передачу запакованого підпорядкованого об'єкта. Після подальшого отримання об'єкта в результаті перезапиту відбувається оновлення об'єкта в БД та надсилаються повідомлення про оновлення зацікавленим клієнтам. Запити на оновлення підпорядкованих об'єктів групуються в пакети, що дозволяє значно зменшити кількість вторинних запитів між серверами.

Висновки. Запропонований механізм міжсерверної взаємодії дозволяє забезпечити цілісність та актуальність розподілених даних; уникнути зайвого трафіку завдяки передачі лише необхідних даних; забезпечити базу для механізмів синхронізації та оновлення розподілених даних.

Література. **1.** Теленик С.Ф. Подход к построению бизнес-процессов в адаптивной технологии SmartBase /Теленик С.Ф., Амонс А.А., Хмелюк В.С., Крыжова К.А. //Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»: Збірник наукових праць. Тематичний випуск «Системний аналіз, управління та інформаційні технології». – Харків: НТУ «ХПІ». – 2007. - №7. – 86-101 с. **2.** Мейер Б. Объектно-ориентированное конструирование программных систем. – М.: «Русская Редакция», – 2005 – 1204с. **3.** Теленик С.Ф, Крижова К.О., Сосняк С.І. Технологія управління бізнес-процесами великих організацій // Вісник ХНАДУ. Вип. 45, 2009. – с.100-104.

Артюхов В.Г., Дромарецький А.В.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Проектування дельта-сигма модулятора для АЦП

Аналого-цифрові перетворювачі (АЦП), побудовані на основі дельта-сигма модуляторів, дозволяють отримати високе значення відношення сигнал/шум квантування (SNR), іншими словами - отримати значну ефективну розрядність (ENOB) в порівнянні з іншими типами АЦП. Саме це зумовило їх широке використання в засобах цифрової обробки сигналів. А тому серйозною стала проблема розробки дельта–сігма модуляторів для досягнення високого SNR.

Проектування дельта-сигма модулятора включає обчислення коефіцієнтів обраної структури модулятора (Рис. 1).

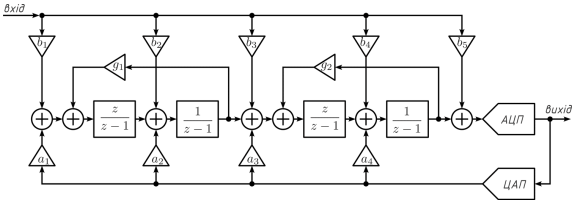


Рис. 1. Структура дельта-сигма модулятора

Як видно з Рис. 1, структура дельта–сігма модулятора високого порядку дуже схожа на структуру рекурсивного цифрового фільтра. Тому розрахунок коефіцієнтів структури виконується аналогічно розрахунку коефіцієнтів цифрових фільтрів. Обчислення виконуються за допомогою функції `realizeNTF` з пакету Delta Sigma Toolbox системи наукових та інженерних обіислень Matlab. Функція обчислює матриці коефіцієнтів для заданої структури дельта-сигма модулятора так, щоб отримана шумова передаточна функція задовольняла заданим вимогам. Наприклад, для шумової передаточної функції виду

$$NTF(z) = \frac{(z-1)^4}{(z^2 - 1{,}4930z + 0{,}5647)\,(z^2 - 1{,}702z + 0{,}7871)} \tag{1}$$

матриці коефіцієнтів модулятора з CRFB-структурою мають вигляд

$$a = (0{,}0061; 0{,}0524; 0{,}2500; 0{,}5500)\,, \tag{2}$$

$$b = (0{,}0061; 0{,}0524; 0{,}2500; 0{,}5556; 1{,}0000)\,, \tag{3}$$

$$c = (1; 1; 1; 1)\,, \tag{4}$$

$$g = (0; 0)\,. \tag{5}$$

Проектування дельта-сигма модулятора для простоти проводиться для одиничної амплітуди вхідного сигналу та нормованої частоти. Тому після цього необхідно виконати масштабування динамічного діапазону по амплітуді сигналу для відповідності технічному завданню. Це виконується за допомогою функції `scaleABCD` з пакету Delta Sigma Toolbox. В процесі проектування дельта-сигма модулятора та по завершенні його виконується моделювання для перевірки відповідності параметрів отриманого дельта-сигма модулятора заданим у технічному завданні вимогам. Моделювання виконується з використанням наступних функцій пакету Delta Sigma Toolbox: `simulateSNR` - для визначення SNR для різних амплітуд вхідного сигналу; `peakSNR` - для визначення максимального значення SNR.

Література. **1.** R. Schreier, G. Temes, «Understanding Delta-Sigma Data Converters», IEEE press, 2004. **2.** US Patent No. 7164376 B2. **3.** www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/19

***Арчвадзе Н.Н.*[1]*, Пховелишвили М.Г.*[2]*, Шецирули Л.Д.*[3]**

[1] Тбилисский Государственный университет им.И.Джавахишвили, Тбилиси, Грузия; [2] Грузинский технический университет, Институт вычислительной математики им.Н.Мусхелишвили, Тбилиси, Грузия; [3] Батумский государственный университет им.Ш.Руставели, Батуми, Грузия

Автоматическое построение «основной рекурсивной» части программы по описанию структур данных

Задача автоматического синтеза программ для заданных структур данных в основном связана с задачей построения и последующей обработки динамических структур данных. Эти задачи решаются в основном средствами функционального программирования, потому что в других парадигмах весьма затруднительно построить «основную рекурсивную» часть программы (набора функций) для обработки сконструированных структур данных [1].

В парадигме функционального программирования заложен рекурсивний подход к конструированию структур данных, что позволяет создавать каркасы функций для обработки этих структур. Эти каркасы функций являются «фреймами» или шаблонами для наполнения необходимой функциональностью. Заполнение таких фреймов зависит от требования разработчика.

В Haskell-е существует типовой шаблон для функции, обрабатывающей списки. В [2] этот типовой шаблон языка Haskell был сравнён с формой абстрактной функции для языка Lisp. Оба они используются для таких функций, где применена хвостовая рекурсия.

Для таких функций, где рекурсия приходится на голову списка, была придумана следующая форма на Lisp-е [3]:

```
(DEFINE LIST21(a g f F F0.L) (COND((MEMBER NIL L)a)
        (T(LISTN21(APPLY* g(APPLY f(M F L))a) g f F F0.(M F0 L)))))
```

Можно переписать эту форму для Haskell-а и предложить как типовой шаблон для функции, обрабатывающей списки:

```
f [ ] = g1 [ ]
f ( x : xs ) = g2 ( f ( g3 x ) ) ( g4 (g5  xs ) )
```

Функции `g1`, `g2`, `g3`, `g4` и `g5` зависят от целей разработчиков.

Здесь подразумевается, что структура данных, как список элементов некоторого типа `A`, представлена в рамках метода синтаксически ориентированного конструирования следующим образом [1]:

```
List(A) = NIL + (A * List(A)).
```

Метод синтаксически ориентированного конструирования, который был предложен в свое время Ч. Хоаром, заключается в конструировании типов данных из других типов (в том числе и рекурсивно из самих себя) при помощи применения двух простых операций – декартова произведения (`*`) и размеченного объединения (`+`).

Такая методика автоматического построения рекурсивных форм или шаблонов функций для обработки структур данных создана только в рамках функционального программирования, так как основана исключительно на методиках построения динамических структур данных, которые используются только в функциональном программировании.

Литература. **1.** Душкин Р.В. Функциональное программирование на языке Haskell. - М.: ДМК Пресс, 2007. - 608 с. ISBN 5-94074-335-8. **2.** N.Archvadze, M. Nizharadze. Typical Template Verification for List Editing In Haskell Language. Abstracts of International Conference “Automatic control systems”. Tbilisi. Georgia. 2011. ISSN 1512-3979. pp. 170-172. **3.** N.Archvadze, M.Pkhovelishvili, L.Shetsiruli. The complexity of program synthesis from examples. Pattern Recognition and Informaton Processing (PRIP’2011). Proceedings of the Eleventh International Conference 18-20 May 2011. Minsk, Belarus. ISNB 978-985-448-772-7. http://lsi.bas-net.by/conferences/prip2011. pp. 275-279.

Белецкий Я.В.
Национальный технический университет Украины "КПИ", ФЭЛ, Киев, Украина

Мультиагентная технология – средство усовершенствования сети мобильных терминалов для ведения электронной коммерции

Сформированы требования и предложена модель мультиагентной системы, предназначенной для задач электронной коммерции. Разработана агентная система, а также её программная реализация на языке JAVA. Предложена и рассмотрена программа электронного рынка с использованием базовых интеллектуальных агентов. Описан протокол переговоров сбыта, который предоставляет полный контроль над процессом продаж. Выделены основные направления использования мультиагентных систем в электронной коммерции. Показана эффективность применения мультиагентной технологии в электронных платежных системах мобильных терминалов.

Задачи ведения электронной коммерции (е-коммерции) требуют повышения эффективности методов автоматизации деловых процессов. Автоматизация может использоваться на различных стадиях и различных прикладных областях е-коммерции. Мультиагентные системы (МАС) представляют собой новые технологии, которые могут способствовать автоматизации ряда бизнес-процессов: ведению автоматизированных переговоров, доверию между бизнес-партнерами, выполнению задач от имени некоторого владельца, анонимности переговоров и т.п. [1-4].

Сформированы требования к МАС и разработана агентная система для е-коммерции. Модуль принятия решения в МАС построен с использованием теории нечетких множеств. Алгоритм принятия решения позволил выделить три группы агентов в системе по уровню их «интеллектуальности» [5,6].

Предложена и рассмотрена программа электронного рынка с использованием семерки базовых «умных» агентов. Программа включает в себя три основных модуля: а) модуль, состоящий из одного FacilitatorAgent, одного или более BuyerAgents, и одного или более SellerAgents; б) модуль-посредник на основе KQML-объектов – BuySellMessages; в) модуль BasicNegotiation – инкапсулирующий детали каждого договора [2,3,7].

Описан протокол переговоров сбыта, который предоставляет значительно больше контроля над процессом продаж. Предложенная мультиагентная система может использоваться как для моделирования ситуаций, связанных с рынком, так и для разработки готового программного продукта не только для электронной коммерции, но и для других бизнес-приложений, для электронного документооборота в корпоративных системах и т.п. Выделены основные развивающиеся направления использования МАС е-коммерции. Концепция построения МАС на JAVA для е-коммерции открывает ряд вопросов изучения коммуникационной инфраструктуры для движения агентов в сети, перспективу расширения набора решаемых функциональных задач, а также является средством всестороннего усовершенствования сети мобильных терминалов для ведения электронной коммерции.

Литература. **1.** Люгер Джордж Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем, 4-е издание.: Перев. с англ. –М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. — 864 с. **2.** Гладун А.Я., Перевозчикова О.Л., Плескач В.Л. Разработка OSI- профилей открытых систем. — К.: УСИМ, 1999. — С. 40—56. **3.** Городецкий В.И., Грушинский М.С., Хабалов А.В. Многоагентные системы. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский ИИА РАН, 1999. — 74 с. **4.** Рогоза В.С., Іщенко Г.В. Інтелектуальні платформи розподілених інформаційних середовищ:— К.: АВЕРС, 2009. — 350 с. **5.** Юрасов А.В. Основы электронной коммерции. Учебник для вузов. — М.: Телеком, 2008. — 480 с. **6.** Атанасова Т.А. Агентная технология: концепции, модели, приложения. — М.: Варна, 2000. — 155 с. **7.** Рассел С, Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд..: Пер. с англ. — М.: Издательский дом "Вильямс, 2006. — 1408 с.

Бєлоус Д.І., Дрозд В.П. *— рецензент Бухтияров Ю.В.*
Національний технічний університет України "КПІ", ФЕЛ, Київ, Україна

Система бездротової телеметрії і управління системою "розумний дім"

Сьогодні електроніка є невід'ємною частиною людського життя. Відповідно, можна побачити тенденцію збільшення кількості різноманітних приладів та систем управління в звичайних домах. Системи, якими ви можете керувати: освітлення, побутова техніка, обігрів та охолодження, системи безпеки та моніторингу, зв'язку та ін. Кожна з цих систем має власні органи керування. Виникає проблема управління цими системами централізовано та необов'язково в межах помешкання. Системи «розумного дому» призначені для вирішення цієї проблеми.

Зараз існує багато рішень і підходів до побудови системи «розумного дому», але ці рішення більшою мірою орієнтовані на високорозвинені країни, а отже мають високу ціну, що є одним із факторів їх малого розповсюдження у інших країнах. Серед існуючих рішень є такі, в яких присутні недоліки з сумісністю між пристроями різних виробників та мають закриті протоколи управління в середині системи. Виникає задача створення такої системи, яка поєднувала б в собі невисоку ціну і зручність інтегрування нових пристроїв, що в першу чергу буде досягатися завдяки відкритому програмному забезпеченню.

Пропонується побудова бази системи «розумний дім», в основі якої лежить ієрархічна схема з трьома основними рівнями зв'язку (рис. 1).

Розглянемо сторону системи починаючи від датчиків. Вузли датчики та вузли маршрутизатори будуються на бездротових модулях зв'язку, що працюють за протоколом ZigBee або Z-Wave. Так як мережа бездротових вузлів будується за mesh топологією, то вузли маршрутизатори повинні мати стаціонарне живлення, щоб завжди бути на зв'язку і виконувати свою функцію – транспорт даних від датчиків до керуючого модуля та навпаки. Вузли-датчики можуть працювати від батарейок і тому більшість часу знаходяться в сплячому режимі для економії енергії. З деяким періодом вузол-датчик вмикає радіочастину та передає дані про свій стан або приймає команду від управляючого модуля.

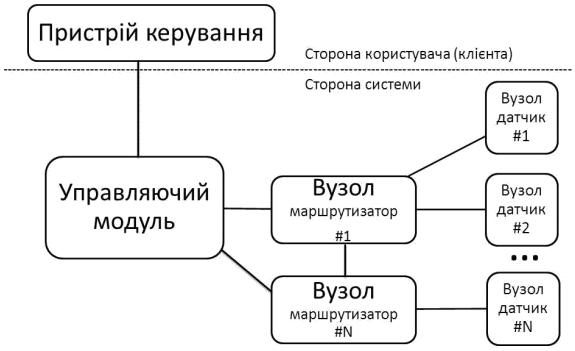


Рис. 1. Структурна схема системи

Наступним елементом системи є управляючий модуль, який по суті виконує роль пристрою, що забезпечує керування й контроль за пристроями в мережі зв'язку шляхом обміну керуючою інформацією між агентами, що розташовуються на мережних вузлах, і менеджером, розташованим на ньому. В якості протоколу керування пропонується використання SNMP. SNMP використовує розширювану модель, в якій доступна інформація визначається Базами Керуючої Інформації (MIB). MIB описують структуру керуючої інформації пристроїв. Вони використовують ієрархічний адресний простір імен, що містить унікальний ідентифікатор вузла мережі. Грубо кажучи, кожен унікальний ідентифікатор вузла ідентифікує змінну, яка може бути прочитана чи встановлена через SNMP.

Сторону користувача представляє пристрій керування. Пристроєм керування може бути комп'ютер, що має безпосередній зв'язок з управляючим модулем, або телефон, планшет, які мають зв'язок з управляючим модулем через інтернет сервер, що в свою чергу безпосередньо підключений до системи управління.

Представлена система повинна нівелювати ті недоліки, які зустрічаються в інших підходах. В подальших працях увагу буде зосереджено на практичній стороні даної проблеми, а саме тестування і вдосконалення системи "розумного дому".

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Бритов О.А., Сачлі Є.Г., Петренко Д.А.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Технології побудови комп'ютерних заставок

На сьогодні існує кілька різних технологій створення анімованих і інтерактивних заставок для екранів комп'ютерів та мобільних приладів. Представлена робота присвячена аналізу и порівнянню таких технологій.

Зберігач екрану (Screensaver) - це тип комп'ютерної програми, яка спочатку проектувалася, щоб запобігти вигоранню фосфору екрану шляхом виключення проміння електронно-променевої трубки або надання йому руху при малюванні зображень чи шаблонів, коли комп'ютер не використовувався. ЖК монітори сучасних комп'ютерів, у тому числі дисплеї, які використані в портативних комп'ютерах, не сприйнятливі до процесів вигорання, тому що не вживають фосфор для створення зображення. З цих причин зберігачі екрану сьогодні слугують передусім для декоративних цілей, розваги або для захисту використованого пароля. Вони зазвичай відображають зображення або шаблон, що рухається, і іноді супроводжуються звуковими ефектами. Найпростіший випадок – це зміна кольору, якщо монітор був не задіяний занадто довго. Слід зазначити, що зберігачі екранів використовують істотну частину часу процесора (CPU), що призводить до зростання споживаної потужності.

Сьогодні за допомогою сучасних технологій комп'ютерної графіки вироблено велику кількість різноманітних зберігачів екрану [1]. Навіть існують 3-вимірні зберігачі екрану, які забезпечують реалістичні зображення. Зазвичай розробники екранних зберігачів використовують мови програмування C або C++ разом з графічними інтерфейсами (GDI) типу DirectX чи OpenGL. Якщо ви програміст, то зможете написати свій власний зберігач екрану, користуючись численними мережевими ресурсами, що містять технічну інформацію і навіть початкові коди. Програми, подібні до Screen Saver Builder [1] та Screensaver Wonder [2], дозволяють комбінувати зображення, анімації і звуки, щоб створити власний зберігач екрану.

Рис. 1. База кращих безкоштовних живих шпалер

Шпалери (Wallpapers) - це зображення, яке використовується як основа (екранний фон) графічного інтерфейсу користувача (GUI) на дисплеї комп'ютера або мобільних засобів зв'язку. Хоча більшість пристроїв продається із заданим за замовчанням зображенням, користувач може зазвичай змінити його за своїм вибором. Шпалери сприяють самовираженню клієнта незалежно від того, чи це шпалери у нього вдома на стіні або це екранні шпалери на його комп'ютері. З їх допомогою клієнт проявляє свої уподобання. Щонайменше, шпалери показують, що клієнт не дуже занудний.

Хоча поняття шпалер універсальне і зараз застосовується для більшості типів комп'ютерів і операційних систем, ОС Android розширює це поняття на один крок далі, дозволяючи клієнту вносити динамічний вміст в зображення, в результаті чого екранні шпалери перетворюються в «живі» шпалери для Android [3-5]. Клієнт може встановити на своєму телефоні різні анімовані та чутливі до дотику шпалери у вигляді мультиплікації, видів природи та іншого, рис.1. Окрім того, можливо, він хоче мати свій власний стиль живих шпалер. Програма OwnSkin [6] є безкоштовним застосуванням для Android, яке забезпечує платформу для створення і редагування живих шпалер в Android.

За допомогою флеш-технологій можна об'єднувати растрові зображення (bitmaps) з відео.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Більшість флеш - фільмів представляють собою синтетичне відео, що створюється за допомогою засобів векторної графіки, завдяки чому вони мають чіткий графічний вигляд, але зберігають специфічні риси, які є наслідком штучного створення зображень.

Зациклені відео, або живі картини, представляють собою відносно новий напрямок в створенні комп'ютерних заставок. Вони будуються з відео матеріалів, отриманих при зйомках місцевості чи місця події. Потреба відображати навколишню дійсність була і буде у людини завжди. З цієї потреби беруть свої коріння майже всі види мистецтв. Історично склалося, що твори образотворчого мистецтва цінуються людством головним чином за реалізм відображення. Тому краса полотен і скульптур творців епохи ренесансу однаково зрозуміла всім людям в будь-які часи. Це розуміння не залежить від віку, країни або приналежності до певного культурного прошарку. Це природна краса, що близька і зрозуміла всім. Саме тому, що вона відображає навколишній світ реально. Мистецтво фотографії прийшло на зміну живопису і практично відразу знайшло визнання у всього людства певним чином за рахунок своєї документальної достовірності. Фото і зараз сприймається глядачем як щось цілком дійсне, як вікно в застиглу мить реальності, що десь продовжує існувати. У цьому світлі зрозуміло прагнення митця доповнити фотографію більшим ступенем реалізму. Так були винайдені кольорове фото і стереоскопія. Але з появою цифрового фото з'явилися і нові технічні можливості, що підвищують реалізм відзнятого.

Пропонована ідея Живих картин основою своєї технічної реалізації також має процес складання підсумкового зображення з деякого числа знімків камери. Принципово її можна порівняти з невеликим фільмом. Але кінематограф і малюнок мають зовсім різні цілі. Кіно можна порівняти з оповідачем історії, а фото - з маленьким вікном у світ спогадів. Фото - це світ пам'яті, уяви і фантазії. Кіно і фотографія мають різні цілі і цінні для нас по-різному. Вони не виключають, а доповнюють наші можливості відображати світ. Тобто, Жива картина - це, перш за все, фотознімок. Це також вікно у світ спогадів. Але цей фотознімок продовжує жити. Він для глядача більш реальний, тому що всі предмети на ньому ведуть себе так, як їх пам'ятає фотограф. Це одна жива мить з однієї сцени життя, яка просто відбилася в пам'яті. Тому ми вважаємо, що Жива картина - це новий крок до реалізму фотографії, а, можливо, і новий вид творчості.

Для досягнення ефекту живої картини короткі відеопослідовності піддаються спеціальній обробці, в результаті якої ці відео послідовності перетворюються таким чином, що перехід від останнього кадру к першому виконується без раптових змін зображення, що робить такий перехід непомітним для людського ока. Циклічне відтворення такої відео послідовності створює враження нескінченного відеоряду [7].

В доповіді наведені результати дослідження перелічених вище технологій створення комп'ютерних заставок, аналізуються їх переваги і обмеження.

Література. **1.** Screen Saver Builder - http://www.screen-saver-builder.com/. **2.** Screensaver Wonder - http://www.blumentals.net/scrwonder/. **3.** Live wallpaper - http://en.wikipedia.org/wiki/Livewallpaper. **4.** Live wallpapers for your Android - http://www.livewallpapers.org/. **5.** Live wallpapers - http://developer.android.com/resources/articles/live-wallpapers.html. **6.** Top Free And Most Beautiful Android Live Wallpapers - http://www.addictivetips.com/mobile/top-free-and-most-beautiful-live-wallpapers-for-android/. **7.** US Patent 2011/0038612 A1 "Live Images" from Feb.17 2011 (Joffe et al).

Васенко А.В., Мальчиков В.В.
Національний технічний університет України "КПІ", ФПМ, Київ, Україна

Використання вейвлет-перетворень для покращення якості звукових сигналів

Основною ціллю застосування вейвлет-аналізу є аналіз та обробка нестаціонарних (за часом) та неоднорідних (у просторі) сигналів різних типів. Для покращення якості звукових файлів використовують видалення високочастотних або низькочастотних складових зі спектру сигналу.

Частота сигналу обернено пропорційна його довжині, тобто для отримання високочастотної інформації з хорошою точністю потрібно брати її з відносно малих часових інтервалів, а не з усього сигналу; і навпаки, низькочастотну спектральну інформацію - з відносно широких часових інтервалів сигналу.

Інтегральне перетворення і ряди Фур'є є основою гармонійного аналізу. Всі необхідні властивості і формули можна виписати за допомогою комплексної синусоїдальної хвилі:

$$e^{it} = \cos(t) + i\sin(t). \tag{1}$$

Проте, перетворення Фур'є має наступні недоліки: вихідний сигнал змінюється на періодичний з періодом, що рівний довжині сигналу; перетворення погано працює з нестаціонарними сигналами, так як дає усереднені коефіцієнти для всього сигналу. Для зручності можна використовувати віконне перетворення Фур'є, проте нескінченно осцилююча функція не дозволяє отримати хорошу локалізовану функцію.

Базисні функції віконного перетворення Фур'є мають одне й те саме розширення за часом і частотою, тоді як базисні функції вейвлет-перетворення мають зменшуване з масштабом a розширення за часом і збільшуване з масштабом a розширення за частотою. Ця властивість допомагає краще аналізувати сигнали, так як швидкі варіації сигналів (високочастотні характеристики) добре локалізовані; а для виявлення характеристик, що змінюються повільно, буде достатньо низькочастотного розширення [1].

Якщо спостерігати за тими місцями сигналу, де вейвлет-коефіцієнти приймають великі значення, то можна виявити розташування особливостей функцій, тоді як перетворення Фур'є не зможе дати такої інформації.

Модель зашумленого сигналу зазвичай приймається адитивною:

$$s(n) = f(n) + ke(n), \tag{2}$$

з рівномірним кроком за аргументом n, де $f(n)$ — корисна інформаційна складова, $e(n)$ – шумовий сигнал, наприклад, білий шум певного рівня з середнім нульовим значенням, k – коефіцієнт, який задає рівень шуму [2].

При вейвлет-перетвореннях сигнал розкладається на апроксимуючі коефіцієнти cA_j – згладжений сигнал; і деталізуючі коефіцієнти cD_j, які описують коливання. В результаті того, що шумова компонента більше відображається в деталізуючих коефіцієнтах cD_j, то і при видаленні шуму обробляються саме вони. Тобто, для кожного рівня від 1 до N обирається поріг і проводиться порогова обробка деталізуючих коефіцієнтів.

В роботі проводиться підбір оптимального значення порогу при використанні різних вейвлет-перетворень. Від вибору порогового рівня шуму залежить якість шумоочистки сигналу, яка оцінюється у вигляді відношення сигнал/шум. Задавання малих значень порогу зберігає інформацію про шумову складову в коефіцієнтах деталізації, що призводить лише до незначного збільшення значення відношення сигнад/шум. При великих значеннях порогу можна загубити коефіцієнти, які несуть важливу інформацію.

Література. **1.** Ермоленко Т. В. Применение вейвлет-преобразования для обработки и распознавания речевых сигналов / Т. В. Ермоленко // "Искусственный интелект". – 2002. – № 4. – С. 200-208. **2.** Астафьева Н. М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения / Н. М. Астафьева // "Успехи физических наук". – 1996. – № 11. – С. 1145-1170.

Вахрина В.А. *— рецензент Дидковская М.В.*
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Особенности проектирования интерфейса систем дистанционного обучения для детей с ограниченными возможностями

Осознание роли информационных технологий в общественном развитии непосредственно затрагивает проблему формирования информационной культуры личности человека с ограниченными возможностями.

Одним из самых важных факторов для человека с ограниченными возможностями, обеспечивающим определенного рода самостоятельность и независимость, является обучение. Согласно данным ЮНЕСКО, сегодня более 90 % детей с особенными потребностями в развивающихся странах не посещают школу [1]. В Украине и мире все чаще появляются специализированные учебные заведения, в которых внедряется модель дистанционного образования, позволяющая обеспечить удаленное взаимодействие преподавателя и учащегося. Дистанционное образование должно быть гибким, с широким использованием новейших информационных технологий, которые используются в трех основных направлениях: для доставки учебной информации, организации продуктивной самостоятельной учебно-познавательной деятельности, контроля достижений студентов с ограниченными способностями [2]. Если инвалид-колясочник может использовать для работы и учебы обычный настольный ПК или ноутбук, то слепые люди этой возможности лишены. Для того, чтобы удовлетворить потребности слабовидящих людей, инженерам-разработчикам приходится создавать специфические устройства. Современные компьютерные тифлоинформационные средства, которые могут быть использованы в процессе обучения детей с тяжелым нарушением зрения, позволяют ввод и вывод информации при помощи матрицы, которая образует рельефно-точечный шрифт Брайля. С 2000 года разрабатывается брайлевский дисплей на новой технологии вращающегося колеса. В этой технологии брайлевские символы отображаются на вращающейся поверхности, что позволяет читать текст с заданной скоростью, не двигая палец по буквам. Среди альтернативных клавиатур была предложена «Адаптивная клавиатура (система коммуникации для слепых)» [3], представляющая собой тактильную перчатку с 72 элементами, расположенными в соответствии с раскладкой стандартной клавиатуры. Кроме того, используются речевые синтезаторы, такие как системы Naturally Speaking компании Dragon Systems и ViaVoice компании IBM, и устройства виртуального считывания, такие как компьютерная мышь VTS от компании VirTouch и осязаемый дисплей, разработанный специалистами Национального института стандартов и технологий США (National Institute of Standards and Technology NIST). Однако большинство этих устройств практически недоступны людям с ограниченной зрительной функцией в силу своей дороговизны (цена такого устройства составляет 2000$ за самый дешевый вариант).

Что же касается программных разработок, то следует выделить так называемые программы-чтецы, которые описывают объекты в фокусе ввода. Прежде всего, произносится название типа объекта — кнопка, текстовое поле, флажок и т. д. Затем читается, каково его состояние. Некоторые программы содержат дополнительные подсказки пользователю с напоминанием о возможных операциях с текущим объектом. Информация прочитывается каждый раз, когда объект изменяет свое состояние или фокус переходит к другому объекту. [4]

Также существуют программные модули, которые облегчают ввод информации за счет программного видоизменения раскладки клавиатуры [5]. Одна из таких разработок представляет собой эмулированную клавиатуру, использующую всего 15 функциональных клавиш (рис. 1, 2). Для изображения букв и цифр в шрифте Брайля используются 6 точек, поэтому для реализации ввода этим шрифтом были выбраны клавиши S, D, F, J, K, L, эмулирующие ячейки 1-6 (рис. 1). Именно эти клавиши были выбраны потому, что на всех современных клавиатурах, на клавишах F и J есть насечки – то есть эти клавиши можно без проблем отличить от других. Эмуляция выше перечисленных клавиш производится с помощью языка Javascript.

Происходит эмуляция по следующей схеме: пользователь нажимает клавишу, после чего система перехватывает код нажатой клавиши, сравнивает его со словарем, и транслирует его в некоторый код, означающий ячейку брайлевого шрифта. Далее информация по протоколу SOAP передается на обработку в ядро.

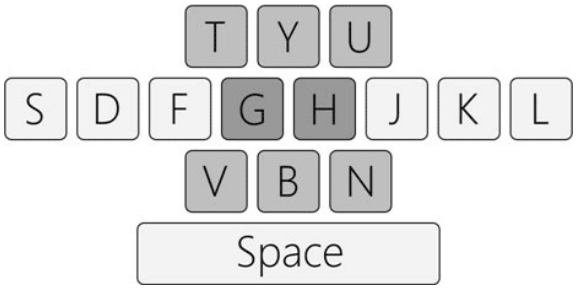


Рис. 1. Рабочие клавиши пользователя

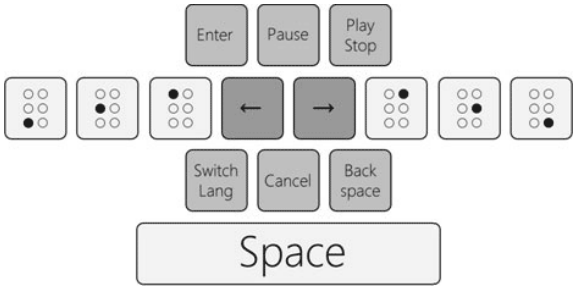


Рис. 2. Символы, эмулирующие рабочие клавиши пользователя

Помимо основных символьных клавиш, в системе присутствуют также и специальные «горячие клавиши». Вывод информации производится побуквенно (при наборе текста) и пословно (при чтении текста) плеером, написанным специально для этого модуля. Данная разработка является достаточно новой и подразумевает возможность дальнейших модификаций. В качестве таких модификаций предлагается разработка сервиса для работы с украинским языком.

При практической реализации дистанционного обучения очевидно преимущество перед традиционными формами в формировании знаний практически автономно от преподавателя путем самостоятельной работы студента над материалами, а также наличие системы обратной связи со студентами в реальном времени, наличие автоматизированной системы четкого учета успешности студента и выполнении им индивидуальных планов. Эффективность самостоятельной работы больше, чем других форм образования, зависит от способов предоставления образовательных материалов, контролирования работы и контактирования с преподавателем. Поэтому, прежде всего, развитие этой формы обучения напрямую зависит от качества внедрения новейших информационных технологий и средств коммуникации.

Таким образом, использование новейших информационно-коммуникационных технологий значительно облегчает работу человека с ограниченными возможностями с компьютером, а значит, качественно улучшает результат этой работы.

Литература. **1.** IT и инвалиды: реабилитация и жизнь в цифре: http://www.3dnews.ru/editorial/it_invalids. **2.** Волошко Л.Б. Актуальні проблеми навчання та виховання людей із особливими потребами: 36. наукових праць. - К.: Університет "Україна 2004.- 448 с. **3.** Брайль: чтение руками: http://www.popmech.ru/article/2238-brayl/. **4.** ПК для незрячих: опыт, проблемы, перспективы: http://www.osp.ru/pcworld/2009/06/9463749/. **5.** Использование информационных технологий для решения проблемы адаптации ресурсов сети Интернет для людей с ограниченной зрительной функцией: http://userexperience.ru/2010/gu_vshe/.

Волинець Н.С., Кодола Г.М., Овчаренко О.В.
ДВНЗ "Український державний хіміко-технологічний університет", Дніпропетровськ, Україна

Можливості застосування систем управління контентом для створення Інтернет-ресурсу кафедри

Розвиток інформаційних технологій в сфері освіти дозволяє застосувати нові можливості для навчання та контролю знань студентів в учбовому процесі.

На концептуальному етапі проектування сайту кафедри [1] було висунуто основні вимоги: розробити Інтернет-ресурс, який дозволяє студентам отримати:

- теоретичні відомості за дисципліною;
- методичні вказівки та завдання до лабораторних та практичних робіт;
- перелік рекомендованої літератури та інтернет-ресурсів за дисципліною;
- ознайомитися з кращими роботами студентів за даною дисципліною;
- відомості про результати своєї успішності за дисципліною і т.і.

На фізичному етапі проектування сайту для реалізації поставленої задачі був проведений аналіз функцій та можливостей сучасних систем управління контентом [2-4].

З появою нових інформаційних технологій спостерігається постійне зростання вимог до інтерактивності і зручності користування веб-сайтами. На зміну сайтам-сторінкам і сайтам-візитівкам приходять так звані "керовані"сайти, коли користувачу надається можливість редагувати структуру сайту незалежно від його наповнення, розміщувати новий контент без допомоги розробника.

Під "контентом"розуміємо інформаційне наповнення сайту, тобто всі типи матеріалів, які знаходяться на сервері: web-сторінки, документи, програми, аудіо-файли, фільми і так далі. Принцип роботи систем управління контентом – генерація сторінок за запитом. Модуль представлення генерує сторінку після запиту до неї на основі інформації з бази даних. Інформація в базі, в свою чергу, редагується за допомогою модуля редагування.

Таким чином, відокремлення дизайну від контенту сайту є основною особливістю сучасних систем управління контентом. На цій основі можливі подальші вдосконалення структури сайту, такі як визначення різних функцій користувача і автоматизація бізнес-процесів, а найголовніше – контроль контенту, що поступає на сайт.

Отже, можна виділити дві основні функції систем управління контентом.

Перша – робота з базою даних існуючого сайту. Потрібні дані відображаються у відповідності з обраним шаблоном, і на екрані користувач бачить сторінку сайту з обраним ним контентом. Друга функція – це наглядний і візуально оптимізований контроль над сайтом з боку його власника. Таким чином, все, що стосується внутрішнього механізму роботи сайту, вже описано створювачами системи управління контентом, яка працює на сервері, а власник сайту лише задає необхідні параметри, виходячи з особистих вподобань.

На даний час найбільш поширеними є системи управління контентом Joomla, Drupal, WordPress, DLE, MODx [2,3]. За рейтингом безкоштовних систем управління сайтами найбільш розповсюдженою CMS є WordPress (36,64 %). Друге місце посідає Joomla (30,57 %) [4].

Високий попит є причиною появи все більшої кількості нових систем управління контентом, і їх розвиток іде шляхом спрощення інтерфейсу і інтеграції з новими системами.

Проведене дослідження дозволило визначити основні вимоги до сайту, вибрати зручний інструментарій для технічної реалізаціїї сайту.

Література. **1.** Сергеев А. А. Концептуальное проектирование web-сайта кафедры. // Материалы 12-й МНТ конф. SAIT 2010. - К.: УНК "ИПСА" НТУУ "КПИ", 2010. – 487 с. **2.** Джон К. Вандюк, Мэтт Вестгейт. CMS Drupal. Руководство по разработке системы управления сайтом. – М.: Вильямс, 2008. – 400 с. **3.** Хаген Граф. Создание веб-сайтов с помощью Joomla! 1.5. – М.: Вильямс, 2009. – 304 с. **4.** http://cmspedia.ru

Волошин М.І.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Дострокове погашення депозитів в банку

Дострокове погашення депозиту полягає у поверненні основної суми депозиту до того, як спливе термін, на який він укладається. Дострокове погашення передбачене Цивільним кодексом України [1], проте в якості компенсації банки зазвичай застосовують штраф у вигляді несплати нарахованих відсотків. Розглянемо фактори дострокового витребування депозитів.

- Перевкладення депозиту в інший фінансовий продукт або напрям розміщення коштів з вищою процентною ставкою.
- Невпевненість клієнта у тому, що банк не оголосить дефолт до того, як спливе термін, на який укладався його депозит.
- Форс-мажорні обставини у клієнта, за яких йому терміново необхідні кошти.

Зазвичай при аналізі дострокового погашення кредитів використовують поняття «витримки» або строку, що пройшов від розміщення до фактичного погашення [2]. У роботі запропоновано застосувати цей підхід до депозитів, але замість абсолютних значень «витримки» перейти до відносних, що дає змогу аналізувати депозити з різними плановими строками. Відносна «витримка» обчислюється як відношення абсолютної «витримки» до планового строку депозиту.

Далі розглянемо перший, економічно обґрунтований фактор дострокового повернення. Для того, щоб операція дострокового повернення депозиту була вигідна для клієнта, має виконуватися умова: відсотки, сплачені за альтернативним вкладом протягом періоду, що залишився $(m-t_W)$, мають перевищувати відсотки, сплачені за теперішнім депозитом протягом планового строку m:

$$(m - t_W) \cdot r_m \geqslant m \cdot r_d, \text{ або } \frac{(1-a) \cdot r_m}{r_d} - 1 \geqslant 0 \tag{1}$$

де m – (maturity) плановий строк, на який укладається депозит,
t_W – час, що пройшов від залучення до повернення депозиту,
r_m – (rate market) ставка альтернативного розміщення,
r_d – (rate deposit) ставка за депозитом,
a – (age) відносна «витримка» депозиту.

Із цієї умови випливає, що ставка альтеративного розміщення r_m має бути не меншою за певне значення:

$$r_{min} = \frac{m \cdot r_d}{m - t_{EW}} \tag{2}$$

де r_{min} – (rate minimal) мінімальна ставка альтернативного розміщення, за умови існування якої дострокове погашення є економічно обґрунтованим.

Коли строк, що пройшов з моменту залучення, буде наближатися до договірного строку депозиту m, значення мінімальної ставки r_{min} буде швидко зростати. Як наслідок, настане момент, коли клієнт не зможе знайти на ринку настільки високу ставку. Отже, доцільно порівнювати максимальну доступну ставку на ринку зі ставкою r_{min}. Від їх різниці буде залежати ймовірність дострокового повернення депозиту.

Інші фактори дострокового погашення в роботі не розгдядаються. Проте слід зазначити, що втрата вагомої суми нарахованих відсотків у кінці строку депозиту може стримувати клієнта до здійснення дострокового погашення в усіх випадках.

Література. **1.** Цивільний кодекс України від 16.01.2003 р. // Офіц. вісн. України. – 2003. – № 11. – Ст. 461. **2.** Ценные бумаги, обеспеченные ипотекой и активами / Под ред. Лакхбира Хейра; Пер. С англ. – М.: Апина Бизнес Букс, 2007. – 410 с.

Ву Дык Тхинь, Мидцев Ю.В.
Национальный технический университет Украины "КПИ", ФИВТ, Киев, Украина

Повышение безопасности виртуализации за счет групировки виртуальных машин

Введение. При традиционном подходе построения IT инфраструктуры со временем возникают множественные коллизии, связанные со сложной системой связей и взаимодействий аппаратной и программной частей. Такой подход в значительной мере снижает эффективность и быстродействие системы в целом. В то же время, около 70 % времени администраторы систем затрачивают на распределение и настройку ресурсов между приложениями [1]. В комбинации с ограничением средств это приводит к тому, что выделенные ресурсы чаще всего не соответствуют требованиям ПО. Для решения подобных проблем применяют технологию виртуализации.

Можно выделить такие основные преимущества технологии виртуализации [1]:

- Увеличение производительности серверов путем консолидации приложений.
- Стандартизация инфраструктуры.
- Уменьшение затрат на администрирование.
- Повышение производительности разработки и тестирования программных решений.
- Повышение защищенности механизмов управления ЦОД.
- Уменьшается время разворачивания, миграции и конфигурирования сервисов.
- Уменьшение затрат на построения сетевых структур.
- Аудит изменений инфраструктуры.

Возможные преимущества при использовании виртуализации делают технологию особенно актуальной и востребованной. Множество исследований направленны на разработку новых подходов к реализации технологии, целью которых является повышение ее эффективности работы. Следует отметить, что основными показателями эффективности работы виртуализации являются [2]:

- Загруженность ресурсов инфраструктуры
- Задержка при трансляции запросов гостевых ОС на физический уровень.

Основная часть. В основу технологии виртуализации заложена способность повышения загруженности инфраструктуры за счет возможности работы множества виртуальных машин на единой физической системе. В тоже время при расчете эффективности работы следует учитывать только полезные вычисления. Потому реализация виртуализации направлена на снижения затрат необходимых для управления виртуальными машинами во времени [2, 3]. Для оценки задержки при трансляции запросов следует более детально рассмотреть подходы к построению виртуальной структуры:

1. Полная виртуализации. Реализация на основе гипервизора (Рис. 1).
2. Паравиртуализация. Гостевые ОС интегрируются с гипервизором (Рис. 2).

Рис. 1. Полная виртуализации

Рис. 2. Паравиртуализация

При реализации полной виртуализации функции хостовой ОС и промежуточного программного обеспечения виртуализации могут быть совмещены в рамках гипервизора. Из рис. 1 и

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

рис. 2 видно, что при реализации полной виртуализации запросы гостевой ОС, прежде чем достигнуть аппаратного обеспечения, обрабатываются промежуточным ПО. При таком подходе присутствует значительная задержка при выполнение запросов, а также затрачивается процессорное время на вспомогательные службы. Реализация виртуализации на основе гипервизора уменьшает эти показатели путем объедения функций хостовой ОС и промежуточного ПО. При паравиртуализации эти показатели уменьшаются за счет модификации гостевых ОС (введения дополнительных системных запросов).

В данной работе предлагается использовать модифицированный подход реализации виртуализации для уменьшения времени задержки выполнения запросов гостевых ОС, а также уменьшения затраченного процессорного времени на выполнение служебных задач виртуализации. На рис. 2 представлена схема модифицированного подхода. Суть его заключается в том, что однотипные ОС (по характеру приложений, которые на них запущенны) объединяются в пары (группы) для работы в рамках единой ВМ. При такой реализации технологии виртуализации ВМ выполняют дополнительную задачу изоляции гостевых ОС друг от друга и предоставления каждой из них процессорного времени, что можно достич путем равноправного распределения процессорного времени между виртуальными ОС. Сложность принятия решения при распределении времени между ОС в рамках подобной ВМ меньше, чем распределение времени между ВМ-ми в рамках гипервизора. Такой подход позволяет снизить затраченное процессорное время на решение служебных задач промежуточного ПО. Задержу выполнения запросов гостевых ОС возможно снизить за счет уменьшения количества виртуальных машин и, следовательно, ускорения процесса трансляции запросов на уровне гипервизора.

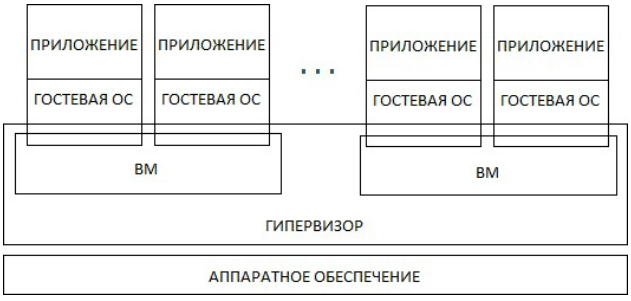


Рис. 3. Модифицированный подход реализации виртуализации.

Подобный подход также может быть использован для реализация дополнительного уровня безопасности. В этом случае предполагается, что в рамках одной ВМ функционируют несколько гостевых ОС, одна из которых предоставляет доступ к сервису, а остальные выполняют функции фильтров. Фильтры параллельно работе сервиса выполняют обработку всех системных запросов с целью поиска нарушений безопасности и при необходимости прерывают некоторые из них.

Заключение. В данной работе представлен модифицированный подход к реализации виртуализации для повышения эффективности работы системы. Повышение эффективности достигается за счет снижения количества выделяемого процессорного времени для решения задач промежуточного ПО виртуализации, а также уменьшения задержек при выполнении запросов гостевых ОС.

Литература. **1.** Anil Desai, Virtual Platform Management, July, 2008, p.40-60. **2.** M.N. Bennani- and D.A. Menasce, Resource Allocation for Autonomic Data Centers Using Analytic Performance Models Proc. 2005, Seattle, WA, June 13-16, 2009. **3.** P.Padala, X.Zhu, etc., Adaptive Control of Virtualized Resources in Utility Computing Environments, EuroSys'07, p.289-302.

Гаюха А.А. *— рецензент Киселев Г.Д.*
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Способы и особенности организации систем распознавания речи

Распознавание речи – актуальная задача, расширяющая горизонты робототехники. Создание множества систем, принимающих аудиопоток человеческой речи в качестве входных данных и проводящих анализ этого потока, обусловлено стремлением человека научиться общаться с машиной.

Основная задача системы распознавания речи – представление аудиопотока как набора символов. Сами системы можно разделить на два вида:

- Системы, зависимые от диктора;
- Системы, не зависимые от диктора.

Системы первого класса обучаются и настраиваются под речь определенного диктора и требуют полной перестройки при его смене, вторые работают с произвольной речью.

Помимо привязки к диктору, системы можно разделить на два типа, концепции работы которых кардинально отличаются между собой:

- Распознавание голосовых меток;
- Распознавание лексических элементов.

Первый подход позволяет анализировать речь по готовым образцам, заранее хранящимся в базе данных. Второй подход анализирует поток речи, выделяя из него отдельные лексические элементы — фонемы и аллофоны, которые затем объединяются в слоги и морфемы.

Реализация систем распознавания речи подразумевает использование искусственных нейронных сетей, но не ограничивается ними. В качестве модели нейронной сети обычно выбирают сеть Кохонена. Это связано с тем, что она наиболее приспособлена к изменчивости и неоднородности речи. В ней для группы входных сигналов происходит формирование нейронных ансамблей, представляющих данные сигналы. Дополнительным преимуществом использования нейронных сетей является гибкость изменения алгоритма распознавания за счет изменения структуры сети. Задача выбора оптимальной архитектуры нейронной сети решается при помощи использования генетических алгоритмов. При их использовании создается набор правил, который позволяет определять степень выполнения задачи данной нейронной сетью, а также правила модификации сети. В результате формируется нейронная сеть, которая позволяет оптимально решить задачу распознавания голоса для текущих звуковых параметров и тембра голоса.

Для выделения информативных признаков речевого сигнала используется спектральное представление речи, которое можно разделить на два этапа. Первый этап осуществляет получение частотного спектра речевого сигнала, выполняя дискретное преобразование Фурье. Второй этап обрабатывает полученный спектр сигнала, улучшая и очищая его.

Динамические особенности речи и ее изменчивость также учитываются при анализе речевого потока. Используемые для этого параметры представляют собой производные по времени от основных параметров речи, таких как тембр голоса, скорость речи, изменение интонации.

Системы распознавания речи активно внедряются в современную технику и имеют коммерческий интерес. Например: голосовой вызов в телефоне, манипуляции бытовой техникой, автоответчики, способные принимать заказы и заполнять анкеты. Недостатком данного вида услуг является то, что сами системы распознавания голоса еще достаточно ненадежны и нуждаются в дополнительных междисциплинарных исследованиях.

Литература. **1.** Фролов А.В., Фролов Г.В. Синтез и распознавание речи. Современные решения., 2003. **2.** Москаленко А.М. Использование нейросетей для автоматического распознавания и синтеза речи, 2000. **3.** Speech Analysis FAQ: http://svr-www.eng.cam.ac.uk/~ajr/SA95/SpeechAnalysis.html. **4.** Analysis of Kohonen's Neural Network with application to speech recognition: http://www.micai.org/2009/proceedings/complementary/cd/ws-cvpr/138/Analysis%20of%20Kohonen-s%20Neural%20Network.pdf.

Говорущенко Т.О.
Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна

Ефективність метрик складності та якості програмного забезпечення

Вступ. Основним засобом аналізу та оцінювання складності і якості програмного забезпечення (ПЗ) є метричний аналіз. На практиці важливо оцінювати якість програм не лише в завершеному вигляді, але й в процесі їх проектування і розроблення. У [1] обрано 9 метрик етапу проектування ПЗ з точними значеннями та 15 метрик етапу проектування ПЗ з прогнозованими значеннями на етапі проектування.

Ефективність метрик програмного забезпечення. Алгоритми обчислення ефективності та значущості метрик складності ПЗ на етапі проектування наведено у [2], алгоритми обчислення ефективності та значущості метрик якості ПЗ на етапі проектування наведено у [3]. Значення підсумкового критеріального показника ефективності для кожної з 24 метрик складності та якості ПЗ на етапі проектування за адитивним критерієм наведені у таблиці 1.

Табл. 1. Ефективність метрик складності та якості програмного забезпечення

Ефективність метрик етапу проектування з точними значеннями	Ефективність метрик етапу проектування з прогнозованими значеннями
Метрика Чепіна - 0,107 Метрика Джилба (абсолютна) - 0,107 Метрика Мак-Клура - 0,190 Метрика Кафура - 0,107 Метрика зв'язності - 0,148 Метрика зчеплення - 0,190 Метрика звертання до глобальних змінних - 0,128 Час модифікації моделей - 0,107 Загальна кількість знайдених помилок при інспектуванні моделей та прототипів модулів - 0,107	Очікувана LOC-оцінка - 0,086 Метрика Холстеда - 0,086 Метрика Маккейба - 0,190 Метрика Джилба (відносна) - 0,107 Прогнозована кількість операторів програми - 0,086 Оцінка складності інтерфейсів ПЗ - 0,128 Загальний час розроблення ПЗ - 0,107 Час етапу проектування ПЗ - 0,107 Очікувана вартість розроблення ПЗ - 0,107 Прогнозована вартість перевірки якості ПЗ - 0,107 Продуктивність розроблення ПЗ - 0,107 Витрати на реалізацію коду - 0,107 Прогнозований функційний розмір - 0,190 Оцінка трудовитрат за Боемом - 0,148 Оцінка тривалості проекту за Боемом - 0,148

Висновки. Отже, порівняно високу ефективність (значущість) мають метрики: Мак-Клура, Маккейба, зчеплення, функційного розміру, зв'язності, оцінки трудовитрат та тривалості проекту за моделлю Боема; низьку ефективність мають метрики: очікуваної LOC-оцінки, Холстеда, прогнозованої кількості операторів програми.

Література. **1.** Поморова О.В., Говорущенко Т.О., Онищук О.С. Оцінювання результатів проектування та прогнозування характеристик якості програмного забезпечення // Вісник Хмельницького національного університету – Хмельницький: ХНУ, 2011. - №2, с.168-178 **2.** Говорущенко Т.О., Бачинський А.В. Оцінювання ефективності метрик складності програмного забезпечення // Вісник Хмельницького національного університету – Хмельницький: ХНУ, 2012. - №2 **3.** Говорущенко Т.О., Питлик Є.В. Визначення ефективності метрик якості на етапі проектування програмного забезпечення // Вісник Хмельницького національного університету – Хмельницький: ХНУ, 2012. - №2

Гонтарь Н.А., Кудерметов Р.К.
Запорожский национальный технический университет, Запорожье, Украина

Организация семантической сервис-ориентированной архитектуры

Предложена организация семантической сервис-ориентированной архитектуры (ССОА) на основе технологий семантического веба. Описаны основные артефакты предложенного прототипа ССОА.

В управлении процессами предприятия, организации взаимодействия удаленных объектов, внедрении новых технологий в существующие системы все чаще применяют сервис-ориентированную архитектуру (СОА). СОА - это парадигма проектирования, разработки и управления автономными модулями, каждый из которых доступен через сеть и способен выполнять определенные функции [1].

СОА обеспечивает работу модулей системы в распределенной среде, обрабатывая и представляя их в виде сервисов для пользовательских приложений [2]. Внедрение СОА в информационную систему позволяет скрывать техническую основу сервисов от потребителя и приводит к мобильности и независимости от изменений внутри сервиса [3]. Системы, построенные на основе СОА, обладают рядом достоинств, таких как масштабируемость, распределенность и универсальность. При организации и управлении такими системами требуется профессиональная деятельность специалистов в области информационных технологий (ИТ) и в предметной области внедрения СОА, которые занимаются отбором нужной и достаточной информации для решения поставленных задач, адаптируют существующие модели к любым изменениям в целях и требованиях предприятия. Эти процессы в каждой конкретной предметной области (ПрО) занимают длительное время и требуют значительных затрат. Добавление семантики в описание сервиса позволит автоматизировать и ускорить обработку информации и однозначно интерпретировать функциональные и нефункциональные характеристики сервиса. Возможно улучшить СОА путем создание семантической сервис-ориентированной архитектуры (ССОА).

Семантика отражает две области значения данных — предметную (экстенсиональную) семантику и область понятий или смыслов (интенсиональную) семантику [4]. В настоящее время представление семантики данных в ИТ возможно при использовании онтологий ПрО (язык OWL - Web Ontology Language) и размеченной информации (язык RDF - Resource Description Framework).

ССОА строится на принципах, которые определяют управление на основе знаний, разработку и выполнение сервисов, и заключаются в следующем [5, 6]:

- принцип сервисной ориентации, обеспечивающий повторное использование, свободное связывание, композиционность, автономность, поиск и др.;
- семантический принцип, который обеспечивает формальное описание информации и позволяет определять такие характеристики сервисов: масштабируемость, семантическую интероперабельность, формальные модели сервисов и онтологий;
- принцип принятия решений;
- принцип распределенности, который позволяет агрегировать возможности нескольких вычислительных объектов путем сотрудничества.

Согласно [7] ССОА можно представить как модель взаимодействия таких основных артефактов: поставщика сервиса, потребителя сервиса, реестра сервисов, семантического сервиса и онтологий запроса клиента и предоставляемого сервиса.

Для универсальности модели перейдем к более абстрактным понятиям основных участников ССОА (рис. 1). Заказчик – это клиент / сервис, которому необходимо решить задачу и достигнуть поставленных целей. Исполнитель – это сервис / приложение, предоставляющий набор услуг. Посредник – это реестр / служба с открытым доступом для всех пользователей. Исполнитель использует посредника для регистрации сервисов, а заказчик – для поиска соответствующего сервиса.

В данной модели исполнитель совместно с сервисом проектирует онтологию предоставляе-

мого сервиса и с помощью посредника публикует WSDL и OWL-S описание. В свою очередь заказчик строит онтологическое описание предполагаемых конечных результатов и требований к сервису. В данном случае создание онтологии клиента возможно автоматически (на основе лексического анализа текста), либо с помощью эксперта в ПрО, который создает онтологию посредством специализированных сред разработки онтологий (например, Protege, OntoEdit). Создание онтологий позволяет получить в распоряжение семантического сервиса такую модель сервиса, которая объединит в совокупность функциональные и не функциональные характеристики для специфических ПрО, независимые от отдельных стандартов и терминов и не скрытые в программном коде [8]. Семантический сервис проверяет согласованность и разрешимость предоставляемых онтологий, выполняет семантический поиск, а также может задействовать дополнительно онтологии верхнего уровня, информацию от других посредников и из семантического веба.

Организация ССОА направлена на улучшение СОА и эффективное взаимодействие компонент внутри ССОА. Достоинства технологий СОА и семантического веба, сгруппированные в одной новой модели, позволяет повысить расширяемость и адаптируемость ССОА. За счет определения функций и выполняемых действий для каждого элемента ССОА достигается частичная автоматизация и структурирование предоставляемых данных. Семантический сервис устраняет недостатки избыточности существующих сервисов и релевантности поиска требуемых сервисов.

Рис. 1. Организация ССОА

Литература. **1.** Гладун, А. Я. Онтологический анализ web-сервисов в интеллектуальных сетях [Текст] / А. Я. Гладун, Ю. В. Рогушина, В. Н. Штонда // «Knowledge-Dialogue-Solutions» : XIII-th International Conference, June 18 - 25, 2007, Varna (Bulgaria). – Sofia : ITHEA, 2007. – С. 451-459. **2.** What is service-oriented architecture? [Electronic resource] / Raghu R. Kodali. – [JavaWorld]. – Access mode : http://www.javaworld.com/javaworld/jw-06-2005/jw-0613-soa.html. **3.** The IBM advantage for SOA reference architecture standards. [Electronic resource] : IBM SOA standards / Heather Kreger, Vince Brunssen, Robert Sawyer and other. - Access mode : http://www.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-soa-ref-arch/. **4.** Лингвистический энциклопедический словарь [Электронный ресурс] / Гл. ред. Ярцева В. Н. – М. : Сов. энциклопедия, 1990. – 683 с. - Режим доступа : http://tapemark.narod.ru/les/index.html. **5.** Дерецкий, В. А. Разработка приложений в сервис-ориентированной архитектуре семантического Веб [Текст] / В. А. Дерецкий // Проблемы программирования. — 2010. — № 1. — С. 66-78. **6.** Fensel, D. Implementing Semantic Web Services. The SESA Fremawork [Text] / Dieter Fensel, Mick Kerrigan, Michal Zaremba. - Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2008. – 322 p. **7.** Гонтарь, Н. А. Семантическое представление сервис-ориентированной архитектуры информационных систем [Текст] / Н. А. Гонтарь // «Інформатика і комп'ютерні технології» : VII Міжнародна наук.-техн. конф. студентів, аспірантів та молодих учених, 22 - 23 листопада 2011 р. : тези доповіді. – В 2-х томах. Т. 1.- Донецьк : ДонНТУ, 2011. – С. 343-345. **8.** Гонтарь, Н. А., Кудерметов, Р. К. Разработка онтологии системного инжиниринга космических систем [Текст] / Н. А. Гонтарь, Р. К. Кудерметов // Радиоэлектроника. Информатика. Управление. – 2011. - № 2. – С.131-137.

Диденко Д.Г.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ «КПИ», Киев, Украина

Преимущества использования среды моделирования OpenGPSS в процессе обучения студентов

Введение. Имитационное моделирование – это один из современных методов анализа работы систем. В докладе сравниваются дискретно-событийные системы имитационного моделирования OpenGPSS (http://www.simulation.kiev.ua) [1, 2], GPSS/PC [3] и GPSS\World [4]. При обучении студентов имитационному моделированию широко используется язык GPSS [5], который является простым в изучении.

Студенческая версия GPSS\World Student Version имеет ограничения по размеру модели. В отличие от неё, система OpenGPSS - это онлайн система дискретно-событийного имитационного моделирования, работающая с языком GPSS, которая предназначена для автоматического разделения заданий между узлами кластера, проведения параллельных вычислений и последующей сборки результатов.

Система OpenGPSS может применяться преподавателями ВУЗов для подготовки теоретического и практического обучения по курсам «Имитационное моделирование», «Компьютерное моделирование», «Моделирование систем», студентами для проведения лабораторных работ, организациями по разработке имитационных моделей, заказчиками моделей для проведения компьютерных прогонов, получения и анализа результата.

Главным отличием системы OpenGPSS является бесплатность, работа через браузер и совместимость с языком GPSS.

Улучшения OpenGPSS относительно GPSS/PC и GPSS\World. Система OpenGPSS выросла из GPSS/PC и поддерживает модели на стандартном языке моделирования GPSS. Расширение языка PLUS, которое используется в GPSS\World не поддерживается.

Снято ограничение на размерность сущностей:

- количество частотных интервалов в таблице неограниченно;
- количество датчиков псевдослучайных чисел (ДПЧ) неограниченно;
- поддержка вложенной косвенной адресации (глубина вложенности) не ограничена;
- в качестве параметра функции можно использовать выражения;
- индексы параметров транзакта, которые являются целыми числами, могут быть и отрицательными;
- количество элементов матрицы неограниченно.

Также, везде, где можно, снято ограничение целочисленности значений:

- в качестве параметров транзактов используются действительные числа;
- хранимые величины работают с действительными числами;
- в числовых группах можно хранить действительные числа;
- коэффициент использования многоканального устройства SRj принадлежит интервалу [0;1];
- коэффициент использования устройства FRj считается в обычном виде (например 0.709), а не в тысячных долях (например 709).

К улучшениям следует также отнести:

- поддержка кириллических комментариев;
- полусловное СЧА XHj работает так же, как и полнословное Xj;
- в булевских выражениях можно использовать битовую операцию 'XOR';
- управляющая команда CLEAR обнуляет количество вхождений в блоки;
- команда GENERATE может содержать метку, которая выводится в качестве имени генератора;
- в команде START не используются поля B, C, D;

- ограничение времени моделирования, которые задавались командой SIMULATE, вынесены в настройки пользователя;
- команды просмотра содержимого списка GROUPS, USERCHAINS, REPORT, EVENTS, STOP и EDIT реализованы через пункты меню портала;
- система может выполнять несколько компьютерных прогонов одновременно для каждого пользователя;
- в системе имеется онлайн помощь по языку GPSS;
- доступен форум разработчиков имитационных моделей;
- поддерживается работа с 29-ю видами вероятностных распределений от Бернулли до Вейбула.

Системы GPSS/PC и GPSS\World не поддерживают работу СМО с дисциплиной обслуживания прерываний с абсолютным приоритетом (ДОАП), в отличие от системы OpenGPSS, из-за чего повышается точность подсчёта числовых характеристик устройств.

Во время выполнения имитационного эксперимента пользователь может в онлайн режиме отслеживать текущее состояние своих задач. Результаты проведения компьютерного прогона в системе OpenGPSS кроме стандартного вида также имеют дополнительные поля: «Номер кадра вычислительного эксперимента», «Астрономическое время начала моделирования», «Астрономическое время окончания моделирования» и «Интервал моделирования в секундах».

Выводы.

1. Систему моделирования OpenGPSS можно использовать для проведения лабораторных работ студентов технических специальностей по дисциплинам, связанным с поддержкой принятия решений.
2. Система OpenGPSS бесплатная, поэтому легко масштабируется на большое количество студентов.
3. Нет необходимости в установке программного обеспечения, потому что система OpenGPSS работает через стандартный браузер.
4. Для языка GPSS существует большое количество книг и форумов даже на русском [3–9] и украинском языках [10].
5. Выполнение компьютерных прогонов для системы OpenGPSS происходит на сервере моделирования, при этом не нагружается компьютер пользователя.

Литература. **1.** Диденко Д.Г. Качество генерации псевдослучайных чисел в системах имитационного моделирования OpenGPSS, GPSS\World и AnyLogic.// Пятая всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика (ИММОД-2011)». - г. Санкт-Петербург. - 2011. - т.1 - С.134-138. **2.** Діденко Д.Г. Особливості роботи СМО з абсолютними пріоритетом обслуговування у системі моделювання OpenGPSS. // V науково-практична конференція з міжнародною участю «Математичне та імітаційне моделювання систем. (МОДС-2010)». - Київ. - 2010. - С.196-197. **3.** Томашевский В., Жданова Е. Имитационное моделирование в среде GPSS. - М.: Бестселлер, 2003. - 416 с. **4.** Бражник А.Н. Имитационное моделирование: возможности GPSS WORLD. - СПб.: Реноме, 2006. - 439 с. **5.** Шрайбер Томас Дж. Моделирование с использованием GPSS. - М.: Машиностроение, 1980. **6.** Боев В.Д. Моделирование систем. Инструментальные средства GPSS World: Учеб. пособие. - СПб.: БХВПетербург, 2004. - 368 с.: ил. **7.** Замятина Е.Б. Современные теории имитационного моделирования: Специальный курс. - Пермь: ПГУ, 2007. - 119 с. **8.** Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование. Теория и технологии. - СПб.: КОРОНА принт; М.: Альтекс-А, 2004. - 384 с., ил. **9.** Лоу А.М., Кельтон В.Д. Имитационное моделирование. Классика CS. 3-е изд. - СПб.: БХВ-Петербург, 2004. - 848с., ил. **10.** Томашевський В.М. Моделювання систем. - К.: Видавнича група BHV, 2005. - 352 с.: іл.

Драган Д.Д., Куц П.О., Петренко О.О. *— рецензент Петренко А.І.*
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Алгоритми оцінки руху об'єктів при обробці відео

Задача оцінки руху (ME- motion Estimation) в відеопотоці, яка важлива для багатьох застосувань (наприклад, відсліжування автомобіля, що рухається, людини, що іде, та інш.) вирішується, зазвичай, через оцінку змін між сусідніми кадрами чи між базовим (опорним) кадром і поточним кадром. При стискуванні відео чи конвертації частоти кадрів кодер використовує цю модель руху, щоб переміщати контент опорного кадру для забезпечення кращого прогнозування поточного кадру [1].

Поточний відеокадр розбивається на блоки пікселів (скажімо, розміром 16x16 чи 4x4), і оцінка руху через вектор руху (MV) здійснюється незалежно для кожного блоку пікселів шляхом визначення блоку пікселів опорного кадру, який в найбільшій мірі співпадає з поточним блоком. Найбільш популярним алгоритмом оцінки руху є алгоритм співставлення блоків (Block Matching Algorithm - BMA), з допомогою якого обчислюється вектор руху для всього блоку пікселів, а не для окремих пікселів

Для зниження обчислювальних витрат оцінку руху можна відеоряд розділяти не на блоки пікселів, а безпосередньо розглядати рухомі об'єкти в кадрі. Виявлення рухомих об'єктів забезпечується розділенням пікселів відеоряду на пікселі переднього плану (рухомі об'єкти) та фон. Такий підхід, заснований на видаленню фону, іноді називають відніманням фону, яке полягає в усуненні фону шляхом порівняння кожного кадру з опорним або моделлю фону, при цьому пікселі, які суттєво відрізняються від фону, вважаються такими, що належать рухомим об'єктам [2].

Рухомий об'єкт можна відстежувати більш точно, обчислюючи суми абсолютної різниці (SAD)

$$\sum_{x=1}^{x=N}\sum_{y=1}^{y=N}|C(x,y)-R(x,y)|$$

між кадрами, що порівнюються, та встановлюючи порогові значення для фільтрації незначних відхилень. Якщо рухомий об'єкт існує в декількох сусідніх кадрах, необхідно оновлювати область супроводження об'єкту за допомогою сучасних модіфікацій блочних алгоритмів оцінки руху (BMA), розглянутих раніше, а також коригувати розмір області супроводження. Модіфікації BMA зводяться до вимоги розгляду і порівняння всіх блоків пікселів, на які розбиваються прямокутні області апроксимації конфігурацій рухомих об'єктів (Bounding boxes), і переходу до спеціальних шаблонів пошуку кандидатів для порівняння блоків [6].

В алгоритмі триступеневого пошуку (TSS) на першій ітерації оцінюються дев'ять блоків - кандидатів [3]. Кандидати зосереджені навколо позиції опорного блоку. Розмір кроку для кожної ітерації зазвичай встановлюється рівним половині діапазону пошуку, що визначається розміром рухомого об'єкту. Підчас наступної ітерації центр пошуку зміщується в бік найбільш підходящого кандидата із першої ітерації. Крім того, розмір кроку зменшується у два рази. Той же самий процес триває, доки крок стає рівним одному пікселю. Найбільш підходящий кандидат від останньої ітерації вибирається як остаточній кандидат. Вектор руху, відповідний цьому кандидатові, обирається для поточного. Алгоритм DS (Diamond Search) є іншим алгоритмом, який перевіряє обмежену кількість кандидатів. Він схожий на триступеневий пошук. Підчас першої ітерації перевіряються 5 кандидатів [4]. Кандидати зосереджені навколо поточного положення блоку у формі діаманту. Це перша модель, так звана велика схема пошуку (LDSP). Розмір кроку для першої ітерації встановлюється рівним половині діапазону пошуку. Для другої ітерації центр ромба зміщується в бік найбільш схожого кандидата. Розмір кроку зменшується у два рази, тільки якщо кращий кандидат виявиться в центрі діаманту. У цьому випадку використовується так звана мала схема пошуку (SDSP). Якщо найкращий кандидат не у центрі алмазу, тоді той самий розмір кроку використовується і

для другої ітерації. У цьому випадку деякі з кандидатів виявляються вже оціненими в ході першої ітерації. Отже, немає необхідності проводити відповідні розрахунки для цих кандидатів у другій ітерації. Результати першої ітерації можуть бути використані для цих кандидатів блоку. Процес триває, доки крок стане рівним одному пікселю. Для цієї ітерації всіх вісьмох навколишніх кандидатів вже оцінено. Найбільш підходящий кандидат цієї ітерації вибираєтья як відповідний поточному блоку. В алгоритмі DS число кандидатів, що оцінюються, є змінним. При цьому можуть бути визначені найгірший та найкращий кандидати.

Алгоритм ієрархічного співставлення блоків є більш складним методом оцінки руху. У цьому алгоритмі оцінка руху забезпечує постійну корекцію векторів руху шляхом послідовної переоцінки вектора руху при різних значеннях роздільної здатності. Процес оцінки руху починається при найнижчій роздільній здатності. Як правило, повний пошук оцінки руху виконується для кожного блоку при найнижчій роздільній здатності. Оскільки розмір блоку і діапазон пошуку скорочуються, процедура пошуку не вимагає великих обчислень. Вектори руху, отримані з низькою щільністю, масштабуються і передаються в якості кандидатів векторів руху для кожного блоку на наступний рівень. На наступному рівні вектори руху уточнюються при використанні меншої області пошуку. Простий алгоритм оцінки руху і невеликий діапазон пошуку є достатніми для оцінки векторів руху при роздільних здатностях, близьких до максимальної, тому що на цих роздільних здатностях значення векторів руху близьки до точних [5].

В доповіді наводяться результати моделювання розглянутих підходів до оцінки руху з допомогою програмної бібліотеки OpenCV, призначеної для розв'язання задач комп'ютерного зору [6].

Література. **1.** Milind Phadtare. "Motion estimation techniques in video processing", Electronic Engineering Times India,August 2007,pp.1-4. **2.** S. Immanuel Alex Pandian, G. Josemin Bala, Becky Alma George. "A Study on Block Matching Algorithms for Motion Estimation", International Journal on Computer Science and Engineering (IJCSE), Vol. 3 No. 1 Jan 2011, pp.34-44. **3.** T. Koga, K. Iinuma, A. Hirano, Y. Iijima, and T. Ishiguro, "Motion-compensated interframe coding for video conferencing," Proc. NTC81, pp. C9.6.1-9.6.5, New Orleans, LA. Nov. 1981. **4.** S. Zhu and K.-K. Ma, "A new diamond search algorithm for fast block-matching motion estimation," in Proc. Int. Conf. Inf. Commun. Signal Process. (ICICS '97), vol. 1, Sep. 9–12, 1997, pp.292–296. **5.** L. W. Lee, J. F. Wang, J. Y. Lee, and J. D. Shie, "Dynamic search-window adjustment and interlaced search for block matching algorithm," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.,vol. 3, no. 1, Feb. 1993. **6.** OpenCV library, http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary

Єфремов К.В., Болдак А.О.
Світовий центр даних з геоінформатики та сталого розвитку, НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Засоби автоматизації аналітичної обробки даних в СЦД-Україна

Сучасні наукові дослідження, пов'язані з пошуком відповідей на глобальні виклики, які постають перед людством на початку XXI століття, є мультидісциплінарними та спрямовані на вирішення слабо структурованих задач. Прикладом таких досліджень є аналіз процесів сталого розвитку в глобальному та регіональному контексті [1, 2].

Коли йдеться про мультидісциплінарність [3], то мається на увазі, що в дослідженнях використовуються дані, які є кількісними або якісними оцінками, що характеризують різноманітні явища або об'єкти. На основі цих даних та моделей, які вироблені в різних наукових областях, розробляються узагальнюючі (мультидісциплінарні) моделі цілісного подання об'єкту дослідження. Як правило, в межах таких досліджень формальні моделі відсутні, але, в той же час, є можливість скористатися результатами об'єктивних вимірювань. Тобто, задачі таких досліджень можуть розглядатися як слабо структуровані [4], для вирішення яких сумісно використовуються як результати об'єктивних вимірювань, так і суб'єктивних експертних оцінок.

Для вирішення таких задач все частіше використовуються методи наукових обчислень [5], які складають сутність концепції інтелектуальної обробки даних [6]. Остання полягає в організації процесу виявлення в «сирих» даних раніше невідомих, нетривіальних, практично корисних знань, які можуть інтерпретуватися та бути корисними для прийняття рішень в різних сферах людської діяльності.

Зрозуміло, що концепція інтелектуальної обробки даних орієнтована не тільки на використання спеціального програмного інструментарію, а й спеціальної інформаційно-комунікаційної інфраструктури, яка дозволяє застосовувати великі обсяги даних різної природи та їх обробку для пошуку рішень різноманітних мультидисциплінарних задач. Основою такої інфраструктури може служити Світова система даних (ССД) [7], яка об'єднує більше п'ятдесяти Світових центрів даних (СЦД) та тринадцяти астрономічних і геофізичних служб аналізу даних, розташованих по всьому світу.

Нажаль, не дивлячись на те, що для більшості інструментальних мов програмування розроблено спеціалізовані бібліотеки для аналітичної обробки даних [8–10], ефективність використання такої обробки в межах універсальних засобів підтримки прийняття рішень залишається низькою. Одною з причин такого становища є те, що, з одного боку, розробка нових та(або) модифікація існуючих сценаріїв обробки даних здійснюється засобами інструментальної мови з використанням імперативної та об'єктно-орієнтованої парадигми програмування. З іншого боку, експерти, які повинні визначати сутність аналітичної обробки даних, а, відповідно, і розробляти сценарії, не мають належного досвіду програмування та вимушені звертатися за допомогою до програмістів, що, в свою чергу, збільшує трудомісткість створення та модифікації сценаріїв.

Зниження трудомісткості створення та модифікації сценаріїв аналітичного опрацювання даних може бути досягнуто за рахунок реалізації та використання предметно-орієнтованої мови, яка не потребує від експерта спеціальних знань та навичок програмування і достатня для опису процесу перетворення та аналізу даних.

Така предметно-орієнтована мова та інструментальні засоби її реалізації впроваджуються у Світовому центрі даних з геоінформатики та сталого розвитку [11] і використовуються для розрахунку моделей оцінювання сталого розвитку в глобальному та регіональному контексті [2].

На основі моделі обчислювального процесу, який розглядається як поглинаючий ланцюг Маркова з дискретними станами та автоматним часом [12], розроблено абстрактний синтаксис предметно-орієнтованої мови. Така модель може бути описана як послідовністю подій, так і мережею взаємодіючих процесів. Використання обмеженого алфавіту подій з чітко визначеною в межах протоколу взаємодії процесів семантикою забезпечує підходу до опису сценаріїв,

орієнтованого на процеси, переваги, пов'язані з тим, що така модель акцентує увагу розробника сценарію на структурі перетворень даних, які необхідно здійснити.

Зв'язок за даними між процесами здійснюється за допомогою потоків, які містять черги пакетів, що інкапсулюють як самі дані, так і метадані, необхідні для реалізації механізмів інтроспекції. Оскільки операції вибірки та поміщення пакетів в чергу ідентифікуються відносно процесів, потоки можуть подаватися у неявній формі, за допомогою поняття вхідних та вихідних портів, які асоціюються з процесами. Таким чином, процеси з'єднуються в мережу за допомогою портів, а кожна пара «вихідний порт – вхідний порт» асоціюється з потоком пакетів. У відповідності до наявності вхідних і вихідних портів процеси можуть належати до трьох категорій: процеси-джерела даних, процеси-звіти, процеси-перетворення. Оскільки процес отримують будь-які дані лише в спосіб, що передбачає вибірку пакетів з вхідних портів, виникає потреба у визначенні особливого типу процесів-джерел з постійним вихідним потоком пакетів – процесів-констант, які слугують для налаштування інших процесів.

Розроблено синтаксичні та графічні форми опису сценарію аналітичного опрацювання даних з використанням декларативної та імперативної парадигми програмування, в основі яких лежить модель графу, в якому вершини відповідають процесам, а дуги задають зв'язки між вихідними та вхідними портами.

Досвід впровадження розроблених засобів показав, що можливість подання процесу аналітичного опрацювання даних у графічному вигляді, автоматична трансформація до виду, що може виконуватися в інструментальному середовищі, наявність інтерактивних засобів налагодження процесу аналітичного опрацювання даних дозволяють знизити трудомісткість розробки процедур попередньої обробки даних, моделей оцінювання, процедур формування аналітичних звітів з використанням результатів обробки даних великого обсягу.

Література. **1.** Аналіз сталого розвитку – глобальний і регіональний контексти: У 2 ч. – Частина 1. Глобальний аналіз якості та безпеки життя людей / Міжнар. рада з науки (ICSU) [та ін.]; наук. кер. М. З. Згуровський. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 252с. **2.** Аналіз сталого розвитку– глобальний і регіональний контексти: У 2 ч. Частина 2. Україна в індикаторах сталого розвитку. Аналіз – 2010. / Міжнар. рада з науки (ICSU) [та ін.]; наук. кер. М. З. Згуровський. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 220с. **3.** Somervill M., Rapport D. Transdisciplinarity: Recreating Integrated Knowledge. Oxford, UK: EOLSS Publishers Co. Ltd. – 2000 – 271 P. **4.** Newell A., Simon H. Human problem solving. NJ: Englewood Cliffs. – Prentice-Hall.—1972. – 920 P. **5.** Yang X. S. Introduction to Computational Mathematics, World Scientific Publishing, 2008. – 245 P. **6.** В.А.Дюк, А.В.Флегонтов, И.К.Фомина, Применение технологий интеллектуального анализа данных в естественнонаучных, технических и гуманитарных областях // ftp://lib.herzen.spb.ru/text/dyuk_138_77_84.pdf **7.** M.Z.Zgurovsky, A.D.Gvishiani, K.V.Yefremov, A.M.Pasichny. Integration of the Ukrainian science into the World Data System // Cybernetics and Systems Analysis: Volume 46, Issue 2 (2010), Page 211. **8.** M.F.Hornick, E.Marcade?, S.Venkayala Java Data Mining: Strategy, Standard, and Practice. –CA, US:Morgan Kaufmann. - 2007. - 520 p. **9.** IMSL Numerical Libraries [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.roguewave.com/products/imsl-numerical-libraries.aspx **10.** Oracle Data Mining [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.oracle.com/ru/products/database/options/advanced-analytics/index.html **11.** Світовий центр даних з геоінформатики та сталого розвитку [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://wdc.org.ua **12.** Кельберт М. Я., Сухов Ю. М. Вероятность и статистика в примерах и задачах. Т. II: Марковские цепи как отправная точка теории случайных процессов и их приложения.– М.: МЦНМО.– 2009. — 295 с.

Забелін Є.В., Никоненко А.О., Рибачок Б.О.
Київський національний університет ім. Т. Шевченка, Факультет кібернетики, Київ, Україна

Основні принципи створення онтокоректора для україномовної онтології UWN

Вступ

Роботу присвячено опису ключових моментів реалізації утиліти для створення лінгвістичної онтології. Загалом утиліти, що використовуються на етапі розробки онтологічної бази знань, можна розділити на два класи: онторедактори та онтокоректори. Онторедактори представляють собою клас програм з широкими можливостями редагування онтології: внесення змін в концепти, в зв'язки, в структуру онтології та, в деяких випадках, навіть заміна мови представлення знань. Детальний опис існуючих онторедакторів можна знайти в роботах [1,2]. Онтокоректори представляють собою клас спеціалізованих утиліт, створених для полегшення процесу внесення знань в онтологію. Функціональність онтокоректорів, у порівнянні з онторедакторами, дещо обмежена і спрямована на забезпечення лише одного процесу – процесу адаптації онтології. Під адаптацією ми будемо розуміти процес створення онтології для однієї мови, взявши за основу вже існуючу онтологію іншої мови. В рамках проекту UWN [3] ми займаємося саме такою роботою, причому роль базової онтології виконує англомовна лексико-семантична база знань WordNet [4]. Аналогічні дослідження поширені і в Європі: у проекті EuroWordNet [5] для європейських мов та у проекті BalkaNet [6] для балканських мов.

Задачі онтокоректора

Для створення онтології UWN було використано методи спільного редагування та засоби сумісної роботи з даними, що дозволило зменшити часові витрати на етапі створення онтології та прискорити процесс її наповнення. За основу було взято модель Вікіпедії. За результатами досліджень, використання даної моделі дозволяє створити інфраструктуру для забезпечення одночасного та різнотипного доступу до знань онтології [7].

Онтокоректор надає можливість редагування невірно написаних описів та слів синсету, що входять до складу україномовної онтології. Також надається можливість встановлення синсетам спеціальних відміток про їх стан. За допомогою додатку можна вибрати і переглянути україномовний та англомовний опис синсету, редагувати слова синсету, що невірно написані (слова з помилками винесено в окреме поле). Додатково онтокоректор надає інформацію про можливі варіанти правильного написання слова.

В системі передбачено три рівня доступу користувачів: 0 - тільки читання, 1 - дозволено редагування і збереження змін до БД, 2 - рівень доступу модератора. Також існує три типи профілів користувача, з відповідними обмеженнями у правах:

- Читач - користувач з рівнем доступу 0. Має лише права на перегляд синсетів;
- Редактор - користувач з рівнем доступу 1. Здійснює коригування невірних слів україномовного варіанту онтології. Вся робота, виконана редактором, має бути перевірена модератором;
- Модератор - користувач з рівнем доступу 2, який здійснює перевірку роботи інших користувачів. Модератор має можливість затвердити зміни, внесені користувачем, в результаті чого їх буде внесено в структуру UWN, або відхилити зміни, в результаті чого синсет відправляється на повторну обробку користувачу.

Якщо користувач входить в додаток з правами Редактора, він може переміщуватися по синсетам, коригувати їх і зберігати внесені зміни. Якщо синсет оброблений користувачем до кінця (глосарій коректний, усі слова правильні), то він йде на перевірку Модератору. Модератор може або затвердити синсет, або повернути його назад користувачу на додаткову обробку. Затверджений Модератором синсет враховується в додатку як виконана до кінця робота. Таким чином, усі затверджені Модератором синсети вважаються вірними до того часу, поки помилка в них не знайдена Адміністратором. Синсет, відправлений на коригування Адміністратором, повертається в самий початок і підлягає повторному редагуванню Редактором-власником і

повторній перевірці Модератором, що затвердив його раніше. Якщо користувач встиг обробити синсет лише частково (наприклад, глосарій перекладено, а слова - ні), то, при наступному запуску додатку, цей синсет знову потрапить йому в обробку. Таким чином, кожен користувач має свій унікальний набір синсетів і працює тільки з ними. Поточний стан власної роботи користувач може відслідковувати за допомогою лічильників у верхній частині додатку.

Система дозволяє вирішувати наступні задачі:

1. Надання користувачам інтерфейсу для вибору синсетів україномовної онтології.
2. Надання інформації україномовного та англомовного синсетів: смислових значень та набору слів.
3. Надання можливості зміни невірно написаних слів україномовних синсетів з подальшим збереженням нового варіанту у БД.
4. Надання можливості коригування опису синсету.
5. Надання можливості встановлення спеціальних відміток для некоректно складених синсетів з подальшим збереженням до БД.
6. Надання інформації про можливі варіанти написання відредагованого слова.
7. Забезпечення користувачам рівня доступу відповідно до конфігурації їх профілів.
8. Підтримка одночасної роботи декількох користувачів.

Висновки

Описана в роботі система дозволяє вносити в онтологію дані одночасно великій кількості користувачів, забезпечує підтримку різних користувацьких профілів та реалізує механізми адресної передачі даних між користувачами з різними профілями. Фактично, система представляє собою одночасно програмне ядро, що відповідає за процеси наповнення онтології, і інтерфейс користувача для взаємодії та коригування знань онтології. Додаткові функції системи, такі як автоматична перевірка правопису, спрощують створення нових знань та сприяють зменшенню кількості помилок. Наш досвід роботи з семантичними мережами дозволяє стверджувати, що розробка онтокоректора є одним з ключових моментів для успішного створення власної онтології.

Література. **1.** Гладун А.Я. Онтологии в корпоративных системах. Часть I / А.Я. Гладун, Ю.В. Рогушина // журнал "Корпоративные системы 2006 - №1 – С. 41-47 **2.** Гладун А.Я. Онтологии в корпоративных системах. Часть II / А.Я. Гладун, Ю.В. Рогушина // журнал "Корпоративные системы 2006 - №1 – С. 48-56 **3.** Никоненко А.О. Проект UWN: Досвід створення універсальної онлайн онтології української мови // Тези міжнародної наукової конференції ISDMCI'2011 «Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта», Євпаторія, Крим, Україна, 2011 – С. 92-96 **4.** George A. Miller (1995). WordNet: A Lexical Database for English. Communications of the ACM Vol. 38, No. 11: 39-41. **5.** Piek Vossen(ed) EuroWordNet: A Multilingual Database with Lexical Semantic Networks Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1998. **6.** Stamou S., Oflazer K., Pala K., Christodoulakis D., Cristea D., Tufis D., Koeva S., Tot-kov G., Dutoit D., Grigoriadou M. 2002. "Balkanet: A Multilingual Semantic Network for Balkan Languages". In Proceedings of the 1st Global WordNet Conference, Mysore, India. **7.** Никоненко А.О. Проект UWN: Методи спільного редагування онлайн онтологій // Тези міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія», Харків, Україна, 2011 - С. 43-44.

***Зубенко І.М.*[1], *Корначевський Я.І.*[1], *Макеєнок О.М.*[2]**
[1]*ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна;* [2]*Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАНУ та МОНМСУ, Київ, Україна*

Сучасні інформаційні технології програмної обробки відеопослідовностей

Сьогодні програмна обробка відео може здійснюватися двома шляхами: за допомогою відеоредакторів, і за допомогою бібліотек програм обробки відео. Значна частина відеоредакторів дозволяє використовувати додаткові програми – плагіни, які розширяють можливості редакторів. Часто користувач може розробляти власні плагіни, які реалізують потрібні саме для нього алгоритми. Бібліотеки обробки відео надають користувачу набір стандартних алгоритмів, який користувач може при необхідності розширити, створюючи нові власні функції (як за допомогою вже існуючих функцій, так і за допомогою звичних йому мов програмування, наприклад C, або C++).

Нижче дається аналіз основних відеоредакторів та бібліотек обробки відео.

В дослідженні були розглянуті наступні редактори відео: OpenShot, VirtualDub + Avisynth, Cyberlink PowerDirector, PiTiVi, Cinelerra, Kdenlive.

OpenShot – це редактор, заснований на python + FFmpeg, і, таким чином, є кросплатформеним і його просто модифікувати і розширювати. Він надає доступ до різних даних кадру і може бути використаний для широко класу задач обробки відео.

VirtualDub + Avisynth (скриптовий інтерпретатор) – це пара, яка містить простий редактор відео, а також кадровий сервер. Вони дозволяють використовувати велику кількість існуючих фільтрів. Продуктивність цих програм дозволяє робити це майже в реальному часі. Більшість фільтрів добре задокументована, вони мають відкриті програмні коди і можуть бути просто пристосовані до потреб користувачів.

Cyberlink PowerDirector – це простий редактор для новачків, який дозволяє обробляти відео за допомогою накладання шарів, які реалізують найбільш поширені алгоритми, але він не дозволяє підвищити його можливості за допомогою додавання власних програмних модулів користувачів.

PiTiVi та Cinelerra – це альтернатива парі VirtualDub+Avisynth, вони обидва мають багатий набір фільтрів та можливостей, але основна проблема полягає в складності їх використання і невеликій кількості користувачів.

Kdenlive являє собою нелінійний відеоредактор, який охоплює застосування від початкового до напівпрофесійного рівня. Він підтримує кілька відеотреків. Однак набір фільтрів (ефектів) не такий широкий, як у конкурентів. Реалізація ефектів заснована на API плагінах. Документація є недостатньо детальною.

Висновок: до дослідницької обробки відео доцільніше використовувати VirtualDub + Avisynth, у зв'язку з наявністю великого набору фільтрів, швидкою роботою та простотою програмування.

В дослідженні були також розглянуті наступні бібліотеки для роботи з відео:

OpenCV (http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary/) – бібліотека з відкритим програмним кодом (ліцензія BSD), призначена для обробки зображень і потокового відео. Написана на мовах C і C++, що дозволяє використовувати її в портативних пристроях. Ця бібліотека офіційно підтримується на операційних системах Windows, Linux, Mac OS X, Android. Кодування і декодування відеопотоків бібліотека OpenCV виконує за допомогою бібліотеки FFMPEG. Бібліотека OpenCV призначена для створення програм, які працюють в режимі реального часу, надає користувачу прямий доступ до відео кадрів та дозволяє отримувати потік відео прямо з камери. Бібліотека розділена на 12 компактних модулів, які містять понад 500 функцій.

core – структури даних і функції, які реалізують зберігання зображень, накладення масок,

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

складання зображень, обчислення ШПФ, налаштування яскравості і контрасту, малювання.

imgproc – фільтрація зображень, геометричні перетворення, зміна колірних просторів, обчислення гістограм, поліпшення якості зображень, робота з порога, перетворення Собеля, Лапласа, морфологічні та афінні, визначення країв, зіставлення зі зразком.

highgui – графічний інтерфейс та функції вводу-виводу відео з файлів та камер.

video – функції виявлення і відстеження рухомих об'єктів, відокремлення їх від фону, передбачення наступної позиції об'єкта.

calib3d – калібрування відеокамери і 3D-реконструкції – багатовимірної реконструкції об'єктів на основі їх двовимірних зображень.

features2d – відображення зображення (mapping), пошук кутів методами Харріса і Ши-Томазі або методами користувача, пошук заданих об'єктів, пошук плоских поверхонь.

objdetect – виділення окремих об'єктів у відеопотоці і пошук зазвичай використовуваних об'єктів, таких як люди, автомобілі, будинки і дерева.

ml – машинне навчання – функції, які використовуються в робототехнічних системах.

flann - функції кластеризації та пошуку об'єктів в багатовимірних просторах.

gpu - оптимізовані функції для графічних процесорів, наприклад, NVIDIA CUDA.

Бібліотека добре документована. Доступні книги з її використання та приклади програмного коду.

Aforge.NET (http://www.aforgenet.com). Ліцензія: LGPL. Бібліотека реалізована на мові C# в середовищі Microsoft NET і призначена для розв'язання різноманітних задач, у тому числі обробки зображень і роботи з потоковим відео. У бібліотеці є класи, спеціально призначені для виявлення рухомих об'єктів та їх відстеження. Якість виявлення і відстеження об'єктів добра.

VXL (http://vxl.sourceforge.net) – це набір з 12 взаємопов'язаних бібліотек, призначених для обробки потокового відео, наукових досліджень та створення реальних систем в галузі машинного зору. Бібліотека реалізована в ANSI C++ як крос-платформенне рішення з відкритим програмним кодом. Проект в даний час активно розвивається. Великий розмір коду бібліотеки ускладнює його використання в портативних пристроях.

NuPic (http://numenta.com) – одна із сучасних спроб побудувати діючу модель людського мозку. Використання такої моделі для вирішення конкретної проблеми вимагає її обов'язкового попереднього навчання. Автори докладно описують теоретичні основи створення моделі і дають керівний документ для її практичної реалізації у вигляді програмного продукту. Як приклад використання бібліотеки автори наводять виявлення рухомих об'єктів у відеопотоці.

FFMPEG (http://ffmpeg.mplayerhq.hu) – реалізована на мові C та складається з 4 основних частин: libavcodec – бібліотека відео та аудіо кодеків, libavformat – бібліотека процедур читання та запису аудіо та відеофайлів практично всіх сучасних форматів. libavfilter – бібліотека фільтрів обробки відео- та аудіопотоків. Містить 40 відео фільтрів та дозволяє додавати фільтри, розроблені користувачем, ffmpeg – утиліта командного рядка, яка дозволяє використовувати наведені вище можливості бібліотеки для обробки аудіо і відео без необхідності написання нового коду.

Здійснене дослідження показує, що в даний час для дослідницької обробки відео найкраще підходить бібліотека OpenCV. Ця бібліотека є надійним рішенням, воно підтримане авторитетною командою розробників, забезпечує найбільші можливості обробки відео потоків, є крос-платформеним рішенням, доступна в програмних кодах під ліцензією BSD і має кращу, порівняно з іншими, документацію.

Іщук О.О.
Центр ГІС Аналітик, Київ, Україна

Методи просторового аналізу ГІС в оцінці комплексних ризиків життєдіяльності і господарювання на територіях підвищеної природно-техногенної небезпеки

В останні роки ми зустрічаємося із збільшеною активністю природних явищ, що викликають надзвичайні ситуації. Щорічно в Україні виникає до 300 надзвичайних ситуацій (НС) тільки природного походження, до яких відносяться явища метеорологічного, гідрологічного та геологічного характеру. За чотири роки збитки тільки від геологічних НС склали понад 100 млн. грн. У зв'язку з цим оцінювання ризиків на територіях підвищеної природно-техногенної небезпеки набуває особливого значення. Невипадково ціла низка міжнародних проектів, в яких беруть участь країни колишнього Радянського Союзу, націлена саме на вирішення проблеми узгодження методичної та інформаційної бази розрахунку ризиків з міжнародними стандартами, зокрема з ISO/IEC 31010.

Проблема використання геоінформаційних технологій у галузі оцінки та управління ризиками виникла не випадково. Просторовий характер розподілу та розвитку більшості природно-техногенних небезпек вимагає включення в алгоритми розрахунку ризиків елементів просторового аналізу можливих наслідків ситуацій, що виникають, оцінки характеру просторового розподілу та щільності небезпек по території досліджень.

На жаль, використання такого потужного інструменту просторового аналізу, як ГІС, у більшості випадків обмежують створенням картографічної основи для відображення і графічного зіставлення елементів, що зумовлюють розподіл небезпек на території досліджень. Проте, оцінка ризиків є досить складним технологічним процесом, який потребує одночасного зіставлення просторового положення багатьох чинників, що визначають рівень небезпеки на кожній ділянці території досліджень. Графічне порівняння контурів розповсюдження кожного з чинників може лише дати уяву про їх приблизне співвідношення у просторі. Справжній ефект може дати лише впровадження автоматизованої системи комплексної кількісної оцінки кожного елементу території за багатьма критеріями одночасно. Саме на вирішення проблем такого типу націлені засоби просторового аналізу та моделювання ГІС [4]. Наприклад, формула потенційного індивідуального ризику життєдіяльності від природних небезпек Ris(F), розроблена А.Л. Рагозіним [3], виглядає наступним чином:

$$Ris(F) = \sum((Si/Ti) * rsi * Vti * Vsi * (1/Ns)) \quad (1)$$

Якщо rsi= Nsi/Si - щільність населення зони ураження Si, то:

$$Ris(F) = \sum((Nsi/Ti) * Vti * Vsi * (1/Ns)) \quad (2)$$

де: Si – площа (зона), що зазнала ураження і-тим уражаючим фактором Fi;
Ti - час, протягом якого відбувалося ураження фактором Fi;
Nsi – кількість населення зони ураження;
Ns – кількість населення регіону, стосовно якого розраховується ризик;
Vti – уразливість населення в часі;
Vsi – уразливість населення по території.

Як бачимо, більшість факторів, що необхідні для розрахунку за цим алгоритмом, такі як щільність і кількість населення в зоні ураження, площа зони ураження та ін., найзручніше отримуються за допомогою засобів просторових запитів та просторового аналізу ГІС. Крім того, результати оцінки ризиків зручно надавати у вигляді карт ризиків або шарів цифрових карт в векторному та растровому форматах, що полегшує їх комплексну оцінку, зіставлення та подальшу обробку. Всі ці операції найефективніше виконують сучасні аналітичні ГІС. В наш час загальноприйнятою є адитивна модель територіальної оцінки комплексного ризику, яка інтегрує суму диференційованих покомпонентних ризиків, розрахованих окремо по видах за-

гроз [2]. Саме на реалізацію моделей вказаного типу орієнтований аналітичний інструментарій сучасних ГІС.

Основна ідея впровадження геоінформаційних технологій в процес розрахунку ризиків від явищ, що мають просторовий розвиток, полягає у зіставленні комплексу кількісних та якісних характеристик кожного типу ризику на просторовій основі. У растровому вигляді такі моделі є сучасною реалізацією ідеї обробки багатомірних числових матриць. Кожний піксель растру в цьому випадку несе відповідне числове значення ризику, або код класу небезпеки, або індекс диференційованих покомпонентних ризиків [5], розрахованих окремо [4]. Можливість призначення вагового коефіцієнту кожному фактору при виконанні логічних і математичних операцій між шарами дає можливість додаткового регулювання внеску кожного типу ризику в загальний розподіл показнику комплексного ризику по території досліджень.

Один з найпростіших варіантів реалізації просторового моделювання комплексного ризику дозволяє провести геометричне накладання різних шарів, приймаючи наявні в них небезпечні ділянки щодо кожного типу ризику як виключаючі фактори. Істотним недоліком такого методу при всій простоті і доступності є однозначність одержуваних результатів: або «ризик є» або «ризику нема», що не дає можливості врахувати різні ступені небезпеки.

У реальних оцінках звичайно використовується весь арсенал логічних і математичних операторів, а також вагові коефіцієнти, що показують вагу кожної складової щодо формування загального показника ризику. Як показує досвід, реалізацію такого алгоритму, з огляду на велику кількість градацій у межах кожного шару і необхідність використання функцій картографічної алгебри, зручніше проводити в растрових системах. У такому випадку, застосувавши операцію математичного накладання, ми одержимо максимальні значення результуючого шару в місцях з найвищим комплексним ризиком.

Наведені методичні засади було вперше впроваджено при створенні інформаційно-аналітичної підсистеми оцінки та прогнозування ризиків життєдіяльності і господарювання на територіях підвищеної природно-техногенної небезпеки (ІАПОР) Урядової інформаційно-аналітичної системи України з надзвичайних ситуацій (УІАС НС) в 2004 році.

В статті детально розглянуто процес реалізації алгоритмів диференційованих покомпонентних ризиків на прикладі небезпечних геологічних явищ, потенційно небезпечних хімічних об'єктів, затоплення територій внаслідок розвитку гідрологічних небезпечних ситуацій із застосуванням засобів просторового аналізу і моделювання сучасних ГІС. Наведено результати впровадження вказаних технологій в процесі виконання на території України сучасних проектів Європейської Комісії: «Зниження вразливості до екстремальних повеней та змін клімату в басейні Дністра («Дністер III») та "Програма щодо запобігання, готовності та реагування на техногенні та природні катастрофи в регіоні ЄІСП Схід - EuropeAid/129397/C/SER/Multi".

Література. **1.** Оценка и управление природными рисками/ Материалы Всероссийской конференции «Риск-2003».- М.: Издательство Российского университета дружбы народов, 2003, т.1,2. **2.** Фундаментальные и прикладные проблемы мониторинга и прогноза природных, техногенных и социальных катастроф/ Материалы международного семинара «Стихия-2002».- Севастополь: Севастопольский институт инженерно-экологических и геоинформационных исследований (СИНЭКО), 2002. **3.** Д.г.-м.н. Рагозин А.Л. Региональная оценка карстовой опасности и риска. Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций/ А. Рагозин. В. Елкин. — М.: ВИНИТИ, вып.4, 2003, с. 33-52. **4.** Ищук А.А. Концептуальные модели местности как инструмент комплексной оценки территории/ Алексей Ищук — Ученые записки Таврического университета им. В.И. Вернадского, №2, География, т.16 (55), 2003 г. – С. 94-101. **5.** Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management/ European Commission Staff Working Paper/ Brussels, 21.12.2010 SEC(2010) 1626 final.

Калмыков А.В.
Национальный аэрокосмический университет им.Н.Е.Жуковского "ХАИ", Харьков, Украина

Классификация задач обеспечения преемственности в развитии IT-систем

Предлагается подход к классификации процессов и артефактов многоэтапных программ разработки IT-систем в контексте обеспечения преемственности их развития.

Повторное использование компонентов и проектных решений является широко распространенной практикой во многих областях проектирования объектов техники, в том числе и при разработке программного обеспечения [1]. В более широком смысле под преемственностью понимается связь между процессами и объектами в развитии систем, при котором сохраняют наиболее удачные и эффективные элементы, подходы, процедуры и процессы. Поэтому данный фактор является актуальным не только для разработчиков, а также для заказчиков и конечных пользователей [2].

Подходом, учитывающим особенности разработки и внедрения IT-систем, является методология TMF NGOSS [3], применяемая в телекоммуникационной отрасли для управления процессами проектирования, внедрения и развертывания IT-систем.

Согласно NGOSS концепции жизненного цикла системы (см. рис. 1) заказчик определяет цели и задачи, бизнес-процессы разрабатываемой системы (бизнес ракурс), влияет на практическую реализацию, выбор базового программного и аппаратного обеспечения (ракурс развёртывания). Исполнитель определяет архитектуру, структуру, состав, внешние и внутренние связи (системный ракурс), конкретные особенности и детали реализации информационной системы, состав и спецификации интерфейсов, принципы организации и обработки данных (ракурс внедрения). На рис.1 эти позиции показаны как перспективы, взгляды заказчика и исполнителя на процессы развития IT-системы.

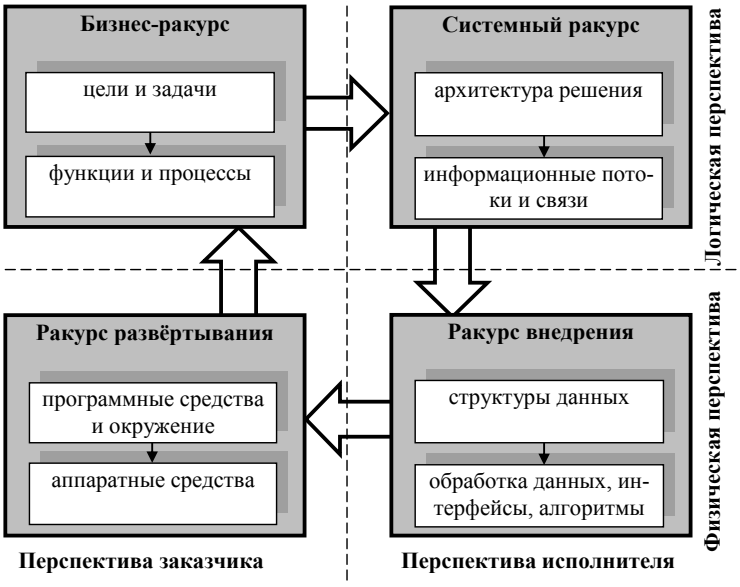


Рис. 1. Системный взгляд на разработку IT-систему согласно концепции NGOSS

Рассматривая преемственность развития системы как набор обеспечивающих процессов и процедур, на каждом этапе жизненного цикла выделим эти процессы, а также артефакты, которыми они оперируют. Такое дополнительное разделение на процессы и объекты позволяет определить причинно-следственные связи в контексте преемственности и получаемые на каждом этапе развития системы результаты и артефакты. В табл.1 приведен один из вариантов

классификации задач, решаемых в рамках обеспечения преемственности развития IT-систем.

Таблица 1. Классификация процессов и артефактов в контексте обеспечения преемственности развития IT-систем (на основе концепции жизненного цикла NGOSS)

		Перспектива заказчика	Перспектива исполнителя
Логическая перспектива	Процессы	Преемственность бизнес-процессов предприятия, которые обслуживают IT система. Преемственность процедур и политик обслуживания IT-системы.	Преемственность процессов сбора анализа требований. Преемственность процессов и процедур согласования изменений в системе.
	Объекты и артефакты	Сохранение изначальных целей и задач системы. Сохранение функциональности существующих компонентов и артефактов при расширении системы.	Преемственность архитектуры при смене используемых технологий (использование принципов TNA), расширении, развитии IT-системы. Стабильность и преемственность структур данных при расширении функциональности. Преемственность требований к оформлению документации системы.
Физическая перспектива	Процессы	Преемственность процедур развертывания и сдачи системы. Преемственность процессов внесения изменений в систему.	Преемственность процедур и технологий разработки.
	Объекты и артефакты	Преемственность используемых аппаратных средств. Преемственность используемых внешних программных систем и решений	Преемственность используемых инструментов и средств разработки. Преемственность интерфейсов и протоколов взаимодействия внутренних компонентов и внешних систем.

Предложенный подход к классификации задач обеспечения преемственности позволяет разделить их на вопросы, оперирующие с относительно постоянными физическими компонентами, значительные изменения которых могут быть достаточно затратными, и на логические аспекты, в рамках которых имеются широкие возможности для эволюционного наращивания функциональности. С учетом этого, а также принимая во внимание позиции и потенциальное влияние заказчика и исполнителя на различных этапах развития IT-системы, упрощается прогнозирование и управление рисками, возникающими в связи с изменениями требований заказчика, в виду иных воздействий со стороны внешнего и внутреннего окружения в длительных многоэтапных программах развития IT-инфраструктуры.

Литература. **1.** Reference Model for Service Oriented Architecture 1.0. Committee Specification 1, 2 August, 2006 / OASIS Open, 2006. – 31 p., **2.** Bassam, A. Reusable Software Component Life Cycle / Anas Bassam AL-Badareen, Mohd Hasan Selamat, Marzanah A.Jabar, et.al – NAUN, International Journal of Computers, ussue 2, vol.5, 2011. – pp.191-199, **3.** B 927. The NGOSS Lifecycle and methodology. Version 1.1 [Электронный ресурс] / The TeleManagement Forum. – 2004. – Режим доступа : \WWW/ URL: http://www.itarchitects.ca/whitepaper/The%20NGOSS%20Lifecycle%20and%20\Methodology.pdf – 15.05.2010 г. – Загл. с экрана.

***Киричек Г.Г.*[1], *Амонс О.А.*[2], *Киричек О.О.*[2]**
[1] *Запорізький національний технічний університет, Запоріжжя, Україна;* [2] *Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна*

Оцінка подібності програмного коду в навчальних проектах студентів

Запропоновано модель системи оцінки ідентичності програмного коду для використання при вивченні дисциплін з програмування. Дослідження присвячено вирішенню актуального завдання підвищення ефективності вивчення і практичного застосування мов програмування в процесі навчання. Система забезпечує аналіз та обробку результатів розробки програмних проектів, виконаних студентами та визначення випадків повторного використання коду.

Вступ. Рівень досягнень багатьох українських вищих навчальних закладів (ВНЗ) в галузі інформатизації навчального процесу та використанні новітніх методів контролю знань є достатньо високим [1]. Зараз, у час інтенсивного розвитку інформаційних технологій інтелектуальна власність стає більш цінною. Можливість легкого копіювання інформації, яка представлена у електронному вигляді, навіть при виконанні індивідуальних завдань з розробки програмного коду при вивченні дисциплін з програмування, породила багато проблем, що пов'язані з оцінкою якості виконаної роботи студентом. У зв'язку з цим виникла необхідність у потужних інструментах аналізу подібності программного коду при вивченні дисциплін з програмування.

Задачею системи оцінки ідентичності програмного коду є автоматичне виявлення (за заданими критеріями) того, чи була використана у програмі чужа ідея. На практиці певним чином задаються функція близькості і поріг, за якими можна визначити наскільки ймовірно, що певна частина програмного коду була запозичена [2].

Актуальність та доцільність даної розробки полягає у необхідності визначення повторного використання програмного коду у творчих проектах студентів, задля кращого закріплення ними практичних навичок. Завдяки впровадженню такої системи з'явиться інструмент, який надасть можливість викладачам циклу дисциплін з програмування більш точно оцінити практичні навички, які отримав студент під час виконання проектів.

Загальна структура системи. Система оцінки ідентичності програмного коду включає відпрацювання наступних функцій:

- реєстрацію користувачів, створення груп користувачів;
- імпорт проекту, пошук файлів за заданими критеріями;
- аналіз плагіату в структурі проекту (ідентичність структури каталогів та зображень);
- відстеження часу, дати, авторів та внесення змін до програми;
- аналіз програмного коду в залежності від типу файлу.

Впровадження системи має ряд цілей:

- контролювати повторне використання студентами коду проектів;
- створення бази навчальних проектів.

Призначення системи полягає у використанні її для аналізу творчих проектів студентів, а саме при розробці сайтів, ігор, або специфічних програм. Система повинна задовольняти наступним вимогам:

- забезпечення користувачам зручного та зрозумілого системного інтерфейсу;
- можливість перегляду документів що аналізуються;
- внесення інформації до бази даних (БД) про створення нових елементів системи (груп, користувачів, типів файлів, проектів т.ін.);
- забезпечення легкої подальшої адаптації та доробки системи.

Алгоритм роботи системи. Для реалізації знаходження плагіату в системі вибраний алгоритм ідентифікації міток та послідуюче порівняння міток за алгоритмом Хескела [3]. Алгоритм Хескела має багато недоліків відносно алгоритму ідентифікації міток, тому що проводить порівняння за k-грамами, а не по хеш значенням, однак якщо застосувати даний алгоритм до вже отриманих міток, то можна пришвидшити процесс порівняння.

Алгоритм ідентифікації міток дозволяє підтримку повноцінної бази великого розміру, що дозволяє прискорити процедуру перевірки один-проти-всіх, так само відносно даної бази можна шукати плагіат в будь-якому іншому вихідному коді за прийнятний час, а не перевіряти зразок з кожним елементом бази, це відбувається через те, що цей алгоритм використовує хеш-таблиці. Всі розглянуті алгоритми, крім методу ідентифікації міток, не можуть ефективно працювати з великою базою, так як вимагають проведення порівнянь зразка з кожним елементом бази.

Розглянемо алгоритм роботи системи. Користувач вибирає проект, аналіз якого слід провести. Потім перевіряється умова – чи скінчились файли в проекті. Коли так, то система переходить до підрахунку кількості плагіату у проекті [4].

В іншому випадку перевіряєтьсяб чи містить файл код мови програмування. Якщо містить, то система перевіряє файл, знаходить токени і перетворює початковий код програми на зашифровану послідовність згідно з таблицею токенів. Потім послідовність розширюється шляхом створення надлишкових комбінацій токенів і утворення k – грамів та, в залежності від обраного методу, система або просто підраховує кількість збігів з іншими файлами, згідно алгоритму Хескела, або формує колекцію міток за алгоритмом відбитків. Далі робиться їх просіювання і тільки після цього порівняння на збіг з іншими файлами у базі даних системи.

Якщо файл не містить коду, або має нестандартне для файлів коду розширення, він перевіряється на збіжність з іншими файлами по розширенню, даті останньої зміни, та об'єму. Всі порушення фіксуються у базі даних.

Висновки. В результаті проведеної роботи було розроблено модель системи оцінки ідентичності програмного коду в лабораторних та практичних роботах циклу програмування та визначені шляхи її реалізації. Усі необхідні діаграми проектувалися за допомогою мови UML [5]. З метою покращення подальшої підтримки та розвитку системи, вихідний код програми написано в рамках сучасних технологій з дотриманням стандартів написання коду, які рекомендовані Microsoft та є максимально декларативним. Система відповідає усім вимогам та реалізує поставлені задачі.

При проведення подальших досліджень з питань розробки системи планується наступне:

- доповнити систему модулями пошуку іншими алгоритмами задля розширення переліку типів файлів, з якими вона може працювати;
- для розширення аудиторії з використання системи розробити веб – інтерфейс користувача, виконати інтеграцію з сайтом кафедри.

Література. **1.** Stepanova E.B., Krivtsov V.E. Process modeling in Educational IT-Projects. CSIT'2008: Proceedings of the 10-rd International Workshop on Computer Science and Information Technologies (Antalya, Turkey, September 15-17, 2008). – Ufa: Ufa State Aviation Technical University, 2008. – v. 1. – pp. 227-230, **2.** Faidhi J.A., Robinson S.K. An Empirical Approach for Detecting Program Similarity with in a University Programming Environment. – Computers and Education,1987. – № 11(1) . – pp. 11-19, **3.** Baker B.S. On Finding Duplication and Near-Duplication in Large Software Systems. In Proceedings of the second IEEE Working Conference on Reverse Engineering (WCRE), July 1995. – pp. 86–95, **4.** Киричек Г.Г. Модель системи оцінки ідентичності програмного коду / Г.Г. Киричек, О.О. Киричек // Науковий вісник Чернівецького національного університету. Комп'ютерні системи та компоненти. – Т. 2. – Вип.3. – 2011. – С. 14-21, **5.** Трофимов С.А. CASE-технологии: практическая работа в Rational Rose. Изд. 2-е. – М.: Бином-Пресс, 2002 г. – 288 с.: ил.

Кільченко А.В.
Інститут інформаційних технологій і засобів навчання Національної академії педагогічних наук України, Київ, Україна

Обробка планово-фінансових документів інформаційної системи НАПН України

Представлено результати дослідження щодо формування полів та автоматизації обробки планово-фінансових документів, яке проводилося в межах виконання НДР «Науково-методичне забезпечення інформаційної системи планування наукових досліджень в Академії педагогічних наук України на базі мережі Інтернет». Описано концептуальну модель даних планово-фінансових показників з необхідним визначенням реєстру полів, алгоритму їх автоматичного формування.

В умовах становлення інформаційного суспільства в Україні вирішення питання інформатизації управлінської діяльності сприяє впровадженню новітніх інформаційних технологій у процеси управління через створення і розвиток інформаційних систем (ІС), які дозволять здійснити перехід від паперового або частково автоматизованого до електронного документообігу в галузі освіти та науки.

В Інституті інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України проведено фундаментальну науково-дослідну роботу (НДР) «Науково-методичне забезпечення інформаційної системи планування наукових досліджень в Академії педагогічних наук України на базі мережі Інтернет» (далі – ІС «Планування»), яка має сформувати єдине інформаційно-освітнє середовище НАПН України і забезпечити автоматизацію процедур планування наукових досліджень в НАПН України [1].

Важливим компонентом при створенні ІС є – аналіз, обробка, упорядкування потоків планово-фінансових документів із метою адекватного визначення у концептуальній моделі (КМ) інформаційної системи освіти (ІСО).

Один із рівнів побудови архітектури ІС – концептуальний, він передбачає розробку її концептуальної моделі (або моделі предметної області). КМ забезпечує концептуальне представлення даних, використовується для вираження, організації, упорядкування та обміну поданнями.

Основним об'єктом ІС «Планування» є документ, а основними функціями є операції з документами відповідно до політики прав користувачів в системі. Операції з документом в ІС «Планування» передбачають забезпечення виконання функцій створення, перегляду, редагування, зберігання документа та відстеження його стану (затверджено, очікує схвалення тощо) [2].

Першим етапом побудови концептуальної моделі є аналіз системи документів з планування наукових досліджень в НАПН України, що передбачає роботу з множиною документів. Цій множині документів належить певний перелік полів. Розроблена КМ включає 43 документи з визначенням полів (ідентифікатори, тип полів тощо). Ці документи безпосередньо формують базу даних ІС «Планування» [3].

На основі аналізу зазначених документів побудовано КМ даних ІС «Планування». Вона включає список документів, які є в системі, та списки полів цих документів. КМ даних відображає порядок формування полів та алгоритми полів опрацювання програмного забезпечення системи. На основі КМ одночасно формується бібліотека документів і розробляється програмне забезпечення ІС «Планування». Оскільки КМ даних відображає порядок формування полів, одночасно створюється алгоритм опрацювання програмного забезпечення системи. Описуючи КМ, було одночасно сформовано сховище даних ІС «Планування» [4].

По результатах проведеного аналізу розроблено документ під назвою «Академія педагогічних наук України. Планування наукових досліджень. Перелік документів», який власне і є описом КМ даних, в тому числі, і планово-фінансових показників. КМ узагальнює подання усіх полів, у тому числі, 11 планово-фінансових документів. Структура КМ містить поля: назва документу, ідентифікатор (ID), хто готує, спільні поля. Кожному документу присвоєно

унікальний ідентифікатор – ім'я, виділено окремі поля, які характерні для даного документу (наприклад, поля, які використовуються вперше, виділено червоним кольором) [5].

Важливим завданням у функціонуванні ІС «Планування» є забезпечення автоматизації процесу створення документів, у тому числі планово-фінансових. Для кожного з 11 планово-фінансових документів розроблено механізми заповнення полів та визначено перелік спадних списків планово-фінансової документації (назва і зміст) у вигляді таблиць для формального опису алгоритму формування відповідних полів програмними засобами.

До документу «Заповнення полів планово-фінансових документів» розроблено таблиці формування планово-фінансових документів та спадні списки.

Виділено 3 типи заповнення полів:

1. Поля заповнено в попередніх документах і беруться їхні сховища даних;
2. Значення поля вибираються із спадного списку меню (забезпечується механізм поповнення списків);
3. Значення поля розраховується за формулами.

Документ «ІС. Заповнення полів планово-фінансових документів» відображає: Порядковий номер (№), Назву поля, Хто заповнює та Джерело інформації. В спадних списках планово-фінансових документів подано інформацію для розрахунків витрат за статтями, а також списки предметів, матеріалів, обладнання, інвентарю тощо, з яких користувач вибирає необхідне. Також це можуть бути відомості з посиланнями на сайти, де розміщено актуальні ціни. В процесі роботи дані, які містяться в спадних списках, можуть змінюватися, оновлюватися та доповнюватися.

В процесі впровадження та експлуатації ІС «Планування» планується подальше удосконалення та доопрацювання КМ системи. В результаті обстеження процесів планування наукових досліджень в НАПН України та аналізу планово-фінансових документів запропоновано концептуальну модель даних планово-фінансової документації з необхідним визначенням реєстру полів, алгоритму їх автоматичного формування. Зазначені результати використано на етапі розробки програмного забезпечення ІС «Планування».

Запропонований підхід до аналізу предметної області та опису КМ даних може використовуватися при побудові інформаційних систем для різних предметних областей, а також в якості навчальних матеріалів при вивченні теорії і проведенні практичних занять з таких дисциплін, як інформаційні системи, системи електронного документообігу.

Література. **1.** Кузнецова Т.В. Організаційне забезпечення Інформаційної системи планування наукових досліджень в АПН України. – [Електронний ресурс] / Т. В. Кузнецова // Організаційне забезпечення Інформаційної системи планування наукових досліджень в АПН України. – 2010. – №1 (15). – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/ITZN/em15/content/10ktvuoa.htm. **2.** Задорожна Н.Т. Концепція створення інформаційної системи планування наукових досліджень АПН України на базі мережі Інтернет. – [Електронний ресурс] / Н. Т. Задорожна // Концепція створення інформаційної системи планування наукових досліджень АПН України на базі мережі Інтернет. – 2010. – №1 (16). – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/ITZN/em10/content/09zntitn.htm. **3.** Кільченко А. В., Лебеденко Л. В. Вимоги до автоматизації обробки планово-фінансових документів в інформаційній системі планування наукових досліджень в Академії педагогічних наук України. – [Електронний ресурс] / А. В. Кільченко, Л. В. Лебеденко // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2010. – №1 (16). – Режим доступу: http://www.ime.edu-ua.net/em16/emg.html. **4.** Середа Х.В. Контент-адміністрування інформаційної системи планування наукових досліджень в Національній академії педагогічних наук України. – [Електронний ресурс] / Х. В. Середа // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2011. – №4 (24). – Режим доступу: http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/531. **5.** Кільченко А.В. Концептуальна модель планово-фінансових показників для Інформаційної системи в НАПН України. – [Електронний ресурс] / А. В. Кільченко // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2011. – №4 (24). – Режим доступу: http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/536.

Кльоц Ю.П.
Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна

Система ідентифікації бульок на зображенні піни

Задачі аналізу піни виникають під час підбору компонентів спінених композицій. Розвиток хімічної промисловості, поява нових хімічних сполук сприяє широкому використанню спінених композицій. До них відносяться як рідкі композиції, що використовуються при хімічному чищенні тканин, формуванні піни при гасінні пожеж, так і затверділі композиції: спінений бетон, монтажна піна, різноманітні губки, дитячі іграшки.

Для підбору оптимальних параметрів піни необхідно досліджувати її характеристики: кількість бульок, їх діаметри, стійкість піни. За допомогою usb-камери з високою роздільною здатністю та мікроскопу через фіксовані проміжки часу піна фотографується. Зазвичай, отримані зображення аналізуються в ручному режимі. Досліджувані зразки містять велику кількість бульок, тому такий підхід до аналізу вимагає значних витрат часу, що значно сповільнює процес підбору композицій із заданими параметрами.

Постановка задачі. З метою підвищення достовірності та скорочення часу аналізу необхідно розробити систему автоматичного аналізу піни, що забезпечить високу достовірність результатів та швидкість їх отримання.

Основна частина. Запропонована система складається із високочутливої камери мікроскопа та персонального комп'ютера. За допомогою камери здійснюються фотознімки, які через USB інтерфейс передаються на ПК. Для обробки зображень на ПК використовується програмне забезпечення, яке виконує ряд перетворень над вхідними даними – зображенням піни.

Отримане зображення з USB-камери зменшується. Масштабування зображення проводиться з метою зменшення апаратних витрат при подальшому аналізі зображення та виключення з аналізу дрібних елементів, що не несуть важливої інформації. Коефіцієнт масштабування вибирається таким, щоб на кінцевому зображенні ширина межі бульки складала 2-3 пікселі [1].

Для виділення меж бульок піни можна використати один з класичних методів визначення границь об'єктів на зображенні [2]. До таких методів відносять фільтр Собеля, фільтр Превіта, фільтр Робертса, фільтр Лапсасіан-Гауссіан та метод Канні. З проведених досліджень зроблено висновок, що найбільшу достовірність ідентифікації межі бульок дає метод Канні.

З огляду на те, що метод Канні проводить аналіз фотографії в тонах сірого, необхідно перетворити кольорове зображення в тони сірого.

Використання методу Канні перетворює зображення в тонах сірого в двоколірне (чорно-біле) зображення. Причому пікселі, що визначали межі бульки, приймають білий колір, а всі решта – чорний.

Наступним кроком є безпосередньо ідентифікація бульок піни. Проводячи пошук замкнених послідовностей білих пікселів, можна визначити бульки на зображенні. Оскільки булька завжди є опуклою і по формі близька до кола, доцільно кожну бульку визначати координатами умовного центру та ефективним діаметром.

Визначивши ефективні діаметри усіх бульок на фотографії, система проводить статистичний аналіз отриманих даних, визначає середній діаметр бульок та його середньоквадратичне відхилення. Порівняння в часі цих показників дозволить визначити характеристики отриманої піни.

Висновки. Запропонована система ідентифікації бульок на зображенні піни, що працює на основі методу Канні, дозволяє виявляти на фотографії не менше 92 % наявних бульбашок, а також скоротити час обробки однієї фотографії з двох годин до секунд.

Література. **1.** Прэтт У. Цифровая обработка изображений В 2 т. М: Мир, 1982. **2.** Parker B., James R. Algorithms for Image Processing and Computer Vision. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1997.

Комісар Д.О., Бурячевський А.В.
Національний технічний університет України "КПІ", ФПМ, Київ, Україна

Особливості блочної дедублікації даних в різних операційних системах

Задача оптимального використання сховищ даних хвилює системних адміністраторів і науковців, особливо коли йдеться про високонавантажені серверні системи. Однією з причин нераціонального використання простору є створення резервних копій, яка досить просто вирішується за допомогою файлової дедублікації. Такий підхід реалізований у файлових системах UNIX-подібних операційних систем.

З поширенням використання віртуальних серверів досить часто зустрічається ситуація, коли у просторі серверної віртуалізації VMware ESX, MS Hyper-V або Xen Server знаходиться до десятка серверів, кожен з яких виконує свою задачу, але всі вони створені з еталонного образу операційної системи. Базова частина віртуальних серверів хоч і зберігається у багатьох копіях, але файлову дедублікацію уже застосувати не можна, бо дані розташовані на різних віртуальних дисках. Ще більш очевидною є ситуація, коли при використанні VDI (Virtual Desktop Infrasructure) кількість віртуальних десктопів може сягати сотень і навіть більше одиниць і всі вони базуються на одній ОС.

В таких випадках може допомогти блочна дедублікація, коли порівнюються не файли, а їх частини. Застосування блочної дедублікації даних є особливо актуальним для файлових систем рівня гіпервізора. В даній роботі вивчаються питання, які пов'язані з оцінкою "природної" надлишковості даних різних операційних системах.

Для дослідження було розроблено програмне забезпечення, яке дозволяє виконати попередній аналіз можливостей блочної дедублікації в залежності від розміру блоку (S, байт). При цьому оцінювались час обробки даних (T, сек) і коефіцієнт стиснення (D, разів). В якості інструменту для дослідження була обрана база даних Berkeley DB, яка для кожного блоку заповнювалася хеш-сумами MD5 (основна хеш-сума) та хеш-сума за алгоритмом SHA256 (для повного виключення ймовірності колізії). Оцінка часу обробки проводилась на фізичному сервері Intel Xeon X3210 (8Гб ОЗУ, жорсткі диски SAS), на якому були встановлені віртуальні сервери на базі ОС Windows Server 2003 R2 та CentOS 5.7 з однаковим об'ємом даних. Розмір блоку змінювався в межах від 32 байт до 32 кілобайт.

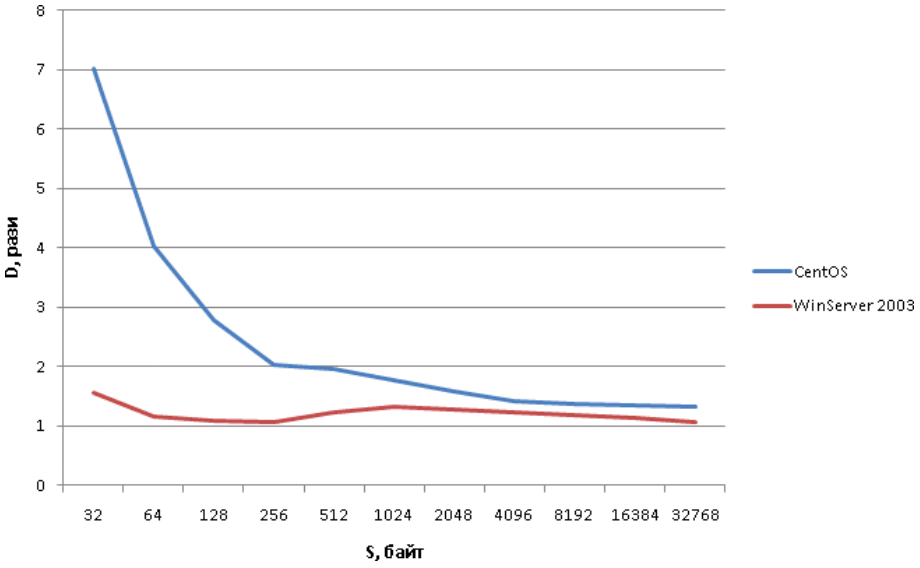


Рис. 1. Залежність коефіцієнта стиснення від розміру блоку

Результати моделювання показали, що подальше зменшення розміру блоку є недоцільним, а збільшення - наближує характеристики блочної дедублікації до файлової. Витрати часу на

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

проведення блочної дедублікації прямопропорційні отриманим оцінкам часу обробки даних T. Тестове програмне забезпечення функціонувало під управлінням ОС CentOS 5.7. На Рис. 1 представлено графік залежності коефіцієнту стиснення D від розміру блоку S, а на Рис. 2 - графік залежності часу обробки даних T від розміру блоку.

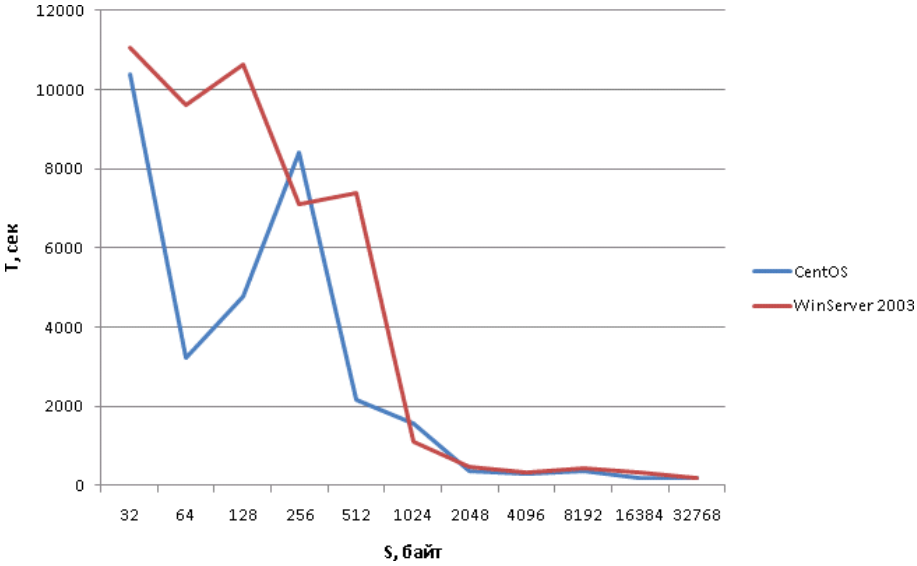


Рис. 2. Залежність витраченого часу на обробку даних від розміру блоку

Коефіцієнт стиснення із зменшенням блоку збільшується, що є передбачуваним. Але цей факт можна спостерігати лише на образі CentOS, де досягнуто значення коефіцієнту стиснення 7.03. Для Windows Server цей коефіцієнт не так сильно змінюється і не перевищує значення 1.55. Очевидно, що це зумовлено різною архітектурою операційних систем.

Графік витрат часу має гіперболічну тенденцію. Два значення числового ряду для CentOS з розмірами блоків 64 і 128 байт привертають особливу увагу. Для них час значно менший і досягається 4-кратне стиснення даних. Результати показують, що для операційної системи Windows Server 2003 питання проведення блочної дедублікації є менш актуальним.

В результаті тестування колізії хеш-сум за алгоритмом MD5 не виявлені, хоча для реальних файлових систем не слід відмовлятись від додаткової перевірки.

Отримані модельні оцінки часу пошуку та коефіцієнта стиснення дозволяють системним адміністраторам приймати обгрунтовані рішення щодо доцільности проведення блочної дедублікації (для прикладу, файлова система WAFL, що використовується у сховищах компанії NetApp). Оцінки показників стиснення є особливо актуальними для середовища віртуальних машин. Для стандартного розміру блоку в 4 кілобайти досягається стиснення майже в півтора рази при незначних витратах часу. За таких умов проведення блочної дедублікації може дати вагомий результат без перебудови структури сховища даних. Слід також підкреслити, що високий коефіцієнт стиснення даних в сховищі очевидно впливає на час доступу до модальних блоків даних сховища, але це питання виходить за рамки роботи і потребує окремого дослідження.

Література. **1.** Технологии и алгоритмы резервного копирования В.Г. Казаков, С.А. Федосин http://www.ict.edu.ru/ft/005653/62330e1-st17.pdf, дата візиту 28.02.2012. **2.** Sparse Indexing: Large Scale, Inline Deduplication Using Sampling and Locality. [Електронний ресурс]: http://www.hpl.hp.com/personal/Mark_Lillibridge/Sparse/final.pdf **3.** Карлос Альварес-старший. Назад к основам: дедупликация.[Електронний ресурс]: http://www.netapp.com/ru/communities/tech-ontap/ru-tot-201105-bb-deduplication.html

Копылова А.И., Апраксин Ю.К.
Севастопольский национальный технический университет, Севастополь, Украина

Метод анализа дерева достижимых глобальных состояний как способ валидации протоколов распределенных систем

Предлагается подход к валидации протоколов распределённых систем, представленных конечно-автоматной моделью. В качестве метода контроля корректного функционирования системы выбран анализ дерева достижимых глобальных состояний. Целью настоящей работы является формирование модели протоколов распределенных систем (РС), обеспечивающих возможность автоматической процедуры валидации, под которой понимается проверка функционирования системы на соответствие требованиям заказчика[1]. Обмен данными в таких системах сводится к передаче сообщений от одного объекта системы к другому. Управляют обменом специальные протоколы: аппаратные, программные или аппаратно-программные средства, реализующие алгоритм и формат обмена[2]. Наиболее подходящей абстрактной моделью протокола является расширенный конечный автомат[3], который в дальнейшем будем называть протокольным автоматом (ПА). ПА определяет взаимодействие, как минимум, двух процессов. Каждое состояние ПА интерпретируется как внутренний процесс обработки или формирования сообщений. Передача сообщений осуществляется через коммуникационную среду. Модель этой среды в общем случае представляет собой совокупность очередей с известной системой обслуживания.

Для реализации задачи валидации протоколов используется метод анализа дерева достижимых глобальных состояний (ДДГС) [3]. Корневой вершиной ДДГС является начальное глобальное состояние. Переход на новую (текущую) вершину определяется событием, реализуемым текущим процессом. Валидация выполняется путем обхода ДДГС от корневой вершины до листьев дерева. Если обнаруживается несоответствие, то вершины данной ветви, расположенные ниже, уже не анализируется. Из этого можно сделать вывод, что время выполнения задачи валидации системы тем быстрее, чем ближе к корневой вершине ДДГС обнаруживаются несоответствия спецификации. Максимальное время решения задачи валидации наблюдается при полном соответствии функционирования системы требованиям заказчика.

Также авторами была разработана программная система валидации сетевых протоколов, представленных в виде конечной автоматной модели. Для работы программы необходимо задать описание взаимодействующих объектов с помощью таблицы переходов и выходов, а также ограничение на длину очереди. В результате валидации программа выводит информацию о созданной модели в текстовое поле интерфейса программы, в котором отражаются сообщения о несоответствиях модели требованиям заказчика или об успешной валидации модели.

В дальнейшем на основе разработанного приложения планируется: выполнить валидацию модели, которая будет реализована в результате взаимодействия большего количества объектов; реализовать обслуживание очереди другими методами (LIFO, по приоритетам и др.); использовать дуплексный режим взаимодействия протокольных автоматов и сравнить полученные результаты по производительности; выполнить валидацию конкретного протокола.

Литература. **1.** Таненбаум Э. Распределённые системы. Принципы и парадигмы /Э. Таненбаум, М. ван Стеен. – СПб.:Питер, 2003. – 877 с. **2.** Протоколы информационно-вычислительных сетей: Справочник,под ред. И. А. Мизина, А. П. Кулешова. –М.: Радио и связь, 1990. – 504 с. **3.** Апраксин Ю.К. Моделирование поведения взаимодействующих объектов распределённых систем / Ю.К.Апраксин // АСУ и приборы автоматики. – 1999. – Вып.110. – Харьков: ХНУРЭ.– с.3 – 6.

Крак Ю.В., Барчукова Ю.В., Троценко Б.А.
Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАНУ, Київ, Україна

Оцінювання рівня знань при вивченні української дактильної мови

Необхідною складовою в процесі вивчення нового матеріалу є оцінка рівня засвоєних знань, у тому числі як елемент самоперевірки. В рамках створеної комп'ютерної програми «Українська дактильна абетка» пропонується ввести систему оцінювання рівня знань.

Для створення тестів було обрано традиційне тестування із завданнями з вибором однієї правильної відповіді із заданої кількості варіантів (наприклад, з чотирьох).

Структура вивчення дактилем складається з 7 етапів, де кожний етап — це вивчення певної кількості дактилем, а сьомий етап — загальне повторення. Множину D дактилем української дактильної абетки розбито на 6 підмножин, де кожна підмножина формується за певним принципом (схожість конфігурацій пальців, схожість орієнтації руки, почергове з'єднання пальців з великим пальців та інше) [2]. Підмножини визначено як $D_1 = \{$А, Ж, Ф, Е, С, В$\}$, $D_2 = \{$Д, Ц, Я, К, Б$\}$, $D_3 = \{$Г, Ґ, П, Л, Т, М$\}$, $D_4 = \{$О, Р, Н, І, Ї$\}$, $D_5 = \{$Ч, Є, Ь, З, Х, '$\}$, $D_6 = \{$У, Ю, И, Й, Ш, Щ$\}$.

В доповіді описано два підходи до реалізації тестувань:

1. Завдання тесту завчасно задаються у вигляді списку, в якому зазначено правильний та неправильні варіанти відповідей. Таким чином можливо проводити оцінювання знань, коли: завдання для перевірки мають бути обраними заздалегідь; перевірка проводиться для великої кількості людей з однаковими завданнями; при використанні програми в навчальних закладах, викладач має змогу підібрати варіанти за власним критерієм та складністю.

2. Завдання тесту обираються динамічно за заданим алгоритмом. Це дозволяє кожного разу отримувати унікальну послідовність завдань; кількість завдань може бути необмеженою; завдання для тестів формуються системою автоматично.

Якщо засвоєння матеріалу відбувається за зазначеною вище структурою в 7 етапів, то тестування після 1 етапу — це вибір дактилем із множини D_1; тестування після 2 етапу — вибір дактилем із множини $D_2 \cup D_1$ у співвідношенні 60 % нового матеріалу (D_2) та 40 % старого (D_1) і т.д.; тестування 6 — вибір дактилем з множини $D_1 \cup D_2 \cup D_3 \cup D_4 \cup D_5 \cup D_6$ у співвідношенні 60 % нового матеріалу (D_6) та 40 % старого (D_1, D_2, D_3, D_4, D_5).

Для реалізація загального тестування (перевірка знань усіх дактилем одразу) запропоновано наступний алгоритм: завдання i — це вибір дактилеми із множини[3] $D_{(i-1)\div 6+1}$.

Вибір дактилем з певної підмножини відбувається випадковим чином, але так, щоб на наступному колі вибір тієї ж самої дактилеми не повторився.

Для ефективного формування завдань тестів пропонується ввести систему оцінювання схожості дактилем, за якою можливо підбирати їх складність. Наприклад: 1) Показується дактилема Д, варіанти відповіді Ч, Ю, О, Д. Дактилеми Ч, Ю, О сильно відрізняються від Д, тому обрати правильній варіант досить легко. 2) Показується дактилема Л, варіанти відповіді П, Т, М. Дактилеми П, Т, М, Л дуже схожі між собою, а тому складність завдання вища, ніж в попередньому прикладі.

Програмна реалізація зроблена з використанням технології .Net і Windows Presentation Foundation компанії Microsoft. Завдяки новому підходу до побудови комп'ютерних інтерфейсів — технології WPF, яка базується на технології відображення графічних даних DirectX, програмна реалізація використовує ефекти напівпрозорості, різні анімації появи і зникнення елементів управління, що робить процес навчання більш зручним і цікавим.

Література. **1.** Троценко Б.А. Дослідження інформаційних процесів для ефективного відтворення дактильної жестової мови. Штучний інтелект — 2010. — №4. — С. 118-124. **2.** С. Кульбіда. Українська дактилологія: Науково-методичний посібник.–К.: Педагогічна думка, 2007. –256с.

[3]Операцією $n \div m$ позначається залишок від цілочисельного ділення n на m

Крещук М.С. *— рецензент Харченко К.В.*
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Використання бібліотек MapReduce для декомпозиції задач в Google App Engine

Сучасні хмарні системи отримали широке розповсюдження серед користувачів з різним рівнем підготовки. Найпростішими прикладами використання є поштові сервіси та онлайн офісні пакети. Хмарні обчислення представляють послуги, які поділяються на такі категорії: SaaS (Програмне забезпечення як сервіс), PaaS (Платформа як сервіс) та IaaS (Інфраструктура як сервіс). Для організації декомпозиції обчислювальних задач великої ємності в системах, що масштабуються, можна використовувати категорії PaaS та IaaS. Найбільш зручним з точки зору прикладних додатків є використання PaaS [1, 2, 3]. Основними характеристиками PaaS є:

- Оплата лише за ті послуги, які необхідні і лише за ті, що використовуються;
- Відсутність витрат на придбання, підтримку і модернізацію програмного забезпечення і устаткування;
- Масштабованість - автоматичне виділення та звільнення необхідних ресурсів в залежності від кількості користувачів, що обслуговуються;
- Інтеграція веб-сервісів і баз даних, використання поширених веб-стандартів, можливість інтеграції сервісів, розташованих у приватних мережах;
- Послуга доступна всюди, де є інтернет [4].

Найпопулярнішими PaaS є Amazon S3, Windows Azure та Google App Engine. Для досліджень задач декомпозиції обрану останню, оскільки вона надає можливість використовувати безкоштовний доступ, якщо квоти не перевищуються. На відміну від багатьох IaaS для розміщень додатків на віртуальних машинах, таких як Amazon EC2, платформа Google App Engine тісно інтегрована з додатками і накладає на розробників деякі обмеження. Вона забороняє використовувати системні функції. Запит від користувача в системі повинен обробитися і повернути користувачеві результат менше ніж за 30 секунд, інакше він буде примусово завершений. Ще одне обмеження PaaS Google App Engine – це встановлені щохвилинні квоти, при перевищенні яких запит чи завдання також завершується [5].

Сучасна обчислювальна парадигма MapReduce дозволяє ефективно використовувати метод декомпозиції задачі. Згідно неї, задача поділяється на певну кількість однакових елементарних завдань, які виконуються на вузлах кластера і потім зводяться в кінцевий результат.[6] Найбільш розповсюдженою реалізацією цієї парадигми є Apache Hadoop.[7] Для використання на PaaS Google App Engine існує бібліотека AppEngine-MapReduce.[8] На Рис. 1 показана ілюстрація роботи бібліотеки. Ця бібліотека розроблена з урахуванням особливостей Google App Engine, а саме оптимізована для роботи з квотами системи. Вона представляє такі можливості:

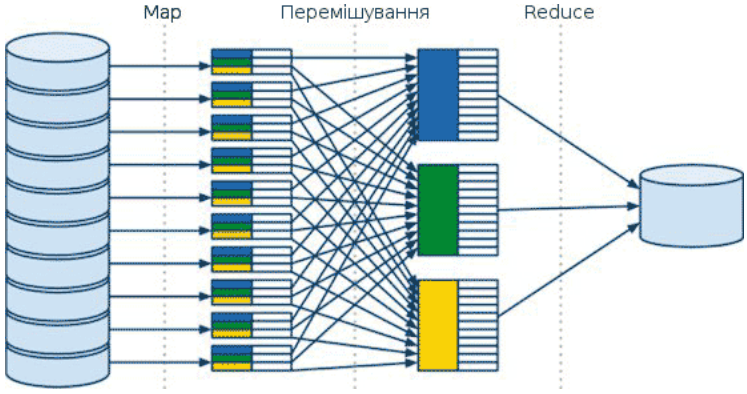


Рис. 1. Ілюстрація роботи AppEngine-MapReduce.

- Моніторинг обмежень швидкості роботи, який сповільнює роботу функцій додатку та запобігає перевищенню квот.
- Автоматичне розбиття на задачі для більш швидкого виконання. Це надає можливість запускати одночасно стільки підзадач, скільки потрібно для найшвидшого отримання результатів.
- Стандартні механізми запису/читання даних для роботи додатків з базою даних та BlobStore(механізм зберігання великих об'єктів у двійковому форматі).
- Сторінка статусу для перегляду задач, що виконуються.[8]

Перевагами використання MapReduce в PaaS є можливість обробки значних об'ємів даних та паралельне виконання попередньої обробки даних.[4]

На Рис. 2 показано роботу бібліотеки AppEngine-MapReduce. Тестова програма читає з БД 4000 записів та проводить операції з ними. На графіку видно, що для такої малої кількості записів при збільшенні кількості потоків спостерігається збільшення часу виконання замість зменшення. Це відбувається тому, що 4000 записів - це відносно мала задача і тому бібліотека не розподіляє її на потоки достатньо рівномірно.

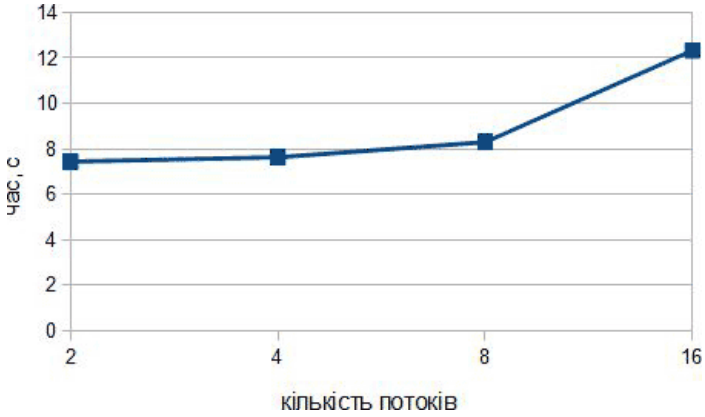


Рис. 2. Залежність часу виконання від кількості потоків

Таким чином, MapReduce можна використовувати для задач з явною паралельною структурою. Найкраще бібліотека працює з порівняно великими об'ємами даних.

Література. **1.** Что такое платформа-как-сервис (Paas), и почему это правильный выбор для новых приложений? [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://www.techdays.ru/videos/4136.html. – Дата доступа 27.02.2012. **2.** Дискуссия на тему полезности PaaS с точки зрения SaaS-предпринимателя. [Электронный ресурс]: — Режим доступа:http://smartsourcing.ru/blogs/itogi_nekonferentsii_aas_predprinimateley_2011/610. – Дата доступа 27.02.2012. **3.** Bernard Golden. Cloud Computing: What You Need to Know About PaaS. / Bernard Golden //CIO Magazine. – 2011. – №07. – p 35. **4.** PaaS — Википедия [Электронный ресурс]: — Режим доступа:http://ru.wikipedia.org/wiki/PaaS. – Дата доступа 27.02.2012. – Название с экрана. **5.** Google App Engine — Википедия [Электронный ресурс]: — Режим доступа:http://ru.wikipedia.org/wiki/Google_App_Engine. – Дата доступа 27.02.2012. – Название с экрана. **6.** MapReduce — Википедия [Электронный ресурс]: — Режим доступа:http://ru.wikipedia.org/wiki/MapReduce. – Дата доступа 27.02.2012. – Название с экрана. **7.** Apache Hadoop[Электронный ресурс]: — Режим доступа:http://hadoop.apache.org. – Дата доступа 27.02.2012. **8.** MapReduce Overview[Электронный ресурс]: — Режим доступа:http://code.google.com/intl/ru/appengine/docs/python/dataprocessing/overview.html. – Дата доступа 27.02.2012.

Кузнецова Ю.А., Туркин И.Б.
Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского "ХАИ", Харьков, Украина

Метод формирования трассы управляющего алгоритма реального времени

Наиболее важными свойствами программных средств систем реального времени (СРВ) являются детерменированность, реактивность и надёжность. Описание типовой СРВ сводится к построению иерархической модели со сложной структурой информационного взаимодействия подсистем и включает несколько тысяч информационных сигналов и состояний, выполняемых в установленных последовательностях и находящихся в сложных причинно-следственных связях. Программное обеспечение (ПО), реализующее управляющий алгоритм реального времени (УА РВ), в значительной мере определяет логику, динамику и точность функционирования объекта управления. Поэтому проверка корректности работы такого ПО чрезвычайно важна. При разработке ПО, реализующего УА РВ, основное время уходит на его анализ и отладку. Так, например, наиболее значимая часть испытаний бортовых систем космических аппаратов, относящихся к классу СРВ, проводится в автоматическом режиме, а продолжительность отдельных режимов испытаний составляет часы. При этом сложная иерархическая структура управляющего алгоритма усложняет понимание оператором как структуры УА в целом, так и отдельных его составных частей, что не позволяет ускорить процесс обнаружения и устранения ошибок, которые могут привести к возникновению нештатной ситуации.

Модель вычислений, управляемых данными (МВУД) основана на паттерне объектно-ориентированного проектирования «Шина данных», который определяет зависимость типа «многие ко многим» между объектами таким образом, что при изменении состояний одного из объектов все зависящие от него объекты оповещаются об этом событии [1]. МВУД отличается от общего случая, который реализует два типа отношений между преобразователями информации: связь по передаче управления, когда один преобразователь выполняется вслед за другим, и связь по передаче информации, когда преобразователь использует информацию, полученную в результате работы другого преобразователя. *В данной модели только изменение данных инициирует работу последующих преобразователей* [2]. Процесс вычислений, управляемых данными, можно описать кортежем: МВ_УД $= \langle Data, Task, DT, TD \rangle$, где $Data = \{Data_i\}$– множество объектов данных, $i = \overline{1, N}$; $Task = \{Task_j\}$ – множество элементарных задач-преобразователей информации, $j = \overline{1, M}$; $DT = Data \times Task$ – матрица, характеризующая правила инициирования задач при изменении (обновлении) данных; $TD = Task \times Data$ – матрица, характеризующая получение (порождение) новых данных в результате работы задач-преобразователей информации.

Модель управляющего алгоритма. УА представляет собой множество подграфов $G_{Data_{CA_i}}$ общего графа вычислений G_{Data} МВ_УД, которые формируют выходные данные $Data_{out_{Task_i}}$ как команды управления Y:

$$CA = \{G_{Data_{CA_i}}\}, G_{Data_{CA_i}} \subset G_{Data} : \forall G_{Data_{CA_i}} \in G_{Data}, G_{Data_{CA_i}} : \ (Data_{out_{Task_i}}) \longrightarrow Y.$$

Следовательно, УА РВ целесообразно представить в виде кортежа:

$$RT\ CA = \langle Data_{CA},\ Task_{CA},\ Data_{CA} \times Task_{CA},\ Task_{CA} \times Data_{CA} \rangle,$$

где $Data_{CA} \subset Data$, $Task_{CA} \subset Task$, $Data_{CA} \times Task_{CA} \subset DT$, $Task_{CA} \times Data_{CA} \subset TD$.

Правила формирования контрольных точек. Из-за различий временной организации управляющей программы и программной модели управляющих алгоритмов на инструментальной ЭВМ возникает проблема установления соответствия при сравнении результатов обеих программ. Решение этой проблемы основано на использовании технологии отработки аппарата контрольных точек (КТ). Исходным решением является назначение (декларация) КТ в управляющих алгоритмах. По существу, это операция определения типов и мест установки датчиков информации для проведения циклов моделирования при отработке в целевых контурах различных типов.

Контрольная точка – это точка в адресно-временном пространстве программы, представленная в общем случае всеми параметрами текущего состояния программы [3]. КТ идентифицируется уникальным именем (UName) и порядковым номером (ID).

Для обеспечения синхронизации данных (в смысле установления взаимного соответствия) при отработке необходимо связывание КТ с событиями и параметрами УА, а не с РВ непосредственно. Это естественным путем решает проблему установления соответствия данных при сравнении фактических и эталонных процессов при работе управляющей программы во время её отработки.

С КТ связываются технологические операции. Эта связь задается описанием КТ, содержащим перечень операций, которые необходимо выполнить в моменты её реализации. Описание контрольной точки имеет следующий формат:

$$PMP = \langle ID,\ UName,\ oper_type_k,\ Pr_k,\ Data_k,\ Task_k \rangle,\ k = \overline{1, K}.$$

где ID - идентификационный (порядковый) номер контрольной точки, UName - имя КТ, $oper_type_k$ - тип выполняемой технологической операции, Pr_k - условия записи контрольных точек, $Data_k \subset Data$, $Task_k \subset Task$.

Условия записи контрольных точек задаются множеством предикатов Pr по состоянию данных pr_{Data_m} и задач pr_{Task_m}, обуславливающих выполнение той или иной задачи $Task_m$ в зависимости от набора входных данных Data для этой задачи:

$$Pr_m = \{\langle pr_{Data_m},\ pr_{Task_m},\ W_{Data_m},\ W_{Task_m} \rangle\}.$$

Pr_m – сложный предикат, определённый на множестве Task и Data, при этом его область определения $D_{Pr_m} = (-\infty; +\infty)$, а область значений $E_{Pr_m} = \{0, 1\}$:

0 – значение $Data_m$ не изменилось, 1 – обновление (изменение) информации о состоянии Data и Task; $Data_m \in Data$, $Task_m \in Task$.

W_{Data_m} – КТ по текущему состоянию требует записи объекта данных $Data_m$;

W_{Task_m} – КТ в результате преобразования требует записи задачи $Task_m$;

m – список индексов (записей, имён), $m = \overline{1, M}$.

Таким образом, **трасса управляющего алгоритма** (ТУА) представляет собой упорядоченное во времени τ множество контрольных точек:

$$RTT = \langle \langle \tau,\ PMP_i \rangle_j,\ j \in 1..M \rangle,\ i \in 1..N.$$

Данная динамическая модель УА представляет собой некую схему выполнения УА, изменяющуюся с течением времени, со всевозможным набором состояний и отражает взаимосвязи между ними.

Реально отработка ПО систем жесткого реального времени представляет собой сложный технологический процесс, включающий трудно предсказуемые итеративные комбинации процессов отладки и испытаний. Использование контрольных точек обеспечивает высокую избирательность и глубину проникновения в отрабатываемую программу, учёт её логической структуры и последовательности протекающих процессов и событий, нужную степень дифференциации отладочных и испытательных технологических процедур.

Перспективой дальнейшей работы является разработка метода визуализации ТУА, который ляжет в основу создания визуализатора УА в системах сбора данных и диспетчерского управления. ПО для визуализации управляющих алгоритмов планируется применять в составе программного комплекса управления испытаниями подсистем космических аппаратов, разрабатываемых в ГКБ «Южное».

Литература. **1.** Bruce P.D. Real-Time Design Patterns: Robust Scalable Architecture for Real-Time Systems / Bruce P.D. – Addison Wesley, 2002. – 528 pp. **2.** Туркин И.Б. Модель вычислений, управляемых данными, в программном обеспечении систем реального времени / И.Б. Туркин, Е.В. Соколова // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2010. – № 6 (47). – С. 13–18. **3.** Теоретические основы проектирования информационно-управляющих систем космических аппаратов / В.В. Кульба, Е.А. Микрин, Б.В. Павлов, В.Н. Платонов. – М:Наука, 2006. – 579 с.

Кулишов А.А. *— рецензент Кухарев С.О.*
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Сравнение технологий Microsoft Silverlight и Adobe Flash

Microsoft Silverlight — это программная платформа, включающая в себя плагин для браузера, который позволяет запускать приложения, содержащие анимацию, векторную графику и аудиовидеоролики, что характерно для RIA (Rich Internet Application). Версия 2.0 добавила поддержку для языков .NET и интеграцию с IDE (Integrated Development Environment).

Adobe Flash — мультимедийная платформа компании Adobe для создания веб-приложений или мультимедийных презентаций. Широко используется для создания рекламных баннеров, анимации, игр, а также воспроизведения на веб-страницах видео- и аудиозаписей [4].

Долгое время Flash был единственным решением для создания качественной сложной анимации. Разработка компании Macromedia занимала лидирующую позицию на рынке ещё до открытия возможности широкополосного доступа в Интернет, когда скорость загрузки сайта была гораздо важнее анимации.

После покупки Macromedia корпорацией Adobe, казалось, Flash полностью монополизировал отрасль разработки интерактивных мультимедийных программ. И дело не только в том, что нужно было создать серьёзную среду разработки, которая была бы лучше Adobe Flash. Нужно было убедить миллиарды пользователей интернета установить на свои компьютеры плагины для браузеров, которые бы отображали загруженную анимацию. Нужно было убедить дизайнеров разобраться в сложной новой технологии, доказать, что усилия на изучение конкурирующего с Flash продукта окупятся. Наконец, нужно было убедить заказчиков анимации выбирать новую малораспространённую платформу для своих коммерческих проектов [1].

Таблица 1. Сравнение технологий по критериям

Совместимость	Windows Vista/XP/2000, Windows Server 2003/2008, Mac OS 10.1/10.5 (PowerPC), Mac OS 10.1/10.5 (Intel), Linux 5, openSUSE 11, Ubuntu 7.10 и Solaris 10	Windows Vista/XP/2000, Windows Server 2003/2008, Windows Mobile 6, Mac OS 10.1/10.5 (PowerPC), Mac OS 10.1/10.5 (Intel)
Поисковая оптимизация (Search engine optimization, SEO)	Нет возможности отделить текст контента от изображений	Текстовый контент может быть доступен для поиска и индексирования
Анимационная модель	Модель покадровой анимации (Frame-based animation model)	Анимационная модель WPF (Windows Presentation Foundation), которая базируется на времени
Кодирование (Scripting)	ActionScript (может быть интегрирован со сторонними технологиями PHP, ASP, Ruby и т.д.)	Visual C.Net, Visual Basic.Net, клиентские сценарии JavaScript
Socket Programming	Объект XMLSocket, который запускает резидентный сервис на стороне клиента и осуществляет передачу через двунаправленный TCP/IP поток	Позволяет в асинхронном режиме в диапазоне портов от 4502 до 4534 осуществлять кросс доменные соединения

Таблица 1. Сравнение технологий по критериям (продолжение)

Критерий сравнения	Adobe Flash	Microsoft Silverlight
Поддерживаемые форматы изображений	Все форматы изображений	Только PNG и JPEG файлы
Мультимедиа	Sorenson H.263	Стандарт VC-1 (поддерживается WMV и WMA)
Web-камеры и микрофоны	Поддерживает web-камеры и микрофоны для прямых видео и звуковых передач	Не поддерживает web-камеры и микрофоны
Обработка звука	Набор звуковых классов для генерации и управления звуком	Не содержит собственных API (Application Programming Interfaces) для работы со звуком
Размещение	Размещается одним файлом SWF (Shockwave file), все изображения, тексты и анимация собраны в нем	Все компоненты должны быть размещены раздельно: XML файлы, DLL файлы, Javascript файлы и ресурсы (изображения, звук, видео) и передаются к клиенту по запросу
Размер файла	Во Flash применяется сжатие данных. Сжатию подвергаются текст и изображение, в результате размер файла относительно мал	В Silverlight используется формат XAML, сжатие данных при этом не используется и размер файла обычно больше
Автономность	Может быть скомпилирован как приложение Windows и выполнен как самостоятельный исполняемый файл, а так же воспроизведён соответствующим плеером Flash	Не поддерживает воспроизведение клипа как приложения Windows
Поддержка печати	Есть	Нет
Работа с XML (eXtensible Markup Language)	ECMAScript for XML (E4X) - расширения языка программирования, добавляющее естественную поддержку XML в стандарт языка ECMAScript	Не поддерживает воспроизведение клипа как приложения Windows

Определение верной технологии для расширенных “Интернет-приложений” зачастую достаточно критично и выбор между Flash и Silverlight зависит всецело от потребностей.

Литература. **1.** http://transtuts.blogspot.com/2009/05/flash-silverlight.html. **2.** http://www.web-article.com.ua/2009/silverlight-2-alternativa-flash-ot-microsoft/. **3.** http://www.gotdotnet.ru/blogs/Aib/323/. **4.** http://ru.wikipedia.org. **5.** http://www.learn-silverlight-tutorial.com/.

Кучук О.М., Зорін Ю.М.
Національний технічний університет України "КПІ", ФПМ, Київ, Україна

Алгоритм мурашиної колонії для розв'язку задачі стійкого розфарбування графу

У роботі запропоновано алгоритм розв'язку задачі стійкого розфарбування графу на основі метаевристичного алгоритму мурашиної колонії. Запропоновано спосіб побудови конструкційного графу, що дозволяє застосувати алгоритм мурашиної колонії до даної задачі. Алгоритм протестовано на наборі графів і порівняно з вже відомими алгоритмами розв'язку задачі стійкого розфарбування графу.

Вступ. Задача стійкого розфарбування графу (англ. Robust Graph Colouring Problem) є NP-складною задачею комбінаторної оптимізації. Розв'язувати цю задачу доцільно за допомогою метаевристичних алгоритмів. Відомі успішні застосування алгоритмів відпалу, гібридного генетичного алгоритму, табу-пошуку, та ін. Вже є відомим застосування алгоритму, що має назву алгоритму мурашиної колонії [1], але в його основі не лежить метод, описаний у [2]. Метою роботи є розробка способу побудови конструкційного графу, що робить можливим застосування алгоритму мурашиної колонії до задачі стійкого розфарбування графу.

Постановка задачі. Нехай заданий граф $G(V, E)$, де V - множина вершин, E -множина ребер. $|V| = m$, $|E| = n$. Нехай E_u - множина ребер графу $G_u = \{V, E_u\}$, де G_u - повний граф, побудований на тій самій множині вершин, що і граф G. Тоді граф $G_c = \{V, E_c\}$, де $E_c = E_u \setminus E$, - компліментарний граф до графу G. За умовою задачі для кожного ребра $e_{ci} \in E_c$ задана ймовірність його появи $p(e_{ci})$. Застосуємо розфарбування C^K до графу G. Розглянемо підмножину $E_c^* \subseteq E_c, |E_c^*| = l$, до якої входять ті ребра компліментарного графу, що з'єднують вершини, пофарбовані у однаковий колір. Тоді жорсткість (rigidity) визначається як:

$$R(G, C^K) = \sum_{i=1}^{l} p(e_{ci}^*). \tag{1}$$

Задача стійкого розфарбування графу полягає у знаходженні такого розфарбування C^K графу G, що не містить конфлікти, і R є мінімальним.

Алгоритм мурашиної колонії. Алгоритм мурашиної колонії був запропонований Марко Доріго у 1992 році [2]. В ідеї алгоритму лежить здатність колонії мурах знаходити найкоротший шлях між гніздом та джерелом їжі. Кожна мураха, пересуваючись, залишає за собою слід секрету (феромонів). Пересуваючись у просторі, кожна мураха намагається дотримуватись стежок із феромонів. Чим більше мурах пройде однією стежкою, тим більше феромонів накопичується на стежці, і тим більша ймовірність, що мураха обере саме цю стежку. Алгоритм має стохастичну природу, що дозволяє йому уникати локальних мінімумів. Кожну стежку феромонів можна представити у вигляді ребра графу, що має назву конструкційного. Кожне ребро має свою вагу – час її проходження. Мурахи мають знайти найкоротший шлях між вершиною-гніздом та вершиною-їжею. На стежках, що належать до найкоротшого шляху, рівень феромонів буде накопичуватись швидше, адже за однаковий час мураха більше разів зможе пройти по коротшій стежці. Розробка будь-якого алгоритму мурашиної колонії починається з визначення конструкційного графу.

Будова конструкційного графу для задачі стійкого розфарбування графу. Нехай за умовою задано граф G, який має n вершин. Тоді існує деякий довільний порядок обходу всіх вершин графу, за умови, що кожна вершина буде обрана тільки один раз. При цьому, перехід між вершинами має супроводжуватись вибором кольору, у який вона буде пофарбована. Побудуємо новий граф G_b із $n \cdot K$ вершин (рис. 1), який буде виконувати роль конструкційного графу, де K - кількість кольорів розфарбування C^K. Граф G_b складається із n горизонтальних рівнів по K вершин у кожному. Мураха має пройти всі рівні від 1-го до n-го, обираючи на кожному рівні тільки одну вершину. Горизонтальний рівень з індексом i відповідає i-й вершині

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

обходу вихідного графу. Довільна i-а вершина може бути пофарбована у будь-який із K кольорів. Нехай до графу G застосоване розфарбування C^K таке, що вершина i пофарбована у колір j, а вершина $(i+1)$ - у колір k. Це рівносильно наявності ребра між вершинами (i,j) та $(i+1,k)$ у маршруті мурахи, що знайшла розфарбування C^K на конструкційному графі. Вага цього ребра визначається таким самим способом, що і значення R, але розглядаються тільки ті ребра, що виходять з вершини $(i+1)$ вихідного графу. Конструкційний граф дозволяє виконати всі K-розфарбування графу, в тому числі й ті, що містять конфлікти. Найкоротший шлях між однією з вершин 1-го рівня та однією з вершин n-го рівня відповідатиме оптимальному розфарбуванню. Час проходження всього шляху мурахи дорівнює $R(G, C^K)$.

Вибір ребер конструкційного графу. Ймовірність переходу i-ї мурахи із вершини j у вершину k визначається формулою:

$$p^i_{jk} = \frac{\tau_{jk}}{\sum_{l=1} \tau_{jl}}, \qquad (2)$$

де τ_{jk} - рівень феромонів на ребрі jk, $\sum_{l=1} \tau_{jl}$ - сума рівнів феромонів усіх доступних для вибору ребер.

Оновлення рівня феромонів на стежках. При проходженні мурахою ребра конструкційного графу, рівень феромонів на ребрі зростає на величину, оберненопропорційну часу проходження цього ребра. Рівень феромонів на всіх ребрах із кожною ітерацією зменшується на величину, що визначається формулою $\Delta\tau = \frac{Q}{L(j,k)}$, де Q - емпірично підібрана константа (коефіцієнт випаровування), а $L(j,k)$ - довжина ребра.

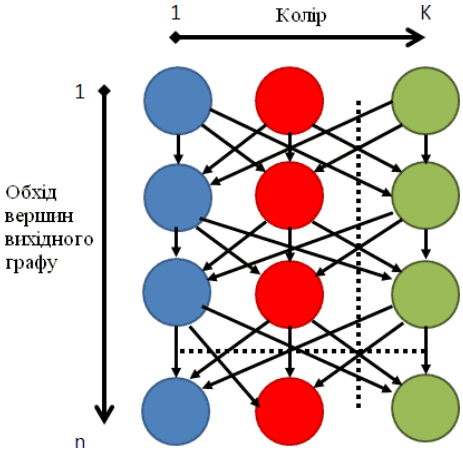


Рис. 1. Будова конструкційного графу

Експериментальні результати. Алгоритм був протестований на такому ж наборі графів, що і у [3]. Кожен граф генерується випадковим чином: щільність ребер - $0,5$, розподіл ймовірностей появи ребер компліментарного графу - рівномірний. Результати наведені у табл. 1, де n - кількість вершин графу, K - кількість кольорів розфарбування, R_{kc}, t_{kc} - досягнуте значення жорсткості та час виконання алгоритму [3], R_{aco}, t_{aco} - досягнуте значення жорсткості та час виконання запропонованого алгоритму мурашиної колонії.

Висновки. Алгоритм ефективно розв'язує задачі з графами розміром до 50 вершин включно. Оскільки на графах більшого розміру відомі алгоритми демонструють кращі результати, в подальшому передбачається оптимізація розрахунку ваг ребер конструкційного графу, визначення оптимальних значень таких параметрів алгоритму як співвідношення евристичної та феромонної складових ймовірності переходу до наступної вершини й коефіцієнту випаровування.

Табл. 1. Результати роботи алгоритму

n	K	R_{kc}	t_{kc}, с	R_{aco}	t_{aco}, с
10	4	$2,96$	$\to 0$	$0,3043$	$\to 0$
10	5	$1,54$	$0,02$	$1,0311$	$\to 0$
15	5	$6,62$	$0,01$	$3,0511$	$\to 0$
15	6	3.99	$0,01$	$2,1855$	$\to 0$
20	5	$14,22$	$0,01$	5.3183	$\to 0$
20	8	$3,81$	$0,02$	$2,3866$	$\to 0$
20	10	$1,46$	$0,06$	$1,2463$	$0,016$
50	18	$7,28$	$0,37$	$5,9657$	$0,704$
100	35	$10,87$	$1,04$	$18,99$	$9,063$
100	50	$1,55$	$0,45$	$11,3403$	$9,453$
250	70	$44,27$	$9,57$	$61,2119$	$9,391$

Література. **1.** A. L. Laureano-Cruces et al., "An ant colony algorithm for the robust coloring problem", ICGST AIML-11, Dubai, Apr. 2011. **2.** M. Dorigo and T. Stutzle, *Ant Colony Optimization.* London : MIT Press, 2004. **3.** S. Guo et al. "A New Neighborhood Based on Improvement Graph for Robust Graph Coloring Problem", AI 2004, LNAI 3339, pp. 636-645, 2004.

Лазарєв І.В., Заболотня Т.М.
Національний технічний університет України "КПІ", ФПМ, Київ, Україна

Програмна бібліотека методів класифікації текстів

На сьогоднішній день невпинне збільшення обсягу текстової документації, поданої в електронному вигляді, з різних галузей діяльності людини, обумовлює зростання актуальності завдання автоматизації обробки текстових даних, одним з різновидів якої є класифікація текстів. Ця задача комп'ютерної лінгвістики цікавить як математиків та програмістів з точки зору створення ефективних алгоритмів для виконання класифікації, так і прикладних лінгвістів, для яких найбільш інтерес становлять виділення критеріїв, за якими тексти відносяться до тієї чи іншої категорії, а також результати проведеної класифікації щодо виявлення латентних характеристик текстів.

Значний обсяг текстової інформації, яка сьогодні зберігається в електронному вигляді та потребує комп'ютеризованої обробки, викладений природною мовою. Цим зумовлені деякі особливості роботи з таким видом даних. Природна мова має такі риси, як багатозначність мовних виразів, семантична замкненість, аморфність, невизначеність правил побудови мовних виразів і правил надання значень мовним виразам. Зважаючи на це можна сказати, що природна мова є складним для формалізації об'єктом, тому часто важко одразу однозначно обрати набір найефективніших методів обробки текстів для вирішення тієї чи іншої поставленої задачі. Для того, щоб мати змогу порівняти ефективність цих методів, необхідно забезпечити проведення аналізу відповідних показників їх роботи в однакових умовах виконання.

Існуючі програмні засоби автоматичної обробки текстів (АОТ) широко представлені корпусами, електронними словниками різних форматів та наповнення, модулями морфологічного та синтаксичного аналізу. Спільною рисою всіх названих засобів обробки текстових даних є їхня гетерогенність, яка унеможливлює здійснення коректного порівняльного аналізу ефективності їх застосування. Програмне ж забезпечення АОТ, яке відноситься до вирішення завдань семантичного характеру (наприклад, класифікація, кластеризація, анотування, реферування текстів тощо), якщо і існує, є практично недоступним для вільного використання. Так, наразі, немає жодного набору програмних реалізацій методів класифікації текстів, описаних однією мовою програмування, виконуваних одним і тим самим компілятором в одному середовищі.

Дана доповідь присвячена питанню розробки бібліотеки методів класифікації текстів. Авторами були розглянуті існуючі методи класифікації (такі як метод наївної байєсівської класифікації, метод опорних векторів, метод дерев прийняття рішень, метод Роккіо тощо), методи відбору термінів для проведення класифікації, створено програмні реалізації цих методів та зроблено висновки щодо доцільності розробки для останніх спільного інтерфейсу за допомогою шаблонів проектування, адже його наявність робить можливим динамічне заміщення методів у дослідницькому програмному забезпеченні для порівняння ефективності їх роботи (за критеріями швидкості та точності) з мінімальною похибкою у вимірах.

Література. **1.** Беляева Л. Н. Информационное пространство филолога и принципы его организации[Текст]/ Л. Н. Беляева // Известия Российского государственного педагогического университета имени А.И.Герцена[Текст]. – СПб., 2004. - № 4(9). - С.17-32. **2.** Леонтьева Н. Н. Автоматическое понимание текстов [Текст]: учеб.пособие для студ. лингв.фак.вузов / Нина Николаевна Леонтьева. – М.: Академия, 2006. – 202 с. **3.** Шевелёв О.Г. Методы автоматической классификации текстов на естественном языке[Текст]: учебное пособие./ Олег Геннадьевич Шевелев. – Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. – 143 с.

Литвиненко Е.В. *— рецензент Задірака В.К.*
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Стиснення зображень без втрат

В наш час техніка розвивається дуже швидко. Збільшується як потужність систем, швидкодія, так і ємність носіїв. Проте зі збільшенням носія часто нової ємності не вистачає вже через декілька місяців, оскільки паралельно цьому збільшується і обсяг файлів, а також їх якість. Зображення - дуже специфічний тип даних, так, звичайне зображення середньої якості, наприклад, обкладинка книги, займає більше місця на жорсткому дискові, ніж книга з 400 сторінками. Проте, я вважаю, що не існує жодної людини, у якої на комп'ютері, ноутбуці та іншій подібній техніці не зберігаються якісь зображення, наприклад, завантаженні з інтернету, чи світлини, залишені на згадку. З кожним днем, тижнем та місяцем їх кількість зростає та чи готова людина докуповувати новий жорсткий диск більшого обсягу так часто? Тож постає питання, як можна зберігати багато зображень, при цьому витрачаючи менший обсяг жорсткого диску.

Існує декілька розповсюджених файлових форматів для відтворення зображень, вони поділяються на формати зображення без втрат (так звані lossless) та формати зображень з втратами (lossy). Використання тих чи інших форматів зумовлено галуззю використання, так, наприклад, формат даних з втратами не будуть використовувати для широкоформатного друку фотографій, ілюстрацій, тощо, а формати зображень без втрат недоцільно використовувати для зображень в інтернеті та звичайного зберігання файлів. Для деяких форматів використовують одні й ті ж алгоритми стиснення, але з різними параметрами виконання.

Починаючи з 2010 року, було започатковане дослідження з виявлення проблематики ефективного збереження графічних даних, в результаті якого було встановлено, що метою подальшої роботи буде саме збереження зображень без втрат, оскільки зростає попит на високоякісні зображення (відомі як HD) та формати, що підходять для багаторазового збереження та обробки.

PPM (англ. Prediction by Partial Matching — передбачення за частковим збігом) - обрано адаптивний статистичний алгоритм стиснення даних без втрат, заснований на контекстному моделюванні і передбаченні. Модель PPM використовує контекст - безліч символів без компресії в потоці, що передують даному, щоб передбачати значення символу на основі статистичних даних. Сама модель PPM лише передбачає значення символу, безпосереднє стиснення здійснюється алгоритмами ентропійного кодування, як наприклад, алгоритм Хаффмана, арифметичне кодування.

Велике значення для алгоритму має проблема обробки нових символів, що не зустрічалися у вхідному потоці. Ця проблема носить назву «проблема нульової частоти». Деякі варіанти реалізацій PPM вважають лічильник нового символу рівним фіксованій величині, наприклад, одиниці. Інші реалізації як, наприклад, PPM-D, збільшують псевдолічильник нового символу кожен раз, коли дійсно в потоці з'являється новий символ.

Та не меншою проблемою була адаптація графічних даних під специфіку алгоритму стиснення, так як базовий алгоритм більш розрахований на тексти, засновані на натуральній мові, в якій в великій кількості та з надлишком використовуються граматичні правила, завдяки яким є велика ймовірність передбачення частин контексту.

Специфіка збереження зображень без втрат полягає в тому, що природні світлини з професійних, дзеркальних та цифрових фотокамер доволі добре покривають весь кольоровий діапазон, що робить майже кожен піксель зображення унікальним та неповторним. В таких умовах традиційні підходи для стиснення данних не підходять. Для того, щоб адаптувати набори графічних данних для стиснення, потрібно змінити контекст опису даних, перейшовши від комплексного представлення до представленя декомпозиційного варіанту, де значення кожного кольору зберігається в окремому порядку та використовується метод псевдо двійково-десяткового коду.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Литвинов В.А., Майстренко С.Я., Оксанич И.Н.
Институт проблем математических машин и систем НАНУ, Киев, Украина

Модель прицельной подсказки в интерфейсе пользователя и некоторые особенности ее применения

Типовым элементом интерфейса пользователя (ИП) в задачах поиска по ключевому слову (КС) является «пошаговая» подсказка (ПшП) – предоставление пользователю для визуального анализа потенциальных вариантов искомого КС по мере ввода его очередного начального символа [1]. Наряду с этим решением, возможна и «прицельная» подсказка (ПрП) [2], в которой пользователь, минуя промежуточные этапы анализа посимвольных подсказок КС, получает сразу последнюю порцию слов заданным объемом $\leqslant m$, в которой определенно находится искомое КС (естественно, если оно существует в базовом словаре БС). В варианте «узкого» прицела ($m = 1$) процесс анализа БС по мере ввода символов КС продолжается, пока область поиска вариантов КС не сузится до одного слова - или нуля слов. В последнем случае искомое КС в словаре отсутствует, подсказка не состоялась, и вводится полное КС.

Логико-вероятностная и имитационная модели механизмов ПрП, устанавливающие зависимости между значениями существенных параметров БС, основаны на допущении о случайном характере распределения реально существующих слов БС среди всевозможных значений комбинаций символов и использовании простой модели независимых испытаний Бернулли. Теоретический и экспериментальный (на имитационных моделях) анализ с использованием подхода и данных методологии GOMS [3], уточненных в [4] для рассматриваемого класса задач, определяет область относительных преимуществ ПрП (по отношению к ПшП) в сопоставимых значениях существенных параметров.

С практической реализацией ПрП связаны 2 рассматриваемые задачи.

Первая задача заключается в выборе значения m для «широкоприцельной» ($m > 1$) ПрП. Влияние изменения значения m на средние значения количества введенных в процессе подсказки символов **v** и суммарного количества **M** просмотренных пользователем слов, а также итоговой трудоемкости H интерфейса иллюстрирует следующая таблица, содержащая фрагменты расчетных данных (подтвержденных имитационным моделированием) для значений слов БС, близких к словам русского языка (ТЕКСТ) и цифровым кодам (КОД).

Расчеты выполнены по моделям [2] для 100-процентной результативности поиска, т.е. случаи отсутствия КС в БС исключены.

Таблица 1. Значения v, M, H, в зависимости от m

Слова БС	Параметры	m	v	M	H
ТЕКСТ	$q = 32$ $N = 100000$ $n = 8$	1	4.04	1	3.50
		2	3.80	1.25	3.48
		5	3.19	2	3.47
		10	3.00	3.25	3.84
		15	3.00	4.5	4.28
КОД	$q = 10$ $N = 10000$ $n = 12$	1	4.69	1	5.31
		2	4.40	1.25	5.30
		5	3.97	2	5.30
		10	3.54	3.25	5.63
		15	3.08	4.50	5.94

В таблице 1 приняты следующие обозначения: q – алфавит символов слов БС; N – объем БС (слов); n - количество символов в слове. Как следует из данных таблицы (и аналогичных данных для других значений N), уменьшение объема страницы подсказки влечет за собой увеличение среднего количества введенных символов и относительно более значимое умень-

шение суммарного количества просматриваемых слов; в результате суммарная трудоемкость уменьшается. Приемлемым компромиссом между желанием уменьшить H, с одной стороны, и расширить возможности обозрения пользователем лексикографически и ментально «близких» вариантов задаваемого КС (с целью выбора более подходящего), с другой стороны, - для слов естественного языка ("мнемотекст" [4]) представляются значения $m = 4 - 6$. Для кодов вторая цель не имеет большого значения, и здесь приемлемое значение m может составлять 3 – 5.

Вторая задача, усложняющая общие модели [2] для узкоприцельной ПрП, связана с возможностью появления ложноположительных результатов подсказки, вызванных:

- неизбежным (для естественно-языковых БС) существованием цепочек однословных и многословных КС типа "транс" - "трансформатор" - "трансформаторная подстанция";
- возможностью существования в БС единственного слова, не совпадающего с искомым КС, но имеющего общий детерминатор (начальную часть, идентифицирующую существующее слово). Например, искомый код **573**10, а в БС имеются коды 57213, **573**26, 57481.

Полученные оценки вероятности ложноположительных результатов развивают и уточняют соответствующую модель [2]. Представляет определенный интерес полное отсутствие зависимости значений v, M от длины однословного КС для всех исследованных сочетаний значений параметров q, N, m. Этот факт иллюстрирует фрагмент расчетных данных таблицы 2.

Таблица 2. Значения v, M, H, в зависимости от n

Слова БС	m	n	v	M	H
ТЕКСТ	10	6	3.00	3.25	3.54
		8	3.00	3.25	3.84
		10	3.00	3.25	4.12
		12	3.00	3.25	4.42
	1	6	4.04	1	3.41
		8	4.04	1	3.50
		10	4.04	1	3.60
		12	4.04	1	3.68
КОД	10	6	3.54	3.25	4.78
		10	3.54	3.25	5.35
		12	3.54	3.25	5.63
		16	3.54	3.25	6.20
	1	6	4.69	1	5.05
		10	4.69	1	5.23
		12	4.69	1	5.31
		16	4.69	1	5.59

Литература. **1.** Литвинов В.А. Логико-вероятностная модель пошаговой подсказки в интерфейсе пользователя поисковой системы по ключевому слову / В.А. Литвинов, С.Я. Майстренко, И.Н. Оксанич // Математичні машини і системи - 2011. - №2. - С. 41-49. **2.** Кузьменко Г.Е. Интеллектуализованный интерфейс пользователя информационно-поисковой системы в задаче поиска по ключевому слову ("образцу") с упреждающей подсказкой / Г.Е. Кузьменко, В.А. Литвинов, С.Я. Майстренко, И.Н. Оксанич // Математичні машини і системи - 2011. - №1. - С. 61-71. **3.** Kieras D. Using the Keystroke-Level Model to Estimate Execution Times [Электронный ресурс] / D. Kieras. - University of Michigan. - Режим доступа, http://www.eecs.umich.edu/people/kieras/GOMS/KLM.pdf. **4.** Оксанич И.Н. Модель декомпозиции ментальных операторов в проблемно-ориентированном интерфейсе пользователя и ее экспериментальное исследование // Математичні машини і системи. - 2010. - №1. - С. 105-112.

***Литвинов В.А.*[1], *Майстренко С.Я.*[1], *Юденко О.П.*[2]**
[1]*Институт проблем математических машин и систем НАНУ, Киев, Украина;* [2]*Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина*

Экспериментальная оценка эффективности автоматического обнаружения типовых ошибок пользователя по словарям русского и украинского языков

Одним из основных методов автоматического контроля и идентификации ошибок пользователя при вводе символьных данных является проверка введенного слова по словарю допустимых слов (СДС). Грубая оценка результативности такого контроля (вероятности r необнаружения ошибки) может быть основана на предположении о случайном характере распределения значений входных слов и их возможных искажений - и сопоставлении мощности множества допустимых (реально существующих) слов с мощностью множества запрещенных комбинаций символов [1, 2]. Для естественно-языковых слов (слов в текстовом редакторе, ключевого слова в поисковой системе и т.п.) и специфических искажений, вызванных типовыми ошибками пользователя, такие допущения, к сожалению, не выполняются. Здесь наиболее вероятные простые искажения дают, как оказывается, значительно большее количество ложных совпадений с реально существующими словами и, соответственно, намного худшую результативность. В таблице 1 приведены результаты имитационного моделирования

Таблица 1. Результаты имитационного моделирования

j	p_j [3]	Словарь 1, $N = 32434$		Словарь 2, $N = 93392$		Словарь 3, $N = 162232$	
		V_j	r_j	V_j	r_j	V_j	r_j
1.Транскрипция	0.56	268.3	0.014	306.2	0.004	278.1	0.004
2.Вставка	0.16	312.5	0.003	352.5	0.0007	315.8	0.0005
3.Пропуск	0.12	8.16	0.124	9.1	0.032	8.1	0.022
4.Транспозиции	0.06	6.94	0.032	8.1	0.01	7.1	0.01
5.2-Транскрипция	0.03	33024	0.003	45895	0.0008	36669	0.0003

процесса искажений слов и обнаружения V_j ошибок для трех словарей русского языка [4] объемом N слов. Показано (табл. 2), что взвешенное значение r для реальных словарей на порядки выше грубой оценки, и, соответственно, их контролирующая способность CA (Check Ability) значительно ниже ожидаемой. Аналогичное положение и с исследованными словарями украинского языка.

Таблица 2. Значения контролирующей способности

Словарь 1		Словарь 2		Словарь 3	
r	CA	r	CA	r	CA
0.025	0.975	0.007	0.993	0.006	0.995

Разработанная имитационная модель и получаемые с ее помощью данные могут служить основой для априорных оценок ожидаемой реальной результативности системы автоматического обнаружения ошибок и решения возможных задач оптимизации рабочего СДС системы.

Литература. **1.** Кузьменко Г.Е. Модель анализа и оценки эффективности методов логического контроля информации / Г.Е. Кузьменко, В.А. Литвинов, А.Н. Литвинова, С.Я. Майстренко // Математичні машини і системи - 2002. - №1. - С. 49-55. **2.** Typing, http://http://en.wikipedia.org/wiki/Typing#Key_strokes_per_character_.28KSPC.29. **3.** Литвинов В.А., Крамаренко В.В. Контроль достоверности и восстановление информации в человеко-машинных системах. - Киев: Техніка, 1986. - 200 с. **4.** Словари русского языка, http://speakrus.ru/dict/.

Логінов О.В. *— рецензент Редько І.В.*
Національний технічний університет України "КПІ", ФЕЛ, Київ, Україна

Подавлення адитивного шуму на монохромних цифрових зображеннях за допомогою дискретних вейвлет-перетворень

Важливе місце серед задач обробки цифрових сигналів займає проблема подавлення шумів. Для вирішення цієї проблеми існує чимала кількість методів, основаних на математичних алгоритмах різної складності та ефективності. Даний метод базується на багаторозкладному аналізі (multiresolution analysis) з використанням вейвлетів — сімейства функцій, що локальні в часовій та частотній областях, та які можна отримати з материнського вейвлету $\psi(t)$ за рахунок зсувів (b) та розтягнень (a) по осі часу [1]:

$$\psi_{ab}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}}\psi(\frac{t-b}{a}).$$

Дискретне вейвлет-перетворення зручно розглядати з точки зору поетапної частотної фільтрації — набору ВЧ/НЧ фільтрів декомпозиції (аналізу) та реконструкції (синтезу) Hi_D/Lo_D і Hi_R/Lo_R відповідно. Фільтри Hi_D базуються на згортці сигналу з вейвлет-функцією $\psi(t)$, а фільтри Lo_D — з масштабуючою функцією $\phi(t)$. Фільтри декомпозиції та реконструкції є транспонованими, а отже для фільтрів синтезу використовуються ті ж самі вагові коефіцієнти, що і для фільтрів аналізу, але взяті у зворотному порядку. Так як після фільтрації пропускається лише половина усіх частотних компонентів сигналу, то згідно з теоремою Найквіста-Котельникова результати фільтрації можна проріджити (downsampling) вдвоє без втрати важливої інформації. Оберненою операцією до цього є інтерполяція сигналу (upsampling) при відновленні зображення.

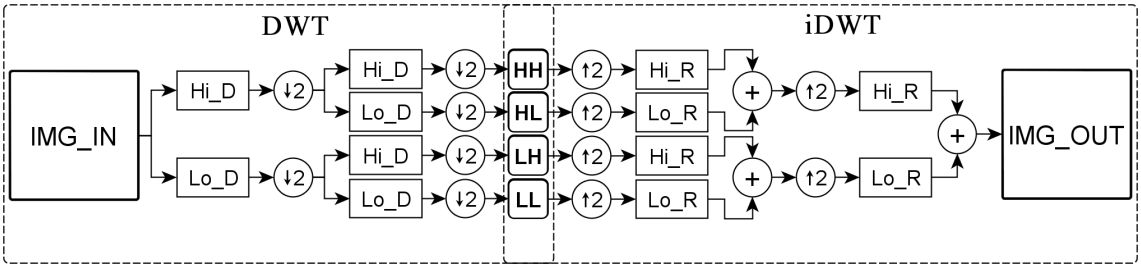


Рис. 1. Пряме (DWT) та обернене (iDWT) дискретне вейвлет-перетворення при подавленні шуму на зображенні

LL — матриця апроксимуючих вейвлет-коефіцієнтів, що зберігають основну інформацію про зображення. LH, HL, HH — матриці деталізуючих вейвлет-коефіцієнтів, саме тут знаходиться найбільша частка адитивного шуму. Якщо вхідне зображення має розмірність $N \times N$, то розмірність матриць вейвлет-коефіцієнтів буде $N/2 \times N/2$.

Отже, для подавлення шуму необхідно певним чином змінити (обмежити) деталізуючи коефіцієнти. Якість подавлення шуму залежить як від кількості каскадів в системі, так і від значення та типу вибору порогу обмеження. Цікавим є те, що поріг обмеження можна встановлювати окремо для кожного вейвлет-коефіцієнта.

Запропонований метод є дуже перспективний, адже за допомогою різноманітних адаптивних методів знаходження порогів обмеження можна досягти кращого подавлення шуму, аніж при використанні, наприклад, фільтрів Гауса чи Вінера.

Література. **1.** Яковлев А.Н. Введение в вейвлет-преобразования: Учеб. пособие. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. — 104 с.

Майданюк І.В., Потапова К.Р., Цвяк А.О.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Генератор рівномірно розподілених двійкових векторів заданої ваги

У якості систем управління складними та відповідальними об'єктами, що мають підвищені вимоги з надійності, широко використовуються відмовостійкі реконфігуровані багатопроцесорні системи (ВБС). На етапі проектування таких систем, окрім іншого, розробник має досягти заданого рівня надійності, що не можливо без ефективних методів її оцінки. Одним із найуніверсальніших методів можна вважати метод статистичних експериментів з моделями, що адекватно відображають реакцію системи на появу відмов її елементів. Підвищити ефективность методу можна за рахунок проведення експериментів лише на деякій пімножині станів системи, які позначаються двійковими векторами. В свою чергу така модифікація методу потребує розробки спеціального джерела для моделювання станів ВБС, в якості якого пропонується використовувати генератор псевдовипадкових векторів сталої ваги.

Існує достатньо велика кількість алгоритмів генерації двійкових векторів постійної ваги. Проте кожен з них володіє одним або декількома з недоліків: використання великого об'єму додаткової пам'яті, виконання складних математичних операцій, нерівномірний закон розподілу, великий період, повторення своїх станів.

Проте для організації ефективного розрахунку імовірності безвідмовної роботи ВБС методом статистичних експериментів доцільне використання швидкого генератора рівномірно розподілених двійкових векторів заданої ваги, що не повторює свої стани протягом періоду. До розгляду пропонується спеціальний генератор, який володіє вказаними перевагами. В основу генератора покладений циклічний зсувний регістр, на якому організована можливість виключення певних розрядів із циклічного зсуву. Головною задачею при побудові такого генератора є формування функцій зворотнього зв'язку, що визначають необхідність затримки відповідного розряду в кожному такті. Така необхідність визначається вимогами повноти (генерування усіх векторів) та безповторності (не повторювати свої стани протягом періоду) генератора.

Серед методів формування функції, яка відповідає вказанним вимогам, можна виділити алгоритм перевірки функцій шляхом моделювання роботи генератора, а також формування функцій шляхом знаходження гамільтонового циклу у графі переходів. Останній алгоритм дозволяє сформувати всі можливі функції та дає можливості для мінімізації та пошуку простих функцій. Проте, складність графа, особливо для великих значень довжини вектора n та ваги k, що наближається до значення $n/2$, є вагомим недоліком цього алгоритму. Тому, пошук нових форм представлення графу переходів є досить актуальною науковою задачею.

Якщо розглядати генератор, для якого визначена функція затримки тільки для першого розряду, то у кожному такті відбувається простий циклічний зсув (Sh) або циклічний зсув з затримкою першого розряду (Ds). Вектори можна згрупувати по можливості отримання кожного вектора з групи (кортежу) шляхом виконання операції лише Sh, або лише Ds. Кількість векторів в групі буде визначати глибину або потужність даної групи.

Спрощення графа переходів можливе за рахунок позначення вершиною не кожного вектора, а цілої зсувної групи. Для позначення таких груп можна використовувати відстані між сусідніми одиницями в довільному двійковому векторі з групи. Таким чином, впорядкована сукупність десяткових значень відстаней називається ρ-код.

Виконання операцій Ds, що дозволяють перейти генератору з поточної в іншу групу, можна замінити на операції над ρ-кодом групи, як то інкремент (Inc) та декремент (Dec). Таким чином, згенерувавши всі ρ-коди для груп двійкових векторів заданої довжини та ваги, можна побудувати відповідний граф. Обхід цього графа можна звести до послідовного виконання операцій Inc та Dec.

Головним результатом можна вважати спрощення графу переходів генератора в n раз, що дозволяє спростити алгоритм пошуку функцій затримки. Недоліком такого спрощення є зменшення можливостей для пошуку простих функцій.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Малишевська К.М.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Використання каскадних радіально базисних нейронних мереж для задач класифікації об'єктів на оптичних зображеннях

В роботі описано алгоритм роботи удосконаленої каскадної нейронної мережі (КНМ), в якій в якості нейрона прихованого шару використовується радіально базисна функція (КРБНМ). Робота починається із вхідного й вихідного шарів, будується ієрархія схованих нейронів: Feed-forward network - n входів, m виходів, h прихованих нейронів. Нейрони прихованого шару розташовані горизонтально: входи подаються із вхідного шару й із усіх попередніх прихованих нейронів і i-й нейрон має $n + (i - 1)$ входів. Вихідні нейрони зв'язані з усіма входами й нейронами прихованого шару. Вихідне значення і-го нейрону прихованого шару: $z_i = f(x_1 w_{i1}, ..., x_n w_{in}, z_1 w_{in+1}, ..., z_{i-1} w_{in+i})$, для $i = 1...h$, де x – вхідні значення, w – ваги, z – вихідні значення прихованих нейронів.

У звичайній КНМ, функція нейрону прихованого шару має вигляд

$$f(t_1, ..., t_m) = \sigma(\sum_{j=1}^{m} t_j),$$

де $\sigma(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$ та $t_1, ..., t_m$ – вхідні значення функції f.

У вдосконаленій каскадній радіально-базисній нейронній мережі (КРБНМ) функція нейрону прихованого шару є радіально-базисною та має вигляд

$$f(t_1, ..., t_m) = e^{-\sum_{j=1}^{m} \frac{(t_j - c_{ij})^2}{2r_i^2}},$$

де c_{ij} – j-й елемент центроїду $\mathbf{c}_i$ та r_i – i-й радіус.

У КРБНМ, виходи нейронної мережі є: $y_i = g(\sum_{j=1}^{n+h} w'_{ij} z_j)$, для $i = 1, ..., m$, де g – лінійна функція (у звичайній КНМ, як правило, g – це сигмоїд $\sigma(...)$).

Навчання КРБНМ. Процес навчання КРБНМ включає у себе такі етапи:

1. Ініціалізувати мережу.
2. Додати прихований нейрон до мережі. Ініціалізувати прихований нейрон, задаючи початкові значення c_k та r_k Гаусової функції.
3. Навчити прихований нейрон. Визначити значення c_k та r_k.
4. Навчити ваги W_k у вихідному шарі.
5. Повторити етапи 2 – 4 поки буде досягнуто заданий поріг помилки, або буде додана задана кількість прихованих нейронів.

Експерименти проводились, використовуючи зображення, отримані при дистанційному зондуванні Землі, з метою виявлення типу поверхні, а також зображення, отримані при медичних оглядах під час проведення кольпоскопії, з метою виявлення типу/стану епітелію. Розроблений алгоритм навчання каскадної радіально-базисної нейронної мережі дозволив знизити похибку на експериментальних данних на 15 % порівняно з радіально базисними нейронними мережами.

Література. **1.** *Зайченко Ю.П.* Основи проектування інтелектуальних систем. Навчальний посібник – К.– Изд. Дом "Слово".– 2004. **2.** *Малышевская Е.Н.* Использование каскадных нейронных сетей для определения типов тканей шейки матки по мультиспектральным изображениям // Материалы 5 международной школы-семинара Теория Принятий Решений 2010. – Ужгород. – 27 сентября - 1 октября. – 2010. – С. 144. **3.** *Scott E. Fahlman and Christian Lebiere.* The Cascade-Correlation Learning Architecture. // Advances in Neural Information Processing Systems. – 1990. – 2. – P. 524-532.

Малышевский А.Г.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Модель целесообразности приоритезации тестов в регрессивном тестировании

Во многих случаях методы приоритезации получают порядки тестов, которые достигают заданные цели лучше, нежели случайным образом отсортированные тесты. В данной работе рассматривается увеличение скорости выявления ошибок, как цель приоритезации. Предыдущие исследования показали, что скорость выявления ошибок может значительно улучшиться при применении методов приоритезации к набору тестов [1–7]. Приоритезированный набор тестов, который раньше выявляет ошибки, позволяет инженерам раньше начать работать над ошибками, и таким образом может сэкономить средства в сравнении с часто используемой практикой выполнения всех тестов без учета их порядка.

Несмотря на признаки улучшения скорости выявления ошибок, экономия, продемонстрированная предыдущими исследованиями, не гарантирует целесообразность применения методов приоритезации, так как эти методы также несут и затраты. Эти затраты включают в себя стоимость анализа и инструментирования программного кода, сбор информации о покрытии, анализ изменений и выполнение инструментов, реализующих приоритезацию.

В данной работе представлена модель для оценки относительной стоимости и полезности методов приоритезации, т.е. – ее целесообразности. Эта модель позволяет сравнить различные методы, определить, когда методы были бы полезны в использовании, и определить, какие методы лучше других в определенных ситуациях.

Пусть P – заданная программа, P' – измененная версия программы P и T – набор тестов для P. Рассмотрим применение приоритезации относительно P и P'. Также, пусть $F(T)$ будет множеством регрессивных ошибок в P, выявленных набором тестов T. Так как мы считаем P константой, все факторы, зависящие от P, будут константами относительно T. Другими словами, программа рассматривается как константа, а не как переменная.

Как только ошибка выявлена, инженеры могут начать над ней работать. Если заданная ошибка выявляется в момент времени t_1 вместо момента времени t_2 при лучшем порядке тестов, ее исправление может начаться раньше на $(t_2 - t_1)$ единиц времени. Сэкономленное время может обеспечить более ранний релиз. Приоритезация (обычно) не уменьшает время, затраченное на тестирование, количество ошибок или время исправления ошибок; однако, она уменьшает время ожидания для выявления ошибок. В идеале, инженеры начинают исправлять ошибку, как только она выявлена. В этой идеализированной ситуации, время, потерянное в ожидании выявления ошибок, является метрикой эффективности приоритезации. Мы можем измерять полезность приоритезации, как метрику уменьшения потерянного времени.

Определим следующие переменные: $Ca(T)$ – стоимость анализа и $Cp(T)$ – стоимость применения алгоритма приоритезации. $Ca(T)$ включает в себя стоимость анализа исходного программного кода, анализ изменений между старыми и новыми версиями и сбор информации о покрытии. $Cp(T)$ является стоимостью выполнения инструмента приоритезации, который, в зависимости от алгоритма приоритезации, может быть выполнен как в предварительной, так и в критической фазе.

Рассмотрим случай, в котором набор тестов T размером n выявляет m ошибок. Пусть TF_i^O будет номером теста при порядке O, который первым выявляет ошибку i. Пусть T содержит n тестов.

Определим:

$$r_{ik}^O = \begin{cases} 1 & \text{если тест } k \text{ в } T \text{ при порядке } O \text{ выявляет ошибку } i \\ 0 & \text{в ином случае} \end{cases}$$

Определим $x_i^O = \{k \mid \forall 1 \leqslant k \leqslant n \quad r_{ik}^O = 1\}$.

Работа выполнялась с участием Г. Ротермела и С. Элбаума.

Из этих определений следует, что $TF_i^O = \min(x_i^O)$.

Определим $delays^O$ как кумулятивную стоимость ожидания для выявления каждой ошибки при выполнении T при порядке O:

$$delays^O = \sum_{i=1}^{m}\left(\left(\sum_{k=1}^{TF_i^O} e_k^O\right) \times f_i\right) \quad (1)$$

В уравнении (1) m является количеством ошибок, e_k^O – время выполнения и проверки результатов теста k в T при порядке O и f_i – стоимость ожидания одной единицы времени для выявления ошибки i (например, оплата программисту, который ожидает выявление данной ошибки для ее исправления, где различные ошибки требуют различных программистов с различным окладом). То есть, когда $\forall i\ f_i = 1$, $delays^O$ суммирует для каждой ошибки время между началом выполнения набора тестов и временем, когда ошибка впервые выявляется.

Так как экономия стоимости в силу применения метода приоритезации, создающего порядок O'' относительно использования случайного порядка O', является $delays^{O'} - delays^{O''} - Ca(T) - Cp(T)$, то определим стоимость случайной сортировки O' как $C^{O'} = delays^{O'}$ и стоимость приоритезированного порядка O'' как $C^{O''} = delays^{O''} + Ca(T) + Cp(T)$.

Технически, формулы для $C^{O'}$ и $C^{O''}$ не описывают определенной физической стоимости, так как стоимость, связанная с $delays^O$, может не проявиться на практике - она зависит от ряда факторов, таких как доступность персонала. Однако, различия между $C^{O''}$ и $C^{O'}$ дают верхнюю границу на возможные различия в стоимости, которые могут быть достигнуты при неких благоприятных условиях. Другими словами, раннее выявление ошибок может вести к более эффективному использованию ресурсов (людских или иных) и более ранней дате релиза.

Из этого следует, что приоритезация является целесообразной если и только если:

$$delays^{O''} + Ca(T) + Cp(T) < delays^{O'} \quad (2)$$

Эта модель позволяет сравнить методы приоритезации и ответить на вопрос, является ли заданный метод приоритезации целесообразным по сравнению со случайной перестановкой. Если необходимо сравнить два метода приоритезации 1 и 2, которые получают порядки O_1 и O_2 соответственно, то вычислим $C_1 = Ca_1(T) + Cp_1(T) + delays^{O_1}$ и $C_2 = Ca_2(T) + Cp_2(T) + delays^{O_2}$ для методов 1 и 2, соответственно (стоимость анализа и приоритезации может отличатся для разных методов). Метод с наименьшим значением C_k является более предпочтительным.

Литература. **1.** *S. Elbaum, A. Malishevsky, and G. Rothermel* Prioritizing Test Cases for Regression Testing // Proceedings of the ACM International Symposium on Software Testing and Analysis.– August 2000.– P. 102-112. **2.** *S. Elbaum, A. Malishevsky, and G. Rothermel* Test Case Prioritization: A Family of Empirical Studies // IEEE Transactions on Software Engineering. – February 2002. – 28, № 2. – P. 159-182. **3.** *Малишевський О.Г.* Пріоритезація тестів у регресивному тестуванні // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2006. – № 4. – С. 16-32. **4.** *Малишевський О.Г.* Використання інформації про вартість тестів та серйозність помилок у процесі пріоритезації тестів // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2008. – № 1. — С. 63-78. **5.** *Малишевський О.Г.* Пріоритезація тестів як метод виявлення серьйозних помилок // Наукові праці. Науково-методичний журнал. Миколаївський державний гуманітарний університет ім. Петра Могили комплексу "Київська Могилянська академія". Серія "Комп'ютерні технології". – вип. 77, т.93 –.2009 – С. 97-109. **6.** *Малишевський О.Г.* Приоритезация тестов как метод быстрого выявления серьезных ошибок // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2010. – № 4. – С. 110-128. **7.** *Малышевский А. Г.* Приоритезация тестов как метод быстрого выявления серьезных ошибок // Матеріали X Міжнародної науково-технічної конференції "Системний аналіз та інформаційні технології".– Травень 2008. – С. 375.

Марковський О.П., Федоречко О.І.
Національний технічний університет України "КПІ", ФІОТ, Київ, Украина

Спосіб прискореної корекції "пачки" помилок в каналах зі спектральною модуляцією

Важливим фактором прогресу на шляху інформатизації суспільства є пріоритетний розвиток засобів телекомунікацій та технологій передачі даних. Один із напрямків збільшення пропускної здатності каналів полягає в застосуванні технологій спектрального ущільнення, які передбачають передачу групи із m бітів (символів) одним канальним сигналом. В сучасних умовах динамічного зростання швидкості передачі цифрових даних зовнішні імпульсні завади здебільшого впливають на групу суміжних канальних сигналів. Відповідно, домінуючим типом помилок стають "пачки" спотворених символів. В існуючих технологіях корекції такого типу помилок: кодах Файра, Абрахамсона, Ріда-Соломона процес корекції має значну обчислювальну складність, яка лінійно залежить від числа n символів в блоці.

Ціль досліджень полягає в прискоренні процесу корекції "пачки" символів в каналах зі спектральною модуляцією.

Для досягнення цілі пропонується спосіб корекції на основі зважених контрольних сум, відмінністю яких є те, що при їх обчисленні використовується поліноміальна арифметика. Контрольний код C інформаційного блоку B, що складається з символів $X_1, X_2, \ldots, X_n$, пропонується обчислювати у вигляді 4-х компонентів: $C = \{C_1, C_2, C_3, C_4\}$. Кожному j-тому символу ставиться у відповідність ваговий коефіцієнт $W_j = 1 + (j-1)/2$. Компоненти контрольного коду обчислюються наступним чином: $C_1 = X_1 \oplus X_3 \oplus \cdots \oplus X_{n-1}$; $C_2 = X_2 \oplus X_4 \oplus \cdots \oplus X_n$; $C_3 = X_1 \otimes W_1 \oplus X_3 \otimes W_3 \oplus \cdots \oplus X_{n-1} \otimes W_{n-1}$; $C_4 = X_2 \otimes W_2 \oplus X_4 \otimes W_4 \oplus \cdots \oplus X_n \otimes W_n$, де $\otimes$ – операція поліноміального множення. Вказані компоненти обчислюються на передавачі $(C_{1S}, C_{2S}, C_{3S}, C_{4S})$ і приймачі $(C_{1R}, C_{2R}, C_{3R}, C_{4R})$. Там же обчислюються різниці прийнятих та обчислених компонентів контрольного коду: $\Delta_1 = C_{1S} \oplus C_{1R}$, $\Delta_2 = C_{2S} \oplus C_{2R}$, $\Delta_3 = C_{3S} \oplus C_{3R}$ та $\Delta_4 = C_{4S} \oplus C_{4R}$.

Якщо $\Delta_1 \neq 0$, $\Delta_2 \neq 0$, $\Delta_3 \neq 0$ та $\Delta_4 \neq 0$, причому $V_1 = Q(\Delta_3/\Delta_1)$; $R(\Delta_3/\Delta_1) = 0$; $V_2 = Q(\Delta_4/\Delta_2)$, $R(\Delta_4/\Delta_2) \neq 0$, де $Q(X/Y)$ – результат поліноміального ділення X на Y, а $R(X/Y)$ – залишок вказаного поліноміального ділення, то при передачі спотворена трійка суміжних символів X_j, X_{j+1}, X_{j+2}, причому j – парне. Тоді $j = 2 \cdot W_j$, $W_{j+1} = W_j + 1$, $W_{j+2} = W_{j+1}$. Якщо вектори спотворень символів $\delta_j = X_{jS} \oplus X_{jR}$, $\delta_{j+1} = X_{j+1,S} \oplus X_{j+1,R}$, $\delta_{j+2} = X_{j+2,S} \oplus X_{j+2,R}$, то $\Delta_1 = \delta_{j+1}$, $\Delta_2 = \delta_j \oplus \delta_{j+2}$, $\Delta_3 = W_{j+1} \otimes \delta_{j+1}$, $\Delta_4 = W_j \otimes \delta_j \oplus W_{j+2} \otimes \delta_{j+2} = W_j \otimes \delta_j \oplus W_j \otimes \delta_{j+2} \oplus \delta_{j+2} = W_j \otimes (\delta_j \oplus \delta_{j+2}) \oplus \delta_{j+2} = W_j \otimes \Delta_2 \oplus \delta_{j+2}$. Відповідно W_{j+1} обчислюється як $W_{j+1} = Q(\Delta_3/\Delta_1) = V_1$, звідси знаходяться позиції спотворених символів. Їх корекція виконується як: $X_j = X_{jR} \oplus \delta_j$, $X_{j+1} = X_{j+1,R} \oplus \Delta_1$, $X_{j+2} = X_{j+2,R} \oplus \delta_{j+2}$.

Якщо $\Delta_1 \neq 0$, $\Delta_2 \neq 0$, $\Delta_3 \neq 0$ та $\Delta_4 \neq 0$, причому $V_1 = Q(\Delta_3/\Delta_1)$; $R(\Delta_3/\Delta_1) = 0$; $V_2 = Q(\Delta_4/\Delta_2)$, $R(\Delta_4/\Delta_2) = 0$, то при передачі спотворена трійка суміжних символів X_j, X_{j+1}, X_{j+2}, причому j – непарне. Коефіцієнт W_{j+1} визначається як $W_{j+1} = Q(\Delta_4/\Delta_2) = V_2$; $W_j = W_{j+1} = V_2$, відповідно позиція $j = 2 \cdot W_j - 1 = 2 \cdot V_2 - 1$. Вектори спотворень: $\delta_{j+1} = \Delta_2$; $\delta_{j+2} = \Delta_3 \oplus W_j \otimes \Delta_1$; $\delta_j = \Delta_1 \oplus \delta_{j+2}$.

Таким чином, процес корекції "пачки" із трьох спотворених символів зводиться до операції поліноміального ділення, час виконання якого, на відміну від відомих кодів для корекції пачки, не залежить від кількості символів n в контрольованому блоку. Оскільки реальна довжина n становить сотні і тисячі символів, то зрозуміло, що запропонований спосіб корекції "пачки" дозволяє прискорити цей процес на 2–3 порядки, що забезпечує можливість виправлення помилок в темпі передачі даних. Наявність такої можливості є принципово важливою для широкого кола систем комп'ютерного управління реального часу.

Медзатий Д.М., Жумела А.О., Гребенюк Б.О.
Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна

Система керування мобільною платформою на основі аналізу зображень та розпізнавання образів

Вступ. Мобільні роботи є зручним та ефективним засобом виконання задач, пов'язаних із збором, накопиченням та опрацюванням інформації (відео, аудіо, ультразвукової тощо) у важкодоступних або небезпечних для людини місцях [1, 2].

Розроблення та впровадження ефективних рішень для автономних мобільних платформ ускладнюється такими чинниками як: висока ступінь невизначеності, неповнота інформації, нелінійність та фактори, залежні від часу, неоднорідність середовища. Тому актуальною залишається задача розроблення, впровадження та апробації нових методів та підходів у галузі робототехніки, а саме систем керування.

Проектування систем керування автономними мобільними роботами багато в чому залежить від вимог, які висуваються до системи. Одним з вирішальних факторів є інформація, яка використовуються для визначення місця розташування платформи та інших об'єктів.

Постановка задачі. Необхідно розробити систему керування мобільною платформою. Рішення про напрямок руху платформи приймаються віддаленою обчислювальною системою. Платформа отримує команди по бездротовому інтерфейсу Bluetooth. Вихідними даними щодо розташування платформи та сторонніх об'єктів у зоні дії платформи є відеоряд, який отримується з камери, жорстко закріпленої над поверхнею.

Вирішення задачі. Для вирішення поставленої задачі запропонована наступна структура системи (рис. 1).

У якості обчислювальної системи використовується довільний персональний комп'ютер з модулем Bluetooth. До неї за інтерфейсом USB або Ethernet під'єднується відеокамера. Програмний модуль системи керування поділений на дві частини. Перша частина - безпосередньо система керування, яка на основі вихідної інформації про позицію платформи та поставлені задачі, приймає рішення про напрямок руху платформи і відсилає необхідну вказівку платформі. Друга частина - підсистема аналізу та розпізнавання зображень, головним завданням якої є визначення координат платформи та її орієнтацію, а також координати розташування інших об'єктів, що знаходяться у зоні дії камери. Система розпізнавання реалізована мовою Сі та використовує бібліотеки OpenCV. Для спрощення ідентифікації платформи та інших об'єктів на них закріплюються маркери. Маркери розрізняються як за геометричними ознаками, так і за кольором. Програмний модуль керування платформою також реалізований на мові Сі. На даному етапі використовується адаптивний алгоритм керування.

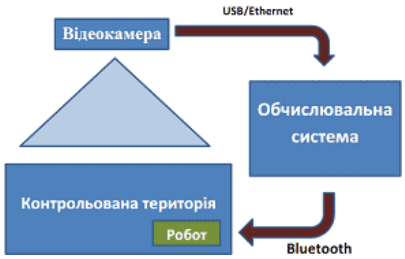


Рис. 1. Структура системи віддаленого керування мобільною платформою

Висновок. Розроблена система керування дозволяє проводити апробацію алгоритмів керування мобільними автономними платформами. Використання віддаленої обчислювальної системи забезпечує можливість реалізації алгоритмів керування з практично довільною обчислювальною складністю.

Література. **1.** Cang YE, Edward TUNSTEL "Advances in Field Robotics and Intelligent Systems" International Journal of Intelligent Control and Systems, vol. 13, N. 1, pp. 1-2, Mar. 2008 **2.** Raj Reddy "Robotics and Intelligent Systems in Support of Society" IEEE Intelligent Systems, Vol.21, No. 3, pp.24-31, May 2006.

Молчановський О.І., Пісоцький М.О.
Національний технічний університет України "КПІ", ФІОТ, Київ, Украина

Задачі маршрутизації транспортних засобів: опис та методи розв'язку

Наводиться постановка задачі маршрутизації транспортних засобів. Описуються типи задач в залежності від наявності певних обмежень. Наводяться методи розв'язку даних задач.

У задачах маршрутизації транспортних засобів (англ. *Vehicle Routing Problem – VRP*) розглядаються проблеми доставки товарів між складами та кінцевим клієнтами. Прикладами застосувань таких задач у реальному світі є збір сміття на вулицях, маршрутизація шкільних автобусів, транспортування людей з фізичними вадами, доставка товарів клієнтам магазинів [1]. Задачі VRP вперше були сформульовані у 1959 році [2], але найбільшого розвитку вони отримали останні 20 років.

Опис задач. Розв'язок VRP полягає у знаходженні множини *маршрутів*, кожний з яких опрацьовується окремим транспортним засобом (машиною), що починає та закінчує маршрут в одному зі *складів*; при цьому враховуються всі вимоги клієнтів, всі *операційні обмеження*, а також мінімізується глобальна вартість транспортування. Мережа доріг представляється графом, де дуги – це ділянки доріг, а вершини - вузли доставки, завантаження або проміжні вузли. З кожною дугою пов'язана вартість транспортування, яка відповідає фізичний відстані, та часом транспортування, який може залежати від типу транспортного засобу та періоду доби. Типовими характеристиками вузлів-клієнтів є: об'єм товару, який необхідно доставити чи зібрати у вузлі; часовий період (вікно), у який дозволено здійснювати опрацювання даного клієнта; час, який необхідно витратити на завантаження/розвантаження; типи транспортних засобів, які можуть здійснювати опрацювання даного вузла. Інколи дозволяється, щоб вимоги клієнтського вузла виконувались не повністю (наприклад, потрапляння у часове вікно); в такому випадку можуть накладатись додаткові штрафи на глобальну вартість. Вузли-склади можуть характеризуватись: часовим вікном роботи; множиною типів транспортних засобів; загальним об'ємом товару, який можна тримати одночасно на складі; максимальною кількістю машин, які можуть бути одночасно опрацьовані складом.

Транспортування товарів виконується *флотом транспортних засобів* (машин), кількість та комбінації яких можуть бути заданими. До характеристик машин відносяться: стартовий та кінцевий склад; максимальна місткість; множина типів товарів, які може перевозити машина; множина ребер транспортної мережі, які дозволені для даного засобу; вартість використання машини (може включати в себе вартість за пробіг, за час, за одноразову подачу); часове вікно, коли можна використовувати даний транспортний засіб.

Існує достатньо велика кількість модифікацій задач VRP [3], які відрізняються одна від одної врахуванням тих або інших характеристик вузлів, складів, машин, а також введенням додаткових обмежень. Наявність різних обмежень визначається відмінністю задач, а часто також тим, що реальні задачі є дуже складними і в таких випадках у першу чергу розглядаються спрощені задачі. Загалом задачу VRP можна розглядати як узагальнення задачі комівояжера (Multiple Traveling Salesman Problem). Найпростішим варіантом VRP є задача з одним складом та однотипними транспортними засобами (*Capacitated VRP*). До обмежень задач VRP відносяться:

- потрапляння машини у часове вікно вузла клієнта (*VRP with Time Windows*);
- використання декількох типів транспортних засобів (*VRP with Heterogeneous Fleet*);
- врахування послідовності вузлів, наприклад, коли в одному вузлі необхідно забрати певні товари і доставити їх згодом в інший вузол (*VRP with Pickup and Delivery*);
- попереднє обмеження спрощується, коли у деяких вузлах необхідно забрати товари та лише доставити їх на склад (*VRP with Backhauls*);
- кожний вузол-клієнт може обслуговуватись тільки транспортними засобами певного типу (*Site Dependent VRP*).

Мінімізаційна функція у задачах VRP зазвичай відповідає загальній (глобальній) вартості транспортування. Ця вартість може враховувати сумарну відстань всіх маршрутів, сумарний час транспортних засобів на маршрутах, одноразова вартість використання транспортного засобу. Окрім того додатково можуть вимагатись: мінімізація кількості машин (маршрутів); збалансування маршрутів в термінах часу подорожі та завантаженості машин; мінімізація штрафів, які пов'язані з частковим обслуговуванням клієнтських вузлів.

Методи розв'язку. За своєю складністю задачі VRP відносяться до *NP-повних*, а отже не можуть бути оптимально розв'язані точними методами. Втім такі методи можуть все одно використовуватись для розв'язку задач із невеликою кількістю вузлів. До цих методів відносяться *динамічне програмування* та *метод гілок та меж* [4].

Для реальних прикладів задач застосовуються евристичні та мета-евристичні методи. Зазвичай в такому випадку процес пошуку розв'язку розбивається на два етапи: *побудова початкового рішення* та *покращення рішення*. Побудова початкового рішення полягає у створенні одного або декількох допустимих розв'язків, котрі будуть стартовою точкою при наступному етапі покращення. У звичайному випадку використовується евристичний процес побудови, який починається з порожнього рішення та поступово додає компоненти розв'язку, доки не буде отримане допустиме рішення. При цьому найчастіше застосовується жадібний алгоритм із використанням різноманітних евристичних функцій [5].

Процес покращення рішення намагається модифікувати початковий допустимий розв'язок, базуючись на визначеній метриці, доки не буде отриманий оптимальний розв'язок або не закінчиться час, відведений на роботу алгоритму. В процесі пошуку розв'язку використовується поняття *множина розв'язків* - множини допустимих розв'язків/станів, котрі досяжні з поточного стану. Для знаходження кращого розв'язку мета-евристичні алгоритми змінюють поточний стан одним зі станів з множини розв'язків. Цей процес відповідає локальному пошуку в просторі станів. Локальний пошук використовує так звані локальні операції, які змінюють один або декілька маршрутів, намагаючись отримати краще (дешевше) рішення.

Серед мета-евристичних методів, які керують локальним пошуком, можна виділити *табу пошук* та *пошук з симуляцією відпалу* [1]. Окремої уваги заслуговують *генетичні алгоритми*, при використанні яких можна не виконувати перший етап побудови початкового рішення, а просто вміти генерувати випадкові екземпляри рішення задачі [6]. До методів, які намагаються суттєво перебудовувати поточне рішення шляхом повного видалення деяких маршрутів та подальшого перерозподілу вузлів, що звільнились, можна віднести *Variable Neighbourhood Search* [7].

Загалом слід відзначити, що не існує одного методу розв'язку, який був би однаково ефективним для різних екземплярів задач VRP. Це й пояснює існування такого різноманіття існуючих методів.

Література. **1.** P. Toth and D. Vigo, *The vehicle routing problem*, vol. 9, Society for Industrial Mathematics, 2002. **2.** G.B. Dantzig and J.H. Ramser, "The truck dispatching problem", *Management science*, pp. 80–91, 1959. **3.** B. Eksioglu, A.V. Vural, and A. Reisman, "The vehicle routing problem: A taxonomic review", *Computers & Industrial Engineering*, vol. 57, no. 4, pp. 1472–1483, 2009. **4.** S. Dabia, S. Ropke, T. Van Woensel, and T. De Kok, "Branch and cut and price for the time dependent vehicle routing problem with time windows", *Transportation Science*, vol. 361, November, 2010. **5.** F.H. Liu and S.Y. Shen, "The fleet size and mix vehicle routing problem with time windows", *Journal of the Operational Research Society*, vol. 50, no. 7, pp. 721–732, 1999. **6.** M.I. Hosny and C.L. Mumford, "Investigating genetic algorithms for solving the multiple vehicle pickup and delivery problem with time windows", in *MIC2009, Metaheuristic International Conference*, 2009. **7.** S. Ropke and D. Pisinger, "An adaptive large neighborhood search heuristic for the pickup and delivery problem with time windows", *Transportation Science*, vol. 40, no. 4, pp. 455–472, 2006.

***Найдьонов І.М.*[1]*, Громовий О.В.*[2]**
[1] *Національний технічний університет України "КПІ", ММІФ, Київ, Україна;* [2] *Центр інформаційних технологій ЦДЮТ Солом'янського району, Київ, Україна*

Використання методу «редагування на льоту» (edit on fly) для побудови Web-систем

У сучасних Web-системах широко використовується принцип відокремлення сторінок для редагування і для перегляду інформації. При цьому сторінки редагування можуть бути як інтегровані в основний дизайн сайта, так і винесені в окремий адміністративний розділ. Саме цей принцип закладений в переважній більшості сучасних CMS систем, таких як Joomla, Wordpress, Durpal та ін. Такий підхід несе в собі ряд незручностей як для користувачів, так і для розробників.

По-перше, потрібно створювати як мінімум по дві сторінки на кожен об'єкт даних (сторінка перегляду та сторінка редагування/додавання). Якщо при розробці використовується модель MVC, потрібно створювати додатковий вид, писати додатковий контролер і модель для сторінок редагування. Як правило, сторінки перегляду і редагування однакові за винятком того, що на сторінці перегляду виводяться дані, а на сторінці редагування – виводяться елементи форми для редагування цих даних. Відповідно, розробники вимушені робити подвійну роботу.

Другий недолік полягає в тому, що зазвичай усі поля даних, які присутні на сторінці редагування, перезаписуються в базу даних під час збереження, навіть якщо вони не зазнали змін. Це породжує надлишковий трафік між клієнтом і сервером, та підвищує імовірність пошкодженя та перезапису даних при передачі.

По-третє, при схемі, коли всі поля даних передаються разом, досить складно реалізувати гнучкий алгоритм розмежування доступу до даних. У кожному випадку, коли необхідно надати або заборонити доступ до окремого поля об'єкта, необхідно переписувати логіку перевірки доступа для цього поля на програмному рівні.

Для вирішення вищезазначених проблем пропонується використання у процесі розробки Web-додатків методу редагування інформації «на льоту». Для цього створюється набір функцій для кожного типового елементу введення даних (edit, select, textarea, radio тощо), які виводять інформацію або у режимі перегляду або редагування. Кожна функція приймає в якості параметрів назви таблиці і поля в базі даних, та ідентифікатор запису в таблиці.

Зі сторони користувача це виглядає так: коли користувач натискає на спеціальний перемикач, усі поля сторінки перегляду, які можна редагувати, підсвічуються. При натисненні на таке поле на його місці з'являється елемент вводу, а коли редагування закінчено, знову повертається текстовий елемент перегляду.

Технічно цей режим реалізується наступним чином – кожне поле «редагування на льоту» має унікальній (у межах сесії) ідентифікатор, що генерується в момент першого звернення до цього поля. Ідентифікатор формується з комбінації таких параметрів, як тип елемента, назва таблиці, назва поля та ідентифікатор запису у таблиці. Ці дані визначають місцезнаходження комірки даних у базі даних та зберігаються у змінній сесії, назва якої співпадає з ідентифікатором поля. В момент закінчення редагування інформації клієнтом, на сервер за допомогою технології AJAX[1] надсилається запит, що містить в собі ідентифікатор поля і нове значення. Сервер повертає JSON-об'єкт з оновленими елементами сторінки або відомості про помилки виконання.

Техніка «редагування на льоту» (edit on fly) дозволяє не створювати окремих сторінок для перегляду та редагування даних, а інкапсулювати повну функціональність на єдиній сторінці. Це значно зменшує час розробки складних веб-систем, оптимізує трафік та дозволяє гнучко розподіляти права. Окрім цього, відкриваються нові можливості підвищення захисту від php та sql ін'єкцій. В цьому режимі потік даних проходить через єдине вікно, що створює можливість поставити якісні вхідні фільтри та убезпечити Web-систему від цілого класу мережевих атак.

Література. **1.** Дейв Крейн, Эрик Паскарелло, Даррен Джеймс - "Ajax в действии", 2006 р.

Невдащенко М.В., Гер'ятович Я.В.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Перетворення алгебраїчних систем в об'єктно-орієнтованій парадигмі

Представлення систем. Розробка інформаційних систем пов'язана із застосуванням різних моделей, найбільш поширеними з яких є концептуальні, проектні та реалізаційні. Коли здійснюється перехід від розробки моделі до її реалізації, повинні враховуватись додаткові обмеження, пов'язані з певними технологіями і інструментами. Ефективність реалізації залежить від успішного вирішення таких загальних завдань.

Об'єктом дослідження є формалізація математичних методів для ефективного виконання завдань, пов'язаних з еквівалентним перетворенням моделі в об'єктно-орієнтованому підході. Формалізовано поняття класів та їх відношень, які відповідають умовам об'єктно-орієнтовного підходу при розробці інформаційних систем. У цьому випадку класи є набором типів, визначених їх властивостями. Список властивостей називається специфікацією.

Переваги. Визначено, що поняття і правила, які використовуються в об'єктно-орієнтовному підході, забезпечують ряд важливих переваг:

- Так як клас визначає тільки ті дані, якими він повинен оперувати, коли екземпляр цього класу (об'єкт) виконується, то код не зможе випадково отримати доступ до інших даних програми. Ця характеристика приховування даних забезпечує безпеку системи і дозволяє уникнути ненавмисного пошкодження даних.
- Іншим основним видом відношень між класами і об'єктами являється агрегація. Вона означає, що один клас містить в собі в якості агрегатів (частин, підсистем) інші класи. Таким чином об'єкти (екзепляри класів) зберігають зв'язки з іниши об'єктами. При чому агрегація є зберіганням саме зв'язків між об'єктами, а не самих об'єктів, таким чином досягається мінімалізація данних, що зберігаються, та принцип поділу областей впливу.
- Для забеспечення різної поведінки для класів батьків та їх наслідників, викристовується принцип поліморфізму. Це дозволяє використовувати один інтерфейс для роботи з класом, але визначати поведінку в кожному з його наслідників. Таким чином можна створити дуже гнучку систему типів, де кожен клас може мати свою власну поведінку, відповідаючи загальному інтерфейсу.
- Визначення класу можна використовувати не тільки для програм, для яких він створювався спочатку, а й інших об'єктно-орієнтованих програм (і, з цієї причини, може бути легко поширений для інших алгебраїчних задач). Концепція класів даних дозволяє програмісту створювати новий тип даних, який ще не визначено в самій мові.

Показано, що класи та операції являють собою алгебраїчну систему, яка дозволяє ефективно вирішувати завдання з комбінованими однозначними перетвореннями моделі. Є кілька операцій з класами, які вважаються основними, наприклад, доповнення, узагальнення та поширення. Щоб формалізувати алгебраїчну систему, визначаються основні властивості цих операцій, і показано, що вони утворюють замкнуте кільце. Таким чином, набір операцій

$$\left(\overline{G}, \overline{E}, \{C\}, C^0, C^U\right) \tag{1}$$

достатньо, щоб сформувати алгебру классів.

Приклади розв'язання типових задач за допомогою запропонованого математичного методу. Серед цих прикладів можна підкреслити задачі з множинним наслідуванням. Цей апарат також може використовуватись для ефективного перетворення онтологій, заснованих на "це є"і "частина від"відносинах, з метою перетворення метаданих з однієї моделі в іншу.

Література. **1.** Вісник, Київ "Век+" 2010, Бузовский О.В., Болдак А.А., Невдащенко М.В. Семантика моделей и размерность задач проектирования. Ст.104

Николаев С.С. *— рецензент Удовенко В.С.*
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Обучение нейронных сетей для задачи нахождения лиц людей на изображениях

Предлагается комбинированный алгоритм обучения нейронных сетей для повышения точности распознавания лиц на изображениях. Показывается как влияет способ формирования обучающей выборки на точность распознавания. В качестве нейронной сети для детектора фронтальных изображений лиц был выбран двухслойный персептрон с 400 входами и одним выходом, использующий сигмоидальную функцию активации в скрытом и выходном слое. Были обучены сети с конфигурациями, содержащими от 5 до 600 нейронов в скрытом слое, и наилучший результат распознавания был получен при 100 нейронах.

На вход нейронной сети подается матрица интенсивностей пикселей изображения лица размером 20x20 точек. Изображения входящей выборки переводятся в оттенки серого [1], а интенсивности пикселей для каждого изображения масштабируются в диапазоне [-1, 1]. Было опробовано две методики масштабирования. В первом случае масштабирование производилось из диапазона $[0, 255]$ в [-1,1]. Во втором случае в качестве изначального диапазона выбирались минимальные и максимальные интенсивности пикселей, которые масштабировались в диапазон значений [min..max] $\rightarrow$ [-1,1]. Такой выбор предобработки уменьшает влияние разной освещённости на качество распознавания.

Методика обучения заключалась в том, что в начале нейронная сеть детектора тренировалась в среде Matlab с помощью алгоритма traincgb, который оказался наиболее точным. Но, несмотря на хорошие показатели качества (в среднем точность распознавания (precision) = 96 % и процент найденых лиц (recall) = 98 %), процент ложных срабатываний детектора был слишком велик (FAR = 1e-3).

Для улучшения FAR была использована методика бутстреппинга (Bootstrapping) [2], суть которой состоит в том, чтобы уменьшить процент неправильно распознанных изображений при помощи особого способа составления обучающей выборки. На каждой итерации обучения сети изменять обучающую выборку таким образом, чтобы минимизировался FAR. Для этого после каждой фазы обучения сети вводится дополнительная фаза тестирования на независимом множестве примеров. Все примеры, которые были неправильно распознаны, добавляются в обучающую выборку в качестве контрпримеров.

На вход процедуре бутсреппинга подавалась выборка, состоящая из 10000 положительных примеров (лиц) и 5000 отрицательных примеров (фон). На каждой итерации выбирались 5000 новых отрицательных примеров из независимой выборки фона, которые классифицировались детектором как лица. Благодаря такому алгоритму обучающей выборки удаётся достичь: FAR = 3e-6, Precision = 98 % и Recall = 99 %, что невозможно при использовании классических процедур обучения. Использование процедуры бутстреппинга позволило увеличить точность распознавания детектором лиц человека до 99 % и уменьшить процент фона, распознанного методом как лица, на 3 порядка по сравнению с классическими методиками обучения.

Выводы. Приведённый комбинированный алгоритм обучения нейронной сети позволил увеличить точность распознавания лиц. Специальный способ составления обучающей выборки отрицательных примеров позволил уменьшить процент ошибок сети на три порядка по сравнению с сетью, обученной на случайной выборке фона.

Литература. **1.** Bernd Heisele, Tomaso Poggio, Face Detection in Still Gray Images [электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cbcl.mit.edu/publications/ps/AIM-1687.pdf, свободный. - Загл. с экрана. **2.** Henry A. Rowley, Shumeet Baluja, Neural Network-Based Face Detection [электронный ресурс]. – Режим доступа:http://www.informedia.cs.cmu.edu/documents/rowley-ieee.pdf, свободный. - Загл. с экрана.

Ніколаєнко А.К., Корначевський Я.І.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Інтерполяція відеокадрів

Протягом останніх 10–15 років обробка цифрових відео та зображень перетворилася із ізотерично-дослідницької сфери з невеликим полем практичного застосування на ключову технологію для ринку широкого використання [1]. Хоча поява більш потужнішого обладнання дозволила ширшому колу бажаючих займатися обробкою цифрового відео, завжди залишається актуальною тематика покращення алгоритмів обчислення та зберігання відеоінформації.

Основні поняття. Інтерполяція кадрів – це форма обробки відео, в якій проміжні відеокадри генеруються на основі вже існуючих. Використання інтерполяції кадрів:

1. Створення ефекту Slow Motion (HDTV відео потребує частоти кадрів від 30 fps до 120 fps, при тому, що зазвичай камери дозволяють знімати відео з частотою 24 fps).
2. Зменшення кількості відеокадрів для зменшення розмірів відеофайлів [2].

Особливості стандартів. Такі стандарти кодування відео, як MPEG-2 та H.264 використовують інтерполяцію відеокадрів для зменшення об'єму відеофайлу. Такий спосіб дозволяє зменшити розмір файлу без помітних втрат якості зображення. Основні підходи в відеокодуванні:

1. Програма-кодувальник передбачає наступний кадр на основі вже існуючих та кодує тільки похибку передбачення.
2. Блоки відеокадру, які не можуть бути передбаченні з невеликою похибкою, кодуються прямим методом без передбачень.
3. Відеокадри опрацьовуються макроблоками (наприклад 16×16 пікселів) для підвищення швидкості кодування [3].

Особливості алгоритму. Для інтерполяції відеокадрів зазвичай використовується метод оцінки вектору руху об'єктів на зображенні. Суть методу полягає у порівнянні двох або більше сусідніх кадрів та розрахунку векторів, які описують позицію об'єктів на наступному кадрі відносно позиції цих же об'єктів на попередньому кадрі. Для знаходження вектору руху обирається певний макроблок зображення (наприклад блок розміром 16×16 пікселів) та ділянка, в якій ведеться пошук обраного макроблоку на наступному кадрі. При знаходженні макроблоку в ділянці для пошуку обчислюється вектор руху об'єкта. Вектор записується як (Vx, Vy), де Vx – переміщення об'єкта по осі OX; Vy – по осі OY. Нижче наведений приклад обрання макроблоку та ділянки пошуку на двох сусідніх кадрах (рис. 1).

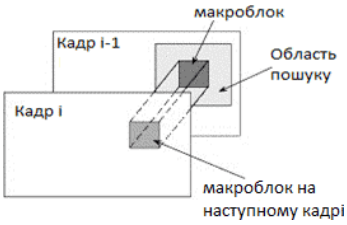


Рис. 1. Приклад пошуку макроблоку

Основним завданням даного алгоритму є зменшення кількості пошуків для обчислення вектору руху. Ця задача зводиться до знаходження значення аргументів, при яких функція пошуку макроблоку досягає мінімального значення. Якщо функцію пошуку записати як $CF(dx, dy)$, то задачу можна записати як:

$$(Vx, Vy) = \arg\max_{dx,dy} CF(dx, dy), \tag{1}$$

де dx – різниця координат по осі OX, dy – різниця координат по осі OY, а Vx та Vy – вектори переміщення макроблоку [4].

Також даний алгоритм ставить перед собою завдання знаходження мінімальної абсолютної відстані між однаковими макроблоками на сусідніх кадрах:

$$MAD(dx, dy) = \frac{1}{N} \sum_{x,y \in B} |XF(x, y) - VB(x + dx, y + dy)|, \tag{2}$$

де XF – макроблок на наступному кадрі, XB – макроблок на попередньому кадрі, MAD

(Minimal Absolute Distance) показує найближчі об'єкти, які співпали, N – розмір макроблоку. Краще значення параметрів можна зрозуміти з рис. 2.

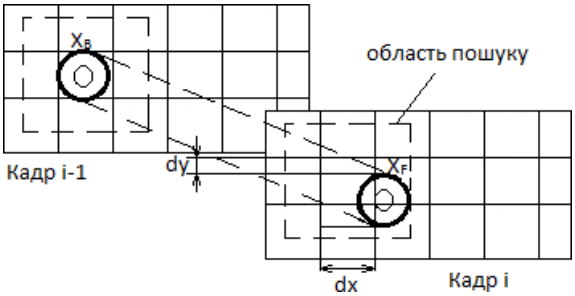


Рис. 2. Приклад зміни положення об'єкта на сусідніх кадрах

Переваги. Даний метод має наступні переваги:

1. Отримання проміжних кадрів високої якості.
2. Можливість оцінити можливості передбачення руху об'єкта.
3. Можливість налаштування параметрів, що дає змогу варіювати швидкість та якість.

Недоліки. До недоліків такого підходу належать:

1. Необхідність використання досить потужного комп'ютера.
2. Завдання ускладнюється, якщо об'єкти на зображені змінюють кут нахилу або змінюються розміри об'єктів.

Засоби розробки. Даний алгоритм розробляється як плагін для всесвітньо відомої програми для відеомонтажу Avid Studio. Тому для реалізації алгоритму використовується RialTime Effect SDK для Avid Studio (RTFxV2 SDK), що дозволяє працювати з відеофайлами в декодованому вигляді. Дана бібліотека розрахована на написання додаткових ефектів відеомонтажу з використанням мов програмування C++ та XML. RTFXV2 дозволяє:

1. Оперувати пікселями кадру без необхідності декодування відеофайлу.
2. Працювати з різними кольоровими схемами (RGB, YUV та ін.).
3. Виконувати обчислення через CPU або GPU.
4. Можливість створення налаштувань для ефекту за допомогою XML розмітки.
5. Широкий спектр функцій для роботи з відеокадрами [5].

Література. **1.** Iain E.G. Richardson, "Image and Video Compression," in Video codec design, England, Great Britain: John Wiley & Sons Ltd, 2002. **2.** Yun Q. Shi, Huifang Sun, "Digital Video Coding Standards" in Image and video compression for Multimedia Engineering, 2-nd New Jersey: CRC Press, 2008. **3.** Keith Jack, "MPEG-2. MPEG-4 and H.264" in Video Demystified: A Handbook for the Digital Engineer, 5-th Burlington: Elservier, 2007. **4.** Z. Gan, L. Qi, and X. Zhu, "Motion Compensated Frame Interpolation Based on H.264 Decoder," Electron. Lett., col. 43, no. 2, Jan. 2007, pp. 96-98. **5.** Avid Effect Plug-in API Documentation, Avid, Burlington, MA, 2011.

Новосад І.В., Мальчиков В.В.
Національний технічний університет України «КПІ», ФПМ, Київ, Україна

Оптимальна методика реалізації алгоритмів ЕЦП на ЕВМ

Одним із найслабкіших і найпроблемніших місць у сучасній криптографії являється швидкодія алгоритмів. Зменшення часу, необхідного на виконання шифрування даних, чи обчислення їх цифрового підпису, постійно залишається актуальною проблемою при розробці криптографічних систем. Електронний цифровий підпис (ЕЦП) – це блок даних невеликого розміру, одержаний в результаті криптографічного перетворення повідомлення довільної довжини з використанням особистого (таємного) ключа відправника [1]. Процедура обчислення цифрового підпису побудована таким чином, що кожний цифровий підпис має унікальну структуру, пов'язану з повідомленням та ідентифікаційними даними власника особистого ключа.

Застосування ЕЦП дозволяє вирішити такі завдання:

- здійснити аутентифікацію джерела повідомлення;
- встановити цілісність повідомлення;
- забезпечити неможливість відмови від факту підпису конкретного повідомлення.

Мета даної роботи – запропонувати методику якнайшвидшого виконання обчислень при реалізації алгоритму електронного цифрового підпису на ЕВМ у відповідності до стандарту ДСТУ 4145-2002.

Стандарт ДСТУ 4145-2002 установлює механізм цифрового підписування, що ґрунтується на властивостях груп точок еліптичних кривих над скінченними полями $GF(2^m)$ [2].

При виконанні обчислень у скінченному полі часто доводиться зводити результат за модулем примітивного многочлена. Ця операція займає багато процесорного часу при реалізації на ЕВМ. Проаналізувавши існуючі методи швидкого зведення за модулем та порівнявши швидкість роботи цих методів для чисел різної бітової довжини, можна зробити обґрунтовані рекомендації щодо виконання даної операції при реалізації даного алгоритму ЕЦП на ЕВМ.

Многочлени над скінченним полем можуть бути представлені двійковими рядками довжини, що складаються з коефіцієнтів таких многочленів. Будемо розглядати обчислення залишку від ділення l–розрядного числа x (ділене) на k–розрядне число m (дільник). Визначимо наступні позначення: b – основа позиційної системи числення, у якій представлені числа (будь-яке ціле число $\geqslant 2$), k – кількість розрядів представлення числа m у b–системі.

Метод обчислення ($x \ mod \ m$), запропонований Монтгомері у 1985 році, полягає у наступному [3]. Частка знаходиться шляхом багатократного додавання m. Замість обчислення t одразу, обчислюється один розряд t_i, множиться на mb_i та складається з x. Інший метод був запропонований Барреттом у 1986 році [4]. Він базується на спостереженні, що вираз $q = x \ mod \ b$ еквівалентний виразу $q = x – m * [x/m]$. Для виконання обчислень за даним методом попередньо необхідно обчислити $\mu = b^{2k} \ div \ m$.

Тестування швидкості виконання обчислень на ЕВМ за трьома наведеними методами показало, що для обчислення залишку від ділення для невеликих порядків многочленів доцільніше використовувати метод Барретта, а для великих (більше 1024 біт) більш швидко працює алгоритм Монтгомері. Аналізуючи отримані результати можна зробити наступний висновок. При реалізації на ЕВМ алгоритму ЕЦП за ДСТУ 4145-2002 операцію зведення многочленів за модулем слід реалізовувати двома методами – Монтгомері та Баррета. Вибір одного з цих методів повинен залежати від порядку многочлена, над яким виконується операція.

Література. **1.** Романец Ю.В. Защита информации в компьютерных системах и сетях. – М.: Радио и связь, 2001. – 376 с. **2.** О. Шаталов, А. Кочубінський. ДСТУ 4145-2002. Цифровий підпис, що ґрунтується на еліптичних кривих. Формування та перевірка, м. Київ, 2003. –14-24 с. **3.** Montgomery P. Modular Multiplication without Trial Division.// Mathematics of Computation – 1985. – p.519-521. **4.** Barrett P. Implementing the RSA Public Key Encryption Algorithm on a Standard Digital Signal Processor.// Advances in Cryptology – 1986. – p.311-323.

Павловська Г.С. *— рецензент Олійник Ю.О.*
Національний технічний університет України "КПІ", ФІОТ, Київ, Україна

Архітектура автоматизованої системи обробки структурованих паперових документів

Вступ. Проблема інформатизації в сучасному суспільстві набуває особливого сенсу і значення вже через те особливе місце, яке займає інформація і засоби масової інформації в життєдіяльності людини. Саме тому актуалізується завдання розробки, освоєння і використання інформаційних технологій, як необхідного в наші дні засобу і умови організації у різних сферах діяльності. На долю обробки документів найчастіше припадає більшість робочого часу офісних працівників. Тому гострою є проблема саме автоматизованої обробки паперових документів. Оскільки більшість документів, що обробляються на підприємствах та в організаціях, можливо структурувати, тобто сформувати їх на основі форми (шаблони), де інформаційні рядки знаходяться в певних абсолютних чи відносних позиціях. Дане дослідження розкриває лише тему автоматизованої обробки структурованих паперових документів.

Постановка задачі. Дослідити та розробити архітектуру автоматизованої системи обробки структурованих паперових документів.

Основна частина. Основою для архітектурного рішення обробки структурованих паперових документів буде використовуватися DMS (Document management system) система – комп'ютерна система, що використовується для обробки та збереження електронних документів чи образів паперових документів. При цьому застосовуватимуться певні компоненти даної системи, основними з яких є Workflow [2,3] та Docflow [1]. Принцип Workflow — автоматизація всього або частини бізнес-процесу, впродовж якого документи, інформація або задачі передаються від одного учасника іншому для обробки у відповідності з набором процедурних правил. Docflow – підтримка процесів узгодження та опрацювання документів на всіх стадіях їх життєвого циклу, що надає можливість маршрутизації документа між виконавцями у відповідності із заздалегідь визначеними потребами. При цьому відбувається зміна стадії життєвого циклу документа у зв'язку з його поточним положенням на маршруті.

Крім того, в системі обробки структурованих паперових документів можна виділити ще три компоненти [4], першою з яких є модуль сканування. Цей модуль організовує потік графічних образів документів, що підлягають машинній обробці. Отримання електронного образу – зображення паперового документу переводиться шляхом сканування листів документу за допомогою сканеру.

Другою компонентою буде модуль оптичного розпізнавання тексту (англ. Optical character recognition) [5] – це механічне або електричне переведення зображень рукописного, машинописного або друкованого тексту в послідовність кодів, що використовуються для представлення в текстовому редакторі. Часто використовується як інтегрований в обладнання або в якості окремого програмного забезпечення.

Третьою компонентою буде модуль налаштування сценаріїв обробки графічних копій документів. В процесі обробки визначається тип документу, знаходяться поля вводу, йде розпізнання вмісту полів. Даний модуль повинен:

- проводити попередню обробку графічного образу та виділення графічних примітивів;
- автоматично ідентифікувати попередній шаблон документу;
- виділяти поля вводу (контроль комплектності);
- відстежувати послідовність сторінок та структуру документу;
- передавати оброблені дані до інших систем чи зберігати їх у вигляді файлів з даними.

Можна перерахувати безліч програмних продуктів, що автоматизують обробку структурованих паперових документів на етапі розпізнавання. Розглянуто такі програмні продукти, як FlexiCapture та FineReader від компанії Abbyy. Також існує продукт компанії Cognitive

Досліження виконано в рамках виконання дипломного проекту.

Technologies – CuneiForm – для оптичного розпізнавання текстів та подальшого його редагування. Останьою з розглянутих програм буде OmniPage Pro – ця програма забезпечує більшою мірою, ніж будь-коли раніше, економію часу і підвищення продуктивності праці користувача. CuneiForm, OmniPage Pro не мають можливості структурованого збереження документів та повної обробки.

Дослідження у точності розпізнавання даних – один з найголовніших пунктів, на який спираються при побудові алгоритмів розпізнавання. Очевидно, що вдосконалення універсального алгоритму може покращити якість розпізнавання, але все ж таки не зможе забезпечити абсолютної точності. Тому важливим компонентом, який варто додати до системи обробки, є верифікація даних. Верифікація – перевірка розпізнавання документів. Полягає в порівнянні даних після розпізнавання з даними до розпізнавання. У випадку, якщо дані після розпізнавання не збігаються з даними до розпізнавання, або форма представлення розпізнаних даних не збігається з означеною замовником формою подання інформації, розпізнані дані приводяться в належний вигляд.

Процес обробки структурованих паперових документів у представлених програмних продуктах вирішено окремо: наприклад, у продукті Abbyy FlexiCapture вирішено завдання класифікації, видобування даних, верифікація та інтеграція з іншими системами, але не вирішено завдання подальшої обробки, workflow та docflow.

Workflow-система є зручним інтерактивним інструментом управління бізнес-процесами у режимі реального часу. У модулі обробки графічних копій документів необхідно використати означену раніше компоненту Workflow з підтримкою моделювання бізнес-процесів. Максимальна гнучкість workflow-системи може бути використана для виконання дуже широкого кола завдань, таких як облік і контроль роботи з клієнтами, автоматична обробка замовлень та автоматизація роботи звітності. Вимогою до даної системи є підтримка мови BPEL (Business Process Execution Language) та концепція процесу управління бізнес-процесами BPM (Business Process Management). Ці елементи використовуються для забезпечення виконання Workflow та отримання обробленого електронного документу на кінцевому етапі роботи.

FlexiCapture має широкий набір інструментів, що дає змогу максимально глибоко інтегрувати процес потокового вводу до поточної діяльності компанії. В разі необхідності, може бути підключена спеціалізована станція верифікації або інші застосування, створені сторонніми розробниками. Цілю потокового вводу документів є їх переведення в електронний вигляд для подальшої обробки даних з них у корпоративній інформаційній системі. В якості інформаційних систем частіше всього виступають ERP, CRM, DMS, EAS та інші системи збереження та обробки інформації.

Висновки. Отже, для обробки структурованих графічних копій документів вже існують програмні продукти, кожні з яких частково забезпечують роботу з документами. Тому для повної обробки документів запропоновано архітектуру системи, що включатиме всі важливі модулі. Використовується модуль сценарної обробки графічних копій документів та компонента workflow, а також не менш важливі елементи системи, що забезпечують верифікацію та оптичне розпізнавання тексту. Для зберігання електронних документів використовується система електронного архіву, що забезпечує збереження структурованих електронних документів, надійність зберігання, конфіденційність і розмежування прав доступу, моніторинг історій використання документу, швидкий та зручний пошук.

Література. **1.** ″Workflow чи docflow?″: http://itcandoit.ru/ecm/1-docmanage/2-work-doc-flow.html. **2.** А.В. Марченко, Н.О. Милостна ″Формальний опис і автоматизація бізнес-процесу підприємства за допомогою систем управління потоками робіт″. УДК 004.9 Восточно-Европейский журнал передовых технологий. **3.** Технологія Workflow: суть та призначення: http://wikiosvita.tneu.edu.ua **4.** ″Cognitive Forms лучшая технология массового ввода документов″ **5.** Поняття ″оптичне розпізнавання символів″: www.wikipedia.org

Пархоменко Г.А., Пархоменко О.А., Супруненко О.О.
Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького, Черкаси, Україна

Програмні засоби управління програмними проектами з візуальними механізмами контролю етапності робіт на основі мереж Петрі

Вдале планування і управління виконанням робіт забезпечує більше третини успіху програмного проекту (ПП) [1] . Дані процеси основуються на переліку певних правил, які визначаються обраною технологією розробки програмного забезпечення [2] . Важливим фактором успіху при організації даних процесів є вдале середовище комунікації, в якому реалізовані архітектурні механізми і засоби документування програмного проекту. Таке середовище забезпечує дотримання певної етапності проведення проекту, дозволяє здійснити візуальний аналіз та оцінку процесів, які складають програмний проект, забезпечує документування проекту та контроль за зміненням вимог, що неминуче виникають при виконанні проекту. Тобто в середовищі вирішуються задачі тактичного і оперативного рівня управління проектом, що забезпечує всіх учасників проекту актуальною інформацією, дозволяє її аналізувати в рамках єдиної моделі, надає засоби для ведення специфікацій.

При розробці середовища управління програмним проектом використовувалися методики [2, 3], які визначають всі етапи реалізації програмних проектів та їх зміст. На початку були проаналізовані ряд систем, що дозволяють отримати рішення локальних задач: це система керування бізнес-процесами Staffware Workflow, система роботи з вимогами DOORS, система управління документами DOCS Open/Fusion та ін.

На основі відомих рішень була запропонована структура середовища, що складається з наступних складових: модуль управління вимогами, підсистема управління діловими процесами, підсистема календарно-ресурсного та бюджетного планування, модуль документування. Модель системи побудована на основі розімкненого варіанту мереж, який дозволяє контролювати етапність виконання стадій проекту. При відображенні циклічних процесів з контролем основних параметрів використовувалися елементи керування управляючих мереж Петрі, які дозволили встановити пріоритети локальних процесів та контролювати основні умови, пов‘язані з якістю, послідовністю та часом виконання ПП.

При реалізації архітектурних механізмів використовувалися управляючі мережі Петрі, які дозволяють описати основні асинхронні процеси, які відбуваються при реалізації проекту, проконтролювати тупикові ситуації, передбачити засоби їх попередження. Для відслідковування асинхронних процесів використовувалися властивості кольорових мереж Петрі, що дозволило аналізувати складні ситуації і моделювати варіанти їх подолання. При створенні візуальних компонентів дотримувалися структуроподібності об‘єкту та системи, були враховані варіанти суміщення різних аспектів опису проекту.

Таким чином, середовище управління програмним проектом вирішує основні задачі планування та контролю технологічних процесів програмного проекту, а також надає доступ до актуальної проектної документації в реальному часі, що важливо для підвищення якості виконання сучасних проектів, які основані та концепції «постійного постачання».

Література. **1.** Щетинин Ю.И. Применение ГОСТ 34 в проектах создания современных автоматизированных систем. [Электронный документ]. Режим доступа: http://www.intuit.ru/department/itmngt/gost34/ Проверено: 23.02.2012. Загл. с экрана. **2.** Грекул В.И. Проектирование информационных систем [Текст] / В.И. Гре-кул, Г.Н. Денищенко, Н.Л. Коровкина. – М.: ИНТУИТ.ру, 2008. – 432 с. **3.** Мацяшек Л.А. Анализ и проектирование информационных систем с помощью UML 2.0 [Текст], 3-е изд.: Пер. с англ. / Л.А.Мацяшек. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2008. – 816 с. 4. Албитов А. CRM (Customer Relationship Management) [Электронный документ] / А. Албтов, Е Саламатин. Режим доступа: http://www.cfin.ru/itm/crm-review.shtml Проверено: 25.02.2012. Загл. с экрана.

Петрашенко А.В., Нечипоренко О.О.
Національний технічний університет України «КПІ», ФПМ, Київ, Україна

Алгоритм структурного аналізу веб-документів

В роботі описано розроблений метод аналізу веб-документів для виділення основного контенту. Даний метод базується на ряді сформованих правил про елементи сторінок та їх взаємозв'язок. Основною ціллю даної роботи є підвищення якості аналізу веб-документів за рахунок видалення ряду елементів з них.

Вступ. Веб – це велике сховище даних, яке дуже активно використовується. За останні 10 років кількість веб-сайтів зросла в 10 разів [1, 3], а кількість даних в них зростає в 2 рази кожні 1,5 року [2]. В той же час чималу частину вмісту веб-сторінок складають елементи, котрі до основного контенту відношення не мають. Існує багато алгоритмів виділення контенту веб-сторінок [1-4]. Одні базуються на виділенні спільних частин веб-сторінок, другі враховують розташування елементів на сторінках та ін. У даній статті пропонується метод структурного аналізу веб-документів на основі DOM-моделі, який базується на гіпотезі, що можна вивести ряд правил аналізу DOM, керуючись якими можна отримати основний вміст веб-сторінки.

Постановка задачі. Задача полягає в розробці ряду правил для аналізу DOM-моделі та програмної реалізації цих правил.

Термінологія. Вміст (інформаційне наповнення, контент) — будь-яке інформаційно значуще наповнення інформаційної системи (зокрема веб-вузла) – тексти, графіка, мультимедіа.

Контент-аналіз — стандартна методика досліджень в області суспільних наук, предметом аналізу якої є вміст текстових масивів, веб-сторінок та продуктів комунікативної кореспонденції.

DOM (англ. Document Object Model - «об'єктна модель документа») — це незалежний від платформи і мови програмний інтерфейс, що дозволяє програмам та скриптам отримати доступ до вмісту HTML, XHTML і XML-документів, а також змінювати вміст, структуру та оформлення таких документів.

Тег table — контейнер для елементів, що визначають вміст таблиці.

Тег div — блочний елемент, призначенням якого є виділення фрагменту документа з ціллю зміни вигляду його вмісту.

Опис алгоритму. Частину правил розбору, за якими працює алгоритм, можна вивести навіть не вдаючись у вміст сторінок:

1. В секції head основного контенту бути не може. Виняток становить лише тег title, однак його вміст майже завжди повторюється на сторінці.
2. Ряд тегів взагалі не може мати текстового вмісту (елементи форм, горизонтальні та вертикальні лінії, тексти скриптів, таблиць стилів та ін.). Здається, що в цю категорію потрапляють і зображення, однак частина з них може бути ілюстраціями до основного вмісту сторінки.
3. Коментарі в html-коді також є другорядними елементами.
   Однак інша частина правил потребує глибокого аналізу структури типової веб-сторінки.
4. Очевидно, що 99.9 % веб-сторінок мають навігаційну частину. Основною відмінністю її від інших блоків на сторінці є велика концентрація посилань на інші сторінки. Це і буде основним критерієм її виділення в DOM-моделі (блок, де кількість посилань по відношенню до іншого тексту, більша за вибрану величину). Експериментально було виявлено, що в середньому ця величина становить 25 %.
5. Також на сторінках популярних веб-сайтів є блоки з рекламою. Їх пошук може бути таким, як і пошук навігаційних елементів (рекламні блоки – це також блоки з великою кількістю посилань на інші веб-сайти). Виходячи з цього, можна визначити правило, що рекламний блок – це блок, де багато зовнішніх посилань. Іншим шляхом виділення реклами є пошук «стоп-посилань» - тобто посилань, що завідомо ведуть на рекламні сайти (банерні мережі та ін.). Знайшовши одне або декілька таких посилань в блоці,

видаляємо його як рекламний. Цей спосіб має повільну швидкодію, тому що рекламних та банерних мереж зараз дуже багато і перевірка кожного посилання на приналежність до однієї з них буде займати багато часу. Тому цей спосіб залишається теоретично можливим, але не практичним.

6. Після обробки документа часто залишаються «шматки» тексту від різних другорядних блоків (наприклад, заголовки на кшталт «Друзі сайту», «Реклама» і т.д.). Часто такі тексти вставлені на сторінку таким чином, що не можуть бути видалені разом із блоком, до якого відносяться. І в результаті виникає ситуація, що на обробленій сторінці залишаються зайві фрагменти тексту. Щоб уникнути цього було запропоноване таке правило - «текст, що знаходиться на відстані більше ніж %NUM% тегів від найбільшого текстового блоку, не відноситься до основного вмісту сторінки і може бути відкинутий». Значення %NUM% для різних веб-сторінок коливається, але не виходить за рамки діапазону 3-8 тегів. До вводу цього правила для алгоритму було проблемою видалення блоків коментарів зі сторінки (на багатьох сайтах є можливість коментування для користувачів). Оскільки такі блоки є текстовими, вони не потрапляли під інші правила і залишались на сторінці. Під час експериментів було встановлено, що це правило відфільтровує до 70 % другорядного тексту.
7. Також слід зауважити стосовно вибору найбільшого текстового блоку. Очевидно, що, якщо не ввести ніяких обмежень, то найбільшим блоком з текстом буде сама веб-сторінка. В запропонованому алгоритмі такий блок шукається лише серед тегів table та div, що не мають вкладених у себе table та div відповідно. Завдяки цьому, алгоритм генерує практично «чистий» контент веб-сторінок.
8. Після виконання всіх правил виконується «збирання сміття», що могло залишитися на сторінці. Найчастіше це порожні (без тексту) теги, які вже не мають бути на сторінці. Виняток тут становлять теги, що впливають на розмітку документа (елементи таблиць, наприклад). Тому у «збирача сміття» є «білий список» тегів, які він не вилучає.

По завершенню всіх етапів користувачу надається відфільтрована сторінка з мінімумом зайвих елементів, яку йому зручно переглядати.

Література. **1.** Журавлев С.В., Юдина Т.Н., Информационная система РОССИЯ // НТИ. Сер.2. — 1995. — № 3. — С.18-20. **2.** Кураленок И.Е., Некрестьянов И.С., Павлова Е.Ю. РОМИП 2003: Опыт организации. // Труды РОМИП'2003, октябрь 2003, — СПб: НИИ Химии СПбГУ — С.9-30. **3.** Кураленок И.Е., Некрестьянов И.С., отчет организаторов Российский семинар по Оценке Методов Информационного Поиска (РОМИП 2004) — Пущино, 2004 — С.27-29. **4.** Ziv Bar-Yossef, Sridhar Rajagopalan, Template Detection via Data Mining and its Applications // In Proceedings of WWW2002, May 7-11, 2002, Honolulu, Hawaii, USA – P. 72.

Пирогов Е.В., Мальчиков В.В.
Национальный технический университет Украины «КПИ», ФПМ, Киев, Украина

Информационно-поисковые алгоритмы в системах документооборота

Поисковые механизмы сегодня используются во многих областях. Однако довольно часто, особенно при использовании слишком сложных запросов, результатом является огромное количество материалов. Как правило, результаты запроса представляют собой линейные списки с простым перечислением объектов, отсортированных по степени релевантности – некоторой метрике семантической близости документа к запросу. В результате для того, чтобы выяснить, насколько объекты поиска соответствуют требованиям, приходится просматривать по порядку все возвращённые объекты, что приводит к затрачиванию большого времени для поиска. Поэтому актуальной является проблема уменьшения времени, требуемого на поиск (с учетом выбора документов из результата поиска).

Цель данной работы — исследование механизмов «рубрикации» документов и разработка подхода к динамическому формированию «рубрик» (кластеров) на основе комбинации нескольких алгоритмов кластеризации разной степени точности.

Существующие «классические» подходы имеют ряд проблем [1]:

- уточнение поиска — пользователь не может уточнить результат поиска — часть данных, «отрезанная» неточным запросом, не будет присутствовать при уточнении.
- поиск (browsing) в найденном — пользователь не может полноценно искать в найденном: просмотр сотен или тысяч документов не представляется реальным.
- семантическая зависимость — современные поисковые системы крайне зависимы от структуры документа и метаданных, сопровождающих его, тем самым провоцируя высокий риск недобросовестной оптимизации документов авторами для «продвижения» своих данных внутри поисковой системы.

Одним из способов решения упомянутых проблем является предоставление пользователю достаточно короткого списка рубрик, под которые попадают все возвращённые документы. Пользуясь этими рубриками, пользователь существенно сужает границы поиска.

Изучением разбиения объектов (документов) на рубрики занимается кластерный анализ. Существующие алгоритмы кластеризации делятся на 2 класса: быстрые и точные. Комбинации алгоритмов из разных классов рассматриваются довольно редко, тем не менее известны ситуации [2], когда комбинация дает значительный выигрыш в процессе поиска. В данной работе предлагается использовать комбинацию двух методов кластеризации: Buckshot [3] и Fractionation [4].

Предполагается, что предложенная комбинация алгоритмов сможет значительно упростить процесс поиска, минимально повлияв на качество его результатов. В работе определяются критерии сравнения качества поисковых результатов и проводится сравнение предложенного алгоритма с имеющимися. В дальнейшем планируется определить «узкие места» и оптимизировать построенный алгоритм путем улучшения качества работы первого этапа алгоритма Buckshot (поиска начальных центров кластеров посредством выбора случайных документов) путем выбора центров, а также разработать параллельную версию алгоритма.

Литература. **1.** M. Henzinger, R. Motwani and C. Silverstein. “Challenges in web search engines”, in SIGIR Forum, Tampere, Finland, 2002, pp. 1. **2.** D. R. Cutting, J. Pedersen, D. R. Karger and J. W. Tukey. “Scatter/gather: A cluster-based approach to browsing large document collections”, in SIGIR Forum, Copenhagen, Denmark, 1992, pp. 318–329. **3.** D. Grossman, O. Frieder. *Information retrieval: algorithms and heuristics*, 2nd ed, Springer, 2004, pp. 111. **4.** J. Tantrum, A. Murua, and W. Stuetzle. “Hierarchical model-based clustering of large datasets through fractionation and refractionation”, in SIGKDD, 2002, pp. 239-246.

Резник Д.И., Амонс А.А.
Национальный технический университет Украины "КПИ", ФИВТ, Киев, Украина

Унификация гетерогенных источников данных

В работе представлена задача унификации гетерогенных источников данных посредством унификации языков запросов. Рассмотрены существующие системы и решения по унификации языков запросов, представлен механизм трансформации языковых конструкций на основе контекстно-независимых грамматик языков приемника и источника и семантических действий.

Введение. Существуют отдельные классы задач, требующие использования унифицированных гетерогенных источников данных. К примеру, поисковые машины и приложения семантических сетей основывают свою работу на использовании распределенных и разнотипных источников данных. Подобный подход позволяет выбирать наиболее подходящие, важные и современные данные.

Под *унифицированными гетерогенными источниками данных* будем понимать объединения множеств источников данных в единый источник данных, способный выполнять необходимые операции извлечения и поиска информации с помощью определенного механизма доступа среди объединенных источников. Организация взаимодействия с данными источниками представляет следующие преимущества: увеличение информационного охвата; повышение функциональных способностей; упрощения расширения; повышение надежности и отказоустойчивости; повышение производительности программного комплекса.

Ввиду сложности или невозможности перестроения структуры внутренних представлений источников данных, целесообразно рассматривать задачу унификации как задачу построения и предоставления шаблонных и однообразных средств доступа к различным источникам данных. Представленная задача подразумевает разработку унифицированного представления входных и выходных данных и функций преобразования входных данных в выходные. Таким образом, задачу унификации можно свести к задаче создания единого представления языковых запросов для получения доступа к гетерогенным источникам данных. Рассмотрим существующие подходы к унификации источников данных.

Интеграция источников данных с помощью посредников. В работах [1-3] рассматривается подход к созданию подобных информационных систем с использованием т.н. «оберток» или «посредников». Для каждого отдельного источника данных в систему дополнительно вводится модуль интеграции, выполняющий следующие задачи: преобразование запросов к источнику данных в вид, употребимый источником, т.е. происходит *синтаксическое* согласование; преобразование параметрических величин в вид, воспринимаемый источником данных. На данном этапе происходит *лингвистическое* согласование; преобразование набора результатов в вид, ожидаемый информационной системой в качестве ответа – *семантическое* преобразование.

Разработка и интеграция подобных модулей в системе не всегда является тривиальной задачей, требует трудозатрат и времени на реализацию. Также, интеграционный модуль не всегда реализуем. Еще одной проблемой, связанной с интеграционными модулями, является необходимость перестроения информационной системы с целью подключения модулей. В работе [6] представлен подход с использованием централизованного хранилища представлений источников данных, что упрощает использование данных модулей.

Гомогенизация источников данных. В работе [4] показано усовершенствование метода посредников, основанное на идее разбиения модуля интеграции на две составляющие: гомогенизатор и интегратор. В задачи первого входит преобразование входных и выходных значений в определенную форму, заранее оговоренную и заданную требованиями к программному комплексу. Второй модуль является шаблонным и отвечает за подключение гомогенизаторов к информационной системе. В данном случае облегчается программистская модель, повышается качество исходных кодов информационной системы. Однако, в связи с гомогенизацией источников данных, теряется функционал пропорционально уменьшению требований к источникам.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Трансформация языковых запросов при помощи правил. В информационной системе предполагается наличие единой согласованной синтаксической формы данных, представленной в формате XML. Определены правила преобразования, согласно которым наборы данных и запросы транслируются в согласованную форму[5,7-8]. Подобная система имеет несколько неоспоримых преимуществ перед предыдущим подходом: модули интеграции имеют шаблонный характер и могут быть созданы автоматически без вмешательства разработчиков; система правил имеет расширяемую и простую природу; внедрение новых источников данных требует значительно меньше усилий. Однако в данной информационной системе используется функционально ограниченный промежуточный согласовывающий формат описания данных, непрозрачный механизм преобразования и ограниченные возможности расширения системы.

Унификация источников данных при помощи контекстно-свободных грамматик. Рассмотрим поставленную задачу как задачу преобразования произвольных языков конструкций в языке запросов источника данных в унифицированное представление. Данная задача очень сходна с задачей компилирования исходных кодов программных систем в исполняемые файлы – задача преобразования текста программы в машинный код, который воспринимается исполняющей средой. Ввиду подобного сходства имеет смысл использовать данные подходы к представлению и трансформации синтаксиса. Синтаксис принято представлять в терминах контекстно-свободных грамматик, состоящих из терминалов, нетерминалов, старт-символа и набора предикатов, который безусловно и полно определяет синтаксис источника данных. Для введения функции трансформации грамматика модифицируется таким образом, чтобы для каждого предиката представлялось также семантическое действие и правила преобразования. Таким образом формируются т. н. схемы синтаксической трансляции, способные для каждого входного набора данных на этапе анализа синтаксического дерева на основе правил и семантических действий формировать синтаксически перестроенный набор.

Предложенный метод предполагает трудоемкие операции создания контекстно-свободной грамматики для каждого источника данных, однако обладает следующими преимуществами: удобство расширения информационной системы дополнительными источниками данных - достаточно добавить необходимые грамматики; возможность децентрализованного и централизованного использования - определения грамматик могут быть распределены в информационной системе; возможность дополнительного введения модулей оптимизации; использование разработанной и известной теоретической базы.

Литература. **1.** А. В. Кашников, Л. Н. Лядова, “ Интеграция гетерогенных источников данных на основе рекурсивной декомпозиции, ” International Journal «Information Technologies & Knowledge», vol. 5/3, Institute of Information Theories and Applications, Sofia: FOI ITHEA, 2011. **2.** S. Chawathe et al., “The TSIMMIS Project: Integration of heterogeneous information sources, ” Proceedings of the 16th Meeting of the Information Processing Society of Japan, Tokyo, 1994, pp. 7-18. **3.** A. Langegger, W. Wöß, M. Blöchl, “ A Semantic Web Middleware for Virtual Data Integration on the Web, ” 5th European Semantic Web Conference, Tenerife, 2008, pp. 493-507. **4.** L. Yan, M.T. Özsu, L. Liu, “ Accessing Heterogeneous Data Through Homogenization and Integration Mediators, ” Proceedings of the Second IFCIS International Conference on Cooperative Information Systems, Washington DC, 1997, pp. 130-139. **5.** R. Shaker et al., “ A rule driven bi-directional translation system for remapping queries and result sets between a mediated schema and heterogeneous data sources, ” Proceedings of the AMIA Symposium, 2002, pp. 692-696. **6.** P. M. Ганопольский, Д. Б. Кепещук, “ Представление знаний в гетерогенных распеределенных базах данных на примере ИНГРИС ТюмГУ, ” Вестник кибернетики, 2006, №5, с. 70-76. **7.** M. Ali et al., “ DeXIN, an extensible framework for distributed XQuery over heterogeneous data sources, ” Proceedings of International Conference on Enterprise Information Systems, Milan, 2009. **8.** I. Manolescu, D. Florescu, D. Kossman, “ Answering XML queries over heterogeneous data sources, ” Proceedings of 27th International Conference on Very Large Data Bases, Rome, 2001.

Родічева О.С.
Національний технічний університет України "КПІ", ФІОТ, Київ, Україна

Особливості використання алгебри показників на базі реляційної алгебри для опису предметної області в процесі створення інформаційної автоматизованої системи управління

Вступ. Початковою стадією розробки інформаційної автоматизованої системи управління (ІАСУ) є дослідження предметної області, формалізація бізнес-процесів з одночасним або наступним узгодженням їх з майбутньою ІАСУ, що автоматизує ці процеси. Одним з сучасних перспективних напрямків керування підприємством є підхід з використанням збалансованої системи показників (далі - ЗСП) [1] і цей піхід можна використовувати одразу і для опису майбутньої ІАСУ. Такий підхід забезпечує вимірюваність та прозорість управління, а автоматизація підприємства відповідно цього підходу вимагає нероздільності опису збалансованої системи показників та опису ІАСУ. Є багато технологій, що дозволяють побудувати ЗСП на базі вже розробленої системи (Oracle® Balanced Scorecard, Strategy Map Balanced Scorecard та ін.), але не на стадії проектування системи. Пропонуєтсья використовувати опис системи у вигляді ЗСП на стадії опису предметної області, що буде вхідними даними для автоматичного генерування бази даних (далі - БД) та програмного забезпечення(далі -ПЗ). В якості інструменту для опису ЗСП пропонується вкористовувати алгебру показнків (далі - АП). Вперше АП запропонована Гришою С.М. в [2] і надалі розвинена автором. Опис технології КІТ-XXI, яка використовуює запропонований підхід, описано в статті [4].

Постановка задачі. Виділення характеристик АП, які дозволяють пришвидшити створення ІАСУ, та аналіз взаємозв'язку АП та реляційної алгебри (далі - РА) [3].

Основні терміни та визначення. Нехай $\{A_i\}$ – множина об'єктів предметної області, $\{H_i\}$ – множина характеристик предметної області, $\{A_i\} \cap \{H_i\} = \emptyset$.

Показником P над об'єктами з їх характеристиками $A_{i_1}, A_{i_2}, ..., A_{i_n}, H_{i_1}, H_{i_2}, ..., H_{i_m}$ будемо називати множину кортежів, для яких має місце функціональна залежність (далі - ФЗ) $A_{i_1}, A_{i_2}, ..., A_{i_n} \to H_{i_1}, H_{i_2}, ..., H_{i_m}$ та $A_{i_1}, A_{i_2}, ..., A_{i_n}$ є ключем показника P. Показники за типом визначення даних можуть бути первинними та вторинними. Кожному показнику відповідає унікальне ім'я. Будемо також називати $\{A_i\}$ вимірами показника, а $\{H_i\}$ - мірами показника. Зазначимо, що це є спроба звести термінологію, що стосується показників (наприклад, [1, 2]), та термінологію OLAP [5, 6]. Схемою показника називається будь-яка сукупність імен з множини $\{A_i\}$, та, можливо, деякі імена можуть зустрічатись більше одного разу. Кортежем показника $A_{i_1}, A_{i_2}, \ldots, A_{i_n}, H_{i_1}, H_{i_2}, \ldots, H_{i_m}$ називається відображення:

$$\langle A_{i_1}, ..., A_{i_n}, H_i \rangle \to dom\,(A_{i_1}) \times ... \times dom\,(A_{i_n}) \times dom\,(H_{i_1}) \times ... \times dom\,(H_{i_m})$$

Множина екземплярів $dom\,(A_i)$ чи $dom\,(H_i)$, або домен для A_i чи H_i відповідно – це кінцева множина значень, або визначений діапазон значень (простий домен), або визначений за формулою алгебри показників діапазон значень (вторинний домен).

В РА домен алгебри показників $dom\,(\cdot)$ частково відповідає обмеженню домену та обмеженню посилальної цілісності. Зауважимо, що при пошуку кінцевої множини значень домен є транзитивним відношенням.

Базис алгебри показників. В якості базису АП обрано наступні оператори: сортування $\tau_B\,(p)$, селекції $\sigma_C\,(p)$, проекції $\pi_B\,(p)$, агрегування $\gamma_{B^{group},B^{agg}}\,(p)$, натурального з'єднання $\triangleright\triangleleft\,(p_1, p_2)$, об'єднання $\cup\,(p_1, p_2)$. Відмінність вказаних операторів від однойменних в РА наступна. Оператори сортування $\tau_B\,(p)$, селекції $\sigma_C\,(p)$ та агрегування $\gamma_{B^{group},B^{agg}}\,(p)$ такі ж, як і однойменні в РА. Оператор проекції $\pi_B\,(p)$ виконує розширену проекцію над мірами показника p, при цьому виміри залишаються незмінними. Оператори натурального з'єднання $\triangleright\triangleleft(p_1, p_2)$ та об'єднання $\cup\,(p_1, p_2)$ відрізняються від однойменних в РА тим, що з'єднує/об'єднує відповідно множини показників за рівністю доменів відповідних атрибутів, а не за назвою імен. До схеми результуючого відношення при застосуванні оператора об'єднання автоматично

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

додається ще одна міра - u_p, значення якої визначає, до якого показника належить кортеж: до p_1, до p_2, чи одночасно до p_1 та p_2: $sh\,(\cup\,(p_1, p_2)\,) = sh\,(p_1) \cup u_p$.

Показник P не є мультимножиною у термінах РА, тобто в показнику P не може бути двох однакових кортежів. Це не накладає додаткового навантаження на СКБД, адже при використанні АП за наведеними визначеннями проблеми з продуктивністю автоматично вирішуються тим, що кожний кортеж обов'язково має унікальний набір вимірів, та, відповідно, відношення в базі, що відповідає показнику, буде мати первинний ключ та відповідний йому індекс у базі даних, тому пошук одного кортежу при виконанні оператору, що потребує сортування, буде виконуватись швидко.

Переваги використання домену. 1. Використання однієї сутності «домен» дозволяє зручно визначати можливий діапазон даних для кожного атрибуту (простий домен чи вторинний домен), логічно групуючи домени за змістом. 2. Використання вторинних доменів дозволяє аналітику одразу вказати показник, якій є джерелом даних для даного домену, та не визначати тип даних вручну, він визначиться автоматично. 3. Складений домен дозволяє аналітику одразу вказати взаємопов'язаність кількох атрибутів за визначеною формулою алгебри показників. 4. В АП натуральне з'єднання відбувається за доменом. 5. Однократність введення метаінформації щодо домену в системі з їх автоматичним відображенням на рівні БД та ПЗ.

Домени атрибутів показника – результату застосування операторів сортування, селекції, натурального з'єднання та об'єднання залишаються незмінними. Для операторів проекції та агрегування домени атрибутів можна визначити автоматично з можливістю ручної зміни домену аналітику.

Автоматичне визначення вимірів та мір для вторинного показника. Вирішення даної задачі необхідне для: 1. Визначення ключової частини таблиці, в яку буде матеріалізовано вторинний показник, під час генерування структури БД. 2. Визначення полів, за якими потрібно з'єднувати запити різних агрегування в електронних формах для відображення даних користувачу. В роботі сформульовано твердження щодо автоматичного визначення вимірів та мір для вторинного показника на базі інформації про первинні показники.

Висновки. 1. Наведено аналіз та порівняння існуючих підходів до опису предметної області при реалізації ІАСУ, що показав, що існуючі підходи не забезпечують взаємозв'язані зі збалансованою системою показників підприємства. 2. Наведено основні визначення термінів алгебри показників та базис операцій алгебри показників, обґрунтовано ефективність використання множин при розгляді показника на противагу мультимножин. 3. Обґрунтовано ефективність використання запропонованого поняття домену та доведено твердження про можливість автоматичного визначення доменів для атрибутів вторинного показника та твердження про можливість автоматичне визначення вимірів для вторинних показників. 4. Наведено змістовний приклад для показу особливостей та доцільності використання алгебри показників.

Література. **1.** Д.Нортон, Р.Каплан Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию — Олимп-Бизнес, 2010. — 320 с. — ISBN 978-5-9693-0139-9 (0-87584-651-3). **2.** Гриша С.Н. Информационно-стоимостной анализ и синтез моделей компьютеризованного управления производственными системами : Дис. ... док. техн. наук.: 05.13.06 / Гриша Сергей Николаевич / Киевский политехнический институт. - К., 1991. - 340 с. **3.** Гектор Гарсиа-Молина. Системы баз данных. Полный курс / Гектор Гарсиа-Молина, Джеффри Д. Ульман, Дженифер Уидом.; Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1088 с. – ISBN 5-8459-0384-X. **4.** Гриша С.М. Технологічно інтелектуалізовані інформаційні системи для управління бізнесом (ІАСУ) на основі алгебри показників / Гриша С.М., Родічева О.С., Приліпко Д.І. // Вісник Національного Технічного Університету «ХПІ». – 2008. – №5. – С.123-133 **5.** Codd, E.F. (1970). "A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks". Communications of the ACM 13 (6): 377–387. doi:10.1145/362384.362685. **6.** Codd E.F., Codd S.B., and Salley C.T. (1993). "Providing OLAP (On-line Analytical Processing) to User-Analysts: An IT Mandate". Codd & Date, Inc. Retrieved 2008-03-05.

Родічева О.С., Тютюнник С.В.
Національний технічний університет України "КПІ", ФІОТ, Київ, Україна

Особливості адаптації платформи для створення ІАСУ з триланковою архітектурою з desktop інтерфейсом до web-середовища

Постановка проблеми. Актуальність доступності функціональності за допомогою web не викликає сумнівів, в тому числі і функціональність інформаційних автоматизованих систем управління(ІАСУ). Web-застосування має ряд переваг (економія ресурсів на створення і підтримку крос-платформної сумісності, відсутність необхідності оновлення ПЗ для кожного користувача, відсутність прив'язки до конфігурації комп'ютера користувача) та одночасно і ряд недоліків (обмеження обчислювальних потужностей, необхідність створення механізму обміну даними з врахуванням ряду технічних обмежень, наприклад, обмеження модальності, відсутність кількості базових функцій, що вже реалізовано в desktop-застосуваннях). На сьогоднішній день вже реалізовано ряд крупних ІАСУ на різних платформах (SAP, 1C, Microsoft Dynamics, КІТ-XXI, тощо) з desktop інтерфейсом, тому постає резонне питання про доступність їх з web-середовища. Ціль даної роботи – структурувати особливості адаптації платформи для створення ІАСУ з триланковою клієнт-серверною архітектурю з desktop-інтерфейсом до web-середовища із забезпеченням наступних вимог: 1) збереження максимально можливого об'єму функціональності, що доступна зі звичайного desktop-застосування; 2) незалежність платформи користувача без вимоги встановлення додаткового ПЗ; 3) вимога однократного внесення змін з одночасною їх доступністю у web- та desktop-клієнтах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ряд мов, на яких написані desktop-застосування, мають транслятори в мову javascript (наприклад, для Java – це GWT [3], для Delphi – p2js [1]), але вони не дозволяють адаптувати всі механізми ІАСУ та задовольнити всі поставлені вимоги.

Підходи вирішення питання адаптації вже існуючої функціональності до web-середовища. Задача адаптації вже існуючої функціональності до web-середовища вирішується за допомогою автоматичної трансляції всього або частини коду застосування у код, що відповідає web-застосуванню в автоматичному чи в ручному режимі. Процес адаптації існуючого триланкового застосування до web-середовища можливий наступним чином: зі зміною сервера та клієнта, з розробкою з нуля сервера та клієнта, та з розділенням desktop-клієнта на web-сервер та web-клієнт. Для реалізації web-інтерфейсу, в т.ч. для систем типу ІАСУ, доцільно використовувати технологію AJAX [2] або іншу технологію, що реалізує інтерактивний web-інтерфейс: технології JavaFX, Flash, Microsoft Silverlight, WebSocket. Лише AJAX не потребує встановлення додаткового ПЗ користувачу. Адаптацію інтерфейсу можна виконати наступними шляхами: повторити інтерфейс desktop-застосування чи модифікувати інтерфейс з використанням стандартних елементів браузера. З усіх внутрішніх механізмів та функцій ІАСУ з desktop інтерфейсом виділимо наступні: а) функціональність, що потребує заміни для реалізації у web-застосуванні; б) механізми забезпечення синхронності внесення змін до даних користувачами; в) механізми мінімізації обсягу обміну даними між web-клієнтом та сервером; г) реалізація роботи користувача в модальному режимі.

Висновки. Структуровано особливості адаптації desktop-застосувань ІАС до web-середовища за технологічною та інтерфейсною складовими та виділено ряд внутрішніх механізмів, які потребують особливої уваги при проведенні такої адаптації.

Література. **1.** Трансляция программ из Delphi (Pascal) в javascript – Режим доступу: http://p2js.gelicon.biz/#other Дата звернення: 21.02.2012. **2.** AJAX [Электронный ресурс] Материал из Википедии – свободной энциклопедии : Версия сохраненная в 15:38, 31 января 2012. – Режим доступу: http://ru.wikipedia.org/wiki/AJAX Дата звернення: 21.02.2012. **3.** Введение в GWT [Электронный ресурс] – Режим доступу: http://www.quizful.net/post/gwt-tutorial-introduction Дата звернення: 21.02.2012.

Романец Н.Н.*, *Сторожев С.В. *— рецензент Широчин В.П.*
Национальный технический университет Украины "КПИ", ФИВТ, Киев, Украина

Способ идентификации абонентов на основе концепции нулевых знаний, реализованной на полях Галуа

Динамическое развитие и углубление информационной интеграции во всех сферах человеческой деятельности обостряет проблему защиты и разграничения доступа к информации. Одной из основных задач защиты информации является идентификация удаленных абонентов многопользовательских систем.

На сегодняшний день в основе большинства систем идентификации заложена концепция "нулевых знаний", суть которой состоит в том, что система осуществляет проверку идентифицирующей посылки пользователя, изменяющуюся при каждом обращении, косвенным способом, и сама не способна генерировать такие посылки. Очевидно, что в рамках этой концепции реализуется важнейший принцип "единственного владельца секретной информации", что обеспечивает высокий уровень безопасности. Недостатком известных технологий такой идентификации является то, что они основаны на ресурсоемких мультипликативных операциях модулярной арифметики над числами, разрядность которых многократно превышает разрядность процессора. С ростом разрядности чисел проблема производительности идентификации обостряется. Для ее решения предложена модификация широко используемого механизма Фейге-Фиата-Шамира (FFSIS).

Способ основан на использовании вместо операций в обычной арифметике - мультипликативных операций на конечных полях, реализация которых проще, а следовательно и быстрее. Далее при изложении способа использованы следующие обозначения: символом $\otimes$ обозначена операция полиномиального умножения, $A|^E$ - операция полиномиального возведения числа A в степень E и A rem m - операция нахождения остатка от полиномиального деления A на m. Для генерации ключей абонент выбирает модуль m - случайное простое $(n+1)$-разрядное число в алгебре Галуа. Далее, абонент выбирает число v, для которого существует такое x, что выполняется $x|^2$ rem $m = v$ и существует v^{-1} такое, что$(v \otimes v^{-1})$ rem $m = 1$. Выбранное значение v является отрытым ключом. После этого вычисляется минимальное значение s, для которого выполняется $s|^2$ rem $m = v^{-1}$. Число s – закрытый ключ абонента.

При регистрации абонент посылает в систему свой открытый ключ v. Система инициализирует выполнение t циклов аккредитации. В каждом цикле аккредитации выполняются следующие действия:

1. Абонент выбирает случайное число r и вычисляет значения $d = r|^2$ rem m, вычисленное значение d посылает в систему.
2. Абонент вычисляет и посылает в систему $y = (r \otimes s)$ rem m.
3. Система, получив y, вычисляет $z = (y|^2 \otimes v)$ rem m с использованием открытого ключа v.
4. Система сравнивает полученные значения z и d. Если z = d, то результат положительный, в противном случае (z $\neq$ d) результат идентификации отрицательный.

Основным достоинством предложенного способа идентификации абонентов является более высокая скорость реализации по сравнению с существующим механизмом FFSIS. При проведении экспериментов было установлено, что при программной реализации в рамках предложенного способа достигается повышение скорости идентификации в 2 раза. При аппаратной реализации быстродействие способа возрастает в тысячи раз. Исследования показали, что при значительном увеличения быстродействия разработанного способа идентификации, его надежность практически не изменяется по сравнению с методами реализации концепции "нулевых знаний", реализованными на мультипликативных операциях модулярной арифметики.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Романов В.В., Савчук О.В.
ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ "КПІ", Київ, Україна

Організація інформаційної безпеки в мережі IP-телефонії

Фактор широкого росповсюдження систем IP-телефонії обумовлює актуальність досліджень з організації інформаційної безпеки в мережі IP-телефонії.

Перед проектуванням власної системи захисту інформації у мережі IP-телефонії необхідно було провести огляд і аналіз існуючих рішень, а саме:

- виявити та систематизувати можливі загрози в системах IP-телефонії;
- проаналізувати та визначити засоби захисту сигнальних протоколів;
- визначити та систематизувати засоби захисту систем IP-телефонії;
- проаналізувати різні реалізації систем IP-телефонії;
- визначити практичні рекомендації для розробки та впровадження систем захисту.

В роботі представлені схеми захисту від двох провідних постачальників VoIP- обладнання – Cisco та Avaya. Проведений аналіз ефективності існуючих систем, а також підрахунок їх вартості, виявив їх переваги та недоліки.

Компанія Cisco в черговий раз довела, що вона здатна побудувати VoIP-мережу, яка може серйозно протистояти витонченим хакерських атакам. Обрана IP-телефонна мережа з використанням мережевої інфраструктури третього рівня та додаткових засобів безпеки - найбільш досконале рішення на сьогоднішній день, що використовує всі доступні засоби захисту. Необхідно підкреслити, що представлена топологія складається з набагато більшої кількості засобів безпеки, ніж використовується більшістю користувачів. Схема Cisco забезпечує ряд потужних додаткових можливостей: захист від переповнення буферів сервера; недопущення запуску незареєстрованих додатків; захист від атак типу syn flood на стек протоколу TCP-сервера; визначення сканування портів, яке зазвичай проводиться хакерами для виявлення запущених сервісів і їх можливих вразливостей перед початком атаки [1].

Розглянуті в роботі схеми захисту відомих компаній потребують багато фінансових ресурсів, тому однією із компаній України з інформаційних технологій було поставлено завдання спроектувати систему, яка була б оптимальним варіантом за показником ціна/якість, і відповідала б наступним вимогам:

- працювала на основі SIP-протоколу;
- забезпечувала захист від різноманітних атак, направлених на вузли системи;
- відповідала вимогам відмовостійкості;
- забезпечувала сервісом не менш ніж 4 тисячи абонентів;
- легко розширювалась у бік нарощування потужностей;
- не давала можливості маніпулювання сервісами;
- легко була інтегрована в існуючу мережу;

З точки зору вибору обладнання були обрані наступні критерії: -вартість (порта, обслуговування, установки); -функціональні можливості (сервісні , підтримуємі протоколи, можливість нарощування системи); -технічні характеристики (кількість портів, надійність). Попередній аналіз показав, що системі потрібен SoftSwitch для встановленння і проведення з'єднань, прикордонний мережевий екран для захисту, коммутатор для підключення обладнання та додаткових сервісів. Також потрібно реалізувати елемент відмовостійкості та контролю навантаження.

Виходячи з заявлених умов до обладнання та аналізу існуючих систем, було вирішено взяти: в якості SoftSwitch - Cisco BTS 10200; в якості прикордонного контролера доступу -Acme SBC серії Net-Net-4000; в якості Switch – Cisco 3560.

Все обладнання буде розташовано на двох технічних площадках. Устаткування серії Net-Net 4000 може бути налаштоване для підтримки як інтегрованої, так і розподіленої моделі прикордонного контролера сесій. В якості інтегрованого SBC платформа Net-Net 4000 виконує функції управління сесіями на кордоні мережі та управління середовищем передачі даних (шлюзу

packet-to-packet - пакетного шлюзу) з високим ступенем інтеграції. Розподілена конфігурація SBC дозволяє фізично розділити функції управління сесіями на кордоні мережі та функції управління середовищем передачі даних за допомогою стандартного інтерфейсу управління.

Програмний комутатор Cisco BTS 10200 також служить інтерфейсом до платформ додаткових послуг та передових програм. Використовуючи функціональні можливості пакетних мереж і одночасно підтримуючи традиційні інфраструктури комутації каналів, програмний комутатор Cisco BTS 10200 надає провайдерам послуг і операторам можливість поступового переходу до пакетних мереж.

Впровадження комутатора Cisco BTS 10200 забезпечить швидке розгортання послуг, надійність операторського класу, гнучкість надання послуг, масштабованість та економію коштів за рахунок оптимізації капіталовкладень та ефективності процесу експлуатації. Система управління програмним комутатором Cisco BTS 10200 надає оператору гнучкі можливості по маршрутизації голосового трафіку.

Комутатори сімейства Cisco Catalyst 3560 - це лінійка комутаторів корпоративного класу з фіксованою конфігурацією. Вони призначені для локальних мереж невеликих підприємств або віддалених офісів і відмінно підходять на роль комутатора мережі доступу. Ці комутатори ідеально підходять для локальних мереж доступу підприємств і філій. Завдяки підтримці портів 10/100/1000 Мбіт/с і технології PoE, пристрої дозволяють розгортати нові програми, такі як IP-телефонія, бездротовий доступ, відеоспостереження [2].

Представлена схема захисту може підтримувати до 3 тисяч SIP сессій водночас, що в свою чергу може задовольнити до 5 тисяч абонентів. Оновлення існуючих та додавання нових сервісів реалізується налаштуванням відповідного ПЗ на Cisco BTS, або підключенням відповідних серверів до Cisco 3560, для цього передбачено 24 гігабітних порта та 4 SFP модуля. Отже розроблена схема легко розширюється в разі потреби і забезпечує сервісом заявлену кількість абонентів.

Безпеку інформації в данній схемі реалізовано на двох SBC. Абсолютно весь трафік, надходячий до мережі оператора, буде спершу надходити до SBC, а потім, після проходження фільтрів, поступати далі в мережу.

Отже система має наступні апаратні і програмні характеристики:

- Підтримка трьох тисяч SIP-сесій водночас.
- Максимальна кількість абонентів дорівнює п'яти тисячам абонентів.
- Мережеві екрани SBC гарантують захист від Dos-атак.
- Також Acme підтримує функцію авторизацію клієнтів, що виключає можливість маніпуляції з сервісами, контроль навантаження на прикордонних екранах.
- Система легко інтегрується в існуючу мережу провайдера.
- Система виконана з урахування вимогам відмовостійкості.
- Завдяки великій кількості портів на комутаторах, система легко розширюється і дає змогу легко підключати нові сервіси.
- Все обладнання підключене до елементів безперебійного живлення і бензинового генератора.

Розміщення системи легко забезпечується існуючими площами приміщень провайдера на двох технічних площадках. Особливість реалізації VoIP дає змогу підключити будь якого клієнта не тільки з мережі провайдера, але і з інших мереж [3].

Література. **1.** Ernest Brickell, Clinton Brooks, Vinton Cerf, Whitfield Die, Susan Landau, Jon Peterson, John Treichler. - Security Implications of Applying the Communications Assistance to Law Enforcement Act to Voice over IP. - June 13, 2006., **2.** Gokul Bhupathiraju. Security aspects in Voice over IP systems. - November 16, 2006. **3.** David Endler, Mark Collier. Hacking Exposed VoIP: Voice Over IP Security Secrets & Solutions. - McGraw-Hill/Osborne. - 2007.

Романчук Р.И. *— рецензент Киселев Г.Д.*
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Развертывание IP-телефонии в корпоративной сети

Большинство компаний сегодня внедряют IP-телефонию в меньших или больших масштабах – от пилотных проектов до полномасштабного перехода. Переход на VoIP (Voice over IP) означает выбор новой парадигмы телекоммуникаций, которая принципиально отличается от добавления новой УАТС (учрежденческая автоматическая телефонная станция) или сети с новыми маршрутизаторами к существующей TDM (time-division multiplexing)-системе.

Целью исследования является создание легко масштабированной сети VoIP с резервированием или распределением нагрузки между ее узлами, проведение испытаний аппаратуры, экономическое обоснование денежных вложений.

План развертывания сети VoIP, который поможет создать сеть предприятия с наименьшими затратами времени и усилий, следующий:

1. Анализ затрат и выгод. Анализируя проекты внедрения VoIP, следует различать затраты и выгоды, общие для большинства организаций, и свойственные только отдельным отраслям. Необходимо учесть следующие категории затрат: внедрение, коммутаторы, телефоны / терминальные устройства или приложения, шлюзы, модернизация ЛВС, инструменты управления / мониторинга, обучение работе с оборудованиям, лицензирование и обслуживание оборудования, эксплуатация глобальной сети, операционные расходы.
2. Определение и разработка схемы внедрения сети VoIP. Первый вариант: использование IP-телефонии провайдера в форме корпоративного контракта с оператором телефонии или путем перенастройки учрежденческой телефонной станции для отправления оператору данных в виде IP-пакетов. Второй вариант: использование корпоративной сети передачи данных предприятиями, имеющими территориально распределенную структуру, для обмена голосовым трафиком между узлами компании путем подключения шлюзов к учрежденческим телефонным станциям. Третий вариант: построение интегрированной корпоративной IP-сети с функциями передачи голоса и данных, а также, возможно, видео.
3. Выбор оборудования, программного обеспечения, базовых протоколов сигнализации и передачи данных. В большинстве случаев можно использовать решения бюджетных производителей, основанные на открытом программном обеспечении. Основные требования: QoS (Quality of Service) на сетевом, канальном уровнях, разделяемость голосового трафика и трафика данных, возможность передавать голосовые пакеты с более высоким приоритетом.
4. Разработка схемы интеграции сети VoIP в существующую сеть. Критерии построения структуры следующие: возможность легко масштабировать и объединять узлы сети, централизация обслуживания, отказоустойчивость системы.
5. Развертывание унифицированных коммуникаций для исключения задержек в бизнес-процессах компаний, связанных с нерезультативными попытками установить связь между сотрудниками.

Результаты. Разработан план поэтапного внедрениея VoIP в структуру сети. На основании проведенного исследования были определены следующие преимущества VoIP: значительная экономия на телефонных разговорах,сокращение затрат на администрирование сети, доступность из любой точки мира, объединение всех пространственно удаленных филиалов предприятия.

Литература. **1.** Девидсон Д. Джеймс П. Основы передачи голосовых данных по IP сетям.,2004 , **2.** Гольдштейн В.С., Пинчук А.В., Суховицкий А.Л. IP-Телефония. Москва «Радио и связь», 2001. С. 1-332 , **3.** Гольдштейн В.С., Зарубин А.А., Саморезов В.В. Протокол SIP. С. 10-167 .

Савенко О.С., Лисенко С.М., Крищук А.Ф.
Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна

Побудова функційної моделі бота як складової ботнет-мережі

Запропонована функціональна модель ботів, яка формалізує особливості їх функціонування в комп'ютерних системах.

Розробники шкідливого програмного забезпечення (ШПЗ), використовуючи ресурси інфікованих компютерних систем (КС), створюють мережі об'єднаних КС, які називаються ботнет-мережі [1].

Ботнет-мережі як різновид ШПЗ використовуються для цілей, більшість яких пов'язана з незаконною діяльностю [2]. Деякі із областей застосування включають запуск розподілених атак на відмову в обслуговуванні (DDoS), поширення «спам» повідомлень, троянського програмного забезпечення і обробки електронної пошти, незаконного поширення піратських ЗМІ, які обслуговують «фішингові» сайти, виконуючи крадіжки особистої інформації.

Ботнет-мережі також є джерелом активності «експлойтів». Застосована структура роботи ботів та вільне поширення програмних кодів робить їх стійкими до існуючих методів діагностування і виявлення. Через їх великий обсяг, різноманітні можливості і надійність, ботнет-мережі представляють значну і зростаючу загрозу для Інтернету, а також корпоративних мереж [3].

Життєвий цикл та фунціонування бота. Життєвий цикл (ЖЦ) бота розділимо на 6 основних етапів: інфікування комп'ютерної системи, під'єднання бота до ботнет-мережі та звітування про під'єднання, блокування антивірусних засобів, оновлення бота, виконання закладених зловмисних дій і виконання команди самознищення або вилучення бота сторонніми засобами. Життєвий цикл бота зображено на Рис.1.

В залежності від типу операційної системи і виду ботів, порядок виконання етапів може бути видозміненим, а певні етапи відсутніми. Запорукою утворення ботнет-мережі є інфікування КС, приєднання до командного центру чи інших інфікованих систем і очікування комнд для виконання закладених зловмисних можливостей [4,5]. В залежності від архітектури ботнет-мережі бот має наступну схему функціонування (Рис.2).

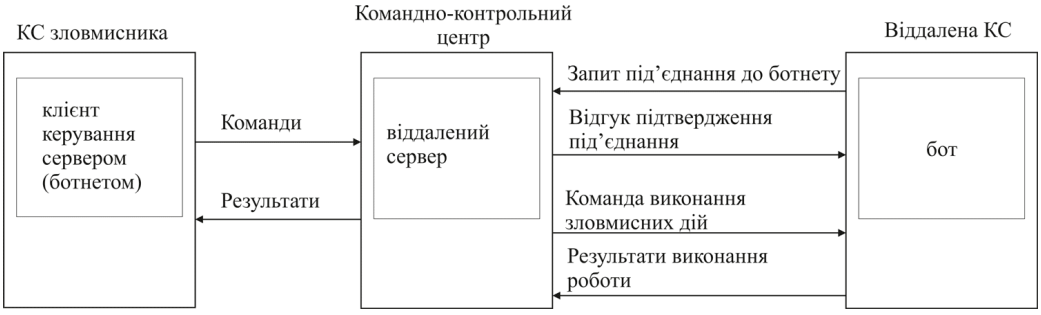


Рис. 1. Схема функціонування бота.

Згідно даної схеми бот може пройти усі етапи свого ЖЦ, проте у різній послідовності. Наприклад, у ботнет-мережі з архітектурою «p2p» відсутній командно-контрольний центр, а команди, що відповідають відсутньому сегменту, виконують інші боти. Обов'язковим етапом ЖЦ бота є потрапляння на віддалену КС шляхом використання можливостей worm-віусів, коли переміщення в мережі відбувається в тілі worm-віусів або в тілі троянських програм (ТП). Наступним важливим етапом є приєднання бота до ботнет-мережі, тобто його ідентифікація у командно-контрольному центрі або в об'єднанні інших ботів.

Схема ЖЦ бота відповідає різним методам проникнення у КС, як потрапляння в КС через мережу, так і шляхом запису з флеш-носія та інших носіїв інформації як корисне ПЗ.

За умови потрапляння бота мережним шляхом процес інфікування базується на технічних можливостях worm-вірусів. Ймовірним наступним сценарієм є або перехід до наступного етапу

ЖЦ бота, або активація ТП для відкриття системного порту, щоб завантажити поточну версію бота для подальшого прослуховування відкритих портів на наявність сигналу від командного центру чи інших ботів. Подальше виконання етапів залежить від виду ботів, які утворюють ботнет-мережу.

Функційна модель бота. Нехай S – множина програмних об'єктів, що потенційно можуть бути ботами r_n, де $r_n \in S$, $n \in N$, тобто $S = \{r_1, r_2, ..., r_n\}$, де n – кількість ботів.

Життєвий цикл ботів позначимо множиною L її етапів $l_i \in L$, $i = \overline{1,6}$.

Приймемо b як вектор засобів, які реалізують способи та механізми здійснення потрапляння бота на віддалену КС і a як вектор мережних протоколів, через системні порти яких здійснюється потрапляння бота в КС.

Нехай d – вектор деструктивних дій бота у віддаленій КС $d \in D$, та h – вектор структурних одиниць операційної системи комп'ютерної системи, які зазнають негативних впливів від деструктивних дій бота $h \in H$. Приймемо f як вектор портів для комунікації з командно-контрольним центром або іншим активним ботом і v як вектор класів ботів.

Відповідно до першого етапу ЖЦ бота характерним є використання сторонніх засобів для потрапляння в КС та системні порти, через які відповідне шкідливе програмне забезпечення потрапляє. На основі відношення, де кожен і-тий елемент однієї множини відповідає j-тому елементові другої множини, будуємо матрицю відношень засобів потрапляння ботів у КС і портів $P = |P_{ba}|$, матрицю відношення деструктивних дій у інфікованій КС і системних ресурсів КС $E = |E_{dh}|$, матрицю відношення протоколів комунікації і класів ботів $W = |W_{fv}|$, матрицю відношень класів ботів і архітектури ботнет-мережі $K = |K_{vc}|$ та матрицю відношень використовуваних портів і деструктивних дій щодо завнішніх КС $U = |U_{aq}|$.

Введемо функцію F_{in}, яка визначає взаємодію між об'єктами інфікованої КС та ботами r_j, тоді множина $d \in F_{in}(e_i, r_j)$ є набором можливих дій, які бот r_j завдає об'єкту (об'єктам) e_i інфікованої КС.

Функція F_{out} визначає взаємодію між об'єктами атакованої КС та ботами r_j, тоді множина $q \in F_{out}(o_i, r_j)$ є набором можливих дій, які бот r_j завдає об'єкту (об'єктам) o_i атакованої КС.

β – відношення між ботом і станом $r \in S$ і $l \in L$, відношення $r\beta l$ означає, що бот r перебуває в стані l, і $r\overline{\beta}l$, відповідно, що бот r не перебуває в стані l.

Таким чином, на основі вищеописаних параметрів представимо узагальнену функційну модель ботів:

$$M_v = \langle S, L, P, E, W, K, U, F_{in}, F_{out}, \beta \rangle \quad (1)$$

Висновок. Розроблено узагальнену функційну модель структурної одиниці ботнет-мереж – бота – шляхом врахування особливостей функціонування протягом його життєвого циклу та деструктивного характеру дій в комп'ютерній системі, що уможливить підвищення достовірності їх виявлення в комп'ютерних системах та мережах.

Література. **1.** Костів Ю.М. Захист інформації. / Ю.М. Костів // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Львів, Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2011. – № 26 "Автоматика, вимірювання та керування". – С.12-16. **2.** Waste: Anonymous, secure, encrypted sharing./ http://waste.sourceforge.net/index.php?id=projects, 2007. **3.** N. Ianelli, A. Hackworth. Botnets as a vehicle for online crime / N. Ianelli, A. Hackworth. CERT, Request for Comments (RFC) 1700, December 2005. **4.** The Honeynet Project and Research Alliance. / Know your enemy: Tracking botnets. http://www.honeynet.org, March 2005. **5.** Касперскі К. Техника и философия хакерских атак / К. Касперскі. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 272 с.

Савчук Т.О., Ярцева О.І.
Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

Аналіз ризиків кредитування з використанням методів контролінгу

Кредитний ризик характеризує економічні відносини, що виникають між кредитором і клієнтом з приводу перерозподілу фінансових активів. Процес оцінювання кредитного ризику досить складно піддається формалізації, а тому, проблема його оцінювання визначається досконалістю застосовуваних банком відповідних інформаційних технологій та аналітичних методів.

Метою дослідження є аналіз можливості використання методів контролінгу, які базуються на теорії штучного інтелекту, для оцінювання ризиків кредитування та які можуть бути покладеними в основу відповідних інформаційних технологій. Фінансове прогнозування ризиків, як один із методів контролінгу [1], з використанням нечіткої логіки дозволить мінімізувати ризики банку при кредитуванні.

Результати формалізації задачі фінансового прогнозування виникнення ризиків кредитування на основі експертних оцінок ознак клієнта з метою використання методів контролінгу [1] для оцінювання ризиків кредитування можна подати в такому вигляді.

Нехай суб'єктивні ознаки клієнта включають в себе такі складові, як особисті ознаки A_1, ситуативні показники A_2 і визначальні ознаки A_3. З метою підвищення гнучкості процесу аналізу цих ознак, слід інтегрувати показники контролінгу кредитних операцій з показниками контролінгу клієнта, що аналізуються, у вектор нечітких ознак $E(A_1, A_2, A_3)$ [2].

Тоді процес аналізу ризику кредитування клієнта буде включати такі етапи:

1. Аналіз достовірності особистих ознак A_1, що входять до системи показників контролінгу клієнта, що виконується за умови $R \geqslant M$, де R – достовірність наданих клієнтом особистих даних, а M – мінімальне допустиме значення ступеня достовірності наданої клієнтом інформації.
2. Оцінювання ситуативних показників клієнта A_2, що дозволяє віднести його до певного класу з множини $Y(Y_1(A_2), Y_2(A_2), \ldots, Y_h(A_2), \ldots, Y_n(A_2))$, де $Y_h(A_2)$ – h-й клас клієнта, n – кількість класів. При цьому $A_2 = V \cup P$, V – множина показників контролінгу клієнта; P – множина показників контролінгу кредитних операцій; $V(v_1, v_2, \ldots, v_j, \ldots, v_c)$, де v_j – j-й показник контролінгу клієнта, c – кількість показників контролінгу клієнта; $P(p_1, p_2, \ldots, p_i, \ldots, p_b)$, де p_i – i-й показник контролінгу кредитних операцій, b – кількість кредитних операцій.
3. Класифікація клієнта за визначальними ознаками A_3, що дозволяє віднести його до певного класу з множини $D(D_1(A_3), D_2(A_3), \ldots, D_l(A_3), \ldots, D_m(A_3)))$, де $D_l(A_3)$ – l-й клас клієнта, m – кількість класів визначальних ознак.
4. Формування висновку rs_δ про можливість виникнення ризику кредитування клієнта, як результат його контролінгу, виконується за правилом:
$$\left[E(A_1, A_2(v_j, p_i), A_3) \wedge Y(Y_h(A_2)) \wedge D(D_l(A_3))\right] \to RS(rs_1, \ldots, rs_\delta, \ldots, rs_\theta),$$
де $RS(rs_1, \ldots, rs_\delta, \ldots, rs_\theta)$ – множина висновків і рекомендацій щодо кредитування клієнта, θ – кількість висновків і рекомендацій за ознаками $E(A_1, A_2, A_3)$. Означене правило може бути використане при остаточному прийнятті рішення щодо доцільності надання кредиту клієнту.

Таким чином, використання інтелектуальних інформаційних технологій надає можливість спрогнозувати ризики кредитування клієнта на підставі розгалуженої множини показників контролінгу та, відповідно, прийняти ефективні управлінські рішення щодо надання кредиту клієнту.

Література. **1.** Терещенко О. Фінансова діяльність суб'єктів господарювання: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2003. — 554 с. **2.** Єпіфанов А., Міщенко В. Проблеми кредитування та оцінки кредитоспроможності клієнтів банку// Банківська справа №5, 1997 рік, ст.39-45.

Саковська А.В., Заболотня Т.М.
Національний технічний університет України "КПІ", ФПМ, Київ, Україна

Особливості побудови АРМ лінгвиста з використанням шаблонів проектування

Розробка АРМ для фахівців у будь-якій галузі діяльності людини на сьогоднішній день є досить актуальною задачею. Створення подібних систем для підтримки діяльності лінгвіста є окремим випадком, що потребує особливої уваги, адже дії, які виконує цей фахівець, часто носять дослідницький характер [1] на відміну від спеціалістів інших професій, до основних задач АРМ яких входить тільки збереження, упорядкування, пошук та виведення потрібної інформації. Дана доповідь присвячена завданню створення такої складової АРМ лінгвіста, яка використовується для дослідження ефективності методів класифікації текстів. Зокрема важливими функціями, які має реалізувати АРМ, є виконання класифікації одним з доступних в програмі методів на вибір, а також порівняння отриманих результатів класифікації текстів, проведеної різними методами.

Реалізація описаних вище функцій передбачає забезпечення динамічного підключення до системи відповідних баз даних та бібліотек, кожна з яких містить реалізацію певного методу класифікації текстів, а також зручного інтерфейсу користувача, що надає змогу провести порівняльний аналіз ефективності того чи іншого методу.

Для спрощення створення даної АРМ в основу її структурної організації у даній доповіді пропонується покласти підхід до побудови програмного забезпечення з використанням шаблонів проектування. Необхідність використання шаблонів зумовлена високою динамічністю та модульністю будови програми, оскільки користувач може самостійно обирати метод класифікації та переглядати результати роботи саме тих методів, які він вважає за потрібне. Шаблони ж проектування сприяють забезпеченню високого ступеня гнучкості розроблюваного програмного інструментарію щодо внесення або видалення з нього елементів, спрощенню супроводу програми, завдяки можливості змінювати її частини незалежно одна від одної тощо [2].

На думку авторів, найбільш доцільними для розробки АРМ є шаблони проектування Стратегія (Strategy) та Міст (Bridge).

Стратегія (Strategy) - поведінковий шаблон проектування, призначений для визначення сімейства алгоритмів, інкапсуляції кожного з них і забезпечення їх взаємозамінності. Його використання для вирішення завдання даного дослідження дозволяє реалізувати кожний з методів класифікації шляхом визначення відповідного класу та змінювати їх незалежно від клієнтської частини програми, яка звертається до цих методів. Кожного разу, коли користувач обирає той чи інший метод шляхом підключення відповідного класу, поведінка програми змінюється. Клієнт (користувач) взаємодіє з програмою через спеціальний клас Context, передаючи «повідомлення» класу ControlMethods, який визначає, як саме будуть використовуватись ті чи інші методи.

Міст (Bridge) - структурний шаблон проектування, котрий використовується з метою розділення реалізації та абстракції. У структурній організації АРМ лінгвіста пропонується використання даного шаблону для побудови модуля аналізу результатів роботи методів класифікації. Цей модуль не повинен змінюватись при виборі іншого досліджуваного методу, оскільки він працює лише з кінцевими даними, які надходять від модуля роботи з текстами.

Таким чином, у доповіді обґрунтовано доцільність використання шаблонів проектування при створенні АРМ лінгвіста, наведено деталі структурно-алгоритмічної організації АРМ та приклади роботи останнього щодо дослідження ефективності методів класифікації текстів.

Література. **1.** ftp://lib.herzen.spb.ru/text/belyaeva_9_17_32.pdf . **2.** Head First Design Patterns[Текст]:навч.-метод. посібник/ Фримен Эр., Фримен Эл., Бейтс Б., Сьерра К. - П.:Питер, 2011.-656с.

Седухин Д.В. *— рецензент Петренко А.И.*
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Использование фреймворка Equalizer для распределенного рендеринга трехмерных изображений

В настоящее время часто возникает потребность в визуализации сложных графических моделей трехмерных объектов. Примером тому может служить визуализация деталей или иных конструктивных элементов в пакетах автоматизированного проектирования. При этом можно перечислить такие основные этапы построения трёхмерного изображения:

- Разбиение поверхности модели на полигоны (триангуляция).
- Наложение текстуры на каждый полигон (рендеринг).

В случае отрисовки изображения с высокой степенью детализации требуется значительное количество вычислительных мощностей на первом этапе и объемов памяти на втором этапе. Однако необходимость визуализации изображения повышенной четкости может возникать нечасто, поэтому приобретение большого количества мощных графических систем инженерными лабораториями нерентабельно. Выходом из данной ситуации является использование распределённых графическизх систем, мощным инструментом построения которых является открытый фреймворк Equalizer.

Фреймворк Equalizer предоставляет мощный программный интерфейс для создания кроссплатформенных распределенных программных приложений, работающих с трехмерной графикой. Он имеет клиент-серверную архитектуру, что позволяет легко масштабировать приложения, созданные на его основе. Гибкость в использовании обеспечивает наличие различных методов распределенного рендеринга и открытость исходного кода [1].

Характерным применением данного фреймворка является распределённый рендеринг трехмерного изображения объекта. Ниже показан пример рендеринга трехмерной модели отвертки на четырех видеокартах.

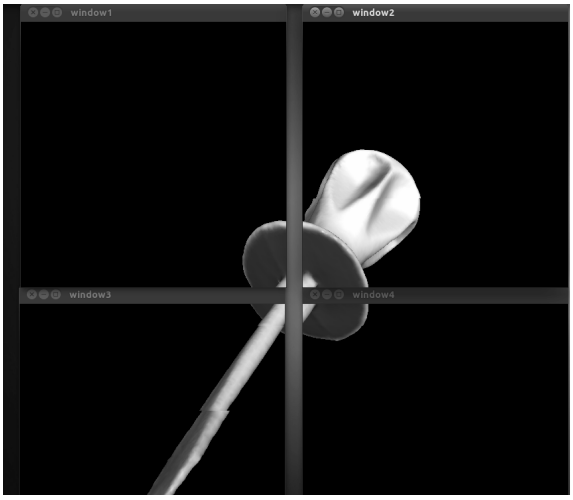


Рис. 1. Трехмерное изображение отвертки, визуализированное при помощи распределенного рендеринга средствами Equalizer

Литература. **1.** Stefan Eilemann. Equalizer Programming And User Guide. – 2009. - 87с: [Электронный ресурс]. http://www.vislab.uq.edu.au/ag3/distfiles/ProgrammingUserGuide-0.9.pdf.

Середа Х.В.
Інститут інформаційних технологій і засобів навчання Національної академії педагогічних наук України, Київ, Україна

Контент-адміністрування інформаційної системи планування наукових досліджень в Національній академії педагогічних наук України

Розглянуто проблему інформаційного наповнення інформаційної системи планування наукових досліджень в Академії педагогічних наук України на базі мережі Інтернет (далі ІС «Планування»). Визначено базову платформу Microsoft SharePoint для побудови інформаційної системи. Описано програмні засоби контент-адміністрування SharePoint мережі «Партнерство в навчанні» як прототипу для побудови ІС «Планування». Наведено поняття елементів керування, базові операції контент-адміністрування SharePoint порталу та описано засоби роботи з документами ІС «Планування».

Інформатизація галузі освіти є важливим чинником формування сучасного інформаційного суспільства. Інформатизація освіти охоплює як інформатизацію навчального процесу, так і процесів управління освітою. Якщо розглядати проблему інформатизації управлінської діяльності в галузі освіти, то її вирішення полягає в першу чергу у автоматизації процесів управління. Автоматизація подібних процесів досягається через створення відповідних інформаційних систем (ІС).

Інформаційна система - організаційно впорядкована сукупність документів (масивів документів) та інформаційних технологій, у тому числі з використанням засобів обчислювальної техніки і зв'язку, що реалізують інформаційні процеси. Інформаційні системи призначені для зберігання, обробки, пошуку, розповсюдження, передачі та надання інформації [1].

Інформаційне наповнення, яке є базовою складовою ІС, спочатку завантажується в бази даних, сховища ІС (первинне наповнення), а потім в процесі життєвого циклу системи актуалізується. Діяльність, що підтримує такі процеси підтримки інформаційного наповнення (контенту), сьогодні визначається поняттям контент-адміністрування. Статтю присвячено аналізу проблеми контент-адміністрування ІС та визначенню методики його здійснення.

Важливим питанням є вибір платформи для побудови інформаційної системи. Сьогодні інформаційні системи за своєю архітектурою є досить складними, тому доцільно використовувати вже готові платформи, не створюючи їх самостійно. Однією з таких потужних і розповсюджених платформ є Microsoft SharePoint. Вона має зручні засоби роботи з документами та простий механізм інформаційного наповнення [2].

Прикладом порталу, побудованого на цій платформі для галузі освіти, є мережа «Партнерство в навчанні». Колектив, членом якого є автор статті, має значний досвід роботи по локалізації та адмініструванню мережі «Партнерство в навчанні», побудованої на платформі Microsoft SharePoint. Автором статті безпосередньо здійснювалося контент-адміністрування мережі «Партнерство в навчанні». Це дозволило використати технічні рішення цієї платформи, а саме механізми контент-адміністрування, для побудови ІС «Планування».

Для збереження та редагування даних в системі Microsoft SharePoint використовуються такі елементи керування, як: сховище даних, бібліотека документів, веб-частина та список. Бібліотеки документів використовуються для зберігання контенту, з яким спільно працюють учасники групи, а також для створення спільно використовуваних баз знань. Наприклад, при розробці будь-яких продуктів робоча група може використовувати бібліотеку документів для зберігання поточних результатів роботи, включаючи пропозиції на проектування, специфікації і допоміжні відомості. Використовуючи метадані, представлені у вигляді стовпців інформації, можна підтримувати стан кожного проектного документа і робити його загальнодоступним, поряд з інформацією про автора документа, назву проекту тощо. Завершені документи можна зберігати окремо в бібліотеці документів бази знань з можливістю пошуку, використовуваної як джерело інформації при вивченні нових проектів. Елемент керування «Список» використовується для представлення на екрані поля, можливі значення якого обмежуються списком. [3].

Контент-адміністрування ІС «Планування» здійснюється за допомогою текстового редактора MS SharePoint [4]. Набір панелі інструментів максимально наближений до інструментів в документі MS Word, що дає змогу просто й легко керувати контентом. На панелі є три основні блоки інструментів, це «Редагування», «Форматування тексту» та «Вставлення». «Редагування» дозволяє зберігати документ, працювати з буфером обміну, вкладати додаткові файли та перевіряти орфографію. «Форматування тексту» містить інструменти для технічного опрацювання тексту, дає змогу працювати зі шрифтами, редагувати абзаци, стилі та розмітку, і також використовую буфер обміну. Блок «Вставлення» дає змогу вставляти таблиці, рисунки, медіавміст, посилання тощо [5].

Використовуючи можливості бібліотеки документів і можливості ядра системи, можна для кожної групи користувачів налаштовувати доступ до необхідних документів. Для забезпечення високого ступеня безпеки документів, що знаходяться в бібліотеці, підтримується механізм приховування прямих посилань на завантажувані документи. Завдяки цьому документи зможуть завантажити лише ті користувачі, у яких є відповідні права.

Важливою особливістю модуля є можливість збору інформації про кількість скачувань документів. Для більш зручного аналізу лічильник кількості скачувань можна самостійно скидати (обнуляти). До цікавих можливостей бібліотеки документів також можна віднести виведення дерева каталогу. При великій кількості документів даний варіант відображення каталогу дуже зручний, оскільки дозволяє максимально швидко (за мінімальну кількість кліків) знайти необхідний документ. Для зручного використання бібліотеки документів підтримуються різні режими виведення на сайті, серед яких важливо відзначити такі, як виведення останніх доданих та виведення популярних документів.

Зберігання будь-якої інформації про кожний документ. У бібліотеці документів можна зберігати файли практично будь-якого типу (відскановані зображення, архіви, аудіо-та відео файли). До документів можна додавати додаткові поля для введення розширеної інформації, наприклад, важливість документа, термін здачі, клієнт, з яким пов'язаний цей документ тощо. Додаткові відомості (метадані), що зберігаються разом з документами у бібліотеці документів, дозволяють виконувати пошук і фільтрацію документів з урахуванням даних відомостей. Після визначення ці додаткові поля (стовпці) можуть оновлюватися користувачем у процесі відправлення і зміни документів для вказівки значимих даних, наприклад, про стан, бюджет, розклад і т.ін, які можуть бути корисні в організації [6].

В статті представлено результати наукового дослідження, які стали основою для створення інформаційної системи планування наукових досліджень в Національній Академії педагогічних наук України на базі мережі Інтернет. Розглянуті засоби контент-адміністрування було експериментально випробувано та досліджено в процесі контент-адміністрування і локалізації мережі «Партнерство в навчанні». Ці рішення лягли в основу створення ІС «Планування». Дослідний зразок ІС «Планування» буде впроваджено в Національній академії педагогічних наук України протягом 2012 року.

Література. **1.** Спірін О.М. Основні напрями і тематика дисертаційних досліджень з інформаційно-комунікаційних технологій в освіті / Спірін О.М. Основні напрями і тематика дисертаційних досліджень з інформаційно-комунікаційних технологій в освіті // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2011. – №1. – С.15-18. **2.** Перевозчикова О.Л. Сучасні інформаційні технології. – К.: Інститут економіки та права "Крок", 2002. – 121 с. **3.** Задорожна Н.Т., Лавріщева К.М. Менеджмент документообігу в інформаційних системах освіти, Навчально-методичний посібник. – К., "Педагогічна думка", 2007.– 228с. **4.** Портал Національної академії наук України / [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: http://www.nas.gov.ua – Назва з екрана. **5.** Національна академія педагогічних наук України. Планування наукових досліджень / [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: http://planning.edu-ua.net – Назва з екрана. **6.** Англо-український тлумачний словник з обчислювальної техніки, Інтернету, програмування. – К.: :СофтПрес, 2006. – 823 с.

Скарга С.О., Амонс О.А.
Національний технічний університет України «КПІ», ФІОТ, Київ, Україна

Огляд та аналіз алгоритмів розповсюдження довідкових даних в розподілених системах

Вступ. З появою інформаційних систем виникла проблема підтримки одночасного розповсюдження інформації по різних вузлах. Оскільки в розподілених системах існує необхідність дублювання і зберігання інформації на декількох серверах, їх необхідно синхронізувати. Однією з головних проблем синхронізації даних є реплікація. Реплікація даних СУБД - це приведення баз даних, функціонуючих в розподіленому середовищі, в актуальний стан за рахунок виявлення змінених даних, а також передача і застосування цих змін в базі даних одержувача[1]. Проаналізувавши всі види реплікації та зауваживши всі їхні переваги та недоліки, було запропоновано використання пасивної реплікації для покращення алгоритму, який буде наведено нижче[2].

Неподільні транзакції. Неподільна транзакція повністю аналогічна комп'ютерній транзакції. Один процес оголошує початок транзакції з одним або більше процесами. Вони можуть деякий час створювати і знищувати різні об'єкти, виконувати будь-які операції. Надалі ініціатор оголошує завершення транзакції. Якщо всі з ним погоджуються, то результат фіксується. Якщо один або більше процесів відмовляються (або вони зазнали краху ще до згоди), тоді змінені об'єкти повертається точно до того стану, в якому вони перебували до початку виконання транзакції. Для програмування з використанням транзакцій необхідний певний набір примітивів, які повинні бути надані програмісту або операційною системою, або мовою програмування.

У розподілених системах фіксація транзакцій може зажадати взаємодії кількох процесів на різних машинах, кожна з яких зберігає деякі змінні, файли, бази даних. Для досягнення властивості неподільності транзакцій в розподілених системах використовується спеціальний протокол, званий протоколом двухфазовий фіксації транзакцій. Хоча він і не є єдиним протоколом такого роду, але він найбільш широко використовується.

Алгоритм синхронізації за допомогою хеш-функцій. Хеш-функція ставить у відповідність вхідний рядок довільного розміру з деяким вихідним рядком фіксованого розміру. При цьому, якщо хеш-функції повертають різні значення для двох вхідних рядків, то можна стверджувати, що ці рядки різні. Якщо ж хеш-значення двох вхідних рядків співпадають, то вхідні рядки збігаються. В [3] наводиться алгоритм, використовуваний в програмному засобі Rsync. Rsync являє собою програмний засіб для підтримки синхронізованого стану двох файлів. У цьому програмному засобі алгоритм ототожнення ділянок файлів на основі хеш-функцій використовується для зменшення мережевого трафіку. В [4] автори застосовують цей алгоритм до проблеми синхронізації баз даних. База даних розглядається як лінійна структура, де операції проводяться з рядками таблиці цілком. Таблиця розбивається на деякі інтервали, для кожного з яких обчислюється хеш-значення. Для тих інтервалів, для яких хеш-значення на вузлі-джерелі і на вузлі-одержувачі не збігаються, проводиться подрібнення інтервалів. Після чого для кожного з отриманих інтервалів операція повторюється. Процес триває до тих пір, поки величина інтервалів не досягне деякого порогового значення, не стане дорівнювати запису.

Даний алгоритм має наступні переваги:

- Не потрібно зміни існуючої бази даних або програмного забезпечення;
- Не потрібно ведення деякого журналу змін;
- Заощаджується мережевий трафік, так як передаються лише ті дані, які потрібно синхронізувати.

Даний алгоритм має наступні недоліки:

- Підвищені вимоги до обчислювальних ресурсів;

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

- Неефективна робота алгоритму на погано нормалізованих даних при внесенні невеликих змін до запису;
- Наявність досить малої (для MD5 - 2^{-64}, а, наприклад для SHA-512 - 2^{-256}) ймовірності несинхронізованого стану двох баз даних після завершення процесу реплікації[5].

Пропозиції модифікації алгоритму. Алгоритм, який буде модифікано для рішення поставленої задачі, це алгоритм, оснований на синхронізації баз даних за допомогою хеш-функцій на основі нелінійного розбиття таблиць. В даному алгоритмі основний метод рішення проблеми – це система реплікації. Однією з проблем даного алгоритму є те, що дана система виконує вибірку даних, яка впливає на продуктивність системи в цілому. Зміни даних в даній системі відстежуються двома способами: реплікація за поточним станом та дельта-реплікація. В першому способі постачальник даних до початку обміну (або після обміну) за допомогою позначень знає, які дані необхідно поставити вузлу-споживачеві. В дельта-реплікації вузол-постачальник і вузол-споживач разом визначають, які дані потрібно переслати. В даному способі відбувається значне навантаження на мережу, яка дуже часто не дозволяє виконувати цю операцію ефективно[6]. Саме тому запропоновано використовувати пасивну реплікацію (primary-backup). Це значно знизить навантаження на мережу.

Даний алгоритм має наступні кроки:

- Крок 1: Визначити безліч загальних сутностей на вузлі постачальника та на вузлі-споживачі (сутності можуть бути різними, але повинні мати однакові ідентифікатори).
- Крок 2: Розбити безліч загальних сутностей на області заданої величини. Область характеризується безліччю ідентифікаторів записів і безліччю номерів колонок.
- Крок 3: Обчислити значення хеш-функції для заданої області і передати ці значення на віддалений вузол.
- Крок 4: Цей процес повторюється до тих пір, поки розмір подрібненої області не стане дорівнювати одній колонці, або одному запису, або ж не досягне деякого порогового значення.

Даний алгоритм має наступні переваги:

- Не потрібні зміни існуючої бази даних або програмного забезпечення;
- Не потрібні ведення деякого журналу змін;
- Заощаджується мережевий трафік, так як передаються лише ті дані, які потрібно синхронізувати.
- Відсутність ймовірності не синхронізованого стану двох баз даних після завершення процесу реплікації.

Даний алгоритм має наступні недоліки:

- Підвищені вимоги до обчислювальних ресурсів;
- Неефективна робота алгоритму на погано нормалізованих даних при внесенні невеликих змін до запису;

За допомогою даної модифікації алгоритму хеш-фунцій ми досягли покращення роботи алгоритму, а саме втрати одного недоліку щодо достовірності синхронізації даних.

Література. **1.** А.Н. Гусаров, Д.О. Жуков. Розробка систем синхронізації даних, заснованих на плагінах // Навчальна сесія міфі // 2005 **2.** Кафедра МО ЕОМ. Нижегородський державний університет ім М.І. Лобачевського. Лекції навчального курсу «Методи та засоби побудови розподілених програмних систем звикористанням технології Java» **3.** A. Tridgell and P. Mackerras. The Rsync Algorithm. Technical Report TR-CS-96-05, Department of Computer Science, The Australian National University, Canberra, Australia, 1996. **4.** A. Khrabrov, S. Sobti, and P. N. Yianilos. Synchronizable Databases for the Web. Tech. Rep., NEC Research Institute, 4 Independence Way, Princeton, NJ, 2000. **5.** Н.С. Рябков, И.В. Ретинская. Алгоритм синхронізації баз даних за допомогою хеш-функцій на основі нелінійного розбиття таблиць. **6.** Белоусов В.Е. Алгоритмы репликации данных в распределенных системах обработки информации. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Пенза, 2005

Слєпцова О.Я.
Галицький коледж ім. В. Чорновола, Тернопіль, Україна

Розробка інформаційної технології для дослідження процесів і явищ в туризмі на основі методів системного аналізу

Сучасна туристична система має свої особливості, що зумовлюють необхідність використання нових методів і підходів до прийняття рішень щодо забезпечення конкурентоспроможного розвитку туризму в регіоні в динамічних умовах ринкової кон'юнктури. Це обмеження туристично-рекреаційного потенціалу і місцевих бюджетів, нові запити і потреби туристів за умов швидких технологічних змін, низький рівень платоспроможного попиту населення, висока динамічність і ступінь невизначеності зовнішнього середовища та необхідність в оптимальному (раціональному) використанні наявних фінансових ресурсів.

Сьогодні одним із факторів забезпечення ефективної підтримки прийняття рішень в туристичній галузі є застосування в діяльності управлінь з питань туризму та переважної більшості туристичних підприємств сучасних інформаційних технологій (ІТ). В цілому, розроблено значну кількість математичних моделей та методів, що дозволяють розв'язувати досить складні задачі туристичної сфери [1].

У даній роботі на основі проведеного аналізу проблем туристичної галузі і методів системного аналізу [2–4], які дозволять їх розв'язати, запропоновано нову методологію дослідження процесів і явищ в туризмі (рис. 1).

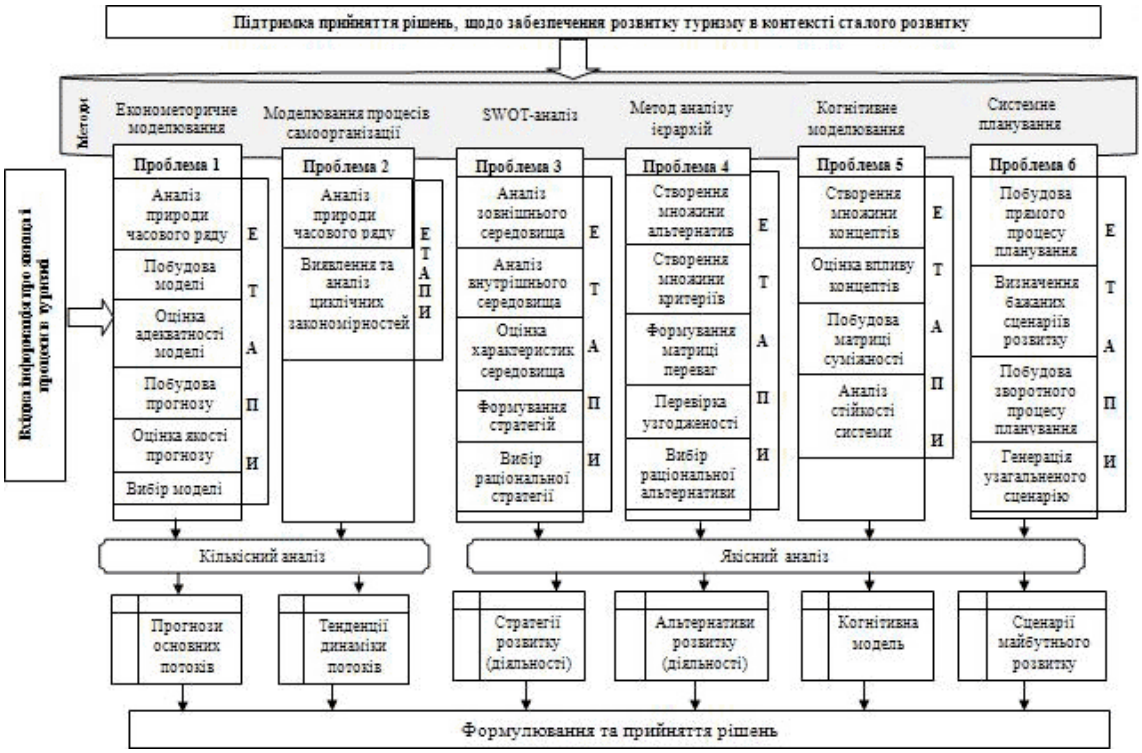


Рис. 1. Методологія дослідження процесів та явищ в туризмі

Запропонована у даній роботі методологія дослідження процесів та явищ в туризмі забезпечує підтримку прийняття рішень при розв'язанні наступних проблем:

- *Проблема 1.* Оцінка станів та прогнозування туристичних показників.
- *Проблема 2.* Виявлення та моделювання прихованих закономірностей (синергетичних аспектів) в туризмі.

- *Проблема 3.* Формування стратегії сталого розвитку туризму в регіоні та стратегії діяльності туристичного підприємства.
- *Проблема 4.* Побудова і оцінювання сценаріїв майбутнього розвитку туристичної системи в регіоні.
- *Проблема 5.* Вибір з множини можливих варіантів найбільш прийнятної стратегії розвитку туризму; оцінювання та вибір стратегічних пріоритетів розвитку туризму в регіоні, конкурентних переваг регіону, інвестиційних проектів, альтернатив розвитку туристичних підсистем і т.п..
- *Проблема 6.* Виявлення причинно-наслідкових зв'язків між підсистемами та негативних факторів впливу на стійкий розвиток туризму.

В основі даної методології лежать проаналізовані і обґрунтовані методи системного аналізу, які дозволяють розв'язувати задачі прийняття рішень для вирішення проблем з якісними та кількісними значеннями змінних та врахуванням взаємовідношень між ними, і спрямовані на розв'язання слабо-структурованих задач туризму, у яких цілі, структура та умови відомі лише частково, характеризуються неточністю, невизначеністю, нечіткістю даних.

На основі даної методології було розроблено архітектуру та програмну реалізацію оригінальної комп'ютерної інформаційної технології підтримки прийняття рішень [5] для розв'язання задач аналізу, прогнозування, вибору можливих альтернативних рішень та побудови сценаріїв розвитку туристичної галузі із застосуванням запропонованого математичного апарату, яка має такі підсистеми:

- модуль аналізу середовища та формулювання стратегій;
- модуль вибору раціонального рішення з множини різних варіантів;
- модуль прогнозування туристичних показників;
- модуль розробки сценаріїв та стратегічних планів;
- модуль аналізу взаємозв'язків у слабоструктурованих системах.

Розроблювана ІТ, крім використання методів аналізу, оцінки і вироблення рішень з одного боку, має зручний для користувача інтерфейс, централізацію даних в єдиній базі, засоби редагування і налаштування моделей, а також – візуалізацію усього процесу побудови моделі, аналізу результатів моделювання, їх інтерпретацію і пояснення. З іншого боку система спроектована з огляду на те, що потенційний користувач (ОПР), фахівець у своїй галузі, з високою ймовірністю не володітиме спеціальними знаннями з побудови математичних моделей.

Отже, дана методологія дослідження процесів та явищ в туризмі не тільки дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо оцінювання заходів з розвитку туризму в регіоні і вибору із них найбільш пріоритетних для першочергової реалізації, але і може бути покладена в основу сучасної ІТ підтримки прийняття рішень з сталого розвитку туризму.

Література. **1.** Виклюк Я.І. Математичне моделювання об'єктів туристичної галузі: монографія / Я.І. Виклюк. – Чернівці: Книги – XXI,2010. – 340 с. **2.** Згуровський М.З. Основи системного аналізу / М. Згуровський, Н. Панкратова. – К.: Видавнича група BHV, 2007. – 544с. **3.** Панкратова Н. Д. Моделі і методи аналізу ієрархій. Теорія. Застосування [Текст]: навч. посіб. / Н. Д. Панкратова, Н. І. Недашківська. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 372 с. **4.** Яремчук О.Я. Системний підхід до планування, прогнозування та прийняття рішень в туризмі/ О.Я. Яремчук // Системний аналіз та інформаційні технології: матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції SAIT – 2011, Київ, 23-28 травня 2011р./ ННК «ІНСА» НТУУ «КПІ». – К.: ННК «ІНСА» НТУУ «КПІ», 2011. – 548с. – Текст: укр., рос., англ. – с. 181. **5.** Данилов В. Я. Проект побудови інформаційно-аналітичної СППР для системного аналізу підтримки і прийняття рішень на регіональному рівні в туризмі/ В. Я. Данилов, О. Я. Яремчук // Наукові праці: науково-методичний журнал. – Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2008. – Вип. 77. Т. 90. Комп'ютерні технології. – с. 168-176.

Стратієвський О.М. *— рецензент Білостоцький А.І.*
Національний технічний університет України "КПІ", ФПМ, Київ, Україна

Алгоритм автоанотування документів для оцінки їх релевантності

Традиційні моделі пошуку не показують належного результату в умовах феномену інформаційного буму. Проте для виявлення прихованих знань можна застосувати методи автоматичного аналізу текстів *Text Mining* [1]. Робота присвячена розробці моделі фільтрації документів, що використовує подібні механізми для підвищення релевантності результатів процесу текстового пошуку. Такий підхід є актуальним, адже наявність динамічних автоматично побудованих структур, що описують документи в колекції, дозволить точніше співвідносити тексти з пошуковим запитом та більш повно задовольняти інформаційну потребу користувачів [1].

Пропонується реалізація принципу попередньої обробки текстового матеріалу [2] за допомогою методик Text Mining, що передбачає автоматичне виділення ключової інформації. Нелевантність документа визначається відносно деякого його образу, що називається *анотацією* [1]. Це дозволить користувачеві працювати з обмеженими за обсягом наборами даних і може істотно підвищити рівень *пертинентності* результатів пошуку. Також вартою уваги є ідея є автоматичного групування результатів пошуку. На рис. 1 представлено розроблюваний алгоритм.

Рис. 1. Алгоритм побудови анотацій

Для побудови анотації тексту обрано *латентно-семантичне індексування (LSI)* [1], модифіковане відповідно до особливостей задачі. Текст розбивається на набір підтекстів, кількість та розмір яких залежатиме від об'єму документу. Основним об'єктом LSI є матриця W, що пов'язує підтексти з їх термінами. Елемент матриці w(i,k)– це вага i-го терміну k-го підтексту. До матриці W застосовується сингулярна декомпозиція $W = U * S * V$, в результаті якої отримуємо: U $(m \times r)$ – матриця термів, S $(r \times r)$ – сингулярна діагональна матриця, V $(r \times n)$ – матриця підтекстів. Для оптимізації процесу аналізу проводиться попереднє виділення значимих термінів та відсіювання фрагментів з низькою частотою таких термінів. Слід взяти до уваги, що анотація не є повною копією документа, і заздалегідь не можуть бути враховані всі особливості інформаційних потреб користувачів. Тому передбачається динамічне оновлення анотації термінами успішних запитів користувачів.

Даний підхід можна вдосконалити ранжуванням оцінки появи терміну в документі залежно від його положення та провести синонімічний аналіз. Для подолання останнього недоліку можна вдосконалити процедуру виділення термів. Представлена модель орієнтована на практичну реалізацію і дозволить істотно підвищити його привабливість із погляду «середньостатистичного» користувача.

Література. **1.** Manning Christopher, Raghavan Prabhakar, Schütze Hinrich. An Introduction to Infor-mation Retrieval . – Cambridge UP, 2009. – 569с. **2.** Григорьев А.Н., Ландэ Д.В. Адаптивный интерфейс уточнения запросов к системе контент-мониторинга InfoStream//Труды Международного семинара "Диалог'2005". - 2005. - С. 109-111.

Теленик С.Ф., Жук С.В., Лыско В.Т.
Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, Украина

Интеграция информационных ресурсов Мировой системы данных

Существующие центры данных Мировой системы данных часто предоставляют неоднородные данные, определенные их спецификой [1]. Однако во многих таких центрах не организована для пользователя возможность применения сервисов обработки и анализа данных. Одним из эффективных решений этой проблемы могло бы стать создание виртуального центра обработки данных, которое предоставит гибкие возможности как на уровне аппаратного обеспечения и операционных систем, так и на уровне интеграции информации и доступности сервисов для пользователей.

Авторами предложена многоуровневая архитектура, которая обеспечивает доступ к разнородным данным, их преобразование и обработку.

Согласно предложенной архитектуре, от клиента поступает запрос на получение некоторых данных. Запрос передаётся на сервер приложений, где определяется, является ли запрос данных обращением к доступной в источниках данных информации, или же необходимо производить преобразование имеющихся данных для получения запрашиваемой пользователем информации. В случае необходимости проведения преобразований, сервер приложений обращается к заранее подготовленным цепочкам преобразований, которые из имеющейся в источниках данных информации, путем последовательного выполнения запросов к этим источникам и выполнения заранее описанных операций, получают запрашиваемый пользователем результат.

Метаописание источников данных, к которому обращаются компоненты сервера приложений и цепочки преобразований, должно содержать смысловое описание данных в рамках глобального пространства имен. Информационная единица представляется графом, что упрощает ее модернизацию. Например, слияние двух онтологий сводится к объединению их графов [2]. Для такого описания хорошо подходят концепции Semantic Web [3].

За доступ к данным отвечает специализированный компонент медиатор (англ. «Mediator») [4]. Он получает от сервера приложений запрос в одном из допустимых форматов (например, SQL или SPARQL для источников, реализованных на основе реляционных СУБД), производит его преобразование в совместимый с выбранным источником формат, а при необходимости – и разбиение запроса на подзапросы к соответсвующим источникам данных. Эти действия выполняются медиатором исходя из описания источников данных [5]. Чтобы инкапсулировать детали компонентов базы данных, создаются Обёртки (англ. «Wrapper»), связанные с каждым компонентом базы данных. Обёртки транслируют каждый запрос Медиатора таким образом, чтобы он понимался базой данных, а также транслируют получаемые от базы данных результаты так, чтобы они были понятны Медиатору и совместимы с внешней схемой данных.

Предлагаемая архитектура не предполагает внесения изменений в собственно данные, структуры их хранения и механизмы сопровождения, они могут продолжать автономно функционировать в рамках существующих систем, дополняться и модифицироваться владельцем.

Литература. **1.** Згуровский М.З., Гвишиани А.Д., Ефремов К.В., Пасичный А.М. Интеграция украинской науки в Мировую систему данных // Кибернетика и системный анализ. № 2-2010. – С. 49 –58. **2.** Черняк Л. Интеграция данных: синтаксис и семантика (из журнала «Открытые системы» №10.2009) [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://www.osp.ru/os/2009/10/11170978 **3.** Щербак С.С. Формальные модели представления знаний для семантических web-сервисов. - Восточно-Европейский журнал передовых технологий, №3-2008.–С.68-71 **4.** Kossmann D. The state of the art in distributed query processing – New York: ACM Computing Surveys vol.32, «ACM», 2000.–с.422-469. **5.** Деревянко А.С., Солощук М.Н. Технологии и средства консолидации информации: Учебное пособие.– Х.:НТУ "ХПИ 2008.-432с

Тукало С.М.
Інститут інформаційних технологій і засобів навчання Національної академії педагогічних наук України, Київ, Україна

Електронний документообіг як інструмент автоматизації діловодства в науковій установі

Актуальним завданням інформатизації в НАПН України, передбаченим проектом Національної стратегії розвитку освіти в Україні на 2012-2021 роки, є інформаційне забезпечення освітньої і наукової діяльності. Подана загальна характеристика систем електронного документообігу. Розглянуто особливості електронного документообігу в науковій установі.

Інформатизація і комп'ютеризація є актуальними тенденціями розвитку сучасної освіти і науки. Це стосується не тільки застосування інформаційно-комунікаційних технологій в освітньому процесі, але й в системі наукової педагогічної діяльності, системі планування наукової діяльності. Актуальним завданням, визначеним напрямом досліджень проблем інформатизації в НАПН України, що передбачений проектом Національної стратегії розвитку освіти в Україні на 2012-2021 роки, є інформаційне забезпечення освітньої і наукової діяльності. Організація електронного документообігу в роботі наукової установи є першочерговою перспективою, адже значна частка діяльності будь-якої державної установи пов'язана з роботою з документами.

Головне призначення систем електронного документообігу (СЕД), або систем автоматизованого документообігу – це організація збереження електронних документів, а також роботи з ними (зокрема, їхнього пошуку як по атрибутах, так і по змісту). У СЕД повинні автоматично відслідковуватися зміни в документах, терміни виконання документів, рух документів, а також контролюватися всі їхні версії і підверсії. Комплексна СЕД повинна охоплювати весь цикл діловодства підприємства чи організації (від постановки завдання на створення документа до його списання в архів), забезпечувати централізоване збереження документів у будь-яких форматах, у тому числі, складних композиційних документах. СЕД повинні поєднувати розрізнені потоки документів територіально віддалених підприємств у єдину систему, а також забезпечувати гнучке керування документами як за допомогою жорсткого визначення маршрутів руху, так і шляхом вільної маршрутизації документів. У системах електронного документообігу має бути реалізоване тверде розмежування доступу користувачів до різних документів у залежності від їхньої компетенції, займаної посади і призначених їм повноважень. Крім того, СЕД повинна налаштовуватися на існуючу організаційно-штатну структуру і систему діловодства підприємства, а також інтегруватися з існуючими корпоративними системами.

Спочатку системи електронного документообігу розглядалися лише як інструмент автоматизації завдань класичного діловодства, але з часом стали охоплювати все більш широкий спектр завдань. Сьогодні розробники систем електронного документообігу орієнтують свої продукти на роботу не тільки з кореспонденцією і організаційно-розпорядчими документами, а й із різними внутрішніми документами (договорами, нормативною, довідковою та проектною документацією, документами з кадрової роботи тощо). Системи електронного документообігу також використовуються для вирішення прикладних задач, в яких важливою складовою є робота з електронними документами: управління взаємодією з клієнтами, обробка звернень громадян, автоматизація роботи сервісної служби, організація проектного документообігу тощо. Фактично системою електронного документообігу можна назвати будь-яку інформаційну систему, що забезпечує роботу з електронними документами.

Кожна установа має свої визначаючі чинники діяльності, свої різновиди документів, які необхідно впровадити в систему електронного документообігу. Особливо це стосується наукових установ, специфіка діяльності яких породжує велику кількість типів та видів документів, які пов'язані з науковою діяльністю. Проблема полягає в тому, що більшість з цих документів мають специфічні вимоги та містять поля, відсутні в ненаукових документах. В результаті більшість систем електронного документообігу, що придатні до застосування в організаціях торгівлі та виробництва, для наукових установ є незастосовними. Крім того, значна частина

документів, які застосовуються в науковій установі, є нетиповими і нестандартизованими, оскільки наукові установи є ненаправленими на отримання прибутку, що також значно відрізняє їх від більшості організацій, які застосовують системи електронного документообігу. Тобто для впровадження систем електронного документообігу в наукових установах слід попередньо виконати чітку формалізацію категорій документів, а система електронного документообігу, в свою чергу, повинна бути здатною до налаштування згідно з цією формалізацією та особливостями функціонування наукової установи [2].

Не дивлячись на всю складність впровадження електронного документообігу в науковій установі, це має ряд переваг. Відсутність необхідності вручну розмножувати документи, відслідковувати переміщення паперових документів всередині організації, контролювати порядок передачі конфіденційної інформації істотним образом знижує трудовитрати працівників. Наскрізний автоматичний контроль виконання на всіх етапах роботи з документами кардинально підвищує якість роботи виконавців, робить терміни підготовки документів більш прогнозованими і керованими.

Таким чином, можна виділити завдання, які мають вирішуватися за допомогою систем електронного документообігу для наукової установи:

- охоплення усього циклу діловодства: від постановки завдання на створення документа до списання документа в архів, забезпечуючи централізоване збереження документів;
- масштабування, тобто застосування для установ різних розмірів;
- підтримання роботи з найрізноманітнішими типами та категоріями документів, що застосовуються у діяльності наукової установи, включаючи додавання власних типів та категорій;
- можливість об'єднати розрізнені потоки документів територіально віддалених підрозділів, відділів та лабораторій у єдину систему;
- відповідність певним стандартам документообігу: внутрішнім, галузевим, ГОСТ, міжнародним стандартам;
- забезпечення гнучкого керування документами як за допомогою жорсткого визначення маршрутів руху, так і при довільній маршрутизації;
- забезпечення автоматичного контролю за документами та термінами їх виконання, контролю дії користувачів, відстежування історії руху документів, інтегрування з існуючими системами;
- відповідність вимогам безпеки (шифрування, організація доступу тощо) [2];
- створення та ведення специфічних документів, пов'язаних з управлінням та плануванням наукових досліджень (перспективний тематичний план, журнал реєстрації тощо).

Діяльність наукових установ полягає у проведенні наукових досліджень, а це в свою чергу тягне за собою необхідність в процесах планування цих досліджень. В науковій установі є цілий ряд специфічних документів, притаманних процесу планування наукових досліджень. Всі ці документи мають свої маршрути, СЕД в свою чергу має забезпечити автоматизоване проходження цих маршрутів і формування документів. Вимоги до оформлення і маршрутів документа викладені в положенні «Про порядок планування і контролю за виконанням наукових досліджень в Національній академії педагогічних наук України» [3].

Література. **1.** Задорожна Н.Т. Науково-методичні засади забезпечення інформаційної системи планування наукових досліджень в АПН України. – [Електронний ресурс] / Н. Т. Задорожна // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2010. – №1 (16). – Режим доступу: http://www.ime.edu-ua.net/em16/emg.html. **2.** Поліновський В.В., Огурцов М.І. Впровадження системи електронного документообігу в науковій організації. – [Електронний ресурс] / В.В. Поліновський, М.І. Огурцов // Вісник Хмельницького національного університету. – 2010. – №4 – Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/portal/natural/Vchnu_tekh/2010_4/24pol.pdf. **3.** Положення «Про порядок планування і контролю за виконанням наукових досліджень в Національній академії педагогічних наук України» (редакція 2011 р.): [Затв. постановою Президії АПН України від 23 червня 2011 року, протокол № 1-7/9-198].

Филимонов Е.И., Заболотняя Т.Н.
Национальный технический университет Украины "КПИ", ФПМ, Киев, Украина

Программная библиотека методов кластеризации полнотекстовых документов

Автоматизация процессов обработки информации – одна из важнейших задач в сфере информационных технологий. Она позволяет значительно снизить трудоемкость работы, сэкономить время и другие ресурсы. Так же автоматизация позволяет уменьшить влияние так называемого «человеческого фактора» при выполнении той или иной задачи.

Стремительное развитие информационных технологий вызвало столь же стремительное увеличение объемов информации. Каждые два года объем информации в мире удваивается, и для его измерения уже используют зеттабайты. Значительная часть этого объема – текст, хранящийся в электронном виде. Соответственно, возникает задача компьютерной обработки текста на естественном языке.

Компьютерная обработка электронных документов довольно сложна, так как естественный язык – сложная многоуровневая система, вдобавок постоянно изменяющаяся. Но, несмотря на это, на данный момент уже существуют системы обработки электронных документов, в том числе и для кластеризации - нахождения групп схожих документов в общей коллекции. Задача кластеризации схожа с задачей классификации и сводится к разбиению заданной коллекции на некоторое количество групп. Алгоритмы кластеризации характерны тем, что они должны самостоятельно принимать решения о численности и составе групп (кластеров), без заданного заранее списка категорий и "учителя" - обучающего подмножества документов. Для оценки качества работы такого алгоритма результат проверяется экспертом, который разбивает коллекцию документов на некоторое множество тематических классов и сравнивает эти классы с созданными программой кластерами.

Полноценная система кластеризации группы текстовых документов должна включать в себя следующие модули:

- модуль предварительной обработки текста;
- модуль графематического разбора;
- модуль морфологического разбора;
- модуль синтаксического разбора;
- модуль кластеризации;

Существующие системы кластеризации, как правило, реализовывают разные методы и отсутствуют в свободном доступе. Кроме того, эти системы разрабатывались в разное время и с использованием различных технологий. Это не позволяет провести общее всестороннее исследование эффективности работы всех методов кластеризации.

В данном докладе будет рассмотрен процесс создания модуля (библиотеки методов) кластеризации, для проведения их сравнительного анализа. Авторами были рассмотрены и применены алгоритмы, реализующие основные методы кластеризации (такие, как алгоритм k-средних, плотностный алгоритм DBSCAN, иерархические алгоритмы), и сделаны выводы об их эффективности и целесообразности применения. Все алгоритмы реализовывались в одной среде и на одном и том же языке программирования. Использовалась одна общая коллекция документов для сравнительного анализа качества работы алгоритмов (по времени выполнения). В качестве тестовых документов были выбраны патенты, так как текст в них не содержит сложных конструкций и написан строгим научным стилем. Это значительно упрощает предварительную обработку текста и его последующий разбор.

Литература. **1.** Большакова Е. И., Клышинский Э. С., Ландэ Д. В. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика : учебное пособие/ Е.И. Большакова, Э.С. Клышинский, Д.В. Ланде - М.:МИЭМ, 2011. - С.192-212. **2.** Леонтьева Н. Н. Автоматическое понимание текстов [Текст]: учеб.пособие для студ. лингв. фак. вузов / Нина Николаевна Леонтьева. – М.: Академия, 2006. – 202 с.

Ховяков Д.Н., Гацура Е.В. *— рецензент Гребенюк В.А.*
Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

Построение вычислительных облаков с использованием системы OpenStack

На сегодняшний день одним из наиболее перспективных и продвинутых направлений в индустрии IT являются облачные вычисления. Самыми известными компаниями, предоставляющими хостинг на облаках, являются Amazon, Microsoft и Google. Кроме того, существует масса компаний меньшего масштаба, готовых предоставить "облачный" хостинг, либо нуждающихся в личном облаке. Именно для работы таких компаний можно использовать коплекс программного обеспечения OpenStack.

OpenStack представляет собой набор программного обеспечения, состоящий из следующих основных компонент: системы организации вычислений Nova, системы хранения образов виртуальных машин Glance, системы авторизации Keystone, хранилища объектов Swift, Web-интерфейса Horizon. Приведенный список не полон и может дополняться, потому что OpenStack на текущий момент находится в активной разработке.

Преимуществами OpenStack можно назвать то, что он бесплатен и поддерживается множеством крупных компаний, среди которых можно упомянуть таких гигантов, как Cisco, HP, Dell, AMD, Intel, NEC и Citrix.

К недостаткам можно отнести то, что компоненты системы всё еще находятся на активной стадии разработки, и нередко те или иные ее элементы отказывают. Кроме того, плохое покрытие тестами и низкое качество самих тестов приводят часто к тому, что казалось бы работающий функционал оказывается не только нерабочим, но и просто отсутствующим[2].

Наиболее интересной частью OpenStack является Nova, которая в свою очередь состоит из нескольких сервисов[1]:

- nova-compute, работающий непосредственно с гипервайзером для виртуальных машин (на данный момент доступны XEN и QEMU),
- nova-scheduler - средство для планирования запуска виртуальных серверов и распределения их по кластеру,
- nova-network - средство для работы с виртуальной сетью,
- nova-volume - сервис хранилища данных, обеспечивающий постоянное хранение данных.

По умолчанию авторизация в OpenStack производится средствами самой nova. Keystone является дополнительным средством авторизации. Недостатком этого подхода оказалось то, что Horizon и nova-billing предполагают использование Keystone для своей работы. Для управления облаком существует ряд утилит. Самой первой была утилита nova-client, не получившая в дальнейшем существенного развития и запущенная сообществом. На смену ей пришла euca2ools - утилиты для управления облаком, изначально разработаные для облака Eucalyptus. Кроме того, рассматривается набор инструментов nova2ools, разработанных специально для OpenStack на замену euca2ools[3].

Таким образом Openstack можно применять в тех случаях, когда нужно быстро развернуть рабочее облако, или для компаний, которые хотят заниматься бизнесом в области Cloud-технологий, но не хотят или не могут позволить себе разрабатвать собственные программные комплексы.

Литература. **1.** Openstack Team Main Page - http://openstack.org/ **2.** Блог одного из разработчиков OpenStack - http://blog.e0ne.info/ **3.** Web-блог компании Grid Dynamics, посвященный OpenStack - http://openstackgd.wordpress.com/

Цурін О.П., Шиманський А.С.
Національний технічний університет України "КПІ", Київ, Україна

Додавання мета-тегів Google Schoolar в Web-сторінки в деяких популярних CMS

Постановка задачі. Необхідність розміщення наукових робіт у *Google Scholar* не викликає сумніву. Павук *Google Scholar*, який обходить Web-сайти в мережі InterNet, аналізує спеціальний набір мета-тегів, які надано у Google Академія. Цей набір описує кожну роботу, що включається у *Google Scholar*. Багато сайтів друкованих видань зроблено на CMS *Drupal*, і при цьому робиться перехід до PDF файлів зі змісту номера (архіву публікацій). *Google Scholar* цього не достатньо, бо треба мати сторінку з назвою роботи, анотацією та набором відповідних мета тегів.

Актуальність та новизна. Актуальність обумовлена тим, що, наприклад, модуля в *CMS Drupal* для впровадження користувацьких мета-тегів або іншої інформації в `<head> </head>` сторінки не існує, а вирішення цієї задачі конче потрібно.

При створенні HTML сторінки ручними засобами цієї задачі не виникає, але більшість сучасних систем (особливо для журналів) робляться з використанням CMS, а у них є можливість введення стандартних мета-тегів (title, description, key words).

Шлях вирішення задач. Для вирішення задачі були виконані наступні дії:

1. Створення нового типу вмісту *Google Schoolar* (в Drupal за умовчанням є такі типи як Page, Story) з одними полями.
2. Впровадження та підключення модуля *PHP Filter*.

Мета-теги Google Scholar формуються для сторінки, на якій надано текст або анотація відповідної публікації. Якщо є архів публікацій (сторінка (А)) з назвою публікації, то створюється сторінка (Б) з анотацією, і для цієї сторінці створюються *Мета-теги Google Scholar*. Мета-тегі вводяться на відповідну Web-сторінку, яка створюється водночас з формуванням *Google Scholar* мета-тегів.

Для вирішення цього питання в CMS WordPress був використаний плагін *WordPress Publication Repository*. Плагін вносить до CMS новий тип контенту під назвою *Publications*, що має всі необхідні поля для вводу *мета тегів Google Scholar*, можливість категоризації по рубрикам та мовам, а також дає можливість сортувати та виконувати пошук публікацій по авторам, серіям або даті створення. Завантажити останню версію плагіну можливо за адресою http://wordpress.org/extend/plugins/wordpress-publication-repository/.

Дослідна експлуатація. Програма пройшла випробування на інтегрованому *Web-ресурсі журналів НТУУ "КПІ"* за адресою http://journals.kpi.ua при створенні сайту для журналу *«Актуальні проблеми економіки та управління»*, який за 3 місяці вийшов на 5 місце серед 20 журналів НТУУ "КПІ" по параметру *Google Scholar*. З рейтингом журналів НТУУ "КПІ" можна ознайомитись на сайті http://webometr.kpi.ua.

Висновки. Розглянуті засоби дозволяють до кожної статті архіву статей додати сторінку з анотацією, переходом до PDF файлу та *Google Scholar мета тегами*. При цьому, щоб значно скоротити часові витрати на введення та формування мета тегів використовується програма їх формування з Web-інтерфейсом.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Чалий О.І., Амонс О.А.
Національний технічний університет України «КПІ», ФІОТ, Київ, Україна

Аналіз алгоритмів пошуку документів в розподілених системах

Робота присвячена огляду та аналізу алгоритмів пошуку документів в розподілених системах. Порівнюються алгоритми пошуку. Пропонуються модифікації вибраних алгоритмів.

Вступ. Процес пошуку інформації є невід'ємною частиною функціонуванні будь-якої системи. Не є винятком і клас розподілених систем. Саме завдяки ефективним алгоритмам пошуку знаходять потрібну інформацію, що може знаходиться на N-вузлах у вигляді k-частин. При використанні модифікованих алгоритмів пошуку можна досягти збільшення продуктивності процесу пошуку на 15-18 %, зменшити навантаження мережі зайвими запитами на 15 %. Також на 30 % збільшується швидкість реагування на запит, що відіграє важливу роль у функціонуванні розподілених систем [1]. Однак для організації продуктивного пошуку інформації необхідно підбирати алгоритми пошуку в залежності від конкретної розподіленої системи.

Таким чином, порівнюючи алгоритми пошуку документів, згрупуємо алгоритми по властивостям, та визначимо найбільш підходящий алгоритм до структури досліджуваної системи. Для подальших модифікацій обрано алгоритм ISM. В майбутньому планується інтегрування модифікованого алгоритму в досліджувану систему з подальшим тестуванням.

Огляд існуючих алгоритмів пошуку. Продуктивність системи залежить від правильної побудови її функціонування, тобто потрібно вибрати такий алгоритм, який буде максимально підходити до структури системи. Не є винятком і процеси пошуку. Розглянемо деякі алгоритми пошуку в розподілених системах.

Алгоритм пошуку в ширину (BFS, Breadth-first search) — метод обходу та розмітки вершин графу. Вся система представляється у вигляді графу, де вузол – це окрема машина. Пошук в ширину виконується в такому порядку: вершині, з якої починається обхід, приписується номер 1, сусіднім вершинам — 2 і т. д. Потім по черзі розглядаються всі суміжні вершини [2, 3].

Інтелектуальний пошуковий механізм (ISM, Intelligent Search Mechanism) використовується в мережах, де кожен вузол може зберігати деяку спеціалізовану інформацію. Метод полягає в тому, що вузол-ініціатор генерує повідомлення, що описує запит на пошук, знаходить множину найбільш підходящих вузлів, що можуть повернути результат, використовуючи профайлер та механізм ранжування, та надсилає запит на пошук лише цим вузлам [3, 4].

Алгоритм «довільних блукань» (RWA, Random Walkers, Algorithm): кожний вузол випадковим чином пересилає повідомлення з запитом одному із сусідніх вузлів і готовий знову приймати інші повідомлення. Даний алгоритм схожий до RBFS, але в RBFS кожний вузол пересилає запит тільки частині сусідів. До того ж в RBFS відбувається експоненційне збільшення повідомлень, що пересилаються в мережі, коли в RWA — лінійне. RBFS та RWA не використовують жодних правил щодо вибору найбільш релевантного вузла для пересилки пошукового запиту.

Ще однією методикою, подібної RWA, є «адаптивний ймовірнісний пошук» (Adaptive Probabilistic Search, APS) [3].

Отже, всі розглянуті алгоритми пошуку дозволяють вирішити лише деякі проблеми, тобто на даний момент не існує такого пошукового алгоритму, який був би універсальним, широковживаним і дозволив би проводити процес пошуку максимально ефективно незалежно від структури системи. Структура системи в цілому повинна «підказувати» розробникам, який саме алгоритм варто використати.

Розглянуті алгоритми можна згрупувати наступним чином:

- Алгоритми ISM, >RES, A* — характеризуються як найбільш стійкі та продуктивні алгоритми серед усіх розглянутих, але під час роботи споживають багато ресурсів системи;

- Алгоритм RWA, фазовий та деревовидні алгоритми — менш продуктивні, існує велика ймовірність отримання нерелевантних результатів, але швидкість роботи на досить високому рівні та невелике споживання системних ресурсів;
- Пошук в глибину, пошук в ширину та алгоритм RBFS — ці алгоритми дещо схожі між собою, але все-таки мають ряд відмінних властивостей, які показують ефективність того чи іншого алгоритму в різних умовах.

Керуючись цими факторами, властивостями алгоритмів та обмеженнями РСЕДО, пропонується використовувати деякі властивості алгоритму пошуку в глибину з ітеративним заглибленням та алгоритму ISM.

Модифікації вибраних алгоритмів. Враховуючи структуру СЕДО-КПІ [5] та властивості пошукової підсистеми [6], пропонується комбінувати властивості алгоритму пошуку в ширину із ітеративним заглибленням та алгоритму ISM шляхом ведення статистичної інформації та «заморожування» запиту. Поєднуючи ці дві методики пропонується зменшити перенавантаження мережі зайвими запитами та зменшити час процесу пошуку.

Отже, суть алгоритму пошуку в ширину із ітеративним заглибленням полягає в тому, що вузол-ініціатор запиту виконує пошук на локальній базі даних і потім передає запит одному із сусідів. Вузол, який отримав запит, виконує пошук на локальній базі і передає запит своїм сусідам на величину d, вказану вузлом-інціатором, і повертає потік знайдених результатів. Далі вузол-ініціатор передає запит іншому сусідові, який виконує аналогічні дії як і всі інші вузли-сусіди вузла-ініціатора. Суть модифікації полягає в тому, що в той час, коли вузол отримав запит на пошук, відбувається аналіз запиту і порівняння його із уже виконуваними запитами на даному вузлі, що зберігаються як статистична інформація на кожному вузлі. Таким чином, запит «заморожується» на вузлі і розповсюджується тільки серед тих сусідів, що ввійшли до множини вузлів, до яких надсилалися подібні запити. В результаті очікуємо отримати наступні переваги:

- Зменшення навантаження на мережу;
- Можливість визначення подібності запитів;
- Зменшення часу пошуку.

Висновок. Отже, проаналізувавши найбільш популярні алгоритми пошуку документів в розподілених системах, та враховуючи структуру СЕДО-КПІ [5] та властивості платформи швидкої розробки застосувань SmartBase [6, 7], подальшу роботу планується продовжити над модифікацією та адаптацією алгоритмів пошуку в ширину з ітеративним заглибленням та алгоритму ISM до структури досліджуваної системи.

Література. **1.** Телятніков О. О. Моделі та алгоритми оптимізації розподілених баз даних комп'ютерних інформаційних систем : автореф. дис. на здобуття нак. ступеня д-ра тех. наук : спец. 05.13.06 "Технічні науки"/ Телятніков Олександр Олегович; Донецький національний університет – Д., 2005. - 20с. **2.** Кормен Т. Алгоритмы. Построение и анализ : уч. пособ. / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест. - М. : Вильямс, 2005. - 1296с. - ISBN 978-5-8459-0857-5 **3.** Ландэ Д. В. Интернетика: Навигация в сложных сетях: модели и алгоритмы : уч. пособ. / Д. В. Ландэ, А. А. Снарский, И. В. Безсуднов. -М. : Книжный дом «ЛИБРИКОМ» , 2009. - 264с. ISBN 978-5-397-00497-8 **4.** Zeinalipour-Yazti D., Kalogeraki V., Gunopulos D. Information Retrieval in Peer-to-Peer Networks // IEEE CiSE Magazine, Special Issue on Web Engineering, 2004. – pp. 1-13 **5.** Теленик С.Ф., Хмелюк В.С., Безпалий І.О., Клепач І.В. Алгебри для автоматичного проектування схем генерації і оброблення електронних документів // Інформатика та системні науки (ІСН-2010): Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції 18-20 березня 2010 року. – Полтава, с. 185-188. **6.** Теленик С.Ф., Шкабура О.Ю., Подригайло Н.О. Пошук і реферування в системі електронного документообігу // Вісник НТУУ "КПІ". Інформатика, управління та обчислювальна техніка, К., 2008, №51. - 2009 р. С.177-184. **7.** Теленик С.Ф., Хмелюк В.С. Подход к построению бизнес-процессов в адаптивной технологии SmartBase // Вісник національного технічного університету «ХПІ», випуск №7 2007

***Чёрный С.Г.*[1], *Козуб Н.А.*[2], *Субботина Н.А.*[2]**
[1]*Керченский государственный морской технологический университет, Керчь, Украина;* [2]*Херсонский национальный технический университет, Херсон, Украина*

Разработка системы автоматизированного проектирования для сложных структур

Компьютеризированное управление и автоматизация требуют внедрения механизмов автоматизации всего производства, что в свою очередь позволяет использовать аппарат экономико-математических методов для учёта большого количества исходных данных, минимизировать издержки, оптимизировать сроки выполнения производственных процессов, автоматизировать типичные и трудоёмкие процессы, получить для правильных стратегических и тактических решений на основе своевременной и достоверной информации. Применение компьютерных систем обеспечивает оперативность работы с данными и снижает нагрузку на руководителей высшего звена.

На первых этапах разработки системы компьютерного управления производством следует формализовать решаемые задачи и определить приоритетные базисы, создать функционально-методическое описание этапов. Описание проекта не должно зависеть от принятой в данный момент технологии в силу возможных в ней корректировок. Поставляемая на предприятие система должна состоять из набора модулей (структурных элементов), связанных между собой технологическими цепочками. Система должна быть открытой, чтобы заказчик мог иметь возможность начать с минимального функционала необходимых ему модулей и постепенно внедрять или наращивать новые, расширяя базовую функциональность системы. Желательно, чтобы они были совместимы с используемыми ранее программами, чтобы избежать проблемы с использованием ранее наработанных материалов.

Можно выделить следующие основные задачи автоматизированных систем управления предприятием: планирование и управление производственным процессом; оперативный учёт процесса производства, состояние материальных потоков в цехе, контроль выполнения плановых операций; управление технологическим оборудованием, внутрицеховой диспетчерский контроль; разработка месячных подетальных и пооперационных календарных планов запуска операционных модулей; управление затратами и себестоимостью; экономический анализ; наглядное отображение информации о состоянии процесса производства.

Наглядным примером решения проблемы при проектировании данных процессов предлагается реализация алгоритмического концептного фундаментального проектирования механизмами UML. Интересный и очень удобный плагин для студии, который добавляет в тулбокс набор шаблонов паттернов для быстрого создания UML-диаграмм. В тулбоксе шаблоны для паттернов разбиты по категориям, как в классической книге "большой четверки на структурные, порождающие и поведенческие. Для воссоздания структуры какого-либо из паттернов на uml-диаграмме, нужно всего лишь выбрать нужный шаблон, что значительно облегчает механизм "пазловой"консолидированности блоков и дальнейшей его отладки. В свою очередь, для каждого механизма, описанного в шаблоне, предлагается использование специализированных прослоек и при структурном компилировании можно применять механизм аутентификации на основании прецедентных структур или специализированного аппарата, в частности нейронно-адаптированных блоков.

В структурном программировании разработчики концентрируются на поведении структуры, а потом исследуют/анализируют, какие данные необходимы для выполнения работы, т.е. происходит аутентификация данных к поведению, но в объектно-ориентированном программировании приоритет позиционируется с данными и далее разработчик смотрит взаимосвязь этой структуры.

Из изложенного выше обращаем внимание на еще один способ реализации разработки с помощью Domain Driven Design [1-2]. Данная методика реализует способ проектирования, который позиционируется на предметной области, объектах реального мира, поведении и

взаимодействии, т.е. фокусируется на модели и бизнес-логике. Результатом подобного смещения приоритетов становится то, что разработчики стараются перевести объекты предметной области и их поведение сразу в сущности приложения, пытаясь передать в них не только свойства и атрибуты этих объектов, но и поведение. Мы об этом не думаем, таким образом достигая сразу нескольких целей:

1. Откладывание реализации слоя сохранения (persistence layer или data access layer) позволяет реализовать его тогда, когда доменная модель уже спроектирована и реализована, то есть когда она стабилизирована. Сколько раз в начале разработки приложения вы добавляете или убираете колонки в таблицах или даже целые таблицы? Сколько при этом приходится переписывать кода слоя доступа к данным? Хорошо еще, если вы используете ORM.
2. Слой сохранения реализуется как один из инфраструктурных инструментов. Акцентируется смещение на модель, а не на базу данных и слой доступа к ней, что позволяет намного более сильный уровень независимости ваших классов от слоя сохранения, который дает возможность быстро поменять базу данных или перейти с нее на XML или вообще какие-нибудь внешние сервисы - decoupling.
3. Persistence ignorance реализует полезную функцию - при условии того, что ваш код может жить и без слоя сохранения, его можно намного проще протестировать. Более того, в начале разработки вообще можно игнорировать как слой сохранения, так и слой представления, и написать сначала модель, которую покрыть модульными тестами. Причем тесты здесь выполняют уже не столько роль зонального покрытия модельного типа на будущий процесс, сколько роль клиентского кода более верхнего или того же слоя, при помощи которого разработчик может привести к более функционально-корректному виду API классы модели, и эффективно поправить дизайн классов при необходимости. Слой же сохранения в таком случае можно для начала просто закрыть Mock Object [3]. В случае дальнейшей необходимости можно написать слой представления над моделью, не приступив писать слой сохранения. Domain Driven Design стимулирует проектировать Rich Domain Model, то есть сущности, которые обладают не только состоянием, но и поведением. В результате разработки посредством Data Driven Design, разработчики очень часто получают приложение, разработанное с использованием Anemic Domain Model, в которой "бизнес объекты"на самом деле являются всего лишь сущностями для передачи данных из базы данных клиенту (UI, сервисы) и назад в результате трансфера, т.е. обладают состоянием, но не поведением.

В приложениях, ориентированных только на CRUD операции, анемичная модель работает достаточно функционально. В приложениях, где много бизнес логики, встречаются проблематические аспекты. Бизнес логику разработчику приходится выносить в отдельные классы, которые будут оперировать объектами, хотя очень часто она по сути своей она принадлежит объектам.

Осуществленный анализ технологического базиса современных информационных технологий Domain Driven Design в структуре механизмов UML, ORM-прослоек и CBR-технологий позиционирует одну из branch ветвей современного направления в программировании. Комбинирование данных моделей не является идеальным способом для проектирования и разработки системы автоматизированного проектирования для современного производства, но заслуживает определённого внимания, как достаточно интересное и перспективное направление.

Литература. **1.** Effective Aggregate Design Part III - DDD Denver Meetup. Название с экрана. - электронный ресурс http://domaindrivendesign.org/. **2.** Domain Driven Design. Название с экрана. - электронный ресурс http://www.emxsoftware.com/Domain+Driven+Design/. **3.** Использование мок-объектов в тестировании. Название с экрана. - электронный ресурс http://http://wiki.agiledev.ru/doku.php?id=tdd:proper_mocks_usage/.

Чорноус Г.О., Зубко В.С.
Київський національний університет ім. Т. Шевченка, Київ, Україна

Автоматизація планування капітальних вкладень державного підприємства

Відповідно до чинного законодавства України державні підприємства зобов'язані складати фінансові плани та звіти про їх виконання [1,2]. В фінансовому плані існує спеціальний розділ з планування капітальних вкладень. Це пов'язано з тим, що за змістом техніко-економічне планування на будь-який період часу є плануванням не лише діяльності, а й розвитку підприємства за усіма його якісними і кількісними показниками. Деякі напрямки цього розвитку можуть потребувати капітальних вкладень (купівлі акцій, будівництва тощо) [3].

План капітальних вкладень і капітального будівництва, виходячи з плану розвитку підприємства, передбачає нарощування діючих і створення нових виробничих потужностей, необхідних для забезпечення зростання виробництва продукції, підвищення її якості, удосконалення технології та організації виробництва, забезпечення безпечної життєдіяльності, екологічного комфорту, а також інших виробничих і невиробничих фондів [4].

В фінансовому плані інформацію про капітальні вкладення зосереджено в таблиці 2 «Капітальні інвестиції» та таблиці 5.9. «Джерела капітальних інвестицій».

Метою даного дослідження стала розробка моделі автоматизації планування капітальних вкладень на державному підприємстві, формування й консолідація інформації для заповнення таблиці 2 фінансового плану «Капітальні інвестиції» та таблиці 5.9. «Джерела капітальних інвестицій», формування звітів, відповідно до потреб підприємства, та план-факт аналізу.

Для підтримки критично важливого завдання – отримання оптимального варіанту автоматизованого створення плану капітальних вкладень, в роботі використовується набір рішень для бізнес-аналітики SAP Business Planning and Consolidation (SAP BPC), що був інтегрований з SAP PS [5].

Заявка «План капітальних вкладень» є первинною формою вводу для подальшого автоматичного формування окремих таблиць фінансового плану та плану капітальних інвестицій. Введення інформації у форму пропонується здійснювати за принципом «знизу-вгору» - від відділів підприємства, виходячи з ієрархічної структури місць виникнення витрат (МВВ). При цьому відділи є «вузловими елементами», на них безпосередньо неможливо заводити дані, всі дані заводять на більш низькому рівні – МВВ (відділи, дільниці тощо).

При неможливості рознесення капітальних інвестицій по конкретних МВВ, під відділами створюється «технічне» МВВ «Адміністрація», за яким будуть плануватися вищевказані заявки.

Порядок заповнення, ролі і доступи, терміни заповнення, процес перевірки і затвердження заявок регламентуються внутрішніми інструкціями підприємства і відносяться до сфери внутрішньокорпоративного менеджменту, управління та контролю.

Заявка з «Плану капітальних інвестицій» формується до глибини конкретних об'єктів капітальних інвестицій згідно з довідником «Проекти». Подальший план/факт аналіз виконання фінансового плану також здійснюється на рівні глибини «Проектів» капітальних інвестицій.

Результатом роботи є розробка моделі автоматизованого планування капітальних вкладень на державному підприємстві на основі даних, введених до форм вводу, та її впровадження на реальному підприємстві.

Література. **1.** Господарський кодекс [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/436-15. **2.** Наказ Мінекономіки від 21.06.2005 № 173 [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0729-05. **3.** Шегда А.В. Стратегічне управління [Текст]: підручник / А. В. Шегда. – К.: ВПЦ «Київ. ун-т», 2009. – 303с. **4.** Бердар М.М. Фінанси підприємств [Текст]: навч. посібник / М.М. Бердар. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 352с. **5.** Офіційний сайт компанії SAP [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://www.sap.com/index.epx.

Шаховська Н.Б., Стахів З.В.
Національний університет "Львівська політехніка", Львів, Україна

Автоматизована система укладання реферату

У статті описано автоматизовану систему укладання рефератів. Спроектовано інформаційну модель такої системи. Визначені мета, завдання і сфера застосування такої системи.

The system of the automatic abstracting of documents is described in the article. The informative model of such system is projected. Goals, objectives and scope of such a system are defined.

Вступ. З кожним роком зростає обсяг і потужність інформаційного потоку. Упорядкувати цей потік і тримати його в контрольованому руслі можна тільки за допомогою автоматизованих систем обробки та переробки інформації. В основі цих систем лежать процеси аналізу первинних документів - індексація і предметизація та синтезу - генерація вторинних документів, рефератів, складання каталогів.

Ознайомлення з рефератами дає змогу оперативно одержати коротку інформацію про зміст первинних документів і завдяки цьому максимально правильно вирішити питання про необхідність використання їх. Інколи таке ознайомлення навіть замінює вивчення першоджерела, що особливо важливо, коли воно з якихось причин недоступне. Реферати також використовуються у автоматизованих інформаційних пошукових системах.

Огляд методів автоматичного реферування. Процес реферування складається з трьох етапів: аналіз початкового тексту, визначення його характерних фрагментів і формування відповідного висновку. Більшість сучасних робіт концентруються навколо розробленої технології реферування одного документу.

Метод складання цитат припускає акцент на виділення характерних фраґментів (як правило, речень). Для цього методом співставлення фразових шаблонів виділяються блоки найбільшої лексичної і статистичної релевантності. Створення підсумкового документу в такому випадку – просте об'єднання вибраних фрагментів.

Зазвичай у методах автоматичного реферування застосовується модель лінійних вагових коефіцієнтів. Основу аналітичного етапу в цій моделі складає процедура призначення вагових коефіцієнтів для кожного блоку тексту відповідно до таких характеристик, як розташування цього блоку в оригіналі, частота появи в тексті, частота використання в ключових реченнях, а також показники статистичної значущості. Сума індивідуальних ваг, як правило, визначена після додаткової модифікації відповідно до спеціальних параметрів налаштування, пов'язаних з кожною вагою, дає загальну вагу всього блоку тексту.

Почергово опрацьовується кожне речення початкового тексту. Вагові коефіцієнти ґрунтуються на вимірюваннях статистичної важливості (від частоти згадки терміну до операцій, наявності спеціальних термінів і розташування речення в тексті). Вагові коефіцієнти речення, отримані на етапі аналізу, передаються безпосередньо на вхід компоненту синтезу, на якому витягаються речення з найвищими коефіцієнтами, визначеними за ступенем стискання. [1].

Аналіз останніх досліджень. Хоча деякі виробники вже зараз пропонують інструменти для реферування, об'єм інформації в мережі росте і оперативно отримувати її коректні зведення стає все складніше. Такі інструменти, як функція Autosummarize в Microsoft Office, системи IBM Intelligent Text Miner, Oracle Context і Inxight Summarizer (компонент пошукового механізму Altavista), безумовно, корисні, але їх можливості обмежені виділенням і вибором ориґінальних фраґментів з початкового документу і з'єднанням їх у короткий текст. Підготовка ж короткого викладу має на меті описати основний зміст тексту, і не обов'язково тими самими словами.

Також проблемою сучасних систем реферування є те, що вони зазвичай орієнтуються на тексти англійською мовою. Для текстів українською мовою розроблено лише неповні онтології у деяких предметних областях. Областю, яка має достатньо багато усталених та відомих автору термінів і інформація про яку є доступна, є область інформаційних технологій [2].

Розроблення структури системи. Головним процесом, який виконується системою, є укладання реферату. Основну масу своєї інформації система бере з електронних бібліотек, наукових організацій, а також інформацію може подавати сам користувач системою. Вхідна інформація, дані, які змінюються в ході роботи – це публікації, результати наукових досліджень, наукові статті – до системи поступають внаслідок дій користувача. Робота виконується керуючись правилами оцінки значущості речень та алгоритмом АВТТ (автоматизованого визначення тематики тексту). Ресурсом, який є необхідним для виконання роботи, виступає база знань.

Процес «Укладання реферату» розбивається на 5 підпроцесів: «Декодування інформації з зовнішнього формату», «Розбиття тексту на структурні підрозділи», «Формування ключових слів», «Присвоєння ваг», «Формування результату». Ці підпроцеси виконуються в системі послідовно, один за одним. Для виконання підпроцесу «Декодування інформації з зовнішнього формату» на вхід до нього подаються дані, які змінюються в ході роботи – це публікації, результати наукових досліджень, наукові статті – поступають в систему внаслідок дій користувача. А результатом виконання цієї роботи і, відповідно, вхідними даними для підпроцесу «Розбиття тексту на структурні підрозділи» виступає текстова інформація, тобто дані, що поступили в систему після виконання підпроцесу «Декодування інформації з зовнішнього формату» перетворюються в дані відповідного для системи формату, в якому вони є готові для подальшого опрацювання. Внаслідок виконання підпроцесу «Розбиття тексту на структурні підрозділи» текстова інформація розбивається на частини, речення. Підпроцес відбувається, керуючись алгоритмом АВТТ. Результатом виконання цього підпроцесу є набір речень, який подається на вхід підпроцесу «Формування ключових слів» для подальшого опрацювання та на вхід підпроцесу «Присвоєння ваг». Ці підпроцеси керуються правилами оцінки значущості речень та алгоритмом АВТТ, а також тут використовується база знань. Результатом підпроцесу «Присвоєння ваг» є зважені речення. Вони поступають на вхід для підпроцесу «Формування результату», який враховуючи результати отримані внаслідок виконання всіх попередніх підпроцесів та керуючись алгоритмом АВТТ, формує остаточний результат – реферат.

Розроблена автоматизована система укладання реферату дозволяє значно скоротити тимчасові витрати на складання реферату в порівнянні з іншими системами реферування. ЇЇ алгоритм роботи є досить простим, але він має ряд переваг:

- використання вагових коефіцієнтів значно підвищує якість отриманого реферату;
- користувач сам може визначати вагу деяких термінів в залежності від того, на яку тему орієнтований реферат він хоче отримати;
- система розроблена для роботи переважно з текстами української та російської мов, що дає значну перевагу, оскільки більшість сучасних систем все ж орієнтуються на англомовні тексти.

Висновки. Результатом роботи автоматизованої системи укладання реферату є інформаційний продукт, який має велике значення для користувачів. Цей вторинний документ прискорює відбір документів, призначених для використання; забезпечує підвищення ступеня точності, повноти інформації; дає можливість оперативного інформування споживачів; полегшує процес індексації та класифікації документів; є засобом поточного інформування щодо нових досягнень науки і техніки; дає змогу здійснювати ретроспективний пошук.

Автоматичне квазіреферування можна вважати також одним із перших кроків до автоматичної оцінки науково-технічної інформації, до автоматичного створення високоефективних фактографічних систем.

Література. **1.** Hahn U. The Challenges of Automatic Summarization/ U. Hahn, I. Mani // Computer.- 2000.- vol.33.- №11.- P. 29–36. **2.** Шаховська Н. Інформаційна система реферування множини документів, поданих у різних форматах, базована на онтології/Н. Шаховська, В. Литвин, В. Крайовський // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". - Львів:Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка 2010. т.№ 672:Комп'ютерні науки та інформаційні технології.-С.63-71

Швед В.О. *— рецензент Волокита А.М.*
Національний технічний університет України "КПІ", ФІОТ, Київ, Україна

Етапи розгортання програмного забезпечення як сервісу

Розробка програмного забезпечення має багато етапів, які можна розглядати на різних рівнях деталізації. Ці етапи включають визначення вимог, розробку архітектури, проектування, реалізацію, тестування, розгортання програмного забезпечення і технічне обслуговування. Технічне обслуговування є останньою стадією життєвого циклу програмного забезпечення. Після того, як продукт був випущений, фаза підтримки тримає програмне забезпечення в актуальному стані зі змінами середовища і змінами потреб користувачів. Досягнення в галузі технології в поєднанні зі зростаючим числом глобальних корпорацій призвели до еволюції в методах, використовуваних для розгортання програмного забезпечення. Спочатку програмне забезпечення встановлювалось на окремі персональні комп'ютери для тестування і мало обмеження по числу фізичних терміналів для випробувань. Пізніше багато установ перейшли на серверну модель, що спростило встановлення та підтримку програмного забезпечення в умовах його інтенсивного викроистання, що особливо актуально для компаній, які спеціалізуються на розробці корпоративного програмного забезпечення. Врешті серверно орієнтована модель тепер інтенсивно замінюється на сервіс орієнтовану модель, що дозволяє надавати програмне забезпечення у вигляді сервісу, абстрагуючись від його залежності від апаратного забезпечення. Це дозволяє ефективно використовувати програмне забезпечення великою кількістю тестувальників і розробників.

Етапи розгортання програмного забезпечення. Розгортання програмного забезпечення в 21-му столітті – це вже не просте встановлення продукту і навчання його користуванням. Розгортання в даний час включає в себе архітектурний набір продуктів, часто від різних виробників, та інтеграцію цих продуктів в існуючому середовищі. Виділяються наступні етапи [1, 2]:

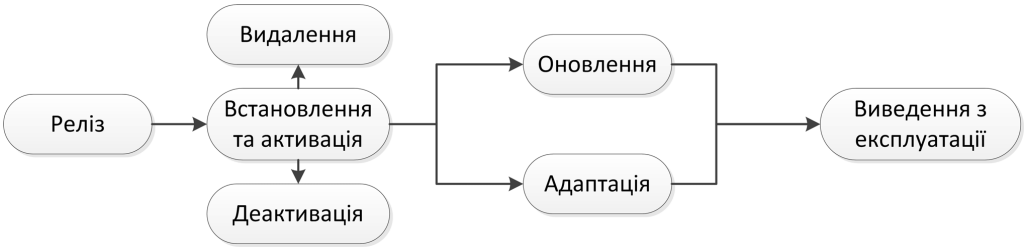


Рис. 1. Етапи розгортання програмного забезпечення

- **Реліз** - процес релізу завершає розробку програмного забезпечення. Він включає в себе всі операції з підготовки системи для збирання і передачі замовнику. Таким чином, необхідно визначити ресурси, необхідні для роботи у середовищі замовника та зібрати інформацію для проведення подальших заходів у процесі розгортання.
- **Встановлення та активація** — процес, що включає запуск виконуваних компонентів програмного забезпечення. Для простої системи мова йде про створення тієї або іншій форми команди для виконання. Для складних систем необхідно підготувати всі допоміжні системи до використання. У великому корпоративному програмному забезпеченні робоча копія програмного забезпечення може бути встановлена на робочий сервер (або декілька) у виробничому середовищі. Інші версії програмного забезпечення можуть бути встановлені в тестовому середовищі, середовищі для розробки та середовищі аварійного відновлення.
- **Деактивація** - деактивація зворотна до активації, і посилається на зупинення будь яких компонентів системи. Деактивація часто потребує виконання інших дій розгортання, наприклад, деякі системи, можливо, доведеться відключити перед виконанням оновлення.

Також сюди входить виведення з експлуатації застарілих та маловикористовуваних систем.

- **Оновлення** — в процесі оновлення замінюється попередня версія всіх або частини програмних компонент більш новими версіями.
- **Адаптація** - цей процес являє собою процес зміни програмної системи, яка була раніше встановлена. Він відрізняється від оновлення в тому, що адаптація ініціюється внаслідок локальних змін, таких як зміна середовища замовника, тоді ж як оновлення ініціюється виробником програмного забезпечення.
- **Видалення** - видалення є оберненим до встановлення. Це видалення систем, які більше не потрібні. Воно також включає в себе переналаштування інших систем для того, щоб видалити файли системи, що видаляється, та її залежності.
- **Виведення з експлуатації** - в кінцевому рахунку, програмне забезпечення вважається застарілим і припиняється підтримка з боку виробника. Це кінець життєвого циклу програмного продукту.

Основні проблеми. Архітектурне рішення зазвичай уже існує в організації до придбання програмного забезпечення, яке необхідно буде впровадити. Але навіть з найкращим плануванням, можна зіткнутися з технічними проблемами в розгортанні програмного забезпечення. Ці технічні проблеми, як правило, поділяються на наступні категорії:

- Інтеграція: Проблеми з підключенням частин програмного забезпечення до іншого нового або вже існуючого продукту або сервісу.
- Продуктові дефекти: програмне або апаратне забезпечення не виконує функцій, визначених виробником.
- Продукт придатний тільки для конкретних завдань: продукт робить те, що передбачено виробником, проте не відповідає теперішнім вимогам.
- Обізнаність в продукті: команда не володіє кваліфікацією або обізнаністю в продукті для реалізації рішення належним чином.
- Масштабованість та інші нефункціональні проблеми з користуванням: продукт працює, але це не дає очікуваних результатів.

Основні напрямки вдосконалення розгортання програмного забезпечення.

- Підвищення ефективності - повна автоматизація розгортання з репозиторію програмного забезпечення на будь-яку кількість цільових серверів в центрі обробки даних або в хмарі. Диференціальні оновлення, тобто заміщення і розміщення тільки тих файлів, які були змінені чи додані. Розпаралелювання розгортання дає приріст в єфетивності розгортання великого програмного забезпечення.
- Надійність - автоматизація виключає людські помилки в конфігурації. Крім того, може бути використане централізоване управління процесом змін. Функція перевірки цілісності може виявити незаплановані зміни, які, можливо, було зроблено вручну на сервері, і попередити оператора, який може прийняти рішення про інтегрування цих змін в остаточну конфігурацію або ж їх відхилення і повернення до єталонної конфігурації.
- Гнучкість - налаштування параметрів конфігурації програми. Той же пакет може бути встановлений з різних параметрів в різних умовах роботи, таких як розробка, тестування, підтримка або виробнича діяльність. Велике програмне забезпечення може складатися з багатьох окремих модулів, які мають певні залежності між собою. Деякі системи можуть включати в себе всі модулі, а інші тільки основні, додаючи решту по мірі необхідності.

Література. **1.** The Future of Software Delivery, https://www14.software.ibm.com/webapp/iwm/web/preLogin.do?lang=en_US&source=swg-tfosd&S_TACT=105AGY59&S_CMP=WIKIWP&ca=dtl-2108wp5 **2.** Carzaniga A., Fuggetta A., Hall R. S., Van Der Hoek A., Heimbigner D., Wolf A. L. — A Characterization Framework for Software Deployment Technologies — Technical Report CU-CS-857-98, Dept. of Computer Science, University of Colorado, May 2005.

Шевченко Е.А., Ручкин К.А.
Институт информатики и искусственного интеллекта Донецкого национального технического университета, Донецк, Украина

Интерактивное взаимодействие человека и компьютера посредством языка жестов при обучении

В настоящее время наблюдается быстро растущий интерес к технологиям, основанным на способности распознавать человеческие жесты и на их применении в различных областях человеческой деятельности. К таким технологиям можно отнести Motion Tracking and Capture Technologies (MTCT), Gesture Recognition (GR), Hand Tracking (HT) и т.д. Основной целью методов и алгоритмов, лежащих в основе данных технологий, является измерение конфигурации модели в каждый момент времени. В качестве входных данных используются изображения, полученные с одной камеры или от пары камер (стереокамеры). Жесты создаются статической рукой или позой тела и благодаря физическому движению в двух или трех измерениях могут быть интерпретированы компьютером в любую символическую команду или в команды траектории движения. Также жесты могут быть интерпретированы как буквы алфавита или слова языка. Кинематическое и динамическое содержание жеста может представлять команду как траекторию движения. Комбинации символических команд и команд-траекторий возможны в одном жесте.

Развитие данных технологий происходит также благодаря прогрессу в индустрии компьютерных игр и успехам крупных производителей, таких как Sony Computer Entertainment, Nintendo Company, Microsoft в области создания новых периферийных устройств для персональных компьютеров. Среди уже существующих игровых контролеров – специальных клавиатур, гоночных рулей, игровых манипуляторов, джойстиков и т.д. – особую популярность завоевывают так называемые controller-free gaming контроллеры, например Kinect, разработанный Майкрософт. Kinect позволяет пользователю взаимодействовать с игровой консолью Xbox без помощи игрового контроллера, только с помощью языка жестов, голосовых команд, движений тела.

В данной работе продолжены исследования [1] по построению системы распознавания жестов для интерактивного человеко-компьютерного взаимодействия и созданию языка для интерактивного общения в процессе обучения. Интерактивное обучение с использованием современных мультимедийных технологий играет одну из важных ролей при обучении человека. Оно влияет на восприятие и степень усвоения знаний. К мультимедийным технологиям относятся не только рисунки, видеоролики и анимация, но и такие детали, как цвет, форма, размер объекта, расположения его относительно других. Все это вызывает у человека определенные ассоциации, настраивает на нужный лад, помогает войти в русло той области, которую он изучает. Разработка и внедрение новых интерактивных технологий в обучении, в том числе и с элементами расширенной реальности, является актуальной задачей.

В работе [2] была предложена информационная технология для моделирования украинского языка жестов. В ней приведены информационная и математическая модели для фиксации минимально значимых единиц жестового языка, дактильной азбуки. Разработана технология и соответствующее программное обеспечение для получения, сохранения и воспроизведения жестов. Эти результаты могут быть использованы при создании жестового языка интерактивного человеко-компьютерного взаимодействия при обучении.

Литература. **1.** Шевченко Е. А., Ручкин К.А. Технологии видеозахвата и отслеживания движений в компьютерной индустрии / Е.А. Шевченко, К.А. Ручкин // Искусственный интеллект. Интеллектуальные системы: Материалы XII Международной научно-технической конференции. – Донецк: ИПИИ «Наука і освіта». – 2011. – Т. 2. – 440 с. **2.** Кривонос Ю.Г. Информационная технология для моделирования украинского языка жестов / Ю.Г. Кривонос, Ю.В. Крак, О.В. Бармак А.С. Тернов, Б.А. Троценко / / Искусственный интеллект. - 2009. - № 3. - С. 186-197.

Шинкарюк Д.Ю.
УНК "Институт прикладного системного анализа" НТУУ "КПИ", Киев, Украина

Методы генетического программирования

Искусственный интеллект является одним из наиболее перспективных разделов информатики. Сегодня многие теоретические разработки в этой области успешно применяются на практике. В ряде задач решения, созданные с помощью различных технологий искусственного интеллекта, не уступают разработанным людьми, а иногда и превосходят их. Одной из актуальных задач искусственного интеллекта является автоматическое создание программ на основе эволюционных стратегий [1].

Генетическое программирование (genetic programming) — одна из самых удобных и универсальных методик решения задач, встающих перед разработчиками. Оно применяется для решения широкого круга проблем: символьной регрессии (symbolic regression), интеллектуального анализа данных (data mining), оптимизации и исследования поведения развивающихся популяций (emergent behavior) в биологических сообществах.

Генетическое программирование относится к классу технологий, называемых эволюционными алгоритмами. Эволюционные алгоритмы основаны на понятиях, используемых при изучении естественного отбора и эволюции. При решении проблем с помощью эволюционных алгоритмов вместо явного проектирования и анализа применяют методику, аналогичную естественному отбору [2].

Эволюционный алгоритм решает задачу, генерируя массу случайных программ— вариантов решения задачи. Каждый вариант запускается и оценивается согласно критериям приспособленности, заданным разработчиком [3]. Эволюционный алгоритм выбирает из каждого поколения лучшие варианты решения и получает от них потомство, что аналогично естественному отбору в природе (рис. 1). При этом вычисляется вектор приспособленности, отбираются кандидаты на скрещивание, осуществляется скрещивание отобранных кандидатов, выполняется мутация геномов, вычисляется вектор целевых значений для промежуточного поколения и построение новой популяции. На каждом из этих этапов можно использовать те или иные методы и могут быть применены различные формы представления индивидов.

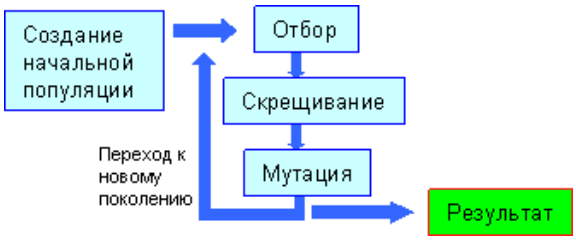


Рис. 1. Схема работы генетического алгоритма

В работе исследуются возможности и перспективы использования методов генетического программирования применительно к автоматизированному проектированию многократно используемых программных кодов.

Литература. **1.** J. Koza, *Genetic Programming II: Automatic Discovery of Reusable Programs.* Cambridge: MIT Press, 1994. **2.** K.E. Kinnear, *Advances in Genetic Programming.* Cambridge: MIT Press, 1994. **3.** J.H. Holland, *Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology.* Cambridge: MIT Press, 1975.

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Шпортько О.В.[1]***, Шпортько Л.В.***[2]
[1] *Рівненський державний гуманітарний університет, Рівне, Україна;* [2] *ДВНЗ "Рівненський коледж економіки та бізнесу", Рівне, Україна*

Реалізація прогресуючого ієрархічного стиснення зображень без втрат

Обґрунтована доцільність, наведений спосіб обходу пікселів та запропоновані симетричні предиктори для реалізації прогресуючого ієрархічного стиснення зображень без втрат

На сьогодні кодування пікселів зображень у поширених графічних форматах, що виконують стиснення без втрат, найчастіше здійснюється послідовно по рядках зверху вниз, а у кожному рядку – підряд зліва направо. Тому вивести стиснуте зображення у цих форматах можливо лише після декодування всіх пікселів. Як наслідок, при такому способі обходу час декомпресії зображень, кількість пікселів у яких становить сотні тисяч, може перевищувати десятки секунд незалежно від розміру області та роздільної здатності пристрою, на якому воно має бути відтворене.

Підвищити ефективність контекстно-незалежного кодування в процесі стиснення без втрат намагаються за допомогою *предикторів*, які під час обходу прогнозують значення яскравості кожної компоненти чергового піксела, використовуючи значення яскравостей тих самих компонентів опрацьованих раніше суміжних пікселів. В процесі використання цього підходу обчислюють і надалі кодують відхилення Δ_{ij} значення яскравості чергової компоненти піксела F_{ij} від прогнозованого обраним предиктором значення $predict_{ij}$, тобто $\Delta_{ij} = F_{ij} - predict_{ij}$ (i та j пробігають відповідно по всіх рядках та стовпцях зображення). Як правило, предиктори використовують значення найближчих суміжних пікселів, оскільки вони мають найбільшу степінь кореляції з черговим пікселом. Суміжні ж піксели зображень найчастіше мають близькі кольори, а значить і близькі значення яскравостей відповідних компонентів, тому значення прогнозу часто буде збігатися зі значенням яскравості чергової компоненти, найчастіше – буде близьким до цього значення і рідко – значно відрізнятиметься від нього. Тобто більшість значень Δ_{ij} будуть близькими до нуля. Саме тому застосування предикторів найчастіше збільшує нерівномірність розподілу ймовірностей значень яскравостей і, як наслідок, зменшує ентропію [1]. Але під час послідовного обходу пікселів предиктори можуть використовувати для прогнозування лише значення яскравостей з попередніх рядків та зліва у черговому рядку, що зменшує ефективність їх застосування.

Поряд з цим, для прискорення виводу великих зображень у форматах компресії з втратами найчастіше застосовують прогресуюче (поступальне) ієрархічне стиснення [2]. В процесі застосування цього підходу кожне зображення опрацьовують пошарово, збільшуючи щоразу роздільну здатність, причому в процесі послідовної обробки даних чергового шару використовують дані попереднього шару. Зображення з пікселів чергового шару фактично є зменшеною у декілька разів (найчастіше – у чотири) копією зображення з пікселів наступного шару, а останній шар співпадає з вхідним зображенням. Тому під час прогресуючого ієрархічного декодування деталі зображення проявляються поступово. Зупинити таке декодування доцільно вже після декомпресії шару з кількістю пікселів, не меншою від області виводу по кожній з осей, не очікуючи відтворення всіх пікселів зображення.

Отже, ми пропонуємо застосовувати принципи прогресуючого ієрархічного обходу пікселів і в процесі стиснення зображень без втрат. Для цього на першому шарі послідовно обійдемо піксели зображення, починаючи з першого, по рядках зверху вниз, а у кожному рядку – підряд зліва направо з кроком $x_1 = 2^k$, де k визначається з умови $2^{k+3} < \min(height, width) \leqslant 2^{k+4}$ ($height$ – кількість рядків, $width$ – кількість стовпців пікселів зображення). Цей крок забезпечує опрацювання на першому шарі принаймні 16 пікселів по кожній з осей. На наступних шарах ($l = \overline{2, k+1}$) обробимо проміжні піксели зображення в два проходи: на першому послідовно опрацюємо ті з них, які містяться на перетині діагоналей квадратів з вершинами у суміжних пікселах попереднього шару (рис. 1а) з кроком $h_l = 2^{k+2-l}$ як по рядках, так і по стовпцях, а на другому обійдемо необроблені піксели між суміжними пікселами попереднього шару і

першого проходу (рис. 1б) з тим самим кроком по стовпцях і з удвічі зменшеним по рядках.

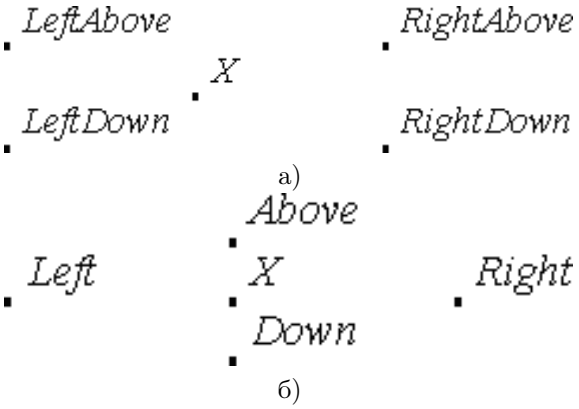


Рис. 1. Схеми прогресуючого ієрархічного опрацювання пікселів зображення на шарах, починаючи з другого: (а) для першого проходу; (б) для другого проходу

Запропонована послідовність обходу пікселів зображення дає змогу не лише прискорити декодування, коли розміри області виводу значно менші від розмірів зображення, а й істотно підвищити ефективність застосування предикторів (*ProgresPredict1* для перших проходів і *ProgresPredict2* – для других), особливо на останніх шарах опрацювання.

```
char ProgresPredict1(char LeftAbove, char RightAbove,
                     char LeftDown, char RightDown)
 {int pa, pb;
  pa=abs(LeftAbove-RightDown); pb=abs(LeftDown-RightAbove);
  if (pa<=pb) return (LeftAbove+RightDown)/2
  else return (LeftDown+RightAbove)/2; }
char ProgresPredict2(char Above, char Left, char Right, char Down)
 {int pa, pb;
  pa=abs(Left-Right); pb=abs(Above-Down);
  if (pa<=pb) return (Left+Right)/2
  else return (Above+Down)/2; }
```

Застосування цих предикторів істотно зменшує ентропію, оскільки, по-перше, кожен опрацьований піксел чергового шару в середині зображення використовується ними для обробки восьми пікселів наступного шару (а не максимум трьох, як, наприклад, у форматі PNG [3] і, по-друге, пропоновані предиктори враховують вплив чотирьох рівновіддалених пікселів з різних боків, а не лише пікселів зліва і зверху, як у випадку послідовного обходу.

Надалі наведений спосіб прогресуючого ієрархічного обходу та запропоновані предиктори планується використати для зменшення розмірів файлів стиснутих зображень без втрат на понад 5 % відносно оригіналу.

Література. **1.** Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео / Д. Ватолин, А. Ратушняк, М. Смирнов, В. Юкин. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. С. 17. **2.** Сэломон Д. Сжатие данных, изображений и звука / Д. Сэломон. – М.: Техносфера, 2006. – С. 176. – (Серія: Мир программирования: цифровая обработка сигналов). **3.** Миано Дж. Форматы и алгоритмы сжатия изображений в действии: Учеб. пособ. / Дж. Миано. – М.: Триумф, 2003. – С. 249-318, ил. – (Серія: Практика программирования).

Шумейко И.В. *— рецензент Редько И.В.*
Национальный технический университет Украины "КПИ", ФЭЛ, Киев, Украина

Анализ различий между облачными и распределёнными вычислениями

В последние годы набирает популярности новая концепция организации компьютерных систем — *облачные вычисления* [1]. Возникает вопрос, в каких случаях целесообразно использовать облачные технологии, а в каких ограничиться уже существующими грид-системами. Были определены шесть основных критериев, позволяющих выявить ключевые отличия облачных вычислений от распределённых (табл. 1).

Таблица 1. Различия между облачными и распределёнными вычислениями

Критерий	Облачные вычисления (Cloud computing)	Распределённые вычисления (Grid Computing)
Инфраструктура	Централизованная	Нецентрализованная
Средства доступа	Стандартные веб-протоколы	Промежуточное ПО
Виртуализация	Встроенная	На этапе зарождения
Выполняемые приложения	Интерактивные	Пакетные
Открытость стандартов	Низкая	Высокая
Стоимость смены провайдера	Высокая	Низкая

Инфраструктура. Грид-системы имеют распределенную инфраструктуру, в которой вычислительные ресурсы физически разнесены, облачная же инфраструктура физически находится в одном месте (датацентре).

Средства доступа. Доступ к ресурсам грид-системы осуществляется с помощью достаточно сложного промежуточного ПО, размещенного как на стороне клиента, так и провайдера. Доступ к ресурсам облака осуществляется с помощью стандартных веб-протоколов.

Виртуализация. В то время как технология виртуализации не является характерной для грид-систем и находится на этапе зарождения, она является неотъемлемой частью облачных вычислений. Виртуализация позволяет поставщикам облачных сервисов размещать несколько виртуальных машин на одной физической, причем это прозрачно для приложений и пользователей, которые могут настраивать их под свои собственные нужды.

Выполняемые приложения. Приложения, выполняемые в грид-системах, нацелены, в первую очередь, на вычисления. В облачных системах приложения рассчитаны главным образом на взаимодействие с конечными пользователями, облака могут предоставлять различные типы сервисов: хранилище данных, виртуальные машины, веб-приложения.

Открытость стандартов. Каждый поставщик облачных сервисов предлагает свою закрытую технологию предоставления облачных услуг. Грид-системы в своем большинстве совместно используются многими организациями, что гарантирует их открытость.

Стоимость смены провайдера. Благодаря открытости стандартов грид-систем, смена грид-провайдера для пользователя не несёт высоких накладных расходов. В случае облачных систем, стоимость такого перехода будет высокой вследствие несовместимости облачных инфраструктур различных поставщиков.

Выводы. Таким образом, облачные вычисления целесообразно использовать на базе уже существующего датацентра в случае, если пользователям необходимо предоставить лёгкий и быстрый сетевой доступ по требованию к общим конфигурируемым вычислительным ресурсам. Распределённые вычисления следует использовать для решения совместных задач, требующих больших вычислительных мощностей, например в биомедицине, физике.

Литература. **1.** Peter Mell and Tim Grance The NIST Definition of Cloud Computing, National Institute of Standards and Technology., Gaithersburg., MD, Rep. 20899-893, Sep. 2011.

Якушев О.Ю. *— рецензент Волокита А.М.*
Національний технічний університет України "КПІ", ФІОТ, Київ, Україна

Вирішення задач символьної регресії за допомогою генетичного програмування

Символьна регресія - це підхід в системному аналізі і моделюванні наборів числових даних з багатьма змінними для отримання інформації про вигляд даних і кореляцію між входами і виходами системи. Назва цього методу вказує на те, що засобом для отримання знань про цю кореляцію є регресія.

Символьна регресія, або символьне визначення функції, намагається визначити символьний вираз (символьну функцію), який при застосуванні до набору вхідних даних повертатиме відповідні вихідні дані. Конкретніше, задача регресії полягає в дослідженні того, як входи математичної моделі впливають на виходи, і доведенні точності побудованих залежностей. Дослідник, який володіє певним знанням предметної області, може ефективно оптимізувати параметри експериментальної моделі (наприклад, використовуючи метод найменших квадратів з теорії планування експерименту). Якщо знання предметної області про систему, яка породжує дані, обмежені, тоді дуже важливим фактором стає хороший початковий здогад і правильні наступні кроки в дослідженні кореляції. Символьна регресія, на відміну від інших регресійних методик, робить це за дослідника, визначаючи як форму моделі, так і її параметри.

Основні регресійні методи. Існує чотири основних способи для вирішення регресійних задач. Це метод підйому на гору, метод рекурсивного спуску, імітація випалювання і генетичне програмування. *Метод підйому на гору* і *рекурсивний спуск* - це відносно прості алгоритми, які намагаються знайти максимум символьного виразу за допомогою послідовного сканування поля значень навколо поточної координати в N-мірному просторі (де N - кількість змінних виразу) і вибору більшої за значенням виразу координати за наступну точку. Основним недоліком цих двох методів є їхня жадібність - вони відсікають всі непокращуючі варіанти в кожній поточній точці, тим самим знаходячи лише локальний максимум функції. Якщо поле значень функції містить велику кількість перепадів, тоді ймовірність цих методів повернути правильний результат буде напряму залежати від їх початкової точки. *Алгоритм імітації випалювання* нагадує процес нагрівання і контрольованого охолодження матеріалу, який використовується в металургії. Цей метод працює ефективніше двох вищезазначених через те, що він не відсікає непокращуючі модифікації під час гарячої фази. Тим не менше, чим більше алгоритм наближається до холодної фази, тим жадібнішим він стає. Саме тому для цього алгоритму важливо зміститись в правильну частину поля до закінчення гарячої фази.

Генетичне програмування. Генетичне програмування - це еволюційна метаевристична методологія, яка базується на ідеях біологічної еволюції для створення комп'ютерних програм. При застосуванні в вирішенні задач символьної регресії, символьні вирази представляються популяцією індивідів, які генетично розвиваються, мутують і відтворюють собі подібних для досягнення глобального максимуму в просторі пошуку. Генетичне програмування може виконувати одночасний пошук правильної форми і параметрів. Це дозволяє вирішувати складні дослідницькі і інженерні проблеми, такі як автоматичний синтез аналогових електричних кіл, антен, ПІД-контролерів тощо. В конкретному прикладі вирішення задачі символьної регресії генетичне програмування дозволило змінювати топологію рішення замість використання наперед заданої форми [1].

Цикл генетичного програмування. Виконання алгоритму генетичного програмування починається зі створення популяції випадкових програм (індивідів) з доступних примітивів (*термінальних рутин* і *термінальних символів*). Після цього починається процес ітерації, який можна умовно розділити на чотири частини: виконання кожної програми для присвоєння їй *значення фітнесу*, вибір найбільш пристосованих індивідів для участі в генетичних операціях (репродукції, мутації, рекомбінації), створення нових індивідів за допомогою застосування генетичних операцій до попередньо вибраних осіб і перевірка, чи справджується

кінцева умова (наприклад, чи знайдений ідеальний індивід або значення фітнесу досягло певного значення). Якщо умова не виконана, тоді алгоритм починає новий круг ітерації (який називають *поколінням*) [2].

Підготовка до застосування генетичного програмування. Перед тим, як вирішувати задачу за допомогою генетичного програмування, необхідно виконати п'ять підготовчих кроків:

1. Визначити термінальні символи - кінцеві частини програм (константи, змінні).
2. Визначити термінальні рутини - операції, доступні програмам (наприклад, математичні операції або команди руху).
3. Визначити функцію фітнесу, тобто задати характеристики ідеальної програми, яку ми хочемо отримати.
4. Налаштувати параметри системи еволюційного обчислення (кількість осіб в популяції, коефіцієнти генетичних операцій).
5. Визначити кінцеву умову, після якої система повинна припинити роботу. Це може бути або знаходження ідеального індивіда, або досягнення максимального покоління.

Розглянута задача. Для того, щоб проаналізувати ефективність вирішення задач символьної регресії за допомогою генетичного програмування, була розроблена система еволюційного обчислення. В якості задачі було вибрано знаходження випадкового виразу третього порядку однієї змінної: $x^3 - 7.3x^2 + 4.05x - 11$. Доступними термінальними рутинами були додавання, віднімання, множення і захищене ділення. З термінальних символів було доступно лише два: змінна x і випадкові числа з плаваючої комою від -1 до 1. Попередній аналіз показав, що складність пошуку прямим перебором дорівнює $O(n) = (ps)^{2^{n-1}}$, де p - кількість термінальних рутин, s - кількість термінальних символів і n - глибина пошуку. Підставивши значення змінних в функцію складності ($p = 4$, $s = 2$, $n = 8$) було отримано число операцій $4 * 10^{165}$. Це більш, ніж достатньо для того, щоб вважати дану задачу неможливою для вирішення за допомогою прямого перебору.

Еволюційна обчислювальна система була написана на мові програмування *Clojure*. На цей вибір вплинув той факт, що використовуючи цю мову можна легко реалізувати необхідну підсистему комп'ютерної алгебри. Символьні вирази були представлені бінарними деревами, в яких кожна вершина містила математичну операцію і дві гілки. На кінці кожної гілки могла бути інша математична операція або термінальний символ. Значення фітнесу індивіда обчислювалось як інтегральна різниця між значенням обчислення індивіда і еталонного виразу. Особи з найменшим значенням фітнесу вважалась найбільш пристосованими. Максимальна значення відхилення від ідеалу було рівним 0.001.

Результати виконання. Після проходження 100 тестів були отримані наступні результати:

- в 65 випадках початковий вираз був знайдений менш, ніж за 50 поколінь; в 27 випадках - за менш, ніж 100 поколінь; в 8 випадках алгоритму знадобилось менш, ніж 300 поколінь.
- В середньому, шуканий індивід був знайдений за 59 поколінь при кількості індивідів в поколінні, рівному 20. Це рівнозначно перебору 1200 індивідів.

Висновки. Експериментальне дослідження методу генетичного програмування показало, що цей метод можна ефективно застосовувати в вирішенні задач символьної регресії. Показано, що генетичне програмування значно ефективніше прямого перебору для цього класу задач. Порівняння з іншими регресійними методами не було виконано через обмеженість вищевказаних методів лише параметричним пошуком, без можливості змінювати топологію результату. Також варто відмітити, що алгоритм генетичного програмування надзвичайно просто виконувати паралельно - значення фітнесу для кожного індивіду може вираховуватись на окремому процесорі.

Література. **1.** D. B. Fogel, *Evolutionary Computation: Towards a New Philosophy of Machine Intelligence*. New York, NY: IEEE Press, 2000 **2.** J. R. Koza, M. A. Keane, M. J. Streeter, W. Mydlowec, J. Yu, G. Lanza, *Genetic Programming IV: Routine Human-Competitive Machine Intelligence*. New York, NY: Springer, 2003

Authors · Авторы · Автори

Balashov, Volodymyr V., 155
Chaykivskyy, Nazar B., 311
Grinevskaya, Kristina S., 17
Grinevskaya, Svetlana N., 17
Hodych, Oles V., 311
Kasyanov, Pavlo O., 20
Khomchak Mykhailo Viktorovych, 267
Konovalenko, Sergii N., 157
Korshunova, Iryna A., 18
Kravchenko Inna Sergiyivna, 158
Maikovych, Oleh L., 311
Makukha, Mykhailo P., 19, *see* Макуха Михаил Павлович
Marques, Joan Manuel, 315
Myroshnikova, Irene Yu., 159
Poryev Gennadiy Vladimirovich, 313
Prokopiv, Yuriy O., 311
Proskurnia, Iuliia S., 315
Rodionov, Andrii M., 159, *see* Родіонов Андрій Миколайович
Voloshyn Igor Vladislavovich, 317
Zadoianchuk, Nina V., 20
Zgurovsky, Michael Z., 20
Агеєнко Юлія Миколаївна, 318
Акбергенов Абдивалі Абдигалійович, 21
Алексахіна Інна Вікторівна, 22
Алєксєєнко Анастасія Олександрівна, 160
Алишов Надир Исмаил-оглы, 319
Алфимцев Александр Николаевич, 161
Амонс Александр Анатолиевич, 396
Амонс Олександр Анатолійович, 320, 353, 412, 423
Андрияшенко Георгий Владимирович, 162
Апраксин Юрий Константинович, 360
Артюхов Віталій Григорович, 322
Арчвадзе Натела Нодариевна, 323
Бабиюк Глеб Генадиевич, 164
Байбуз Олег Григорович, 165
Баленко Наталя Миколаївна, 166
Бардадым Иван Владимирович, 109
Барчукова Юлія Валеріївна, 361
Басараб Андрей Владимирович, 168
Белецкий Ярослав Вячеславович, 324
Бєлоус Дмитро Ігорович, 325
Бідюк Петро Іванович, 169
Білоклокова Юлія Валеріївна, 24
Білущак Юрій Ігорович, 144
Біндюг Ілля Сергійович, 171
Бобир Катерина Михайлівна, 270
Бовсунівський Олександр Миколайович, 91
Богатырёв Александр Олегович, 84
Богушевський Володимир Святославович, 26
Болдак Андрій Олександрович, 343
Борисевич Алексей Валерьевич, 27
Бородкіна Аліна Георгіївна, 172
Бритов Олексій Анатолійович, 326
Булаенко Диана Владимировна, 174
Булах Богдан Вікторович, 268, 273, 303
Булгакова Олександра Сергіївна, 176
Бурячевський Андрій Валерійович, 358
Буценко Юрій Павлович, 29
Ваврук Євген Ярославович, 30, 32
Варфоломєєв Антон Юрійович, 34
Васенко Анастасія Вікторівна, 328
Васильев Владимир Иванович, 36
Вахрина Виктория Андреевна, 329
Винокурова Татьяна Владимировна, 178
Вишталь Дмитрий Михайлович, 36
Власенко Александр Михайлович, 42
Волинець Наталія Сергіївна, 331
Володін Максим Сергійович, 269
Волошин Микита Ігорович, 332
Волошин Николай Владимирович, 38
Ву Дык Тхинь, 333
Гарасим Олег Романович, 180
Гарт Людмила Лаврентьевна, 40
Гацура Екатерина Вячеславовна, 421
Гаюха Александр Александрович, 335
Гемба Ольга Васильевна, 290, 293
Гер'ятович Ярослав Вікторович, 385
Гіоргізова-Гай Вікторія Шалвівна, 270
Глушак Любомир Владимирович, 41

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Глущенко Святослав Олександрович, 182
Говорущенко Тетяна Олександрівна, 336
Годлевский Игорь Михайлович, 43
Годлевский Михаил Дмитриевич, 42, 43
Голубова Ирина Андреевна, 271
Гонтарь Наталья Анатольевна, 337
Гончаренко Валерий Сергеевич, 272
Гончаров Александр Сергеевич, 193
Гончарова Марина Валеріївна, 184
Гончарук Володимир Євтихієвич, 53
Горбик Александр Викторович, 278
Горбик Олександр Вікторович, 280
Горелова Галина Викторовна, 44
Градинар Іван Петрович, 149
Гребенюк Богдан Олександрович, 381
Гринченко Марина Анатольевна, 46
Грицик Іван Вікторович, 30
Гришечкина Татьяна Сергеевна, 48
Громовий Олександр Васильович, 384
Грос Володимир Володимирович, 32
Грунский Игорь Сергеевич, 217
Губарєв Вячеслав Федорович, 49
Давидок Анастасія Євгенівна, 50
Данченко Алла Леонидовна, 186
Денисенко Олександр Іванович, 52
Диденко Дмитрий Георгиевич, 339
Дичко Аліна Олегівна, 59
Дмитрук Вероніка Анатоліївна, 53
Дорофеев Юрий Иванович, 55
Дорошенко Анна Володимирівна, 273
Драган Дмитро Дмитрович, 341
Дробишев Юрій Петрович, 223
Дрозд Вадим Павлович, 325
Дромарецький Андрій Валентинович, 322
Дунаевская Ольга Игоревна, 57
Дьяконова Светлана Владимировна, 188
Дяденко Ольга Миколаївна, 49
Ельперін Ігор Володимирович, 234
Ерыгин Владимир Юрьевич, 200
Єгоров Ярослав Володимирович, 189
Єгорова Ольга В'ячеславівна, 190
Ємельянова Дар'я Ігорівна, 75
Ємцов Олександр Сергійович, 61
Єремєєв Ігор Семенович, 59
Єршов Олександр Євгенович, 61
Єфремов Костянтин Вікторович, 343
Жданова Олена Григорівна, 62, 166, 253
Жеребко Валерій Анатолійович, 80
Жук Сергей Владимирович, 417
Жумела Андрій Олександрович, 381
Забєлін Єгор В'ячеславович, 345
Заболотня Тетяна Миколаївна, 370, 408
Заболотняя Татьяна Николаевна, 420
Заводник Вячеслав Владленович, 63
Зайченко Юрий Петрович, 191
Зорін Юрій Михайлович, 368
Зосімов В'ячеслав Валерійович, 176
Зубенко Іван Миколайович, 347
Зубко Віра Сергіївна, 427
Зубова Катерина Миколаївна, 26
Зубрецкая Наталия Анатолиевна, 193
Зьора Олена Валеріївна, 226
Ивашков Алексей Сергеевич, 194
Ивченко Марина Исааковна, 64
Івченко Віктор Анатолійович, 65
Іщук Олексій Олександрович, 349
Казимир Володимир Вікторович, 274
Калмыков Андрей Викторович, 351
Кальницький Георгій Володимирович, 196
Кануніков Денис Сергійович, 197
Капшук Олег Алексеевич, 275
Кармазь Ксения Юрьевна, 277
Касьянова Кира Николаевна, 66
Катренко Анатолій Васильович, 67
Киричек Галина Григорівна, 353
Киричек Олександр Олександрович, 353
Киричок Тетяна Юріївна, 69
Кирюша Богдан Анатолійович, 280
Кирюша Богдан Анатольевич, 278
Кисельов Геннадій Дмитрович, 281
Кислий Роман Володимирович, 283
Кільченко Алла Віленівна, 355
Кірік Олена Євстафіївна, 70
Клабуновская Алиса Адександровна, 199
Клименко Вікторія Володимирівна, 72
Кльоц Юрій Павлович, 357
Ковалев Игорь Владимирович, 200
Коваленко Людмила Борисівна, 111
Коваль Александр Васильевич, 202
Ковалько Маргарита Анатольевна, 256
Кодола Галина Миколаївна, 331
Кожома Евгения Игоревна, 300

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Козачук Андрій Валерійович, 126
Козік Михайло В'ячеславович, 73
Козлов Кирилл Валериевич, 74
Козуб Наталья Александровна, 425
Козуля Марія Михайлівна, 147
Козуля Тетяна Володимірівна, 75
Кологривов Ярослав Ігорович, 77
Комісар Дмитро Олександрович, 358
Кондратова Людмила Павловна, 220
Копылова Анастасия Игоревна, 360
Корепанова Наталия Леонидовна, 139
Корначевський Ярослав Ілліч, 347, 387
Корнич Григорий Владимирович, 255
Коропецький Василь Васильович, 79
Коршевнюк Лев Олександрович, 169
Косогов Сергій Олександрович, 211
Костюк Виталий Николаевич, 285, 286
Кравець Петро Іванович, 80
Крак Юрій Васильович, 361
Крамар Володимир Ігорович, 82
Красношлык Наталья Александровна, 84
Крещук Максим Сергійович, 362
Кривцун Елена Владимировна, 107
Крищук Андрій Федорович, 405
Крошний Ігор Миколайович, 130
Кудерметов Равиль Камилович, 337
Кузнецова Юлия Анатольевна, 364
Кузніченко Світлана Дмитрівна, 111
Кулигіна Анастасія Андріївна, 204
Кулишов Алексей Александрович, 366
Курочкин Владислав Владимирович, 205
Куц Петро Олегович, 341
Кучер Владислав Олегович, 287
Кучук Олексій Миколайович, 368
Лабжинський Володимир Анатолійович, 29
Ладогубець Володимир Васильович, 289
Лазарєв Іван Вячеславович, 370
Левин Дмитрий Константинович, 109
Леонтьев Игорь Анатольевич, 290
Лисенко Сергій Миколайович, 405
Литвин Вероніка Миколаївна, 85
Литвин Сергей Сергеевич, 206
Литвиненко Евеліна Вікторівна, 371
Литвинов Валерий Андроникович, 372, 374
Лищук Екатерина Игоревна, 208
Логінов Олександр Володимирович, 375
Лопатин Алексей Константинович, 86
Луженецький Роман Андрійович, 227
Лукіна Тетяна Йосипівна, 80
Лупенко Сергій Анатолійович, 82, 209
Лыско Владимир Тарасович, 417
Ляпін Павло Сергійович, 289, 297
Магац Дмитро Степанович, 67
Майданюк Іван Вікторович, 376
Майстренко Олександр Сергійович, 87, 90
Майстренко Светлана Яковлевна, 372, 374
Макаренко Александр Сергеевич, 135
Макаренко Олександр Сергійович, 98
Макая Джордже, 318
Макеєнок Олександр Миколайович, 347
Макуха Михаил Павлович, 74, *see* Makukha, Mykhailo P.
Малафеева Людмила Юрьевна, 89
Малик Ігор Володимирович, 79
Малишевська Катерина Миколаївна, 377
Малышевский Алексей Григорьевич, 378
Мальчиков Владимир Викторович, 395
Мальчиков Володимир Вікторович, 211, 328, 389
Марковський Олександр Петрович, 380
Марченко Виталий Анатольевич, 319
Маслянко Павло Павлович, 90
Машевська Марта Володимирівна, 244
Мащенко Сергій Олегович, 91
Маяков Сергій Віталійович, 62
Медзатий Дмитро Миколайович, 381
Мельник Карина Владимировна, 291
Мельникова Наталія Іванівна, 213
Мельничук Роман Михайлович, 289, 297
Мельничук Сергей Федорович, 293
Мидцев Юрий Владимирович, 333
Михайлюк Віктор Олексійович, 92
Мізерака Маргарита Юріївна, 214
Мілявський Юрій Леонідович, 94
Молчановський Олексій Ігорович, 382
Морозов Дмитро Сергійович, 52
Ніколаєнко Андрій Костянтинович, 387
Надеран Эдрис, 215
Найдьонов Іван Михайлович, 384
Невдащенко Максим Валентинович, 385
Невмержицька Світлана Іванівна, 197
Недашковская Надежда Ивановна, 95

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Нечипоренко Олег Олександрович, 393
Никитчук Сергей Сергеевич, 216
Николаев Сергей Сергеевич, 386
Никоненко Андрій Олександрович, 345
Никульченко Артем Александрович, 55
Новосад Іван Валерійович, 389
Ногина Наталья Владимировна, 217
Ови Нафас Агаи Аг Гамиш, 191
Овчаренко Ольга Вікторівна, 331
Оксанич Ирина Николаевна, 372
Опарина Елена Леонидовна, 97
Османова Тетяна Мунірівна, 98
Островський Станіслав Михайлович, 320
Пісоцький Максим Олегович, 382
Павловська Ганна Сергіївна, 390
Палійчук Ольга Олексіївна, 219
Панкратов Владимир Андреевич, 99
Панкратова Наталья Дмитриевна, 101
Парнюк Анна Николаевна, 103
Пархоменко Ганна Андріївна, 392
Пархоменко Олена Андріївна, 392
Пелех Павло Романович, 144
Петрашенко Андрій Васильович, 393
Петренко Анатолій Іванович, 294
Петренко Дмитро Анатолійович, 326
Петренко Олексій Олексійович, 341
Петришин Сергій Іванович, 229
Петрова Оксана Анатольевна, 296
Печурин Николай Капитонович, 220
Печурин Сергей Николаевич, 220
Пигнастый Олег Михайлович, 105
Пилип Володимир Степанович, 138
Пинчук Вячеслав Павлович, 107
Пирогов Евгений Валерьевич, 395
Пікуляк Микола Васильович, 248
Поворознюк Анатолий Иванович, 221
Подладчиков Володимир Миколайович, 160
Полищук Евгений Юрьевич, 109
Положаєнко Сергій Анатолійович, 111
Попов Сергей Витальевич, 174
Порушкевич Анатолій Юрійович, 113
Потапова Катерина Романівна, 376
Приходнюк Віталій Валерійович, 115
Пріла Ольга Анатоліївна, 274
Пустовойтов Павел Евгеньевич, 116
Пховелишвили Мераб Гайозович, 323
Радюк Андрей Николаевич, 118
Резник Дмитрий Игоревич, 396
Реутов Олексій Андрійович, 119
Рибачок Богдан Олегович, 345
Родиненко Тарас Сергійович, 121
Родіонов Андрій Миколайович, 22, *see* Rodionov, Andrii M.
Родіонова Юлія Сергіївна, 223
Родічева Ольга Сергіївна, 398, 400
Ролик Александр Иванович, 242
Романец Наталия Николаевна, 401
Романов Валерій Володимирович, 297, 402
Романченко Олексій Володимирович, 166
Романчук Катерина Геннадіївна, 133
Романчук Романа Ивановна, 404
Рощин Валентина Олексіївна, 149
Рубан Алексей Вадимович, 208
Рубин Эдуард Ефимович, 216
Ручкин Константин Анатольевич, 206, 432
Савастьянов Владимир Владимирович, 122
Савельев Олег Олегович, 224
Савенко Олег Станіславович, 405
Савченко Алина Станиславовна, 123
Савченко Ілля Олександрович, 124
Савченко Павел Сергеевич, 242
Савченко Ян Михайлович, 125
Савчук Олексій Вікторович, 402
Савчук Тамара Олександрівна, 126, 226, 227, 229, 230, 232, 407
Сакалюк Антон Васильович, 230
Саковська Анастасія Вікторівна, 408
Сачлі Євген Георгійович, 326
Свитый Иван Николаевич, 162
Седухин Дмитрий Валерьевич, 409
Селін Олександр Миколайович, 121
Селін Юрій Миколайович, 127
Семененко Марина Вікторівна, 232
Сенченко Вячеслав Родионович, 202
Сергеев Алексей Александрович, 298
Середа Александр Александрович, 233
Середа Христина Володимирівна, 410
Сидорова Марина Геннадіївна, 165
Синельникова Ольга Игоревна, 174
Сідлецький Віктор Михайлович, 234
Скарга Станіслав Олександрович, 412
Скатков Александр Владимирович, 128

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf

Слєпцова Ольга Ярославівна, 414
Смирнов Сергій Анатолійович, 189
Соболева Елена Владимировна, 236
Соколовський Ярослав Іванович, 130
Солонина Алёна Владимировна, 238
Ставицкий Евгений Валерьевич, 132
Станкевич Александр Анатоьевич, 43
Стахів Зоряна Володимирівна, 428
Стельмах Роман Петрович, 130
Степашко Володимир Семенович, 176
Стефанишин Дмитро Володимирович, 133, 134
Стефанишина-Гаврилюк Юлія Дмитрівна, 134
Сторожев Сергей Вадимович, 401
Стратієвський Олександр Миколайович, 416
Субботина Ника Александровна, 425
Супруненко Оксана Александровна, 103
Супруненко Оксана Олександрівна, 392
Суханова Людмила Сергіївна, 87
Тарасенко Ирина Владимировна, 135
Тарасова Анна Владимировна, 128
Татаринов Евгений Александрович, 240
Теленик Сергей Федорович, 242, 417
Терентьєв Олександр Миколайович, 169
Тимофієва Надія Костянтинівна, 136
Тимченко Тарас Тарасович, 138
Ткаченко Кирилл Станиславович, 139, 299
Ткаченко Роман Олексійович, 244
Трачук Ирина Юрьевна, 140
Трегубенко Ирина Борисовна, 245
Троценко Богдан Анатолійович, 361
Тукало Сергій Миколайович, 418
Туркин Игорь Борисович, 364
Тютюнник Сергій Васильович, 400
Ульшин Виталий Александрович, 186
Усик Олексій Олександрович, 257
Ущаповський Володимир Павлович, 141
Фадін Ярослав Олегович, 246
Федин Сергей Сергеевич, 193
Федоречко Ольга Іванівна, 380
Федорук Павло Іванович, 248
Филатова Анна Евгеньевна, 221
Филимонов Евгений Игоревич, 420
Финогенов Алексей Дмитриевич, 300
Харченко Костянтин Васильович, 302
Хаткова Ірина Володимирівна, 303
Хмелюк Володимир Сергійович, 320
Ховяков Дмитрий Николаевич, 421
Ходневич Ярослав Васильович, 143
Хомів Богдан Арсенович, 209
Храмов Ярослав Александрович, 304, 305
Цвяк Аліна Олександрівна, 376
Цурін Олег Пилипович, 422
Чабаненко Дмитро Миколайович, 250
Чалий Олександр Іванович, 423
Чапля Євген Ярославович, 144
Черевык Татьяна Антоновна, 252
Чередниченко Ольга Юрьевна, 46, 146
Черненко Ольга Борисовна, 86
Чернуха Ольга Юріївна, 50, 53, 144
Чёрный Сергей Григорьевич, 425
Чорноус Галина Олександрівна, 427
Чубинський В'ячеслав Вікторович, 253
Шабага Олена Юріївна, 49
Шаронова Наталья Валеріївна, 147
Шаховська Наталя Богданівна, 428
Швед Володимир Олегович, 430
Шевченко Евгений Александрович, 432
Шецирули Лия Дмитриевна, 323
Шило Володимир Петрович, 149
Шиманський Артем Сергійович, 422
Шимкович Володимир Миколайович, 80
Шинкарюк Дмитрий Юрьевич, 433
Широкорад Дмитрий Викторович, 255
Шмиговська Ольга Леонідівна, 85
Шпортько Леся Василівна, 434
Шпортько Олександр Володимирович, 434
Шубенкова Ирина Анатольевна, 256
Шубенкова Ірина Анатоліївна, 257
Шумейко Игорь Владимирович, 436
Щелкалин Виталий Николаевич, 258, 260, 262
Юденко Ольга Петровна, 374
Юрченко Владимир Викторович, 307
Юрченко Игорь Валерьевич, 151
Якушев Олександр Юрійович, 437
Ярцева Олена Ігорівна, 407
Ясинский Евгений Владимирович, 151
Ящук Наталия Искандеровна, 57

ISBN 978-966-2748-07-9, revision 1.1 (2012.04.24), available at http://sait.kpi.ua/books/sait2012.ebook.pdf