Міністерство освіти і науки України
Національна Академія наук України
Академія технологічних наук України
Інженерна академія України
Інститут проблем математичних машин і систем НАН України
Університет Гліндор, м. Рексхем, Великобританія
Технічний університет Лодзі, Польща
Технічний університет м. Рига, Латвія
Технологічний університет м. Таллінн, Естонія
Університет Екстрамадура, м. Бадахос, Іспанія
Гомельський державний університет ім. Ф. Скорини, Білорусь
Інститут прикладної математики ім. М.В. Келдиша РАН, м. Москва, Росія
НТУ України «Київський політехнічний інститут»
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка
Чернігівський національний технологічний університет

МАТЕМАТИЧНЕ ТА ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ МОДС 2018

ТРИНАДЦЯТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
До 100-річчя Національної академії наук України

Київ-Чернігів-Жукін, 25–29 червня 2018 р.

Тези доповідей

Чернігів
2018

УДК 004.94(063)
М34

Друкується за рішенням вченої ради Інституту проблем математичних машин та систем НАН України.

Редакційна колегія:

Литвинов В. В., д.т.н., професор, ЧНТУ
Скітер І. С., к.ф.мат.н., доцент, ЧНТУ
Войцеховська М. М., ЧНТУ
Нехай В. В., ЧНТУ

М34 **Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС 2018 : тези доповідей Тринадцятої міжнародної науково-практичної конференції (Чернігів, 25 - 29 червня 2018 р.)** / М-во освіти і науки України, Нац. Акад. наук України, Академія технологічних наук України, Інженерна академія України та ін. – Чернігів : ЧНТУ, 2018. – 392 с.

ISBN 978-617-7571-24-6

У збірник включені тези доповідей, які були представлені на конференції “Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС 2018”. В доповідях розглянуті наукові та методичні питання з напрямку моделювання складних екологічних, технічних, фізичних, економічних, виробничих, організаційних та інформаційних систем з використанням математичних та імітаційних методів.

УДК 004.94(063)

ISBN 978-617-7571-24-6

© Чернігівський національний технологічний університет, 2018

Зміст

Г.Б. Ефимов, М.В. Ефимова
А.В. БАРИ И В.Г.ШУХОВ – ИСТОРИЯ
СОТРУДНИЧЕСТВА……...……...…….19

СЕКЦІЯ 1
СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО
ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ
СИСТЕМ В ЕКОЛОГІЇ…...…….……..23

Сємака О.М, Іванова І.М.
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ
ТА МОДЕЛЮВАННЯ ОЧИЩЕННЯ ГРУНТУ
ВІД НАФТОПРОДУКТІВ ПРИСТРОЄМ
ЦИЛІНДРИЧНОЇ ФОРМИ З БІОСОРБЕНТОМ «ЕКОНАДІН». ... 24

Р.В. Беженар, В.С. Мадерич
МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІН КОНЦЕНТРАЦІЇ 137CS В
СЕРЕДЗЕМНОМОРСЬКОМУ БАСЕЙНІ
ПРОТЯГОМ 1945 - 2020 РОКІВ..... 28

Бровченко І.О., Ковалець С.І.
МЕТОД ВИПАДКОВИХ БЛУКАНЬ ДЛЯ
НЕОДНОРІДНИХ ТЕЧІЙ ТА ДИФУЗІЇ..... 31

А.О.Демиденко
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВОДНОГО
УПРАВЛІННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИНЦИПІВ
ВОДНОГО КЕРУВАННЯ ОЕСР ТА ІНДИКАТОРІВ
ВОДНИХ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ 33

О.В. Халченков, І.В. Ковалець
ВЕРИФІКАЦІЯ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ
МОДЕЛІ OPENFOAM ДЛЯ УМОВ
ЕКСПЕРИМЕНТУ З АТМОСФЕРНОЇ ДИСПЕРСІЇ MUST..... 35

И.В. Ковалец
МОДЕЛИРОВАНИЕ АТМОСФЕРНОГО
ПЕРЕНОСА РАДИОУГЛЕРОДА В
УЧЕНИЯХ МЕЖДУНАРОДНОЙ ПРОГРАММЫ БИОПРОТА 38

O. Pylypenko, M. Zheleznyak, O. Boyko,
I. Kovalets, S. Kivva, A. Khalchenkov,
O. Mikhalsky, M. Sorokin
FLOOD FORECASTING SYSTEM
DEVELOPED FOR UKRAINIAN
PARTS OF PRUT AND SIRET RIVER BASINS.....39

І.В. Ковалець, Р.О. Синкевич, О.В. Халченков, О.І. Удовенко,
Д.Ю. Соловей, М.Й. Железняк, Д.Ю. Дорошенко, Я.В. Булич,
Є.О. Євдін, Д. Трибушний, Т. Шихтель, Т. Мюллер, В. Раскоб
АДАПТАЦІЯ СИСТЕМИ РОДОС-УКРАЇНА
ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОЖЕЖ У
ЧОРНОБИЛЬСКІЙ ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ 41

Терлецька К.В., Мадерич В.С., Бровченко І.О.
МОДЕЛЮВАННЯ ФОРМУВАННЯ ТА
ДИНАМІКИ ПРИДОННИХ І ШЕЛЬФОВИХ
ВОД ПІІД ЛЬОДОВИКОМ РОННЕ-ФІЛЬХНЕРА 43

В.І. Зацерковний, Л.В. Плічко
ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ
СИСТЕМ В МОНІТОРИНГУ ПОВЕРХНЕВИХ
ВОД ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....47

СЕКЦІЯ 2
СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО
ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ
СИСТЕМ У ВИРОБНИЦТВІ……51

Малєй А.В.
ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ
МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ
В МЕДИЦИНІ НА ПРИКЛАДІ ДІАГНОСТИКИ
СПАДКОВИХ МЕТАБОЛІЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ.....52

Е.В. Коробова
ПЛАНУВАННЯ РОБОТИ
БРИГАД ШВИДКОЇ ДОПОМОГИ.....56

О.І. Сороковий
ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА
СИСТЕМА МОДЕЛЮВАННЯ КІСТОК
ЩЕЛЕПНО-ЛИЦЬОВОЇ ДІЛЯНКИ 59

Авраменко А.С.
ПІДВИЩЕННЯ ОДНОРІДНОСТІ
ТОЧОК СПОСТЕРЕЖЕННЯ
БАГАТОМОДЕЛЬНИМ КЛАСИФІКАТОРОМ МВД 63

Н.Л. Ющенко
ПРО ВІЛЬНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ БІЗНЕСОМ В ЦІЛЯХ
БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ 69

Л.Г. Соболевська
МОДЕЛЮВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ
СИСТЕМИ СТАТИСТИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ
ВІТРОЕЛЕКТРИЧНИХ АГРЕГАТІВ..... 73

T. Medinskaya
SIMULATION MODELING: ANALYSIS OF
THE ENTERPRISE ‘S BUSINESS PROCESSES
UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY 77

М.С. Дорош, М.А. Штупун
ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МОРФОЛОГІЧНОГО
АНАЛІЗУ СИСТЕМ З ВРАХУВАННЯМ КОНВЕРГЕНЦІЇ..... 80

О. С. Когулько
ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ
КОЛАБОРАТИВНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ
ДЛЯ РОБОТИ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ..... 83

Злобін С.В.
ФУНКЦІЇ ВІДЕОАНАЛІТИКИ,
АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРИ СИСТЕМ
ВІДЕОАНАЛІТИКИ..... 86

А.Д. Баранова
ДОКУМЕНТООБІГ З ВИКОРИСТАННЯМ
ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН.....89

Радченко С.Г., Лапач С.Н.
ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
КОНТАКТНОЙ СВАРКИ ТРУБ.....93

К.С.Курочка, Е.В.Комракова
РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО
СОСТОЯНИЯ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛИ ИЗ
ОРТОТРОПНЫХ РАЗНОСОПРОТИВЛЯЮЩИХСЯ
МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С
УЧЕТОМ БОЛЬШИХ ПРОГИБОВ 97

Р. М. Капорін
ОЦІНКА НАВАНТАЖЕННЯ МАРШРУТУ
ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ 100

Г.О. Григорець
ЗАСТОСУВАННЯ ЗАДАЧІ МАРШРУТИЗАЦІЇ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПО ДУГАХ ДЛЯ
ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ОБСЛУГОВУВАННЯ
ДОРІГ МІСТА 103

S.O. Zayika, A.T. Loburets
APPLICATION OF STATISTICAL
METHODS FOR MODELING OF
"LIQUID-GAS" THERMODYNAMIC
SYSTEMS OF REAL SUBSTANCES 106

O.M Gaytan
USING OF INFORMATION TECHNOLOGIES
OF VIDEO CONFERENCING IN THE
EDUCATIONAL PROCESS 109

О.М. Гайтан
РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ
СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВУЗОМ.
НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ВІДДІЛ…….112

O.M Gaytan, A.I. Goroshko
ANALYSIS OF THE SYSTEMS OF
SCIENTIFIC AND ACADEMIC TEXTS
ORIGINALITY CHECKING 116

А.О. Задорожній, І.В. Богдан
АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА
УПРАВЛІННЯ ГРОМАДСЬКИМ
ТРАНСПОРТОМ МІСТА З ФУНКЦІЄЮ
ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ МАРШРУТУ 119

І. В. Хоменко, К. П. Штепенко
ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ
ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ В СПОРТИВНІЙ ГАЛУЗІ 123

Ю. О. Луговський
ПРЕДСТАВЛЕННЯ QRS-КОМПЛЕКСУ
ОДНОКАНАЛЬНОЇ ЕКГ В ТРИВИМІРНОМУ
ФАЗОВОМУ ПРОСТОРІ 125

О.В. Криворучко, А.М. Десятко
ЗАСТОСУВАННЯ ІМІТАЦІЙНИХ
МОДЕЛЕЙ В МОДЕЛЮВАННІ
ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧИХ
СИСТЕМ ЛОГІСТИКИ 129

Е.П. Ильина
МОДЕЛИРОВАНИЕ РИСКОВ
ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКИХ
РЕШЕНИЙ ОРГАНИЗАЦИИ 131

В.Д. Попенко
АРХІТЕКТУРНИЙ ШАБЛОН СТРУКТУРИ
БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ ЗАДАЧ
УПРАВЛІНСЬКОГО ОБЛІКУ 135

Р.Б. Андрущенко, А.Д. Бескостий,
С.В. Зайцев, Я.Ю. Усов, М.А.
Письменюк, В.М. Василенко
МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ
ПАКЕТІВ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ СИСТЕМ
ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ 139

В.М. Томашевський
ІМІТАЦІЙНІ ПРОЕКТИ.....141

Булгар М.М.
КЛАСТЕРИЗАЦІЯ КОРИСТУВАЧІВ
ЗА ЇХ ІНТЕРЕСАМИ 143

О.О. Дружинін
ДЕТЕКТУВАННЯ ІНТЕРЕСІВ
КОРИСТУВАЧІВ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ.....145

О.І. Лактіонов
ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ЕФЕКТИВНОСТІ
ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ
ВІДКРИТОЇ ЗМІШАНОЇ СИСТЕМИ З
ЯКІСТЮ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ 148

Д.О. Касянчик
ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ К-СЕРЕДНІХ
ДЛЯ ОБ'ЄДНАННЯ КОРИСТУВАЧІВ ЗА
ДАНИМИ З СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ.....155

В.П. Горобюк
ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМУ APRIORI
ДЛЯ СТВОРЕННЯ АСОЦІАТИВНИХ ПРАВИЛ
ДЛЯ НАДАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ КОРИСТУВАЧУ
ЩОДО НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ.....158

O. Rabotai, O. Chornoivan, H. Trunova
IMPLEMENTATION OF THE
COMPETENT APPROACH BY
MOODLE PLATFORM.....161

Е.А. Голубева, Р.А. Аль-Абси
РЕАЛИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ
ЯДЕР ПОЛЗУЧЕСТИ И РЕЛАКСАЦИИ,
ИСПОЛЬЗУЮЩЕГОСЯ ДЛЯ ТРУБ ИЗ
НЕОДНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ 164

О.Ф. Волошин, В.В.Кулик
ВИРОБНИЧА ДІЯЛЬНІСТЬ ЯК ОБ'ЄКТ
СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ТА ІМІТАЦІЙНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ……..……165

В.В.Казимир, О.П.Дрозд
МОДЕЛЬНО-ОРІЄНТОВАНЕ ONLINE
НАВЧАННЯ В MOODLE НА
ОСНОВІ КОМПЕТЕНТНІСНОГО ПІДХОДУ..... 167

Крихівський М. В., Тимків Д. Ф., Царева О. С.
СТРУКТУРИ ДАНИХ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ
СТАЦІОНАРНОГО РЕЖИМУ РОБОТИ
ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ЗА НЕПОВНОГО
НАВАНТАЖЕННЯ 171

А.В. Бубліков, І.О. Таран
ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ МОДЕЛІ
АВТОМОБІЛЬНИХ ПОТОКІВ НА НЕВЕЛИКИХ
ДІЛЯНКАХ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ МІСТА..... 173

І.В. Вороненко
МОДЕЛІ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ
ТАРИФІВ РИНКУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ
ПОСЛУГ 176

В.М. Кришталь, В.Є. Снитюк
ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ
КОМПЛЕКТУВАННЯ АВАРІЙНО-
РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ 180

В.В. Бєгун, В.Ф Гречанінов
ОЦІНКИ ВПЛИВУ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ
ФАКТОРІВ НА ІМОВІРНІСТЬ
ПОМИЛКИ ЛЮДИНИ..... 182

С.П. Алешин, Е.А. Бородина
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР
НАЛОГОВОЙ НАГРУЗКИ РЕГИОНА КАК
СЕГМЕНТ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ.....186

Е.А. Бородина
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ
ПОНЕСЕННОГО УЩЕРБА ОТ НАСТУПЛЕНИЯ
СОБЫТИЯ В ОБЛАСТИ ПОВЫШЕННОГО РИСКА 190

О.О.Бородіна, А.С. Кікоть, І.Б. Жабран
АВТОМАТИЗОВАНА ІНФОРМАЦІЙНА
ПЛАТФОРМА ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА
ПІДТРИМКИ СПОРТИВНИХ ЗМАГАНЬ 193

Ю.П. Зайченко
МЕТОД ИНДУКТИВНОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ-НЕЧЕТКИЙ МГУА
В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НА
ФИНАНСОВЫХ РЫНКАХ……...195

СЕКЦІЯ 3
СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА
ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ
В ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ..... 201

В.В.Литвинов , І.В. Стеценко
МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ
КІБЕРАТАК В РОЗПОДІЛЕНІЙ
ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ.....202

Є.В. Риндич, В.В. Коняшин
МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ
СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ ВТОРГНЕНЬ 205

С.М. Лапач
РИЗИКИ ЗАСТОСУВАННЯ КОЕФІЦІЄНТУ
КОРЕЛЯЦІЇ ДЛЯ КОНКРЕТНОЇ СПЕЦИФІКАЦІЇ
РЕГРЕСІЙНОЇ МОДЕЛІ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ
ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ ВИБІРКИ 208

Литвинов В.А., Майстренко С.Я.,
Хурцилава К.В., Костенко С.В.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА
ИСПРАВЛЕНИЯ ОШИБОК ТАЙПИНГА
И ОЦЕНКА КОРРЕКТИРУЮЩИХ
СВОЙСТВ РЕФЕРЕНТНОГО
ОРФОГРАФИЧЕСКОГО СЛОВАРЯ 212

Сторчевий В.В., Жданова О.Г.
ЗАДАЧА ЗНАХОДЖЕННЯ СХОЖИХ
ДОКУМЕНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ
МЕТОДУ ЛОКАЛЬНО-ЧУТЛИВОГО ХЕШУВАННЯ 215

П. С. Кособуцький, М. В. Кузьминих, Alla Morgulis
СТОСОВНО ЙМОВІРНІСНО-СТАТИСТИЧНОЇ
ОЦІНКИ ВИБІРКИ ВИПАДКОВИХ ЗНАЧЕНЬ
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ 219

В.І. Гур'єв, І.В.Фірсова
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОГРАМ EXCEL
ТА MATHCAD ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРИКЛАДНИХ
МАТЕМАТИЧНИХ ЗАДАЧ 223

Зінченко Л.В., Костичева К.Ю.
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ПОВЕДІНКИ
АЛГОРИТМУ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ FOREL
ВІД КІЛЬКОСТІ ВХІДНИХ ТОЧОК
У ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧАХ 227

О.Ю. Дифучина
ТЕСТУВАННЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ
ПРОГРАМ НА МОДЕЛЯХ 231

О.М. Михайленко
UNITY 3D КАК ИНСТРУМЕНТ
ДЛЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ 234

Ю.В. Кривченко
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
МОДЕЛЮВАННЯ САМООРГАНІЗАЦІЇ
КЛАСТЕРНИХ СИСТЕМ У ТВЕРДОМУ ТІЛІ 236

М.О. Сперкач, Д.І. Яблонський
ЛОКАЛЬНА БІНАРИЗАЦІЯ
ЗОБРАЖЕННЬ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ
МЕТОДУ ОЦУ 239

А.Ю. Дифучин, В.М. Томашевський
ВЕБ СЕРВІС МОДЕЛЮВАННЯ
ДИСКРЕТНО-ПОДІЙНИХ СИСТЕМ.....243

О.А. Руденко, З.М. Руденко, Н.М. Ревуцька
ПРОБЛЕМИ ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ
ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ
ІМОВІРНІСНИХ МОДЕЛЕЙ.....246

А. А. Тимченко
СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ
І ПРОЦЕСІВ СИСТЕМНОГО МОДЕЛЮВАННЯ.....247

К.М. Анищенко, О.Г. Жданова, В.А. Скорик
РОЗПОДІЛ НАГОРОДИ В ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНІЙ
МЕРЕЖІ З ДВОМА ТИПАМИ КОРИСТУВАЧІВ.....249

Е.Г. Жданова, А.В. Коган,
Ю.А. Кулаков, М.О. Сперкач
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ
РАЗБИЕНИЯ СЕТИ НА ЗОНЫ МАРШРУТИЗАЦИИ.....252

Є.В. Нікітенко
АНАЛІЗ СТРАТЕГІЇ ДІАГНОСТИКИ ТА
ВІДНОВЛЕННЯ РОБОТОСПРОМОЖНОСТІ
ЦИФРОВИХ СИСТЕМ.....254

А. А. Радченко
УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ
СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА
ЦЕНТРАЛЬНОМ ПРОЦЕССОРЕ.....257

В.В.Литвинов, Н.Т. Стоянов, І.С.Скітер, А.Г.Гребенник
ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖ КОХОНЕНА
В ШТУЧНИХ ІМУННИХ СИСТЕМАХ
ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛЬНОЇ ПОВЕДІНКИ
КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ 260

А.Акименко, О.Башинська, В.Казимир
ПОБУДОВА ЙМОВІРНІСНОЇ МОДЕЛІ
СКЛАДНОЇ ПРОГРАМНО-АПАРАТНОЇ
СИСТЕМИ НА БАЗІ ДІАГРАМ UML 264

А.А. Беляєва
АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ СТВОРЕННЯ
АВТОМАТИЧНИХ ТЕСТІВ ДЛЯ
ТЕСТУВАННЯ ВЕБ ДОДАТКІВ НА
БАЗІ СКРИПТОВИХ МОВ 266

А.М. Хошаба
МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЙ
ПРИ НАГРУЗОЧНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ
НА СЕРВИСЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ 269

Anton Sharypanov, Vladimir Kalmykov
STRUCTURAL METHODS OF SIGNAL AND IMAGE
PROCESSING USING VARIABLE RESOLUTION 273

И.В. Богдан
МЕТОДЫ ПРИОРИТИЗАЦИИ ЗАДАЧ В ГИБКИХ
МЕТОДОЛОГИЯХ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ 277

John N. Davies, Mariya Verovko, Alina Posadska
SIMULATION OF NETWORK
OPERATION ISSUES IN QA PROCESS 281

Д. В. Ядуха
ЗАСТОСУВАННЯ ПОДВІЙНОГО
ШИФРУВАННЯ В КРИПТОСИСТЕМІ AJPS 284

Ю.М. Лисецкий
ЭКСПЕРТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В
МОДЕЛИРОВАНИИ СИСТЕМ 288

М.С. Голуб
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ МОНІТОРИНГ
ДРУКОВАНИХ ТЕКСТІВ 292

В.І. Салапатов
ПОДАННЯ ВНУТРІШНЬОГО
УЯВЛЕННЯ АВТОМАТНОЇ МОДЕЛІ 298

А.І. Вавіленкова
ВІДНОВЛЕННЯ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ
З ФОРМАЛЬНИХ ЛОГІКО-ЛІНГВІСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ 300

S.B. Prykhodko, N.V. Prykhodko, A.V. Mandra
THE NON-LINEAR REGRESSION MODELS
TO ESTIMATE THE SOFTWARE SIZE
OF INFORMATION SYSTEMS 304

А.В. Ярмілко, Р.Г. Немов
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ СИНТЕЗУ
ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЛОГІЧНИХ
ФУНКЦІЙ ПІДВИЩЕНОЇ РОЗРЯДНОСТІ 308

В.О. Вітер, А.Г. Гребенник, О.В. Трунова
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗАДАЧІ
СКЛАДАННЯ РОЗКЛАДУ РОБОТИ
ФАХІВЦІВ МЕДИЧНОГО ЗАКЛАДУ
З УРАХУВАННЯМ ЗМІНИ 310

О.Л. Ляхов, М.А. Мельник
СТИСНЕННЯ ТЕКСТУ НА ОСНОВІ СЛОВНИКУ 314

П.Ю. Якобчук, М.П. Комар, А.О. Саченко,
Д.І. Загородня, Г.М. Гладій
МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ДЛЯ
РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ НА
ОСНОВІ ГЛИБОКИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ 317

В.В. Нехай, І.С. Скітер
ВИЗНАЧЕННЯ НЕШТАТНОЇ
ПОВЕДІНКИ МЕТОДАМИ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ..... 321

Г.М. Гулак
ОЦІНКА ІНЖЕНЕРНО-КРИПТОГРАФІЧНИХ
ЯКОСТЕЙ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ
ТЕМАТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КРИПТОСИСТЕМ..... 326

О.Ф. Тарасов, Л.В. Васильєва, О.В. Алтухов
УДОСКОНАЛЕННЯ ТРИВИМІРНОЇ
ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ НАПРУЖЕНО-
ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТІВ 330

В.В. Казимир, А.Ю. Солдатов
МОДЕЛІ ДОСТУПУ ДО ІНФОРМАЦІЙНИХ
РЕСУРСІВ В МЕРЕЖІ INTERNET..... 332

В.В. Казимир, І.І. Карпачев, С.В. Литвин ,А.М. Усік
АРХІТЕКТУРА МОДЕЛЕЙ СИСТЕМИ
БЕЗПЕКИ МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ
НА БАЗІ ОС ANDROID 335

В.В. Казимир, В.В. Супрун, Д.М. Сиса
АДАПТАЦІЯ ЗАСТОСУНКІВ В ХМАРНОМУ
СЕРЕДОВИЩІ НА ОСНОВІ МОДЕЛЕЙ РОЗГОРТАННЯ 336

М.М. Войцеховская, И.В. Бальченко
ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ
СИСТЕМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ БАЗОВОЙ КУЛЬТУРЫ
КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ 339

О.О. Бородіна, Д.М. Кривицький
КРОСС-БРАУЗЕРНЕ ТЕСТУВАННЯ 342

О.О. Бородіна,О.І. Педченко
АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАСОБАМИ ФРЕЙМВОРКІВ..... 343

О.О. Бородіна, М.О. Зозуля
ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЧНОГО
РЕФЕРУВАННЯ ТЕКСТІВ 346

О.О. Бородіна, О.В. Куц
ПІДГОТОВКА ТЕКСТІВ ДО
ПЕРЕКЛАДУ (КОНВЕРТАЦІЯ).....348

О.О. Бородіна, Д.С. Цюма
ІСНУЮЧІ МЕТОДИ АВТОМАТИЧНОГО
РЕФЕРУВАННЯ ТЕКСТУ 350

А.М. Нагірна
ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ КОМБІНАТОРНОЇ
ЗАДАЧІ З ЛІНІЙНОЮ ФУНКЦІЄЮ ЦІЛІ…… 353

І.А. Жирякова, С.В. Голуб
ТЕХНОЛОГІЯ БАГАТОРІВНЕВОГО
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ.
ПОБУДОВА БАЗ МОДЕЛЬНИХ ЗНАНЬ В
SMART- СИСТЕМАХ……..…….357

СЕКЦІЯ 4
СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА ІМІТАЦІЙНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ ЗРАЗКІВ ТЕХНІКИ СПЕЦІАЛЬНОГО
ПРИЗНАЧЕННЯ 360

Акимов О.О, Манойленко О.П[2],
Оборский І.Л, Завертанний Б.С.
МОДЕЛЮВАННЯ КРИТИЧНИХ
ШВИДКОСТЕЙ БОБІНОТРИМАЧА
ПЕРЕМОТУВАЛЬНОЇ МАШИНИ БП-340 361

В.Г. Башинський
МАТЕМАТИЧНЕ ТА ІМІТАЦІЙНЕ
МОДЕЛЮВАННЯ У ПРОЦЕСІ РОЗРОБКИ
ТА ВИПРОБУВАНЬ ТЕХНІКИ
СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....364

І.В.Телевний, А.Г.Козир
ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНИХ
КРИТЕРІЇВ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ
ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ ОСНАЩЕНОГО СИСТЕМОЮ
ЗАХИСТУ, ЯК СКЛАДНОЇ ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ 368

А.Г.Павленко, А.Г.Козир, О.В.Андрієнко
СУЧАСНІ МЕТОДИ ЕРГОНОМІЧНОЇ
ОЦІНКИ ДОСЛІДНИХ ЗРАЗКІВ
ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ В ХОДІ
ВИПРОБУВАНЬ 369

О.І. Лисенко,С.М. Чумаченко, О.М. Тесленко
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
ДИНАМІКИ РУХУ СКЛАДЕНОЇ СИСТЕМИ БПЛА І
МУЛЬТИСЕНСОРІВ ПІД ЧАС МОНІТОРИНГУ ЗОНИ
НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ..... 372

V.A.Dmytriyev, V.M.Chupryna, E.K.Chimbanga
MODERN METHODS OF MODELLING
IN TESTING AND SERTIFICATION OF
SPECIAL TECHNIQUE 376

Ю.О. Денисов, О.Л. Шаповалов
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ В
СИСТЕМІ СТАБІЛІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ПОЛЬОТУ
БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ (БПЛА) 378

В.М.Голуб, М.М.Жданюк,
В.Т.Бояров, Е.Ф.Сідін, В.М.Чуприна
ДО ПИТАННЯ АНАЛІЗУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ
НАДІЙНОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ
ПОВІТРЯНИХ СУДЕН 379

В.М. Феденько
ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО
МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ
ХАРАКТЕРИСТИК ДАЛЬНОСТІ ТА
ТРИВАЛОСТІ ПОЛЬОТУ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ 381

В.О. Шлапацький
МОДЕЛЮВАННЯ НЕСУЧОЇ СИСТЕМИ
БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ
ВЕРТОЛІТНОГО ТИПУ.....384

Гречанінов В.Ф., Лопушанський А.В.
РОЗВИТОК АВТОМАТИЗАЦІЇ
УПРАВЛІННЯ В СЕКТОРІ БЕЗПЕКИ І ОБОРОНИ……..388

УДК 62 + 624.9

А.В. БАРИ И В.Г. ШУХОВ – ИСТОРИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА

Г.Б. Ефимов, М.В. Ефимова

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Государственный университет управления, Москва, Россия.

Имя Владимира Григорьевича Шухова (1853 – 1939), его изобретения широко известны во всем мире, литература о нем – два десятка книг на русском и европейских языках, например [1-3]. Об Александре Вениаминовиче Бари (1847 – 1913), – инженере, предпринимателе и меценате, о его вкладе в развитие инженерного дела в нашей стране мы только начинаем узнавать [3-5]. Достижения и успехи Шухова и Бари были тесно связаны благодаря тесному сотрудничеству. В 2018 году – 165-летие рождения Шухова и 105-летие смерти Бари.

Александр Вениаминович родился в Петербурге, был вторым сыном в семье педагога, получившего образование в Германии; назван в честь Александра Гумбольдта. В 1862 году семья уехала из России в США; Александр Бари поехал к ним, окончив в Цюрихе Политехническую школу, учась и подрабатывая. В 1970-х годах для Всемирной выставки в Филадельфии он выиграл конкурс и построил павильон с крышей из металла и стекла, получивший Золотую медаль. На выставку из России приехали профессора Императорского Московского технического училища и с ними выпускник ИМТУ Владимир Шухов. Бари помог землякам на выставке, так Бари и Шухов познакомились.

В Филадельфии Александр Бари женился на Зинаиде фон Грюнберг, из русских немцев, приехавшей к родным. Она очень скучала по России и в 1877 году они вернулись в Петербург, где вскоре Бари вместе с инженером Сытенко основывает фирму по строительству в нефтяной промышленности, развивавшейся на Кавказе. Фирма занялась организацией добычи нефти в Баку и Грозном для Людвига Нобеля, к работе привлекается и Владимир Шухов. Заказ был выполнен успешно и братья Нобель создали в Баку нефтяную компанию “Бранобель”, – одну из лучших в России и в Европе. В 1878 году в Баку для Нобеля фирмой был построен первый в России нефтепровод длиной в 10 км, от места добычи нефти к месту ее переработки.

Через год фирма строит трубопровод длиной в 14 км для Лианозова. Шухов рассчитал и построил стальные цилиндры-резервуары для нефти, экономичные по затратам металла. В Кусково под Москвой построен завод по переработке нефти. Но Бари покидает фирму.

В 1880 году он переезжает в Москву и создает “Техническую контору инженера А.В. Бари” (позже “Строительная контора инженера

Бари”). Главным инженером и техническим директором ее становится В.Г. Шухов. Контора оказывала технические услуги от проекта до строительства, была первой фирмой такого рода в стране, спектр ее работ был весьма широким. Шухов в это время запатентовал новый паровой котел для отопления и работы станков; фирма изготовила его образец, для их производства в Симонове был построен “Котельный завод А.В. Бари”. Так, через пять лет после основания, “Контора Бари” имела котельный завод под Москвой и филиалы в Петербурге, Харькове, Нижнем Новгороде и Екатеринбурге.

Фирма проектировала и строила самые различные конструкции. За 30 лет стальных резервуаров под нефть и керосин построили 3240 штук, стоимостью в 17,8 млн. рублей. На Волге, на своих верфях создали нефтеналивной флот (до того нефть и керосин везли в деревянных бочках): 65 барж общей вместимостью в 6 800 тыс. пудов. Длина построенных нефтепроводов достигла 350 верст. По всей стране возводились железнодорожные мосты (417), домны и элеваторы, заводы-холодильники, водопроводы и многое другое. К 30-летию конторы, в 1880 году составили карту-отчет построенных сооружений. Общий вес металлических конструкций в них составил 9.2 млн. пудов, стоимость работ – 58.5 млн. рублей. Бари называл эту карту “Песней без слов”.

Два изобретения В.Г. Шухова особенно впечатляли: водонапорные башни на гиперболическом основании, нам знакомые по Шуховской башне, и световые крыши-фонари из металла и стекла для общественных зданий. Специалистов восхищала смелость, новизна замыслов и их решения; публику – красота больших пространств, прозрачный купол, гармония решетчатых сводов. В Москве сохранились перекрытия Киевского вокзала, Петровского пассажа, гостиницы “Метрополь” и другие. За 30 лет фирма построила световые крыши площадью в 390 тыс. кв. м. Сетчатые перекрытия и башни Шухова получили, столетие спустя, признание во всем мире и служат образцами. Среди самых высоких зданий мира сетчатые башни – радиобашня в Москве (150 м), построенная самим Шуховым в 1921 году, и постройки наших дней – в Сиднее (309 м), Катаре (195 м) и Гуаньчжоу (600 м).

Блестяще показала себя “Контора Бари” на Нижегородской Всероссийской выставке 1896 года, построив сетчатые перекрытия для ряда павильонов. Гиперболоидная башня высотой в 32 метра царила над всей выставкой. Накануне ее открытия и приезда царской семьи прошел град и побил часть стекол в световом фонаре главного павильона. Вставлять их времени не было. Хозяин вместе с рабочими залез на крышу и выбил уцелевшие стекла: “Авось, будет погода”. Погода не подвела, царь по-

хвалил – “Какие у вас чистые стекла”. Рабочие были в восторге от выдумки и удачи хозяина. После выставки “Строительная контора” получила звание “Поставщика императорского величества”, право помещать на своих документах государственный герб.

Сотрудничество блестящих инженера и предпринимателя давало богатые плоды обоим. В.Г. Шухов, “Генеральный конструктор” Конторы А.В. Бари, получил прекрасные условия для творческой деятельности. Он был освобожден от рутинной работы, мог реализовывать самые смелые проекты. Его заработки порой даже превышали доходы хозяина фирмы. Он построил особняк на Садовой, когда в революцию дом отняли, прожил 15 лет у Бари в Архангельском переулке.

В Строительной конторе под руководством Бари и Шухова работали многие талантливые российские инженеры. Некоторые из них впоследствии стали профессорами МВТУ, авторами учебников, Л.С. Лейбензон и В.Г. Шухов были избраны академиками. Через Строительную контору прошло около 60 инженеров высокой квалификации создававших на фирме атмосферу творчества.

На Котельном заводе большей частью работали клепальщики из волжского города Гороховца, где эта профессия была потомственной. Порядки на заводе отличались от заводских порядков того времени. Рабочий день был короче, чем у соседей, зарплата на 10 % выше, не было штрафов. На заводе и на стройках рабочие получали бесплатный обед, была больница, где в первую неделю пребывания больным сохраняли полную зарплату, потом половину. Бари объяснял автору статьи в “Историческом вестнике” (№ 9 за 1896 г.): “Это не филантропия, а расчет. Сытый, уверенный в завтрашнем дне рабочий, лучше и веселее работает, а занеможет, сразу идет в больницу, не затягивает и быстрее выходит на работу” [5]. А домашним дополнял: “Я не могу спокойно обедать, если знаю, что рабочие на заводе голодные”.

У Александра Вениаминовича и Зинаиды Яковлевны Бари было девять детей: шесть дочерей и три сына. Семья общалась с образованнейшими людьми того времени: Д.И. Менделеевым, Н.Е. Жуковским, С.А. Чаплыгиным, Ф.О. Шехтелем, Л.О. Пастернаком и другими, часто бывавшими гостями в их доме. В 1898 году А.В. Бари познакомился с Львом Толстым, посетил писателя в его доме в Хамовниках.

Бурное развитие экономики России происходило нелегко. Когда в 1904 году в Баку горели нефтяные прииски, Бари отмечал неспособность властей сохранять порядок. В забастовке 1905 года участвовали рабочие и его завода – вместе с соседями, хотя у них не было штрафов и другого, что требовали отменить. А.В. Бари говорил: “Они хотят

участвовать в политике, – пусть, расходы я покрою". Но остро переживал ухудшение контакта с рабочими, жаловался жене: "Давай уедем, лучше быть кондуктором трамвая в Цюрихе, чем миллионером в России", "Невесело теперь в России, а надо сидеть и терпеть".

Умер Александр Вениаминович Бари 6 апреля 1913 года, был похоронен на Немецком кладбище. В газете "Утро России" писали: *"В Москве А.В. Бари устроил компанию керосинового завода, учредил нефтяное о-во в Грозном и Мытищенский завод, выстроил котельный завод близ Симонова монастыря. Организация дела у Бари была так обширна и интересна, что он одновременно мог строить: мосты в Оренбурге, стальные баржи на Дунае и паровозные мастерские в Вологде. В другой стране А.В. Бари стал бы стальным королём, но он был русский по духу, любил свою родину и, ворочая десятками миллионов, львиную долю доходов отдавал своим сотрудникам, рабочим и помогал бедным, его стипендиаты насчитывались сотнями" [5].*

После революции 1917 г. фирма и завод были национализированы, "Строительная контора" преобразована в "Стальмост", В.Г. Шухов работал там до самой смерти. В настоящее время это Институт "ЦНИИ Проектстальконструкция" имени Н.П. Мельникова, 40 лет возглавлявшего фирму, академика, пятикратного лауреата высших премий страны. Институт, которому скоро исполнится 140 лет, достойно продолжал и продолжает традиции "Строительной конторы Бари", передовой российской инженерной науки – в самых ответственных проектах.

Творческое сотрудничество Владимира Григорьевича Шухова и Александра Вениаминовича Бари является яркой страницей в истории нашей инженерии и во многом может служить нам примером.

Литература:

1. Л.И. Арнаутов, Я.К. Карпов. Повесть о великом инженере. – М.: Московский рабочий, 1978. – 240 с.

2. Райнер Грефе, Оттмар Перчи, Ф. В. Шухов, и др. В. Г. Шухов (1853 – 1939). Искусство конструкции. – М.: Мир, 1994. – 192 с.

3. Е. М. Шухова. Владимир Григорьевич Шухов. Первый инженер России. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. – 368 с. – Там же: Александр Вениаминович Бари. Глава 4.

4. Вельчинская, О.А. Квартира № 2 и её окрестности: Московское ассорти. – М.: Русский путь, 2009. – 416 с.

5. Ольга Вельчинская. Контора инженера Барии. Памяти гениального инженера предпринимателя и благотворителя. // Русский инженер. 2017, № 3 (56). С. 34-38.

СЕКЦІЯ 1
СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ В ЕКОЛОГІЇ

УДК 504.054(064):502.5:628.515

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ОЧИЩЕННЯ ГРУНТУ ВІД НАФТОПРОДУКТІВ ПРИСТРОЄМ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ФОРМИ З БІОСОРБЕНТОМ «ЕКОНАДІН».

Сємака О.М, Іванова І.М.
Чернігівський національний технологічний університет, Україна.
Клінцов Л.М.
Чернігівський інститут інформації бізнесу і права, Україна
Дзюба В.А.

Проблема очищення грунтів від нафтопродуктів має велику актуальність у зв'язку з міграцією нафтопродуктів і потраплянням їх до грунтових вод, річок та питної води.

Метою доповіді є результати моделювання експериментальних досліджень динаміки очищення грунту для створення методичних рекомендацій і визначення технології очищення глибинних шарів грунту біосорбентом, розташованим у розробленому [1] пристрої (далі новий пристрій з біосорбентом або НПБ).

Дослідження проведено на лабораторному устаткуванні, яке складалось із ємності 440мм х 440мм х 440мм, заповненої піщаним грунтом.. В якості забрудника використано бензин марки А92. Початкова концентрація А92 у грунті становила 87,0242 мг/дм^3. Експериментальний зразок НПБ, діаметром 0,04 м. містив 54,8 г. біосорбенту препарату «Еконадін», було встановлено в центрі ємності. Процес очищення грунту з використанням НПБ проводився протягом 35 діб**.** Визначення концентрації забруднень в ході експерименту проведено гравіметричним методом за методикою МВВ № 081/12-0725-10 у Державній екологічній інспекції у Чернігівській області і на кафедрі водопостачання та водовідведення Чернігівського національного технологічного університету.

Ступінь очищення грунту (Е) оцінювалась за формулою:

$$E=C_0/C_к \qquad (1)$$

де C_o - початкова концентрація забруднювача у грунті, мг/дм^3, C_k - залишкова концентрація забруднювача у грунті, мг/дм^3.

Результати експерименту.

Залишкова забрудненість нафтопродуктами зразків грунту після завершення експерименту, представлена у Табл. 1, дозволяє оцінити можливості запропонованого нами метода.

Таблиця 1 Об'ємні значення показників концентрацій бензину

№ п/п	Відстань до носія біосорбенту, L, дм	Залишкова концентрація забруднювача, C_k, мг/дм^3	Початкова концентрація забруднювача C_o, мг/дм^3	Зменшення концентрації забруднювача,C_o-C_k, мг/дм^3	Ефективність очищення грунту, E, %
1	0,2	14,7	87,0242	58,635	*79,95*
2	0,4	18,15	87,0242	55,185	*75,25*
3	0,6	29,16	87,0242	44,175	*60,2*
4	0,8	30,225	87,0242	43,11	*58,78*
5	1	33,12	87,0242	40,215	*54,83*
6	1,2	36,66	87,0242	36,675	*50,01*
7	1,4	45,18	87,0242	28,155	*38,39*
8	1,6	53,25	87,0242	20,085	*27,39*
9	1,8	62,505	87,0242	10,83	*14,77*
10	2	72,45	87,0242	0,885	*1,2*

Для обробки даних експерименту використовували модель нескінченого циліндра, відносно якого симетрично розходяться ізокліни концентрацій бензину у вигляді кілець розташованих у горизонтальній площині..

За основу, для одержання розрахункових формул при чисельному інтегруванні, було узято метод масових балансів [2,3].

Розрахункове рівняння яке використовувалось у розрахунках

$$C_2' = \left(\frac{D \cdot \Delta\tau}{\Delta r}\right) \cdot \left(\frac{F_{12} \cdot (C_1 - C_2) - F_{23} \cdot (C_2 - C_3)}{V_2} + C_2\right); \quad (2)$$

Початкові умови: концентрації у комірках $C_1 \ldots C_{10} = 0$, ;

Кінцеві умови вибиралися з таблиці 1 як C_0-$C_к$ (Мкг/См^3) ;

Граничні умови $r_i = \Delta r \cdot i$, i=1, 2,…..10; τ= 0,….,35 (діб);

Задача вирішувалась явним методом кінцевих різниць.

Коефіцієнт дифузії *D* та ефективна концентрація C_0 у пристрої підбиралась методом найменших квадратів за допомогою функції «Пошук рішення» електронних таблиць Microsoft Excel. Отримані параметри моделі: D= 0,48685 $См^2$/добу,

Ефективна концентрація у пристрої Со= 0,087 мкг/$См^3$, отримана модель дифузії не відображає адекватно процес знешкодження бензину, отриманий коефіцієнт детермінації $К^2$= 0,744842.

Для отримання адекватної моделі застосуємо модель Мальтуса [4, 5] разом з моделлю дифузії. В основі цієї моделі лежить припущення, що приріст чисельності виду за час t пропорційний цій чисельності й інтервалу часу, за який відбувся приріст:

$$\frac{dX}{dt} = r \cdot X \,, \tag{3}$$

де *r* - константа власної швидкості росту популяції.

Рішенням цього рівняння є функція:

$$X(t) = X_0 \cdot \exp(r \cdot t) \tag{4}$$

де X_0 - початкова чисельність популяції.

Замість початкової чисельності популяції будемо використовувати концентрацію знешкодженого бензину у об'ємі кільця. Таким чином перетворимо рівняння 2 у наступний вид

$$C_2' = (\frac{D \cdot \Delta\tau}{\Delta r}) \cdot (\frac{F_{12} \cdot (C_1 - C_2) - F_{23} \cdot (C_2 - C_3)}{V_2} + C_2 \cdot \exp(r \cdot \Delta\tau) \tag{5}$$

Після реалізації функції «Пошук рішення» електронних таблиць.

Отримані параметри моделі:

Коефіцієнт дифузії D=0,020829/0,2= 0,10414633 См2/добу;

Ефективна концентрація у пристрої Со = 0,0593 мкг/$См^3$;

Константа власної швидкості росту популяції

r =0,112669/0,2= 0,0579 1/добу;

Результат підбору моделей приведено на графіку рис 1.

Графік рис 1 і отримані коефіцієнти лінійної кореляції К=0,953941 та детермінації $К^2$= 0,910004 вказують на добре співпадіння фактичних даних і моделі Мальтуса. Таким чином модель Мальтуса разом з моделлю дифузії розкриває механізм знешкодження бензину бактеріями, що мігрують з пристрою у грунт, однак чи можна використовувати цю модель для подальших прогнозів, якщо судити по графіку, то ця модель не враховує протидію бактерій, що маються у грунті. Як бачимо, крива фактичних даних чітко прямує до низу, а крива моделі Мальтуса у кінці загинається до гори, що протирічить експериментальним даним.

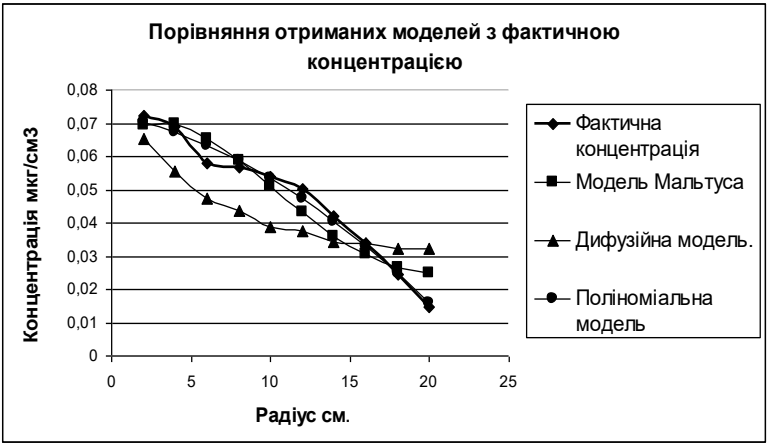


Рис 1 Порівняння фактичних даних з розробленими моделями.

Методом найменших квадратів розроблена поліноміальна модель другого порядку виду

$$C_{(мкг/см3)}=-0{,}00009134r^2 - 0{,}001017858r + 0{,}07274845, \quad (6)$$

Якість апроксимації показано на рис 1, коефіцієнт детермінації моделі $K^2= 0{,}983$. Ця модель адекватно описує процес знешкодження бензину і рекомендована для розробки практичної інженерної методики застосування розробленого пристрою [1].

Література:

1. *Патент* на корисну модель №111261 від 10.11.2016 р. Пристрій для очищення глибинних шарів ґрунту від нафтопродуктів / патентовласники О. М. Сємака, І. М. Іванова, А. Л. Котельчук, МПК (2016.01), E02B 15/10 (2006.01), B09C 1/00, C02F 101/32 (2006.01), заявл. № u 2016 03474 від 04.04.2016 року, Бюл. № 21 від 10.11.2016 р.

2. Лыков.А.В. Тепломассообмен: (Справочник). 2-е изд., перераб. И доп. — М.: Энергия, 1978. — С. 128-125.

3. В.П. Исаченко и др. Теплопередача: Учебник для вузов, 3-е изд., перераб. И доп. — М.: Энергия, 1975. — С. 107-110.

4. Смит Дж. М, Модели в экологии, М.: Мир, 1976.С. 29-31.

5. Математические модели в экологии. Ч. 1 / И. Н. Берешко, А В. Бетин. — Учеб. пособие. — Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2006. —С. 29-31.

УДК 532.517

МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІН КОНЦЕНТРАЦІЇ 137CS В СЕРЕДЗЕМНОМОРСЬКОМУ БАСЕЙНІ ПРОТЯГОМ 1945 - 2020 РОКІВ

Р.В. Беженар, В.С. Мадерич
Інститут проблем математичних машин і систем, Україна

В роботі представлені результати моделювання змін концентрації радіоактивного ^{137}Cs у воді, донних відкладеннях та морських організмах Середземноморського басейну протягом 1945-2020 років. Особливістю даного басейну, що включає Середземне, Чорне, Мармурове та Азовське моря, є складний двосторонній водообмін між морями через вузькі протоки, а також неоднорідність атмосферного випадіння радіоактивності в результаті аварії на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС) 1986 року.

Для моделювання використовувалась камерна модель POSEIDON-R [1, 2], особливістю якої є можливість проведення одночасного розрахунку концентрації радіонуклідів у воді, донних відкладеннях і морських організмах. Модель POSEIDON-R описує морське середовище як систему камер, кожна з яких може містити будь-яку кількість вертикальних шарів води, забезпечуючи, таким чином, тривимірність системи. Перенос розчинених радіонуклідів між камерами описується потоками води, що відповідають процесам адвекції і дифузії. Незалежно від кількості шарів води, кожна камера містить 3 шари донних відкладень. Для опису накопичення радіонуклідів у морських організмах використовується динамічна модель, яка складається з ланцюжків живлення для поверхневих і донних організмів.

Створена система камер для Середземноморського басейну (рис. 1) включає 61 камеру в Середземному морі, 45 камер в Чорному морі, Мармурове море, Азовське море, Дніпро-Бузький лиман та 4 додаткові камери, що описують притік води з основних річок басейну: Дніпра, Дунаю, Рони і По. Також враховується зв'язок з Атлантичним океаном через протоку Гібралтар. Для опису вертикальної структури розподілу активності в морях камери були поділені на чотири вертикальних шари: поверхневий (глибиною 25 м), приповерхневий (від 25 до 100 м), середній (від 100 до 500 м) і глибинний (від 500 м до дна). На рис. 1 глибоководні камери, що містять всі 4 вертикальні шари, позначені темним відтінком, камери з трьома та двома вертикальними шарами – горизонтальними та вертикальними полосами, відповідно, мілководні камери –

білим кольором. Потоки води між камерами були отримані за допомогою усереднення результатів реаналізу за 2005-2014 роки для Чорного моря та за 1990-1999 роки для Середземного моря [3].

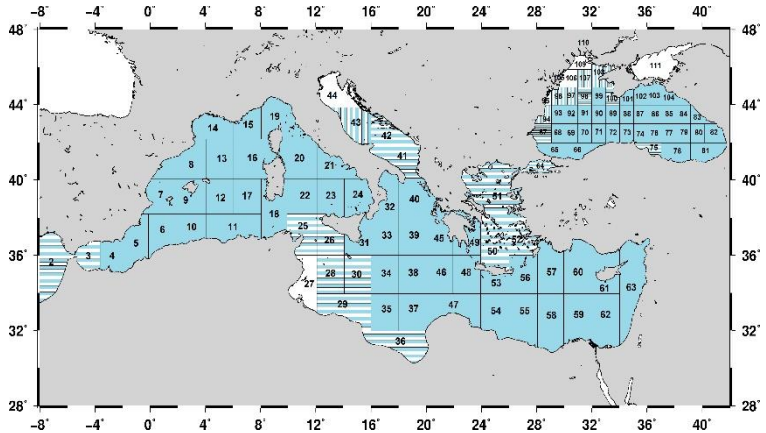


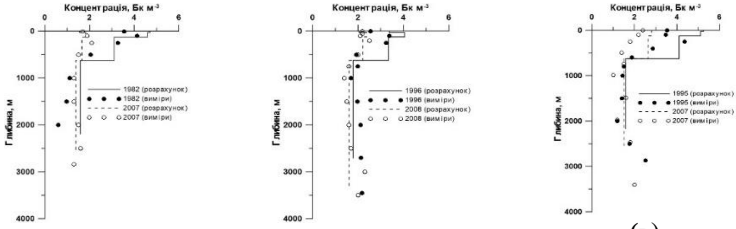
Рис. 1. Система камер Середземноморського басейну в моделі POSEIDON-R.

Величини глобального випадіння ^{137}Cs, викликаного випробуваннями ядерної зброї, були розподілені на камери на основі щорічних даних густини випадіння на поверхню планети між 30° і 40° та 40° і 50° північної широти [4], та по даних вимірювань випадіння на Італійські моря [5]. Після аварії на ЧАЕС на поверхню Чорного моря в травні 1986 року випало до 2400 ТБк ^{137}Cs [6], тоді як величина атмосферного випадіння на Середземне море склала близько 2500 ТБк [7]. Розподіл даного випадіння між камерами було здійснено на основі карти забруднення поверхневого шару Чорного моря [8] та згідно з вимірами випадіння в Середземноморських країнах [9].

Результати моделювання розповсюдження ^{137}Cs у Чорному морі наведені в [10]. Порівняння результатів моделювання з вимірами [11] концентрації ^{137}Cs у поверхневому шарі Середземного моря показало, що в Адріатичному та Егейському морях вплив чорнобильського випадіння був максимальним, тоді як в західній, центральній і південній частинах Середземного моря він був навіть меншим, ніж вплив глобального випдіння (рис. 2). Динаміку зміни концентрації ^{137}Cs у всій товщі води видно на вертикальних профілях. Кореляція результатів моделювання з вимірами [11] для вертикальних профілів (рис. 3) у різних частин моря свідчить про ефективність відтворення потоків радіоактивності у всьому Середземноморському басейні.

(а) (б)

Рис. 2. Концентрація ^{137}Cs у верхньому шарі води в північній (а) і центральній (б) частинах Середземного моря (камери 42 і 33, відповідно).



(а) (б) (в)

Рис. 3. Профіль концентрації ^{137}Cs в західній (а), центральній (б) і східній (в) частинах Середземного моря.

У роботі отримані оцінки вкладу кожного з джерел ^{137}Cs на його вміст у морях Середземноморського басейну. Зокрема, головним джерелом активності для Середземного моря було атмосферне випадіння, тоді як основний стік мав місце через Гібралтарську протоку. Станом на 2010 рік у Середземному морі залишалося 1440 ТБк ^{137}Cs чорнобильського походження і 4590 ТБк від глобального випадіння, тоді як у Чорному морі отримане протилежне співвідношення: 1390 ТБк чорнобильського походження і 820 ТБк від глобального випадіння.

Робота виконувалась за підтримки МАГАТЕ (проект CRP K41017 «Behavior and Effects of Natural and Anthropogenic Radionuclides in the Marine Environment and their use as Tracers for Oceanography Studies»).

Література:

1. Lepicard S., Heling R., Maderich V. POSEIDON-R/RODOS models for radiological assessment of marine environment after accidental releases: application to coastal areas of the Baltic, Black and North Seas // Journal of Environmental Radioactivity, 2004. – Vol. 72. – P. 153-161.

2. Bezhenar R., Jung K.T., Maderich V, Willemsen S., de With G., Qiao F. Transfer of radiocaesium from contaminated bottom sediments to marine

organisms through benthic food chain in post-Fukushima and post-Chernobyl periods // Biogeosciences, 2016 – Vol. 13. – P. 3021-3034.

3. CMEMS (Copernicus Marine Environment Monitoring Service), 2018. http://marine.copernicus.eu/web/69-interactive-catalogue.php.

4. UNSCEAR, United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation. Exposures of the public from man-made sources of radiation. United Nations, New York, 2000.

5. Buffoni G., Cappelletti A. On the accumulation-dispersion processes of the tracer ^{137}Cs in the Italian Seas // Journal of Environmental Radioactivity, 1997. – Vol. 37, No 2. – P. 155-173.

6. Egorov V.N., Povinec P.P., Polikarpov G.G., Stokozov N.A., Gulin S.B., Kulebakina L.G., Osvath I. ^{90}Sr and ^{137}Cs in the Black Sea after the Chernobyl NPP accident: inventories, balance and tracer applications // Journal of Environmental Radioactivity, 1999. – Vol. 43. – P. 137-155.

7. Papucci C., Charmasson S., Delfanti R., Gasco C., Mitchell P., Sanchez-Cabeza J.A. Time evolution and levels of manmade radioactivity in the Mediterranean Sea. In 'Radionuclides in the Oceans', eds P. Guegueniat, P. Germain, and H. Metivier, Les Editions de Physique, Les Ulis, 1996, p. 177.

8. Stepanets O.V., Komarevsky V.M., Borisov A.P., Karpov V.S., Chudinovskikh T.V., Batrakov G.F., Eremeev V.N. Distribution of artificial radionuclides in the Black Sea and Mediterranean Sea in 1989-1990 // Physical Oceanography, 1993 – Vol. 4., No 5 – P. 417-423.

9. UNSCEAR, United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation. Sources, effects and risks of ionizing radiation. United Nations, New York, 1988.

10. Беженар Р.В., Мадерич В.С. Реконструкція радіаційного забруднення Чорного моря в результаті аварії на Чорнобильській АЕС // Тези доповідей Дванадцятої міжнародної науково-практичної конференції МОДС '2017. – 2017. – С. 109-112.

11. MARiS (Marine Information System), 2018. Radioactivity and stable isotope data in the marine environment. http://maris.iaea.org/

МЕТОД ВИПАДКОВИХ БЛУКАНЬ ДЛЯ НЕОДНОРІДНИХ ТЕЧІЙ ТА ДИФУЗІЇ

Бровченко І.О., Ковалець С.І.

Інститут Проблем Математичних Машин і Систем НАНУ, Україна

Розв'язок рівняння переносу методом частинок зводиться до інтегрування траєкторії в неоднорідному полі течії. В даній роботі наво-

диться загальний підхід для побудови схем високого порядку у тривимірному випадку для рівняння адвекції-дифузії та виведено рівняння для розрахунку параметрів розподілу частинок для двовимірних течій.

Розглянуто двовимірне та тривимірне рівняння переносу для поля течії з неоднорідною дифузією, для яких побудовано схеми випадкових блукань за допомогою обчислення зміщення центра мас та дисперсії частинок.

Показано, що використання методів інтегрування траєкторії високої точності в методах випадкових блукань призводить до значних похибок, пов'язаних з дисперсією частинки протягом руху.

Виведено рівняння, що пов'язують траєкторію руху та дисперсію частинки. Показано, що при розв'язанні рівняння переносу та дифузії методом випадкових блукань центр мас ансамблю частинокне слідує точно лініям току, що побудовані за векторним полем течій. Показано, що використання схем високого порядку точності інтегрування траєкторії без урахування дисперсії може внести більшу похибку, аніж використання схеми першого порядку точності.

Отримані рівняння можуть бути використані при побудові методів випадкових блукань високої точності. Справедливість отриманих рівнянь доведено аналітичними розв'язками окремих двовимірних задач.

Література.

1. Hunter J.,R., Craig P.,D., Phillips H.,E. On the use of random walk models with spatially variable diffusivity // J Comput Phys.– 1993.– 106.– P. 366–376.

2. Visser A.,W. Using random walk models to simulate the vertical distribution of particles in a turbulent water column // Mar. Ecol. Prog. Ser..– 1997.– 158.– P. 275–281.

3. Эйнштейн А., Смолуховский М. Брауновское движение, пер. с нем.– М.-: Л., 1936.– 308 б.

4. Peri´a˜nez R. Elliott A. A particle-tracking method for simulating the dispersion of non-conservative radionuclides in coastal waters // Journal of Environmental Radioactivity.– 2002.–58.– P. 13–33.

5. Wilson J. D., Sawford B. L. Review of Lagrangian stochastic models for trajectories in the turbulent atmosphere // Bound.-Layer Meteor.– 1996.– 78.– P. 191–210.

6. Бровченко И.А., Мадерич В.С. Численный лагранжевый метод моделирования распро-странения поверхностных пятен нефти // Прикладная гидромеханика.– 2002.– 4(4).– '. 23–

7. Бровченко І.О. Чисельні лагранжеві методи в задачах прибережної гідродинаміки.– дис. док. фіз.-мат. наук, ІПММС: Київ, 2017.– 370 б.

8. Peri´a˜nez R., Brovchenko I., Duffa C., Jung K.T., Kobayashi T., Lamego F., Maderich V., Min,B.-I., Nies H., Osvath I., Psaltaki M., Suh K. A new comparison of marine dispersion model performances for Fukushima releases in the frame of IAEA MODARIA program // Journal of Environmental Radioactivity.– 2015.– 150.– P. 247-269.

9. Бровченко И.А., Мадерич В.С. Трехмерная лагранжева модель переноса многофракционных наносов и ее применение к описанию гравитационных течений // Прикладная гидромеханика.– 2008.– 83(2).– ‘. 3–12.

УДК 517.957

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВОДНОГО УПРАВЛІННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИНЦИПІВ ВОДНОГО КЕРУВАННЯ ОЕСР ТА ІНДИКАТОРІВ ВОДНИХ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

А.О.Демиденко

Глобальне Водне Партнерство – Україна,
Інститут проблем математичних машин та систем НАН України

За останні 25 років кількість населення та обсяги виробництва в Україні значно скоротилися, що призвело до істотного зниження водоспоживання (з 30 км3 у 1990 до <9,7 км3 у 2015 році) і скидів стічних вод різними галузями економіки (з 18 км3 у 1990х до 5,3 км3 у 2015 році). Проте відповідного покращення стану водних ресурсів та доступу до чистої питної води не спостерігається, навпаки, відмічаються негативні тенденції виснаження водних ресурсів, деградації водних екосистем та посилення впливу змін клімату саме через воду.

Очевидно, що це свідчить про неефективність діючої системи водного управління, яка не відповідає існуючим та виникаючим викликам адаптації до невідворотних і непереборних загроз у водному секторі. На жаль, неефективність водного управління не є предметом дискусії в українському суспільстві.

Існуюче українське розуміння водного управління зводить його до правозастосування, контролю за дотриманням норм і стандартів/ГДК [1]: «основа екологічного управління є контроль відхилень від гранично допустимих нормативів забруднень навколишнього природного середовища. Екологічне управління використовує базові стандарти, додержання яких забезпечує високий рівень ефективності».

У світі усвідомлення того, що управління через контроль дотримання стандартів на “кінці труби” - тобто, коли забруднення вже виникло, має внутрішні неподолані проблеми, призвело до численних спроб перенести управління на початок труби, а саме, запобігати забрудненню на стадії виробничого циклу або за рахунок управлінських рішень, до того, як забруднення виникло, бо коли забруднення виникло, його пізно регулювати, воно все одно потрапить в те чи інше середовище – воду, повітря чи землю. Це було однією з перших передумов виходу за межі правозастосування – «гри з нульовою сумою» між забруднювачами і контролерами, і переходу до добровільного інтегрованого підходу до управління – інтеграції всіх водокористувачів, інтеграції всіх вод, переході від адміністративних кордонів до гідрографічних, від забезпечення безпеки до зменшення ризиків. З цього розуміння народилось сучасне, ціле-орієнтоване визначення ІУВР: “Інтегроване управління водними ресурсами – координація діяльності для досягнення спільних цілей з розвитку та управління водними ресурсами”.

Саме це дозволило виробити працююче визначення ефективності – не лише як дотримання норм і стандартів забруднення, а як досягнення спільних цілей (перш за все доброго екологічного стану) водного управління найефективнішим чином в конкретних природних і антропогенних умовах.

ГВП-Україна вважає, що однією з ключових причин ситуації, що склалася, є неефективна система галузевого, дезінтегрованого управління водними ресурсами, яка не відповідає існуючим та виникаючим викликам адаптації до невідворотних і непереборних загроз у водному секторі. Причина непідготовленості системи управління — орієнтація на традиційне розуміння водного менеджменту як реактивного правозастосування, дотримання норм і стандартів ГДК, забезпечення безпеки, яка розуміється, як відсутність ризиків, та зведення управління ризиками до елімінації загроз шляхом заходів постфактум замість проактивного управління обома множниками ризику - і загрозою, і впливом.

Для визначення заходів по підвищенню ефективності водного управління шляхом реформування організаційної структури управління водними ресурсами ГВП-Україна організувала у 2016–2017 роках низку круглих столів із залученням широкого кола заінтересованих сторін. Під час обговорення використовувалися Принципи водного керування ОЕСР та Водні Цілі Сталого Розвитку ООН. Було визначено, що в умовах переходу до сталого управління водними ресурсами необхідно змінити основні функції та компетенції різних рівнів та структур системи управління водними ресурсами в контексті впровадження інтегрованого управління водними ресурсами, остаточно реорганізувати

Водгосп з його місією «забезпечення раціонального постачання та безпеки при дотриманні законодавства» у Водагентство з місією «Забезпечення наявності та сталого управління водними ресурсами та санітарією для всіх».

Дана стаття спирається на матеріали та результати цих обговорень, які опубліковані в матеріалах ГВП-Україна [2] та [3].

Література:

1. Екологічне управління: Підручник / В.Я. Шевчук, Ю.М. Саталкін, Г.Я. Білявський та ін.. – К.: Либідь, 2004. 432 с.

2. Adamenko T.I., A. O. Demydenko, M. I. Romashchenko, A. M. Tsvietkova, A. M. Shevchenko, M. V. Yatsyuk . Rethinking of Water Security for Ukraine, Global Water Partnership Ukraine, 2016. 20 pp. https://mama-86.org/images/publications/gwp/Rethinking_Water_Sequrity_eng.pdf

3. Ромащенко М.І., М. В. Яцюк, А. О. Демиденко, Г. М. Цвєткова, О. О. Дехтяр, Т. В. Матяш. Концептуальні засади інтегрованого реформування галузевої структури управління водними ресурсами України (бачення ГВП-Україна). © Глобальне водне партнерство України, 2017, 10 стр. ISBN: 978-966-2717-27-3 https://mama-86.org/images/publications/gwp/GWP_Zasady_ukr_web.pdf

УДК 532.517

ВЕРИФІКАЦІЯ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ МОДЕЛІ OPENFOAM ДЛЯ УМОВ ЕКСПЕРИМЕНТУ З АТМОСФЕРНОЇ ДИСПЕРСІЇ MUST

О.В. Халченков, І.В. Ковалець

Інститут проблем математичних машин та систем НАН України

Гідродинамічні моделі все ширше використовуються для моделювання розповсюдження забруднень серед міської забудови (наприклад, [1]). Забудова створює значні пульсації швидкості вітру та вихрові рухи у порівнянні з незбуреним граничним шаром атмосфери. Пряме моделювання цих явищ у реальному часі неможливе, тому на практиці використовуються різноманітні параметризації процесів турбулентного перемішування, які потребують верифікації. Для верифікації гідродинамічної моделі Openfoam (www.openfoam.com) у даній роботі використовувалися дані відтворення польового експерименту MUST в аеродинамічній трубі “WOTAN” Університету Гамбургу [2]. Лабораторна модель відтворювала натурну в масштабі 1 до 75 і точно відповідала геометрії польового експерименту, в якому в якості міської забудови використовувалися 120 контейнерів, кожний довжиною 12.2 м, висотою 2.54

м і шириною 2.42 метра. Контейнери моделювали майже регулярну забудову. Моделювання в Openfoam полягало у відтворенні одного з експериментів, що характеризується незбуреною швидкостю вітру з напрямком -45° по відношенню до орієнтації «вулиць», вздовж яких були розташовані будинки, і швидкістю 8м/с на рівні дахів. Для вимірів концентрації використовувався масив з 256 детекторів. Верифікація на даних експерименту MUST проводилася і в попередній роботі [3]. В попередній роботі була отримана гарна згода вимірів і розрахованих концентрацій і досліджена збіжність результатів при згущенні сітки. У той же час, моделювання, наведене в попередній роботі, не досить добре відтворило поворот повітряних потоків і полів концентрацій, що спостерігається експериментально. Для дослідження можливості поліпшення отриманих тоді результатів, і, зокрема, для відтворення повороту була проведена серія розрахунків, з варіюванням широкого ряду різних параметрів, зокрема, – відомих та широко використовуваних в інженерній практиці моделей турбулентності:

• Граничні умови (гладка поверхня, шорсткувата поверхня при різних значеннях параметра шорсткості);

• Моделі турбулентності (k-epsilon з рівняннями для кінетичної енергії турбулентних пульсацій та швидкості дисипації, RNG k-epsilon отримана на основі ренорм-групового аналізу, k-ω модель турбулентності з рівнянням для частоти пульсацій замість рівняння швидкості дисипації, та ін.);

• Варіювання чисельних схем;

• Варіювання параметру Шмідта.

Зі статистичних характеристик похибки результатів моделювання у порівнянні з даними вимірів можна зробити висновок, що, незважаючи на гірше відтворення повороту вітру, використання граничної умови ковзання на твердих поверхнях приводить до явно кращих статистичних результатів при моделюванні концентрацій. Найкраще відтворення поля швидкості отримуємо при використанні Rng-kepsilon моделі турбулентності з використанням граничної умови у вигляді пристінних функцій з параметром шорсткості, рівним 0.001м. Порівняння розрахованих та отриманих в експерименті розподілів концентрації у стандартній та RNG версії k-eps моделі приведене на рис. 1.

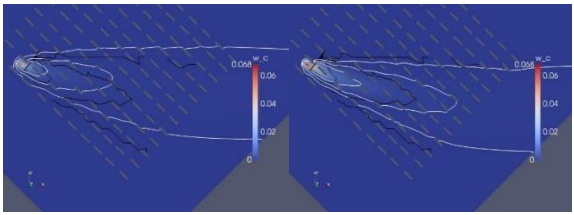


Рис. 1. Порівняння розрахованих (білі ізолінії) та отриманих в експерименті (чорні ізолінії) розподілів концентрації у стандартній (ліворуч) та RNG версії k-eps моделі (праворуч). Наведено ізолінії 0.0001, 0.001 і 0.005 г/м3.

Для пошуку додаткових можливостей зменшення похибки було здійснене варіювання числа Шмідта Sc щодо чотирьох обраних конфігурацій розрахуків. На рис. 2 представлені відповідні результати. В цілому, Rng k-epsilon модель турбулентності не тільки виявилася кращою за результатами моделювання поля швидкості, але й дозволила отримати найменшу нормовану похибку поля концентрацій (NMSE=0.47 при Sc=0.53).

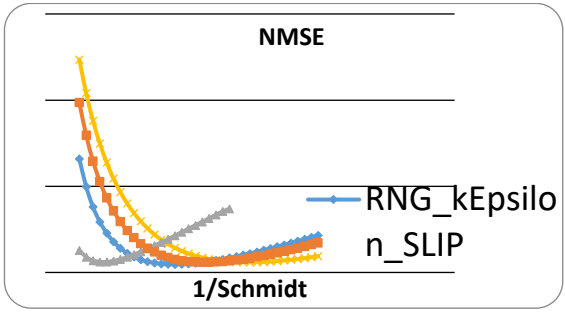


Рис. 2. Нормована середньоквадратична похибка NMSE концентрацій при варіюванні параметру Шмідта. Назва розрахунків: модель турбулентності та гранична умова на твердих стінках ковзання (SLIP) і пристінна функція (WALL).

Подяки.

Робота підтримана грантом Президента України для докторів наук.

Література

1. Халченков О.В., Ковалець І.В. (2014) Використання обчислювальної гідродинамічної моделі OpenFoam для оцінки впливу забруднених будівель на прилеглі території // Математичні машини і системи. – 2014. – № 2. – С. 97 – 104.

2. Bezpalcova K. , Harms F., 2005. EWTL Data Report/Part I: Summarized Test Description Mock Urban Setting Test, Technical Report, EnvironmentalWind Tunnel Lab., Center for Marine and Atmospheric Research, University of Hamburg, 2005.
3. Khalchankov A.V., Kovalets I.V., 2015. Verification of open source CFD software package Openfoam against the MUST wind tunnel experiment on atmospheric dispersion // Зб. Пр. 10-ї дистанційної науково-практичної конф. з міжнар. участю "Системи підтримки прийняття рішень – СППР 2015", (Київ, 08 червня 2015 р.). – Київ: ІПММС НАН України. – С.70-73.

УДК 532.517

МОДЕЛИРОВАНИЕ АТМОСФЕРНОГО ПЕРЕНОСА РАДИОУГЛЕРОДА В УЧЕНИЯХ МЕЖДУНАРОДНОЙ ПРОГРАММЫ БИОПРОТА

И.В. Ковалец
Институт проблем математических машин и систем НАН Украины
Украинский центр экологических и водных проектов

БИОПРОТА (www.bioprota.org) является международным сотрудничеством, цель которого – устранение ключевых факторов неопределенности в оценке воздействия на окружающую среду и здоровье человека в долгосрочной перспективе, вызванного выбросом радиоактивных изотопов и других загрязняющих веществ в результате практики обращения с радиоактивными отходами. Радиоуглерод (C-14) является ключевым радионуклидом при оценке воздействия на окружающую среду глубоких геологических хранилищ радиоактивных отходов [1], поэтому в рамках проекта БИОПРОТА проводятся учения, целью которых является координация усилий по изучению динамики этого радионуклида в окружающей среде. В работе [2] была предложена одномерная модель динамики радиоуглерода, в которой учитывается выделение углерода за счет дыхания, поглощение за счет фотосинтеза и турбулентное перемешивание в слое растительности. Однако верификация этой модели была осуществлена в работе [2] только на данных измерений стабильного углерода. До последнего времени данные измерений C-14, пригодные для верификации такой модели в литературе практически отсутствовали: требуется измерение концентрации как минимум на трех вертикальных уровнях с достаточно малым временем осреднения (не более нескольких часов), а также должны быть измерены ряд микрометеорологиче-

ских параметров включая турбулентные потоки импульса и CO2. В работе [3] такие данные были получены, поэтому в рамках проекта БИОПРОТА впервые было проведено прямое сравнение результатов моделирования атмосферного транспорта C-14 с данными измерений [4,1]. Результаты модели [2], представленные в настоящем докладе хорошо согласуются с данными измерений.

Литература:

1.Thorne M., Smith K., Kovalets I., Avila R., Walke R. (2018) C-14 in the Biosphere - Terrestrial Model-Data Comparisons and Review ofCarbon Uptake by Fish // BIOPROTA Final Report: , QRS-1769B-1, Version 1.0, 11 May 2018 [в печати]

2.Kovalets I., Avila R., Mölder M., Kovalets S., Lindroth A. (2018) Verification of a one-dimensional model of CO2 atmospheric transport inside and above forest canopy using observations at the site of Norunda research station // Boundary Layer Meteorology, doi: 10.1007/s10546-018-0340-z

3.Palonen, V., Pumpanen, J., Vesala, T., In prep. A year-long high precision atmospheric and forest soilemission 14CO2 dataset from northern Europe. Boreal Environmental Research [in press]

4.Bioprota (2017) C-14 Terrestrial Model-Data Comparisons. Bioprota Technical Note, QRS-1769B-TN1-NAM Version 1.0, 21 September 2017 (Ed.: Laura Limer)

УДК 004.9:504:532.5:519.6

FLOOD FORECASTING SYSTEM DEVELOPED FOR UKRAINIAN PARTS OF PRUT AND SIRET RIVER BASINS

O. Pylypenko[1,2], M. Zheleznyak[3], O. Boyko[4], I. Kovalets[1,2], S. Kivva[1,2], A. Khalchenkov[1,2], O. Mikhalsky[1,2], M. Sorokin[1,2].

[1]Institute of Mathematical Machines and Systems, National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine

[2]Ukrainian Center of Environmental and Water Projects, Ukraine

[3]Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University, Japan

[4]University of Siegen, Germany

Prut and Siret rivers are two neighbouring rivers the upper parts of which are located in south-western Ukraine on the eastern slopes of the Carpathian Mountains. The upper reaches of Prut are located in Ivano-Frankivsk and Chernivtsi oblast of Ukraine, while the middle and lower reaches of Prut river flow along the border between Moldova and Romania. Most of the Siret river basin is located in Romania and only a small portion of its upper part – in

Chernivtsi oblast of Ukraine. Within EC funded project EAST AVERT "Prevention and flood protection in Siret and Prut river basins through the implementation of a modern monitoring system with automatic stations" in addition to the strengthening of the monitoring system in the basins there were plans for modernization of the flood forecasting system in all three countries of these transboundary basins, as well as the simulation of flood inundation zones.

The modeling system developed for the Ukrainian part of the Prut and Siret rivers is based on the chain of the following models.

1. The regional numerical weather prediction model, based on the customization of the open source mesoscale model WRF [1]. The developed software system provides automatic computing of the up to 7 day weather forecast for the Prut and Siret basins in Ukraine four times per day with spatial resolution 3*3 km.

2. The distributed physically based "rainfall–runoff model" TOPKAPI-UKRAINE predicting the lateral inflow from watershed to river network. The parallel code of the model was developed on the basis of the equations of TOPKAPI model [2,3].

3. The flood routing – river hydrodynamics 1– D model RIVTOX, deployed in the versions based on the full Saint-Venant equations and its diffusive wave approximation.

4. The two dimensional model COASTOX_UN [4] of the flow in the river channels and within the floodplains, based on the numerical solutions of the 2D shallow water equation on unstructured grids.

The specialized software shell HYDROS was developed in Java. Its functions include the coupling of the model chain, data retrieval from data bases of the monitoring systems, data transfer from 1D and 2D hydraulic models and GIS servers, graphical user interface for each module of the system. Two dimensional model COASTOX_UN was used to simulate the flood zoning for the 12 sites of these rivers selected on the criteria of the highest risk for the population. These results of 2-D modeling were used for the calibration of 1-D model RIVTOX customized for whole length of the main river channels for flood forecasting and operational flood inundation mapping during the high floods. The system is installed in the regional operational units of Ukrainian Hydrometeorological Service and in the regional branch of Water Management Agency of Ukraine for pilot operation and testing. The sources of uncertainties of system forecasting are analyzed on the basis of the numerical results and monitoring data received in the initial period of the system use in operational mode and on the basis of the archive data/historical scenario consideration.

References:

1. І. Ковалець, О. Халченков, С. Ануліч, О. Удовенко (2015) Оперативне прогнозування метеорологічних полів для систем попередження паводків у Карпатах. Математичні машини і системи, 3, с. 118 – 125.

2. Liu Z. L., Todini E. (2002) The TOPKAPI model. Hydrology and Earth System Sciences, 6, pp. 859— 881

3. А. Бойко, М. Железняк (2015) Технология параллельной обработки пространственно распределенной информации в модели стока речного водосбора. Электронное моделирование, 37 (1), с. 97-111.

4. Zheleznyak M., Kivva S., Ievdin I., Boyko O., Kolomiets P., Sorokin M., Mikhalskyi O., Gheorghiu D. (2016) Hydrological Dispersion Module of JRODOS: renewed chain of the emergency response models of radionuclide dispersion through watersheds and rivers. Radioprotection, 1-4, pp. 129-131.

УДК 532.517

АДАПТАЦІЯ СИСТЕМИ РОДОС-УКРАЇНА ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОЖЕЖ У ЧОРНОБИЛЬСКІЙ ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ

І.В. Ковалець, Р.О. Синкевич, О.В. Халченков, О.І. Удовенко
Інститут проблем математичних машин та систем НАН України
Д.Ю. Соловей, М.Й. Железняк
Український центр екологічних та водних проектів, Україна
Д.Ю. Дорошенко, Я.В. Булич
ДСП «Екоцентр», Україна
Є.О. Євдін
Федеральне відомство з радіаційного захисту, Німеччина
Д. Трибушний, Т. Шихтель, Т. Мюллер, В. Раскоб
Університет Карлсруе, Німеччина

У рамках проекту програми Міжнародного співробітництва з ядерної безпеки (INSC) Єврокомісії систему ядерного аварійного реагування РОДОС адаптовано для умов Чорнобильської зони відчуження [1]. Однією з задач проекту було забезпечення можливості прогнозування радіаційних наслідків лісових пожеж на забруднених територіях. Для цього система РОДОС була інтегрована з даними радіаційного моніторингу (АСКРО) у Чорнобильські зоні відчуження, який проводиться ДСП «Екоцентр». Дані АСКРО оперативно поступають у РОДОС-центри Державного агентства з управління зоною відчуження, Центру прогнозування наслідків радіаційних аварій Українського гідрометцентру (ЦПНРА УГМЦ) та інші (рис.1).

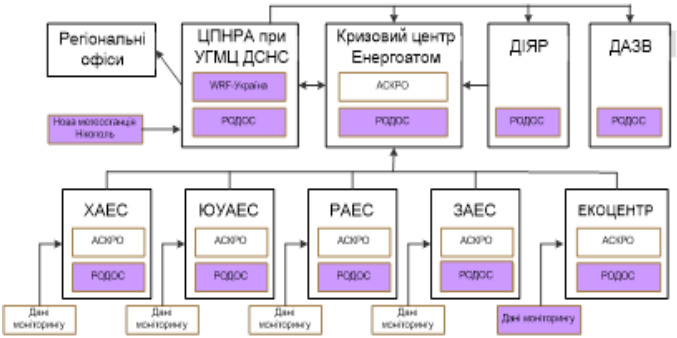


Рис. 1. Користувачі та постачальники даних системи РОДОС-Україна, впровадженої для Чорнобильської зони відчуження

У системі прогнозування погоди WRF-Україна, встановленій у ЦПНРА УГМЦ були внесені зміни конфігурацій обчислювальних областей, щоб забезпечити РОДОС-Україна даними чисельного прогнозу погоди для території Чорнобильської зони відчуження .

Метод прогнозування розповсюдження радіонуклідів внаслідок пожежі, запропонований у роботі [2] був інтегрований у системі РОДОС та розроблений відповідний інтерфейс користувача. Для розрахунку в систему була впроваджена карта забруднення Чорнобильської зони відчуження [3]. Систему було використано Державною інспекцією ядерного реагування України під час пожеж у Чорнобильській зоні [4] (рис. 2).

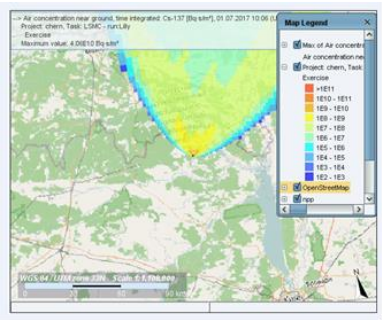


Рис. 2. Інтегральна концентрація Cs-137 [мкБк с/м3] за дві доби пожежі 29-30.06.2017 р, спрогнозована системою РОДОС. Результати представленого прогнозування використані в офіційному повідомленні ДІЯРУ від 30.06.2017 р [4].

Література

1. Железняк М. І., Ковалець І.В., Раскоб В., Євдін Є.О. (2016) Проект адаптації системи JRODOS до умов Чорнобильської зони відчуження // Зб. Пр. Першої міжнар. конф. «Проблеми виведення з експлуатації об'єктів ядерної енергетики та відновлення навколишнього середовища» INUDECO 2016 (Славутич, Україна, 25-27 квітня 2016 р.)- С. 48-56
2. Ковалец И.В. Романенко А.Н., Анулич С.Н., Евдин Е.А. Прогноз радиационной обстановки во время пожара в Чернобыльской зоне отчуждения с использованием системы JRODOS // Зб. Пр. 10-ї дистанційної науково-практичної конф. з міжнар. участю "Системи підтримки прийняття рішень – СППР 2015", (Київ, 08 червня 2015 р.). – Київ: ІПММС НАН України. – С.62-65
3. Kashparov V.A., Lundin S.M., Khomutinin Yu.V. [et al] (2001) Soil contamination with 90Sr in the near zone of the Chernobyl accident // Journal of Environmental Radioactivity, 56: 285-298
4. Державна інспекція ядерного регулювання України "Моделювання атмосферного переносу продуктів горіння внаслідок лісової пожежі у зоні відчуження свідчить про відсутність перевищень нормативних значень концентрації радіонуклідів". Офіційне повідомлення від 30.06.2017 р. – Режим доступу: http://www.snrc.gov.ua/nuclear/uk/publish/article/368160

УДК 551.326.7 (292.3)

МОДЕЛЮВАННЯ ФОРМУВАННЯ ТА ДИНАМІКИ ПРИДОННИХ І ШЕЛЬФОВИХ ВОД ПІД ЛЬОДОВИКОМ РОННЕ-ФІЛЬХНЕРА

Терлецька К.В., Мадерич В.С., Бровченко І.О.
Інститут Проблем Математичних Машин і Систем НАНУ, Україна

Особливістю моря Веделла є формування антарктичної придонної водної маси (АПВ) за рахунок зимової конвекції на шельфі. За оцінкою Locarnini et al. (1993) більше половини АПВ, що заповнює значну частину абіссалі Світового океану, надходить саме з цього моря. Глибинні води моря Ведделла (ГВВ) формуються в результаті декількох взаємодіючих механізмів конвекції: (1) шельфовій конвекції над відносно мілководним (до 500 м) шельфом в південно-західній частині моря, (2) глибоководної конвекції в ополонках, (3) трансформації шельфових вод під шельфовим льодовиком Ронне-Фільхнера на півдні моря.

У результаті складного гідротермодинамічного процесу трансформації шельфових вод під шельфовим льодовиком Ронне-Фільхнера формується придонна течія в низині Фільхнера. Солоні і холодні води, що мають температуру замерзання океанської води (oC) і які утворилися в районі шельфового льодовика Ронне за рахунок конвекції в ополонці, опускаються у западину під льодовиком на глибини до 1900 м, де температура танення льоду вища, тому льодовик знизу тане і вода стає більш прісною, потім вода повертається через льодовик Фільхнера в протоку між островом Беркнера, піднімаючись вздовж нижньої поверхні цього льодовика, температура води стає нижчою, ніж локальна температура замерзання морської води, лід наростає, виділяється розсіл і, в кінці кінців, формується придонна водна маса, що більш холодна та більш прісна ніж та вода, що втікає (Рис.1а). Ця водна маса потім витікає через низину Фільхнера у вигляді гравітаційної течії. Сила Коріоліса відхиляє цю течію на захід (Рис.1б).

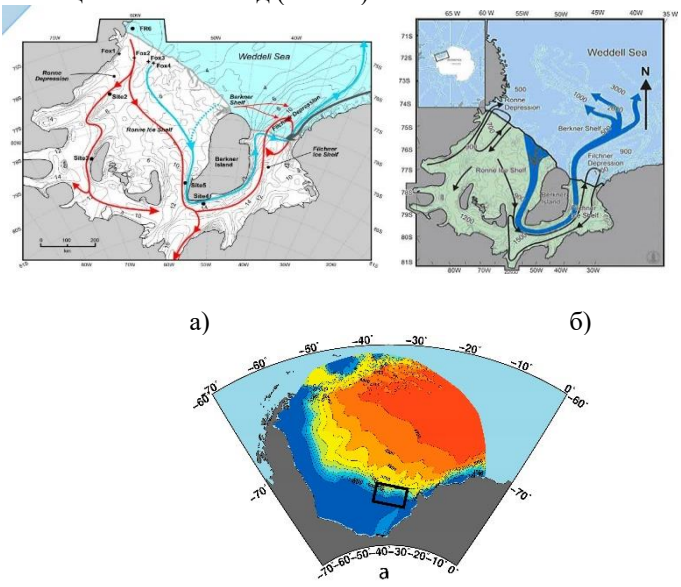


Рис. 1.(а)-(б) Процес трансформації шельфових вод під шельфовим льодовиком Ронне-Фільхнера. (в)- Розподіл глибин у розрахунковій області в західній частині моря Веддела згідно GEBCO (2003).

Метою даної роботи є проведення чисельного дослідження впливу топографії на гравітаційні течії, які викликані лодовиковими водами у західній частині моря Ведделла на масштабі декількох років. Для моделювання використовується модель SCHISM (Zhang et al., 2016) з неструктурованою сіткою та узагальненою системою координат, які дозволяють моделювати різномасштабні процеси в морському басейні з локально великими кутами нахилу континентального схилу.

Згідно з даними спостережень (Foldvik et al., 2004) потік вод з улоговини Фільхнера розповсюджується по схилу трьома шляхами: уздовж краю шельфу; перетинаючи обидва підводних хребта; слідуючи вздовж східного схилу підводного хребта.

На рис. 2 розрахований розподіл придонних течій через 1000 діб після початку витоку порівнюється даними вимірів течій (Foldvik et al., 2004) в області виділеної чотирикутником на рис. 1в. Особливостями рельєфу дна в дані області є наявність двох підводних хребтів – східного і західного з улоговиною між ними. Згідно з розрахунками потік вод з улоговини Фільхнера витікає з улоговини в північному напрямку, потім вода повертає на захід під дією сили Коріоліса. Цей потік розділяється на дві частини. Одна частина потоку затікає на шельф і слідує вздовж ізобат на захід, а інша повертає на континентальний схил в каньоні між двома хребтами і потім стікає в абісальну частину моря Ведделла (Рис.2б). Результати розрахунків (Мадерич та ін, 2010) не суперечать цій схемі, за винятком течій в околі східного хребта. Ці розрахунки також узгоджуються з результатами моделювання (Wilchinsky & Feltham, 2009), згідно яким потік придонних вод перетинає східний хребет.

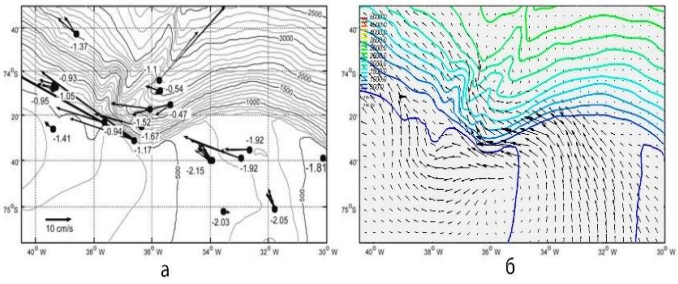
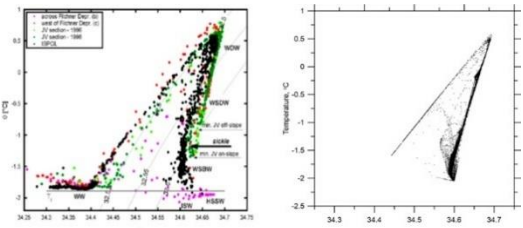


Рис.2. Розподіл придонних течій в околі витоку вод з улоговини Фільхнера за даними вимірів (Foldvik et al., 2004) (а) та за даними розрахунку після 1000 діб з початку витоку (б). Цифри на рис. 2а означають потенційну температуру донної води.



а б

Рис.3. Діаграма температури/солоності T/S для придонних водних мас (а) – виміри (Huhn et al 2008) , (б) – результати чисельного моделювання

Результати моделювання показали, що під дією плавучості, сили Коріоліса та тертя у бароклінному океані потік вод з-під льодовика Фільхнера на краю шельфа і материковому схилі розділяється на три: один потік стікає у абісаль моря Ведделла, інший тече вздовж континентального схилу, тоді як третя, найбільша частина потоку повертає на шельф і заповнює улоговину Ронне, повертаючись під льодовик Ронне. Зроблено висновок, що рециркуляція льодовикових вод може суттєво вплинути на оцінки продукції придонних вод у морі Ведделла.

Робота була підтримана Національним антарктичним науковим центром за договором № Н/1-2017 «Моделювання формування і розповсюдження глибинних вод в морі Ведделла та дослідження впливу геомагнітної активності на атмосферні процеси тропосфери над Антарктичним півостровом»

Література:

1.Locarnini, R., Whitworth III, A.T., Nowlin, W. D. Jr. 1993. The importance of the Scotia Sea on the outflow of Weddell Sea Deep Water. J. Marine Res. 51, 135-153.

2.Zhang, Y.J., Baptista, A.M.2008. SELFE: A semi-implicit Eulerian–Lagrangian finite-element model for cross-scale ocean circulation. Ocean Modelling, 21, 71–96.

3.Foldvik, A., Gammelsrød, T., Østerhus, S., Fahrbach, E., Rohardt, M., Schröder, G., Nicholls, K. W., Padman, L.,Woodgate R. A. 2004. Ice shelf water overflow and bottom water formation in the southern Weddell Sea. J. Geophys. Res., 109, C02015, doi:10.1029/ 2003JC002008.

4.Мадерич В.С., Терлецкая Е.В ., Бровченко И.А., Структура и динамика гравитационных течений на склоне: поток трансформированных

под ледником Ронне-Фильхнера вод в море Уэдделла. Украинский Антарктический Журнал. 2010. № 9. С.263-270. URL:http://www.uac.gov.ua/custom_content_source_list/uaj/uaj9/UAJ_N_9_263-270.pdf

5.Huhn, O, Hellmer, HH, Rhein, M, Rodehacke, C, Roether, W, Schodlok, MP and Schröder, M Evidence of deep- and bottom-water formation in the western Weddell Sea. // Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography,- 2008.- 55(8-9). P. 1098-1116

УДК 351:630 (477)

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ В МОНІТОРИНГУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

В.І. Зацерковний, Л.В. Плічко
Київський національний університет ім. Тараса Шевченко

Поверхневі водні об’єкти в силу своєї специфіки не визнають ні державних, а ні адміністративних кордонів. Відомо, що Україна належить до найменш водозабезпечених держав Європи [1]. Господарська діяльність людини, сотні тисяч побудованих водоймищ, водогосподарських споруд, систем водопостачання та водовідведення перетворили природну гідрографічну мережу в єдину складну водогосподарську систему, яка вимагає для забезпечення національної безпеки комплексного, науково-обґрунтованого управління поверхневими водними об’єктами. Практично всі поверхневі водні об’єкти, особливо в районах розміщення потужних промислових і сільськогосподарських комплексів, відчувають антропогенний тиск, що проявляється в забрудненні, виснаженні та деградації.

Актуальність дослідження зумовлене тим, що за даними водокористування [2] в Україні здійснюється переважно нераціональні, непродуктивні витрати води, збільшується об’єм придатних до використання водних ресурсів внаслідок забруднення і виснаження зменшується. Основні речовини, які призводять до забруднення - сполуки важких металів, сполуки азоту та фосфору, нафтопродукти, феноли, сульфати, в концентраціях, які перевищують значення, встановлені в директивах, рекомендаціях Європейського союзу (ЄС) та іншими міжнародними організаціями [3]. Система державного управління в галузі охорони вод потребує невідкладного реформування у напрямі переходу до інтегрованого управління водними ресурсами. Екологічний стан масиву поверхневих вод та якість води в них є основними чинниками санітарного та епідемічного благополуччя населенняТому не викликає сумніву

створення та впровадження геоінформаційної системи (ГІС) для обробки даних моніторингу поверхневих вод, яка є одним із положень Директиви ЄС.

Основною проблемою щодо охорони та раціонального використання поверхневих вод Чернігівської області протягом останніх років залишається питання їх забруднення. Основними забруднювачами водних об'єктів області є промислові відходи підприємств та комунального господарства, які безпосередньо скидають стічні води в р. Десна.

Питання, пов'язані із вивченням моніторингу забруднення поверхневих вод, міграції забруднюючих речовин, було широко висвітлено в працях багатьох українських учених – Будза О.П., Гребіня В.В., Запольського А.К., Кліменко В.Г., Кошлякова О.Є., Лукіна А.Ю., Огняника М.С., Хільчевського В.К., Хвесик М.А., Яцик А.В. та багатьох інших. Значну увагу було приділено цій проблемі в працях зарубіжних авторів – Фріда Ж., Гарельса Р.С., Хора Р., Дривера Дж. та інших [2,4].

На сьогодні річкові та озерні долини інтенсивно забудовуються, що також призводить до зміни гідроморфологічних параметрів річок та озер. Відповідно, необхідно проводити оцінку та прогнозування можливих несприятливих сценаріїв зміни гідроморфології річок та озер для прийняття необхідних природоохоронних заходів та прийняття управлінських рішень.

Моніторинг забруднення поверхневих вод за гідрохімічними показниками проводився на 13-ти річках області у 20 створах на р. Десна. Отримані результати експортовані в програмному середовище ArcGIS 9.2. За допомогою ГІС можна визначити зміну показників на обраних постах. Інформація відображається у вигляді інформаційної картки, яка містить: загальні відомості про об'єкт, дані спостережень стану водних об'єктів на пунктах моніторингу у вигляді таблиці (рисунок 1).

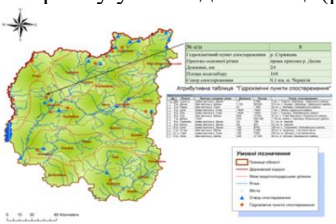


Рис.1 Дані спостережень стану водного об'єкту на гідрохімічних пунктах

За допомогою ГІС можна визначити зміну показників на обраних постах. Інформація відображається у вигляді інформаційної картки, яка містить: загальні відомості про об'єкт, дані спостережень за станом водних об'єктів на пунктах моніторингу у вигляді таблиці. Також в системі

реалізована задача автоматизованого геокодування (просторової прив'язки) гідрохімічного пункту спостереження.

Однією з найбільших переваг використання ГІС для обробки просторово-розподілених даних є можливість візуалізації закономірностей у вигляді тематичних карт, одним з підвидів яких є екологічні карти. Тому для моніторингу якості поверхневих вод було створено карту моніторингу екологічної якості поверхневих вод р. Десна, на які можна переглянути екологічний стан суббасейну та класифікувати водні об’єкти по п’яти класам згідно до нормативів Директиви ЄС (рисунок 2).

Рис. 2 Карта моніторингу екологічної якості поверхневих вод р. Десна Чернігівської області

Така інформація може передаватися в табличну базу даних або аналізуватися в межах ГІС і є засобом для взаємного доповнення та перевірки.

На основі кількісних та якісних характеристик точкових джерел забруднення (скидання забруднюючих речовин), а також аналізу навантаження та їхній вплив було створено схему розташування точкових джерел забруднення в суббасейні річки Десна (рис. 3). Для користувачів розроблений зручний інтерфейс, що дозволяє відображати ділянки моделювання безпосередньо в ГІС, наносити підприємства за географічними координатами, автоматично імпортувати дані про просторові відносин об'єктів до бази даних.

Результатом моделювання є поле поширення концентрації забруднюючих речовин на досліджуваній ділянці поверхневого водного об’єкта, який накладається на картографічну основу в ГІС.

Рис. 3 Схема розташування точкових джерел забруднення в суббасейні р. Десна

Успішний розв'язок багатьох гідрологічних задач вимагає розробки нових методичних засобів дослідження антропогенного навантаження на річковий басейн. Одним з перспективних шляхів використання ГІС є виявлення змін в екосистемі, прогнозу розвитку небезпечних природних і природно-техногенних процесів. Такий підхід дозволяє в наочній формі підготувати по кожному річкового суббасейну карту стану вод за показниками, що дає можливість оцінити ефективність проведених водоохоронних заходів та визначити водогосподарські ділянки, на яких необхідно запланувати та провести додаткові заходи щодо захисту від забруднення поверхневих водних об'єктів.

Управління водними ресурсами, вдосконалення ведення моніторингу та оцінка якості поверхневих вод для посилення їх захисту від забруднення, удосконалення водного законодавства в області захисту від негативних впливів антропогенного характеру може бути впроваджене на основі досвіду застосування водного законодавства ЄС, яке добре себе зарекомендувало на практиці. Геоінформаційні системи дозволяють оцінити цілісну картину забруднення, виявити пріоритетні фактори, оптимально реагувати на техногенні впливи, розробляти адекватну тактику і стратегію природокористування.

Література

1.Щорічна доповідь про стан здоров'я населення, санітарно-епідемічну ситуацію та результати діяльності системи охорони здоров'я України. 2016 рік / МОЗ України, ДУ «УІСД МОЗ України». – Київ, 2017. – 516 с.

2. Васенко О.Г. Екологічна оцінка стану поверхневих вод України з урахуванням регіональних гідрохімічних особливостей / О.Г. Васенко, Д.Ю. Верниченко-Цветков,М.С. Коваленко [та ін.]: зб. наук. пр. УНДіЕП. – Х.,2010. – Реж. доступу: http://www.nbuv.gov.ua/portal/Na - tural/ponp/2010/ 2010-Artic les/UkrNDIEP_2010_04.pdf

3. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of establishing a framework for Community action in the field of water policy/ OJ L 327, 22.12.01. – 2001.

4. Зацерковний В. І. Геоінформаційні системи в науках про Землю / В.І. Зацерковний, І.В.Тішаєв, І.В. Віршило, В.К Демидов. – Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2016. – 510 с.

СЕКЦІЯ 2
СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ У ВИРОБНИЦТВІ

УДК 517.957

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В МЕДИЦИНІ НА ПРИКЛАДІ ДІАГНОСТИКИ СПАДКОВИХ МЕТАБОЛІЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ

Малєй А.В.

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Математична модель дозволяє описати можливості досліджуваного об'єкта за допомогою системи формул математичних функцій на рівнянь. Наприклад, до математичних моделей природних явищ відносяться загальновідомі закони тяжіння, закон Ома. Для моделювання динамічних процесів використовується система диференційних рівнянь, що дають змогу відобразити зміну величин у дослідній системі за допомогою похідних. Математичне моделювання будь-якого процесу можливе лише при умові достатньої інформації щодо його фізичних там біологічних закономірностей.

Але розвиток технологій сучасності дає змогу значно розширити можливості застосування саме математичної моделі в медицині не тільки для моделювання простих систем, але й для цілого комплексу складних.

Математичне моделювання дозволяє дослідити поведінку біологічних систем в умовах, які дуже складно й затратно відтворити в клінічному експерименті. Ще однією перевагою застосування математичної моделі є скорочення часу дослідження, оскільки комп'ютер розбирає достатньо валику кількість можливих варіантів досліду за короткий проміжок часу. Також математична модель спрощує розв'язання задач із лікування хвороб, оскільки вона прискорює аналіз вхідних даних та вирішення запитань, які можуть виникнути в процесі лікування.

Особливості моделювання вроджених помилок метаболізму

Геном людини складається з близько 25000 основних генів. Більшість з них виконують свої основні функції шляхом взаємодії з так званими малими молекулами та макромолекулами. Мережа, що виникає внаслідок всіх цих взаємодій формує клітинні компоненти, зокрема білки та РНК [1]. Вроджені помилки метаболізму (ВПМ) є наслідком генетичної варіації, але фенотип хвороби формується не тільки внаслідок функціональної зміни ураженого генного продукту, а й з урахуванням поширення зав'язків по клітинним мережам [2].

Білки виконують клітинну функції, і всі білково-білкові зв'язки утворюють велику підмережу всередині людського організму [3]. Повна

високоякісна карта мережі протеїнової взаємодії має принципове значення для розуміння захворювань [4]. Аналіз цих мереж з новими інструментами мережевої медицини може допомогти зрозуміти клітинні механізми, що лежать в основі ВПМ, взаємозв'язків між різними ВПМ або між ВПМ та іншими захворюваннями.

Біологічні мережі не є випадковими та регулюються сукупністю принципів. Вони не мають масштабу, тобто є багато вузлів з кількома сусідами та декілька вузлів з багатьма сусідами, які називаються центрами [2]. Асоційовані з хворобами білки не розсіюються випадковим чином, а мають тенденцію взаємодіяти один з одним [5]. Кластер пов'язаних з хворобами білків у тій самій мережі сусідів формує підграф, який є модулем хвороби [2]. Ці модулі можуть бути специфічними для тканини [6] та персоналізованими пучками експресії генів, які пов'язані з цими модулями, на вплив окремих виразів хвороби [7]. У межах модуля хвороби різні захворювання можуть виникати з загальних механізмів і відображати перехресні фенотипи, як це показано для складних захворювань, таких як запалення, астма та серцево-судинні захворювання [7].

Однак підходи до мережевої медицини не були використані для систематичного вивчення ВПМ[8] як гетерогенної групи порушень, що впливають практично на всі біохімічні шляхи людини та погіршують функцію багатьох органів. Ієрархічна класифікація ВПМ, надана Товариством вивчення вроджених помилок метаболізму (SSIEM), містить 612 захворювань з числами MIM [9] у 15 групах захворювань [10]. Використовуючи нові інструменти мережевої медицини, можна дослідити, чи є суб'єкт ВПМ справді організованим як модулі захворювання в взаємодію білкових зв'язків і як вони пов'язані один з одним.

Для подальшого поліпшення клінічної значимості стратегії було розглянуто відносини ВПМ з іншими захворюваннями, не пов'язаними з ВПМ, інтегровану базу даних, таку як функціональні анотації з генної онтології, фенотипні ознаки та посилання на ліки або біологічно активні сполуки.

Зв'язок ВПМ

В роботі [7] генотип людини подається як сукупність 13460 білків, зв'язаних 141296 стійкими зв'язками. Відповідно до класифікації SSIEM, 427 генів, можуть асоціюватися з ВПМ, а 376 їх результуючих генів, ВПМ-асоційованих білків, були ідентифіковані в людському організмі. У межах набору з 376 ВПМ-асоційованих білків, 298 білків встановили 706 взаємодій між собою, що призвело до можливого подання ВПМ у вигляді графу (рис.1), де колір вузла вказує на приналежність до групи метаболічних захворювань.

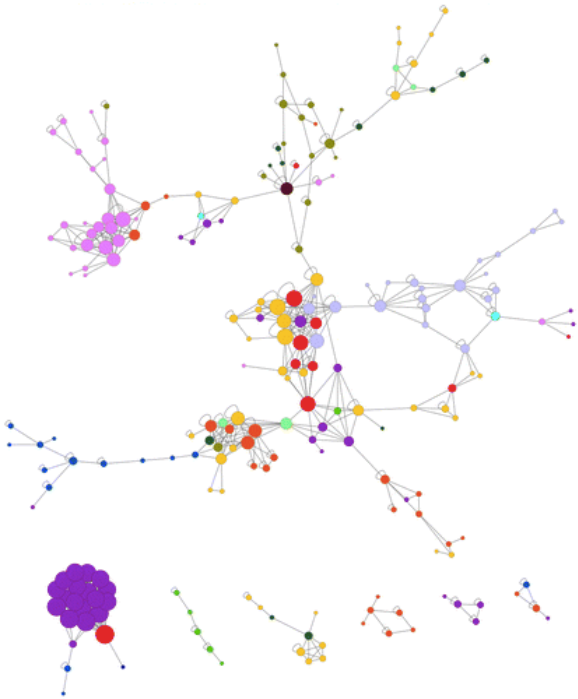


Рисунок 1 – Схематичне зображення зв'язків семи найбільших груп ВПМ

В подальшому з усього графа декомпозуються окремі частини у відповідності до приналежності певній групі захворювань та розглядаються з точки зору внутрішніх зв'язків та характеристик (рис. 2.) та зв'язків груп хвороб між собою(рис. 3).

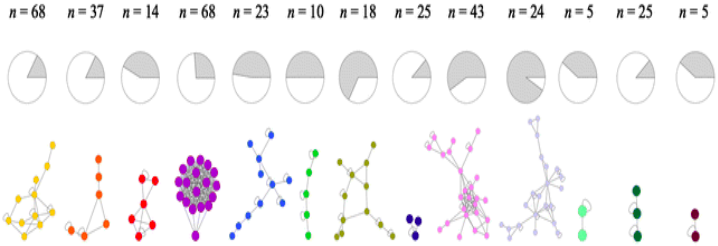


Рисунок 2 – Ідентифікація модулів груп захворювань в межах ВПМ

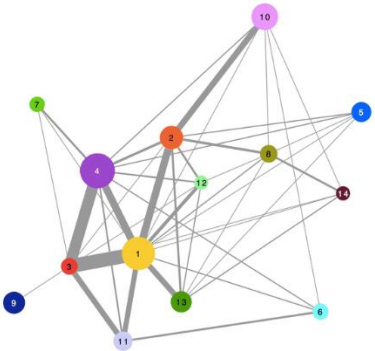


Рисунок 3 – Граф зв'язків між різними групами метаболічних захворювань

Література

1. Schadt EE (2009) Molecular networks as sensors and drivers of common human diseases. Nature 461:218–223. https://doi.org/10.1038/nature08454

2.Barabási A-L, Gulbahce N, Loscalzo J (2011) Network medicine: a network-based approach to human disease. Nat Rev Genet 12:56 – https://doi.org/10.1038/nrg2918

3.Vidal M, Cusick ME, Barabási A-L (2011) Interactome networks and human disease. Cell 144:986–998. https://doi.org/10.1016/j.cell.2011.02.016

4.Luck K, Sheynkman GM, Zhang I, Vidal M (2017) Proteome-scale human Interactomics. Trends Biochem Sci 42:342–354. https://doi.org/10.1016/j.tibs.2017.02.006

5.Goh K, Cusick M, Valle D et al (2007) The human disease network. Proc Natl Acad Sci 104:8685–8690

6. Kitsak M, Sharma A, Menche J, Guney E (2016) Tissue specificity of human disease module. Nat Sci Rep:1–12. https://doi.org/10.1038/srep35241

7. Menche J, Guney E, Sharma A et al (2017) Integrating personalized gene expression profiles into predictive disease-associated gene pools. Syst Biol Appl 3:10. https://doi.org/10.1038/s41540-017-0009-0

8. Argmann CA, Houten SM, Zhu J, Schadt EE (2016) Perspective a next generation multiscale view of inborn errors of metabolism. Cell Metab 23:13–26. https://doi.org/10.1016/j.cmet.2015.11.012

9. www.omim.org

10. www.ssiem.org/resources/IEC.asp

УДК 614.88

ПЛАНУВАННЯ РОБОТИ БРИГАД ШВИДКОЇ ДОПОМОГИ

Е.В. Коробова
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Служба швидкої невідкладної допомоги відіграє велику роль у житті будь-якого громадянина, оскільки її завдання — надання першої медичної допомоги особам у станах, що загрожують життю, потерпілим від нещасних випадків (при пораненнях, переломах, опіках, отруєннях, ураженні електричним струмом тощо), а також транспортування потерпілих до лікарень.

Ефективна, злагоджена та миттєва робота станцій швидкої допомоги - ключовий фактор до збереження життя багатьох людей, які залежать лише від вчасно наданої медичної допомоги.

У великому місті постає проблема невчасного приїзду медичної бригади на місце виклику, що є наслідком інших проблем: великої кількості населення та непрофільних викликів, браку ресурсів та кадрів, тощо.

У багатьох випадках проблема виникає у диспетчерських пунктах, адже вони знаходяться у стані браку кадрів та часу для миттєвої реакції на дійсно критичні та важливі виклики.

Для того, щоб пришвидшити передачу виклику медичній бригаді, тим самим зменшивши час на його обслуговування, необхідно автоматизувати роботу диспетчерського пункту.

Розглянемо станцію швидкої допомоги міста Києва, що складається з таких елементів: головний диспетчерський пункт, 17 підстанцій та 122 виїзні бригади різних профілів.

Задіяні ролі у процесі обслуговування виклику - диспетчер головної станції, диспетчер підстанції та виїзна бригада.

Задача диспетчера головної станції - зареєструвати виклик. Для цього він має здійснити такі кроки:

- визначити причину виклику;
- дізнатися точне місцезнаходження потерпілого;
- внести інформацію до карти виклику;
- визначити необхідну підстанцію на основі отриманої інформації від потерпілого;
- передати виклик із картою виклику на підстанцію.

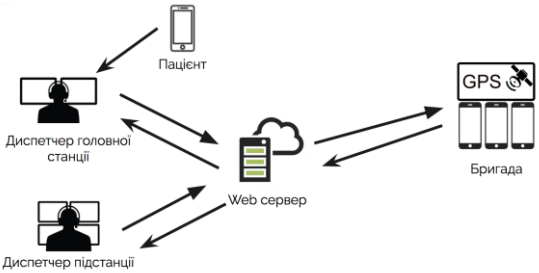


Рис. 1 Схема взаємодії ролей у процесі обслуговування виклику

На підстанціях знаходяться диспетчери, які приймають виклики із головної станції. Їх задача, прийнявши виклик, визначити бригаду, яку необхідно відправити на місце події.

Згідно з постановою МОЗ України [1], функцією диспетчерського пункту на підстанції є прийом викликів з головної станції, та організація їх виконання . Тому першим кроком диспетчера підстанції є планування виконання вхідного виклику, базуючись на місцезнаходженні кожної бригади, кількості необхідних машин, критерії важливості виклику, а також вже сформованого розкладу робіт підстанції.

Після того, як диспетчером підстанції був визначений номер бригади (однієї або декількох, якщо на місці багато постраждалих) на мобільну станцію бригаді приходить карта виклику, і вони виїжджають на місце до потерпілого [2].

Після повернення з виклику формується звіт, який потім передається на головну станцію для звітування про виконану роботу.

Для того, щоб розв’язати вищеописані поставлені задачі, необхідно застосувати ряд математичних методів.

Методи розв’язання поставлених задач

Для автоматизованого розв’язання поставлених задач можна використати наступні методи:

− побудова та використання класифікаційного дерева рішень для розв'язання задачі класифікації причини виклику;

− методи багатокритеріальної оцінки альтернатив з теорії прийняття рішень, для вибору підстанції;

− теорія масового обслуговування або динамічне складання розкладу для планування виклику на підстанції;

− задача маршрутизації транспортних засобів для знаходження оптимального шляху до потерпілого та розрахунку орієнтовного часу прибуття швидкої;

− математична статистика для формування звітності підстанції.

Розглянемо задачу класифікації причини виклику.

Задача класифікації причини виклику

Нехай Y - множина варіантів причин для виклику, та існує n можливих причин ($n > 0, n \in Z$), тоді Y:

$$Y = \{ \llbracket y_1 \rrbracket _ , y_2, ... y_n \} \quad (1)$$

Існує визначена множина симптомів X, що складається з m елементів:

$$X = \{ \llbracket x_1 \rrbracket _ , x_2, ... x_m \} \quad (2)$$

Кожна причина y_i ($0 < i \leq n$) може характеризуватися довільною підмножиною симптомів X.

Для виявлення симптомів є ієрархічно впорядкований список запитань K, де відповідь на кожне питання є ознакою наявності чи відсутністю певного симптому x_j.

Необхідно послідовно рухаючись за списком запитань K за найменшу кількість кроків k визначити причину виклику y_i за вхідними симптомами x_j. При цьому коефіцієнт точності d ($0 \leq d \leq 1$) визначення причини y_i має бути максимальним.

Для розв'язання цієї задачі можна використати класифікаційне дерево рішень, що широко використовується у таких прикладних областях як програмування, медицина (діагностика), ботаніка та психологія [3]. В такому випадку, на ребрах («гілках») дерева ухвалення рішення будуть записані симптоми («атрибути»), від яких залежить цільова функція, в «листі» записані значення цільової функції — причина для виклику. Щоб класифікувати причину виклику, потрібно спуститися по дереву до листа і видати відповідне значення.

Визначимо наступний спрощений послідовний список атрибутів: наявність свідомості, дихання, пульсу, можливість рухатися, кровотеча; цільових функцій: знепритомнення, забиття дихальних шляхів, клінічна смерть, параліч, відкритий перелом. Згідно з медичними протоколами ключовим атрибутом є наявність свідомості, саме він являє собою корінь дерева.

Вигляд класифікаційного дерева в наведеному випадку зображений на рисунку 2.

Починаючи з кореня дерева, послідовно даючи відповідь на питання, отримуємо значення цільової функції (причину для виклику), а пройдений маршрут при цьому буде рівний множині симптомів.

Оскільки множини симптомів та причин для виклику є незмінними (або змінюються досить рідко), дерево будується один раз. На складність алгоритму впливатиме лише кількість кроків, що буде дорівнювати кількості симптомів у діагнозі (причині для виклику).

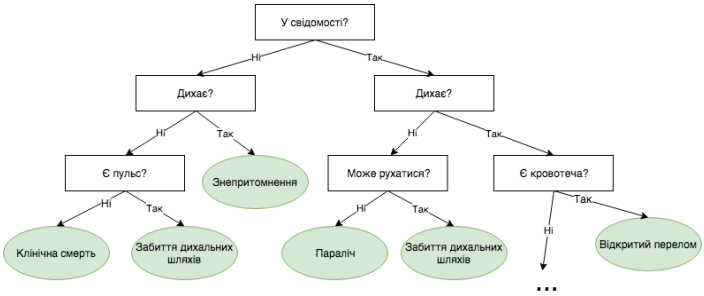


Рис. 2 - Бінарне класифікаційне дерево

Автоматизація роботи диспетчера та реалізація системи автоматизованого прийняття рішень на основі наведених методів має зменшити час на передачу виклику медичній бригаді, а також зменшити навантаження на диспетчера.

Література:

1.МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ. Про заходи щодо удосконалення надання екстреної медичної допомоги населенню в Україні [Електронний ресурс] / МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ. – 29. – Режим доступу до ресурсу: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/an/3106/MOZ8796.html#3106.

2.Жданова М. П. Примірне положення про підстанцію (відділення) екстреної (швидкої) медичної допомоги [Електронний ресурс] / М. П. Жданова. – 29. – Режим доступу до ресурсу: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/TF005276.html.

3.Електронний підручник зі статистики [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://statsoft.ru/home/textbook/modules/stclatre.html.

УДК 004.925.8

ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СИСТЕМА МОДЕЛЮВАННЯ КІСТОК ЩЕЛЕПНО-ЛИЦЬОВОЇ ДІЛЯНКИ

О.І. Сороковий

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Україна

Мета дослідження – з'ясувати можливості створення за допомогою сучасних адитивних технологій моделей кісток людського тіла за даними:

• медичного діагностичного обстеження засобами томографії;

• подальшого перетворення медичних даних в цифровий формат, зрозумілий для CAD\CAM систем;

• редагування комп'ютерної моделі й на її основі проектування імплантів;

• створення технологічної карти оптимального процесу друкування моделей кісток та імплантів 3D-принтером.

Структурно дослідження можна звести до послідовного переміщення цифрової інформації між різними програмними продуктами, з усуненням на кожному етапі проблем конвертації, розпізнавання, точного налаштування параметрів операцій (див. рис. 1), тобто свого роду технологічної карти процесу отримання моделі частини скелету людини для використання в щелепно-лицьовій хірургії. Наші дослідження [1] було б неможливим без плідної співпраці з фахівцями кафедри «Ортопедичної стоматології з імплантологією» ВДНЗУ Української медичної стоматологічної академії.

Рисунок 1. Структурна схема дослідження

Для розробки тривимірної цифрової моделі необхідні дані щодо точної геометрії об'єкту (кістки) та місця і характеру ураження. В нашому випадку дані об’ємного цифрового зображення надійшли з комп'ютерного томографа, який формує серію двовимірних рентгенівських зображень внутрішньої частини об'єкта із заданим кроком. Для хірурга такі знімки збільшують інформативність діагностики та дають можливість ефективніше вибудувати план лікування, а ми за цими даними можемо моделювати тривимірний образ. Отримані результати дослідження зберігають в спеціальному форматі стандарту створення, зберігання, передачі та візуалізації медичних зображень КТ діагностики пацієнтів – DICOM [2].

Подальша інтерпретація даних КТ потребує спеціалізовано програмного забезпечення, яке на основі віртуального пошарового суміщення окремих знімків може побудувати специфічну тривимірну модель.

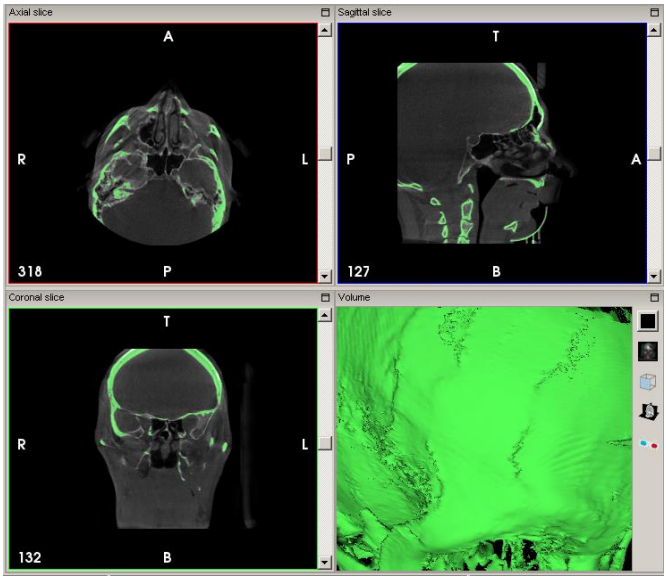


Рисунок 2. Тривимірна модель за інтерпретованими даними КТ

Для наших досліджень було використано безкоштовну програму для наукових досліджень InVesalius 3 [3], яка забезпечує напівавтоматичну функцію сегментації зображень з використанням шкали Хаунсфілда [4] (див. рис. 2). Конечним результатом обробки є конвертація воксельної моделі в бінарний формат STL (Стереолітографія), оскільки це універсальні тріангуляційні дані, які без проблем імпортуються різноманітними професійними CAD\CAM комп'ютерними пакетами або "в'ювераами".

За результатами подальших досліджень, нами зроблено висновок, що редагувати тріангуляційну модель формату STL доцільно в програмі MeshMixer компанії Autodesk (США), проектування імпланту, з подальшою розробкою процесу виготовлення в Autodesk PowerShape та PowerMill [1,5]. За відсутності потреб в матеріальній копії (муляжі) для планування хірургічної операції, модель можна просто роздивлятися у вікні програми, повертаючи її та наближаючи фрагменти. Матеріальну копію можна отримати застосувавши сучасні адитивні технології 3D-друкування [6].

Адитивна технологія - найбільш динамічний напрям світового науково-технічного прогресу, полягає в пошаровому нарощуванні суцільного тривимірного об'єкту, спираючись на цифрову модель. Якщо то-

мограф пошарово сканує людське тіло, то тривимірне друкування послідовно відтворює профіль цікавої нам ділянки. Наше дослідження спиралося на достатньо бюджетний 3D-принтер із технологію моделювання плавленням (Fused Deposition Modeling — FDM) та використанням найбільш поширених матеріалів адитивних технологій – PLA-пластику (екологічно чистий полілактид, англ. – Polylactic acid) або термопластичної смоли ABS (акрилонітрилбутадієнстирол, англ. – Acrylonitrile Butadiene Styrene). Приклади друковах моделей – див. рисунки 3-4.

Рисунок 3. Надрукована модель нижньої щелепи

На теперішній час обстежено 62 пацієнти, створено 48 моделей. Така розбіжність в кількості пов'язана з тим, що у 14 випадках потужні артефакти зображення від металевих імплантів не дали змогу отримати якісну модель.

Рисунок 4. Модель нижньої щелепи

Література:

1. Сороковий О.І., Ясько С.Г. Комп'ютерне моделювання ендопротезу щелепи у Delcam PowerSHAPE / Тези 1-ї Всеукр. конференції "Високі технології в машинобудуванні". – Полтава: ПолтНТУ, 2015. – С.15-17.
2. DICOM / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://dicom.nema.org/standard.html
3. InVesalius / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.cti.gov.br/invesalius
4. Шкала Хаунсфілда / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Шкала_Хаунсфілда
5. Сороковий О.І. Використання трибридного моделювання Delcam PowerSHAPE в навчальному процесі / Міжвідомчий науково-технічний збірник «Технічна естетика і дизайн». Випуск 89. Відповідальний редактор М.І. Яковлєв. – К.: КНУБА, 2012 р. – С. 190-193.
6. Адитивні технології [Electronic resource]. – Mode of access: https://uk.wikipedia.org/wiki/Адитивні_технології

УДК 004.9

ПІДВИЩЕННЯ ОДНОРІДНОСТІ ТОЧОК СПОСТЕРЕЖЕННЯ БАГАТОМОДЕЛЬНИМ КЛАСИФІКАТОРОМ МВД

Авраменко А.С.

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Основним завданням технологій моніторингу є не лише збір інформації о характеристиках об’єкту моніторингу але і забезпечення інформацією процесу прийняття рішень. Інформація отримується в результаті моделювання властивостей об’єкта моніторингу на основі даних, отриманих в процесі вимірювання чисельних характеристик цього об’єкта.

Головним завданням моделювання в моніторингових системах є забезпечення інформацією процесу прийняття рішень. Ця інформація здобувається за результатами моделювання властивостей об’єкта моніторингу на основі даних, отриманих в процесі вимірювання чисельних характеристик цього об’єкта.

Саме зараз перспективними системами моніторингу є системи засновані на технології багаторівневого перетворення даних, яка реалізована у вигляді інформаційної системи з ієрархічним поєднанням багатопараметричних моделей [1].

Такі моделі синтезуються за допомогою індуктивних алгоритмів, нейронних мереж, генетичних алгоритмів та інших. В даній технології

сценарій вибору алгоритму синтезу багатопараметричних моделей (АСМ) реалізовано шляхом послідовного їх випробування та вибору кращого [1]. Далі з синтезованих моделей формується ієрархія.

Моделі на кожному рівні ієрархії розв'язують локальні задачі з перетворення даних. В таких ієрархічних структурах можливе поєднання великої кількості моделей, а саме, від п'ятдесяти і більше.

В процесі моніторингу кризових ситуацій властивості масиву вхідних даних постійно змінюються. Тому існує висока ймовірність того, що одна або декілька моделей можуть почати видавати не адекватні результати. Для виправлення таких «пошкоджень» проводиться заміна цих моделей з їх повторним синтезом та синтезом усіх моделей, які з ними пов'язані.

Процес синтезу усіх «пошкоджених» моделей та моделей, які з ними пов'язані, займає досить тривалий час. Тривалість процесу синтезу залежить від кількості моделей в структурі.

Зважаючи на те, що в умовах кризового моніторингу на обґрунтування рішень виділяється не більше 2-3 хвилин, а властивості МВД змінюються динамічно, є необхідність в зменшенні часу перенавчання ієрархічної системи моделей. Ми цього досягаємо шляхом удосконалення процесу вибору кращого АСМ із існуючого в синтезаторі їх переліку. Процес послідовного випробування АСМ замінюється на процес розпізнавання його кращого варіанта серед присутніх в синтезаторі моделей шляхом застосування вирішуючого правила [3]. Це правило має вигляд поліноміальної моделі, що синтезована одним із алгоритмів МГУА [1]. Дана модель класифікує МВД до відповідного АСМ (див. рис.1).

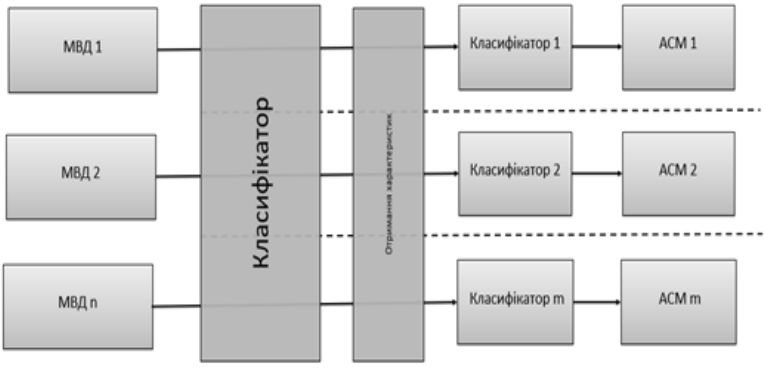


Рисунок 1. Схема використання класифікаторів

Вибір найбільш придатного АСМ проводиться на основі таких інформативних параметрів таблиць первинного опису [3]:

– кількість спостережень;
– кількість незалежних змінних;
– кількість параметрів максимально суміщених з функцією мети;
– кількість не суміщених параметрів;
– середній коефіцієнт кореляції незалежних змінних;
– середній коефіцієнт кореляції незалежних змінних та функції мети;
– середній коефіцієнт детермінації незалежних змінних;
– середній коефіцієнт детермінації незалежних змінних та функції мети;
– визначник нормованої таблиці первинного опису;
– визначник нормованої матриці значень незалежних змінних;
– власне число нормованої таблиці первинного опису;
– власне число матриці значень незалежних змінних.
– максимальне сингулярне число нормованої таблиці первинного опису;
– максимальне сингулярне число матриці значень незалежних змінних.

Для розпізнавання найкращого алгоритму синтезу моделей потрібно використовувати модель, побудовану одним із індуктивних алгоритмів – наприклад, методом групового урахування аргументів [2]. Використання класифікатора на основі моделі, отриманої з допомогою МГУА, складається з двох етапів: знаходження оптимальної структури моделі, та навчання моделі на таблиці, що задає функцію класифікації; використання створеної моделі для розпізнавання найкращого алгоритму синтезу моделей.

Даний метод був запропонований та апробований у [4]. При використанні класифікації швидкість перенавчання системи зростає, але при цьому зростає і похибка моделювання.

Також в результаті дослідження запропонованого в [4] методу було виявлено ряд недоліків. А саме, проблематичність в забезпеченні алгоритму навчання класифікаторів якісними даними. Користувачу потрібно знайти МВД, які добре навчаються представленими в нашому набору АСМ алгоритмами. Проте кожен такий МВД, що може складатися з сотень тисяч спостережень, формує лише одне спостереження при навчанні класифікаторів, а для якісного навчання може бути необхідно сотні або тисячі таких спостережень. Тому це вимагає від користувача великої кількості зусиль для забезпечення достатньої кількості МВД та отриманих з них спостережень.

Для усунення цієї проблеми нами запропоновано подальше покращення методу класифікації АСМ шляхом кластеризації даних, що використовуються для навчання класифікатора (див. рис.2).

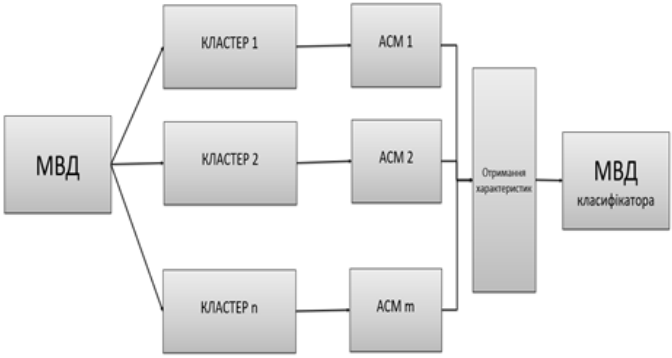


Рисунок 2. Схема використання кластерів у навчанні класифікаторів

Кожен кластер буде мати свій перелік характеристик та свій найкращий АСМ до якого його потрібно буде класифікувати. Отже з кожного МВД буде отримано не одне спостереження, а декілька в залежності від результатів кластеризації. Даний підхід повинен спростити роботу по забезпеченню даними процесу навчання.

Метою цієї роботи є зменшення часу створення структури ієрархії моделей без значної втрати точності результатів моделювання на виході системи.

Для досягнення поставленої мети була сформована гіпотеза про те, що спостереження в МВД можливо кластеризувати та кожен кластер можна навчати окремо. Кожен кластер буде мати свій перелік характеристик та свій найкращий АСМ до якого його буде класифіковано. Це забезпечить вирішення проблеми з кількістю та якістю даних для навчання класифікаторів.

Сформульована гіпотеза була перевірена експериментально. Вирішуюче правило створювалось за допомогою багаторядного алгоритму МГУА [2]. В якості класифікаційних ознак МВД використовувався набір характеристик, запропонований в [3].

Для проведення дослідження в інструменті було реалізовано метод кластеризації К-середніх, мінімального дерева [5]. Відстані між об’єктами визначаються за допомогою відстаней Евкліда, Чебишева та L-норми [5].

Алгоритм починається з отримання ПО та формування МВД з нього. Наступним кроком є використання обраного методу для кластеризації МВД. Далі кожен кластер оброблюється окремо для нього проводиться навчання усіма запропонованими АСМ після чого обирається найбільш придатний АСМ. Далі з кластера отримуються його характеристики [3]. Отриманий набір характеристик поміщається у МВД класифікатора до відповідного АСМ.

Для синтезу моделей даного дослідження використані результати моніторингу захворюваності населення Черкаської області впродовж 2000-2014 років [1].

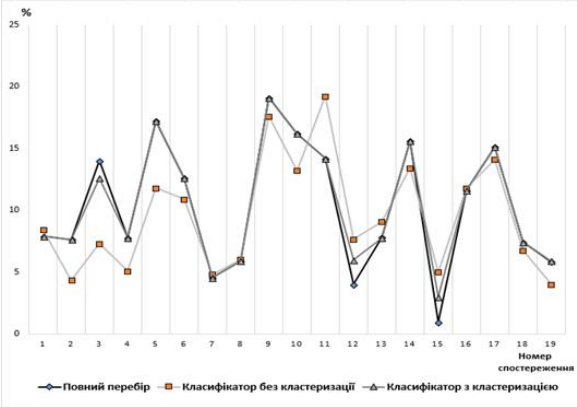


Рисунок 3. Порівняння абсолютної похибки

Дослідження абсолютного (див. рис.3) відхилення показало, що застосування процесів кластеризації даних дозволяє знизити похибку моделювання в середньому до 10%.

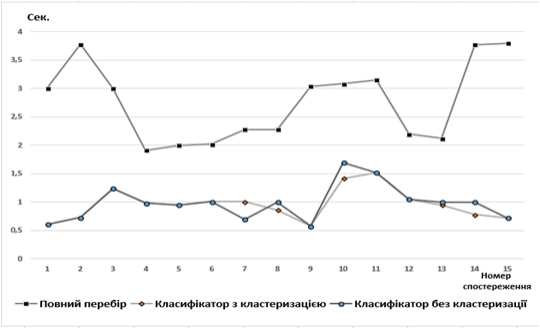


Рисунок 4. Порівняння часу навчання/ перенавчання

При дослідженні часу навчання моделей (див. рис.4) з використанням кластеризації було виявлено незначне відхилення в порівнянні з стандартним методом класифікації в обсязі до 5%.

В процесі дослідження було виявлено, що більша точність моделей класифікатора призводить до випадків фальшивого спрацювання. А це в свою чергу призводить до вповільнення алгоритму. Також найкращим методом кластеризації в даних умовах виявився метод мінімального дерева, а найкращою метрикою відстані L-норма.

Наступні дослідження будуть присвячені подальшому процесу параметричної оптимізації описаного методу. Також буде досліджено можливі способи впізнання класифікаторами не тільки придатності але і якості обраних АСМ та їх ранжування.

Зростання похибки моделювання в методі [4] є «платою» за скорочення часу синтезу моделей. Зважаючи на те, що в структурі інформаційної системи багаторівневого перетворення даних міститься від 50 моделей і більше, вдається досягнути значного скорочення часу адаптації структури системи до зміни властивостей МВД. В умовах кризового моніторингу такі результати дають надію на можливість застосування моніторингових інформаційних систем із технологіями багаторівневого перетворення даних для підтримки прийняття рішень із локалізації наслідків надзвичайних ситуацій.

Проте в деяких випадках дана «плата» не допустима і алгоритм повинен враховувати це. Тому запропонована в даній роботі модернізація дозволяє наблизити похибку моделювання до результатів повного перебору. В середньому в порівнянні з повним перебором похибка не перевищує 10%. В даному методі зменшення часу перебудови структури моніторингової інформаційної системи для розв'язку нових задач в умовах надзвичайних ситуацій як і раніше досягається шляхом розв'язку задачі розпізнавання кращого алгоритму синтезу моделей за правилом, що створене за багаторядним алгоритмом МГУА. Проте покращення результатів моделювання досягається завдяки попередній кластеризації даних для навчанні класифікаторів, що призводить до збільшення їх якості та кількості, при використанні тих самих наборів даних що і попередній метод.

Таким чином запропонований вдосконалений метод класифікації масиву вхідних даних в інформаційних системах багаторівневого моніторингу.

Література:

1. Багаторівневе моделювання в технологіях моніторингу оточуючого середовища / С.В.Голуб ; Черкас. нац. ун-т ім. Б.Хмельницького. - Черкаси : ЧНУ, 2007. - 218 с.

2. Ивахненко А.Г. Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем. Киев: Наук. Думка, 1981. 296 с.
3. Колос П.О. Визначення множини інформативних параметрів таблиці первинного опису об'єкта моделювання./ Вісник Черкаського університету, випуск 173. – Черкаси: Вид. ЧНУ, 2009. – С. 121-128.
4. Avramenko A.: Classification models in information systems for social and environmental crisis monitoring / Avramenko A., Golub S. // Engineer of XXI Century – We design the future: Wydawnictwo Naukowe Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Bialej - Bielsku-Biala : ATH, 2016. – 928 p.
5. J. Kogan, C. Nicholas, M. Teboulle – «Clustering Large and High Dimensional data» (http://www.csee.umbc.edu/ nicholas/clustering/tutorial.pdf).

УДК 657+004

ПРО ВІЛЬНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ БІЗНЕСОМ В ЦІЛЯХ БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ

Н.Л. Ющенко
Чернігівський національний технологічний університет, Україна

Компанія «1С», що спеціалізується на розробці, дистрибуції й підтримці комп'ютерних програм ділового та домашнього призначення, у поточному фіскальному році, відповідно до підписаного 15.05.2017 р. Президентом указу №133/2017, що ввів у дію рішення Ради національної безпеки і оборони України від 28.04.2017 р. про оновлений список санкцій проти Росії [1], не буде допущена до участі в тендерах у державному секторі. Крім «1С», санкції передбачають блокування доступу до сервісів Софтлайн Груп, торкнулися постачальників ERP-систем ЗАТ «Галактика Центр» і ТОВ «Корпорація Парус». У санкційному списку компанії-розробники програмного забезпечення «ABBYY» ТОВ «Абі Україна ЛТД» [2], [3].

«1С: Підприємство» – найвідоміша бухгалтерська програма системи, користувачами якої в Україні є близько 300 тис. компаній [3]. «Вся інформація, що отримується 1С, оновлення програми йде через російські сервери. І йде зворотній зв'язок, і збираються дані, це як big data, яка може бути використана в інтересах підриву економіки, збору даних, підриву окремих галузей, окремих секторів економіки нашої держави» [4].Обмеження на використання «1С» стосується державних структур, але й перед приватним сектором постала проблема переходу на новий бухгалтерський продукт. Бухгалтери, які працюють з програмою «1С»,

зможуть і далі нею користуватися, але з обслуговуванням та новими ліцензіями можуть виникнути проблеми [5]. У компанії «Єврософтпром», що володіє правами на використання торгових марок «1С» в Україні, повідомили, що прямої заборони на торгівлю продукцією «1С» в Україні немає. Зі слів представників компанії, «компанії-франчайзі, які вже викупили продукцію «1С» і не потрапили до санкційних списків, зможуть продавати її кінцевим користувачам і далі. Стосовно підтримки вже існуючих клієнтів, то ми зробимо все можливе, щоб поновлення виходили вчасно» [5]. При цьому експерти у сфері IT-технологій говорять, що продукція «1С» може повторити шлях антивірусу Касперського, що також потрапив під заборону в Україні. У підсумку це програмне забезпечення почали продавати через українську юридичну особу.

За словами фахівців, альтернативне програмне забезпечення в Україні є, але головне питання складності переходу полягає в термінах впровадження програм і перенавчання персоналу. В коментарі «Вести» регіональний менеджер із розвитку компанії TotalSoft Р. Кіфяк припустив, що після заборони «1С» стратегічні підприємства будуть переходити на продукти SAP або Oracle. «Однак заплатити за SAP $1 млн. або €50-80 тис. може тільки великий чи середній бізнес. Для малого бізнесу можна порадити турецького розробника Logo, який орієнтується на малий бізнес. Функціонал там обмежений, але для МСБ багато і не треба. Така програма буде коштувати менше €50 тис.», – зазначив Р. Кіфяк [3]. Крім того, існують більш дешеві варіанти програм – «Парус», «Акцент», що за оцінками бухгалтерів не зможуть стати гідною альтернативою. Також деякі користуються програмою «Інфо-підприємство», але програма також російська.

На сьогодні практично для будь-якої задачі можна знайти прикладну програму с відкритим вихідним кодом, яка поширюється за умовами вільних ліцензій (табл.). Користувач може отримати таку програму, використовувати її для будь-яких, у тому числі комерційних, цілей, ознайомитися з принципами її роботи, змінити цю програму, привівши у відповідність до своїх специфічних потреб, і поширити оригінальну або модифіковану версію [6].

Вільні програми здатні замінити багато функцій комерційних аналогів і часто виконані на високому професійному рівні [7]. До недоліків відносяться (1) недостатня ергономічність, оскільки зрідка зустрічаються програми написані командами, в складі яких є, для прикладу, професійний дизайнер інтерфейсів – спеціаліст достатньо високооплачуваний; (2) не всі функції, необхідні для професійної роботи є у вільних аналогах комерційних програм.

Таблиця 1.Приклади вільного програмного забезпечення для використання бізнесом в цілях бухгалтерського обліку [7], [8]

Найменування програмного продукту	Загальна характеристика
ВІЛЬНІ КОРИСТУВАЦЬКІ ПРОГРАМИ І ДОДАТКИ ДЛЯ WINDOWS	
Бизнес Пак	Програма призначена для створення первинних бухгалтерських документів
GrossBee XXI Freeware	Безкоштовна версія системи Gross Bee XXI являє собою повнофункціональну систему для управління торгівельними і виробничими підприємствами. Єдиним її обмеженням є відсутність можливості багатокористувацької роботи в локальній мережу. Дана версія призначена для ознайомлення з можливостями системи, а також для її використання в комерційних цілях: ведення бухгалтерського та управлінського обліку малого бізнесу. Користувачі безкоштовної версії мають такі ж права на супровід системи. Замінює 1 С
Прикладні комп'ютерні програми, яких більше 20, для операційної системи GNU, не захищені патентами	
ERP5 Enterprise	Повнофункціональне рішення, орієнтоване на використання промисловими підприємствами і в державних установах. ERP5 10 ключових переваг http://www.erp5.com/web_page_module/22/3
GnuCash	Це особисте і професійне програмне забезпечення для фінансового обліку. Може використовуватися для відстеження банківських рахунків, акцій, доходів і витрат на підставі подвійної облікової практики. Автоматизує кілька завдань, таких як фінансові розрахунки або заплановані операції
LedgerSMB	Це ERP (управління ресурсами підприємства) і бухгалтерське програмне забезпечення, призначене для малого і середнього бізнесу. Може надавати головну книгу, управління активами і запасами, ланцюгами поставок, відносинами з клієнтами, багато іншого. Функціональність можна розширити через додаткову систему

Найменування програмного продукту	Загальна характеристика
Odoo (раніше OpenERP)	Це набір програм, що допомагають компаніям розвивати свій бізнес. Використовується для нарощування обсягів продажів, ведення операцій, організації маркетингових заходів, підвищення продуктивності. Odoo застосовується у всьому світі й забезпечує повне програмне рішення від фронт-офісу до резервного офісу
Pbooks	Це система бухгалтерського обліку, призначена для використання малим бізнесом
SQL-Ledger Accounting	Багатокористувацька програма, подвійний запис, система обліку. Підтримується через Інтернет (з використанням текстових або графічних браузерів), незалежна від країни і підтримує 13 мов та кілька записів

Серед переваг – (1) можливість використовувати просто скачавши і встановивши, не сплачуючи користувацьку ліцензію і не купуючи (або крадучи) реєстраційний код; (2) освоївши додатки для Windows, можна буде повністю перейти до використання вільного програмного забезпечення для операційної системи Linux, застосовуючи вже знайомі програми.

Література:

1. Про застосування персональних спеціальних економічних та інших обмежувальних заходів (санкцій) : рішення Ради національної безпеки і оборони України від 28.04.2017 р.

2. В Україні заборонили найпопулярнішу бухгалтерську програму 1С / УНІАН. 16.05.2017 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://www.unian.ua/business/1924556-v-ukrajini-zaboronili-naypopulyarnishu-buhgaltersku-programu-1s.html

3. В Україні заборонили 1С. Альтернатива для бухгалтерів // Факти. Україна. 16.05.2017 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://fakty.ictv.ua/ua/ukraine/20170516-v-ukrayini-zaboronyly-1s-alternatyva-dlya-buhgalteriv/

4. Заборона 1С стосуватиметься лише державних структур – СБУ / 17.05.2017 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://www.5.ua/ekonomika/zaborona-1s-pryvatnyi-stosuvatymetsia-lyshe-derzhavnykh-struktur-sbu-145639.html

5. Заборона «1С» в Україні: стало відомо, що робити бухгалтерам / 17.05.2017 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://ukr.segodnya.ua/economics/business/zapret-1s-v-ukraine-stalo-izvestno-chto-delat-buhgalteram-1021599.html

6. Матрунич консалтинг [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://matrunich.com/publications/floss-in-sociology-research/].

7. Свободное ПО для ОС Windows [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://freesource.info/wiki/Windows&

8. Операційна система GNU [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://directory.fsf.org/wiki/Category/Business/accounting

УДК 621.313:62-799

МОДЕЛЮВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ СТАТИСТИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ВІТРОЕЛЕКТРИЧНИХ АГРЕГАТІВ.

Л.Г. Соболевська

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Сучасна вітроенергетика є однією з найперспективніших галузей відновлюваної енергетики. Україна приймає участь в світовому процесі збільшення об'ємів виробництва електроенергії з використанням вітроелектричних агрегатів. Нагальною потребою вітроенергетики є діагностика вже встановлених на території України вітроелектричних агрегатів (ВЕА). Це зумовлено тим, що переважна більшість вітроелектростанцій України обладнана застарілими типами ВЕА типу USW 56-100, майже всі з яких вже виробили свій ресурс. Саме створення методів і реалізуючих їх автоматизованих систем діагностики (АСД) надає можливість підвищити надійність і подовжити ресурс згаданих типів ВЕА.

Головною метою даної роботи є описання структури АСД ВЕА, алгоритмів і програмного забезпечення, що входить до її складу з врахуванням результатів попередньо проведеного дослідження математичних імовірнісних моделей діагностичних сигналів, які описують вібрації та зміну крутячого моменту на валу ВЕА.

Інформаційним сигналам, що супроводжують роботу вітроелектричного агрегату, властива стохастична періодичність (ритмічність, циклічність) [1]. Така періодичність обумовлена роботою обертових частин (головного валу, ротора генератора, редуктора та ін.), що входить до складу ВЕА. Один із можливих класів випадкових процесів, які можуть врахувати таку циклічність є математичні моделі лінійних періодичних випадкових процесів (ЛППВП) [1].

Математичні моделі, що описують процеси вібрацій та нерівномірність зміни обертових моментів, які виникають на валу ВЕА, також можуть будуватись на базі теорій лінійних випадкових процесів (ЛВП) та ЛПВП. Результати аналізу вказаних моделей стосовно ВЕА докладно розглянуто в [1]. У відповідності з цією роботою, математична модель вібрацій досліджуваних вузлів ВЕА представлялася у вигляді діагностичного сигналу , який розглядався як відгук багаторезонансної коливальної системи з імпульсною перехідною функцією. Використання елементів теорії ЛВП надало можливість провести повний імовірнісний аналіз процесу , що, в свою чергу, дозволило теоретично обґрунтувати низку діагностичних ознак, для визначення технічного стану окремих вузлів ВЕА.

Серед сигналів, які в першу чергу можуть містити інформацію про технічний стан вузлів, що діагностуються, слід виділити нерівномірність швидкості обертання вала агрегату або моменти на його валу. Коротко зупинимось на основних діагностичних ознаках, що було обґрунтовано за результатами дослідження моделей [1].

Як зазначалось в роботах [1, 2], при використанні багаторезонансної моделі вібрацій вузлів ВЕА в якості діагностичних ознак можна використовувати:

при спектрально-кореляційному аналізі вібрацій – коефіцієнти згасання , та частотні параметри ;

при дослідженні розподілу вібрацій – величини початкових та центральних моментів, а також характер кривої щільності розподілу ймовірності.

При використанні в якості вимірюваного сигналу нерівномірності кутової швидкості обертання валу ВЕА, згідно з [1,4] може бути використана в якості діагностичних ознак функція , що характеризує нерівномірність його кутової швидкості. Крім того, виходячи з [1,4], як діагностичні ознаки можуть виступати величини моментів на валу ВЕА.

Основну увагу при розробці методики діагностування ВЕА, яка базується на класичних методах перевірки статистичних гіпотез з використанням моделі ЛВП, приділено дослідженню навчальних сукупностей, що сформовані за найінформативнішими діагностичними ознаками у відповідних просторах, а також на розв’язуючих правилах, які дозволяють з наперед заданими точністю та вірогідністю встановити наявність певного дефекту у вузлах ВЕА, шо діагностуються. Питанню одержання кількісних оцінок експериментальних даних для діагностики ВЕА присвячено роботи [2, 3].

На рис. 1 наведено основні елементи задачі діагностування: джерело діагностичної інформації – ДДІ; статистична попередня обробка – СПО;

простір спостережень – ПС; навчальна сукупність – НС; розв’язуюче правило – РП; діагностичне рішення – ДР.

НС – це множина тих значень параметрів, що відповідають умовно справному стану об'єкту діагностування, або його стану, зв'язаному з наявністю одного з дефектів, що діагностується.

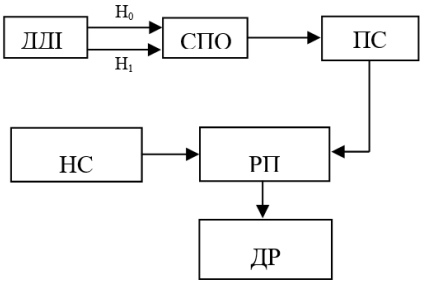


Рис.1 Основні елементи задачі діагностування

Визначення кількісних оцінок запропонованих діагностичних ознак реалізується за допомогою АСД статистичної діагностики. Ця АСД повинна задовольняти наступним вимогам:

1. Забезпечувати вимірювання вібраційних сигналів у вузлах вітроагрегатів.
2. Забезпечити вимірювання моменту на головному валу вітроагрегату.
3. Забезпечувати довгострокове і централізоване збереження даних, отриманих у результаті вимірювань, а також їхню наступну обробку й аналіз.

Розроблена модель зразка АСД складається з двох основних модулів:

– модуль вимірювання і збору інформації;
– модуль перетворення і обробки інформації.

До модуля вимірювання і збору інформації входять: вимірювальні давачі (акселерометри та давачі крутячого моменту) ; блок збору інформації.

Модуль перетворення і обробки інформації складається з блоку попереднього підсилення сигналів; блоку аналогової фільтрації експериментальних даних; блоку перетворення аналогових сигналів у цифровий код; промислового комп'ютеру; пакету прикладних програм.

Запропоноване програмне забезпечення застосовується для знаходження характеристик часових рядів, у вигляді яких представлені діагностичні сигнали. Для таких часових рядів справедлива ергодична гіпотеза і моменти до четвертого включно, кінцеві.

Програмне забезпечення дозволяє визначити оцінки початкових моментів і центральних моментів до четвертого включно, коефіцієнтів асиметрії та ексцесу, інтервалу варіювання, будувати гістограми і згладжувати їх по системі кривих Пірсона, а також одержувати згладжені оцінки спектрів потужності і взаємних амплітудних спектрів з оцінкою дисперсії отриманих оцінок спектрів.

Для практичного застосування АСД для проведення вібродіагностики в умовах вітроелектричних станцій необхідно розробити спеціальну методику діагностування. При створенні цієї методики необхідно передбачити проведення експериментів по вибору діагностичних просторів та формуванню у цих просторах навчаючих сукупностей, що відповідають нормальному стану, або певним дефектам вузлів вітроагрегату, який діагностується.

Висновки:

1. Наведено структуру моделі лабораторного зразка АСД, описані його модулі та розроблене для них програмне забезпечення.

2. За допомогою розробленого програмного забезпечення за обраними діагностичними ознаками, побудовані навчальні сукупності, що відповідають певним технічним станам досліджуваного об’єкту.

Література:

1. Вольтерс А.О., Мислович М.В., Соболевська Л.Г. Моделі лінійних і лінійних періодичних випадкових процесів та їх використання в інформаційно-вимірювальних системах діагностики роторних енергетичних машин. // Техн. електродинаміка. Тематичний випуск. Проблеми сучасної електротехніки. Ч. 2. 2006. – С. 77 – 82.

2. Марченко Б.Г., Мыслович М.В. Вибродиагностика подшипниковых узлов электрических машин. - Киев: Наук. думка, 1992. - 195 с.

3. Вольтерс А.О., Мислович М.В., Соболевська Л.Г. Особливості вимірювання даних і формування навчаючих сукупностей для діагностики роторних машин. - Матеріали VII Міжнародного Семінару «Обчислювальні Проблеми Електротехніки». Одеса, Україна. 27 -30 серпня, 2006. С.196-199.

4. Вольтерс А.О., Мислович М.В., Соболевська Л.Г. Формування навчаючих сукупностей з типових дефектів в автоматизованих системах діагностики електроенергетичних машин. // Технічна електродинаміка.

Тематичний випуск. Проблеми сучасної електротехніки. Ч.2. 2008. С. 75-80.

UDK 004.94

SIMULATION MODELING: ANALYSIS OF THE ENTERPRISE 'S BUSINESS PROCESSES UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY

T. Medinskay
Colledge of Economics and Trade, Ukraine

Simulation modeling is a widely used approach to tackling various problems and achieving goals under conditions of uncertainty and risks at all stages of production: from supplying raw materials to distributing finished products with available optimal solutions in operational conditions and long-term strategies of the enterprise. Conducting experiments applying the model eliminates the necessity for experiments in the reality and does not interfere with the production work flow.

There are two variants of the analysis: static and dynamic. Applying the static analysis enables to explore one business process resources of which are not related to other processes. Whereas applying the dynamic analysis allows you to simulate several processes that can be executed simultaneously.

Imitation models are undeniably irreplaceable in the dynamic study of business processes; they basically allow you to consider the intersection of independent events, their impact on operations that are interconnected, which is very difficult to calculate in a large flow of information.

The application of simulation is mainly viewed as an effective tool for such systems that are subject to the effects of random events. Consequently they include organizations and enterprises the activities of which are oriented to the conditions of the market economy, especially in view of inflation, unemployment, the state budget deficit, a lack of balance in foreign trade and the conduct of war. This method allows assessing the appropriateness and relevance of the decisions taken, calculating the risks, considering possible scenarios, predicting employees' behaviors and other indicators.

The simulation process includes:

1. creating this model of business process;
2. passing the model through processing in the right information system;
3. evaluating the expected result;
4. analyzing other possible variants of the process.

The collected data about the business processes that are to be investigated are transferred to the computer, the relevant software performs their pro-

cessing and publishes the simulation results, which are explained in the process of simulation. Evaluation of the results allows identifying the cost of the executable process, tracing the dynamics of execution, etc.

By analyzing the results of simulation modeling, it becomes quite possible to obtain the following parameters:

- efficiency in managing flows;
- duration of the process;
- implementation of regulatory requirements during the process of implementation;
- the presence of repetitions and unnecessary actions;
- efficiency of embedded systems.

Creating a simulation model allows performing a rigorous analysis and visualizing all possible ways of implementing the process.

In order to simulate the business processes of an enterprise, you can use the following software products:

- Arena (developed by Rockwell Automation Inc., Wexford, USA) - implies building simulation models, playing them out and analyzing results for a variety of industries – production and technological operations, warehousing, banking, customer service, etc .;
- AnyLogic (developed by The AnyLogic Company) – allows simulating any business systems and processes: from production lines and logistics to marketing campaigns and social change. This is the first and the only tool that offers the possibility of multi-threaded simulation - discrete-event, agent and system dynamics;
- AnLogistix ™ (ALX ™) offered by the company AnyLogic – is primarily aimed at analyzing supply networks, combining simulation and optimization techniques; analytics can explore the supply chain in detail and visualizes it as an unreachable level for traditional tools [3];
- Business Studio (developer of "Modern Technologies of Management", Russia) is aimed at simulating business processes and allows designing an effective organization;
- Actor Pilgrim (developers Yemelyanov A. A., Emelyanova N. Z., Moscow) – is for simulation of the temporal, spatial and financial dynamics of economic processes,
- AutoMod (developed by Brooks Automation, USA) -is designed to model logistics and production systems;
- AweSim (developed by Symix Systems Inc., USA) is a universal simulation system for a discrete or continuous interpretation network. This software can be applied in the following areas: business, industry, health and military affairs. Being compatible with Visual SLAM simulation language, the product includes the construction of an interactive model, simultaneous

and subsequent animation, statistical information in text and graphical views, interactive presentation and script selection;

• FlexSim (developed by FlexSim Software Products Inc. (FSP), Orem, Utah, USA) – is applied for modeling and visualizing business processes. With the help of the program it is quite possible to determine the company's throughput capacities and balance of production lines, identify bottlenecks, check new planning methods, optimize production figures and substantiate investments [4];

• ISSOP (developed by DUALIS® GmbH IT Solution, Dresden, Germany) – is mainly designed for simulation and optimization in manufacturing and logistics;

• Plant Simulation (developed by Siemens Industry Software, USA) - is a software product for modeling production, logistics, transport systems and business processes;

• ReThink (developer company Gensym, USA) – is applied for modeling business processes; it allows increasing the level of justifying the relevance of projects on restructuring and reengineering the enterprise's activities; researching and forecasting the organization's work according to various possible variants of behavior on the market, etc.

The implementation of simulation in analyses under uncertainty allows taking the interconnections of all business processes of the company into complete account and finding ways to optimize and predict the company's future work.

Reference:

1. Lychkina N.N. Simulation Models in Procedures and Systems for Supporting Strategic Solutions at Enterprises // Business-Informatics. - 2007. - No.1. - P. 29-35.

2. Tumay K., Simulation of Business Processes. Retrieved from: http://www.interface.ru/fset.asp?Url=/consult/mod_biz_process.htm.

3. AnyLogic: simulation for business [Electronic resource]. – Retrieved from: https://www.anylogic.ru/http://simulation.su/ (Applying date: 04/06/2018).

4. Software products [Electronic resource]. – Retrieved from: http://simulation.su/static/ (Applying date: 04/06/2018).

УДК 811.161

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МОРФОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ СИСТЕМ З ВРАХУВАННЯМ КОНВЕРГЕНЦІЇ

М.С. Дорош, М.А. Штупун
Чернігівський національний технологічний університет

Створення інноваційних методів та моделей управління ІТ проектами сьогодні повинно ґрунтуватися на базі перенесення знань та методологій, що використовуються в різних системах. При цьому важливим є використання методів конвергенції у поєднанні із застосуванням новітніх методів та моделей структурно-параметричного синтезу систем управління, які майже неможливо реалізувати без засобів автоматизації, враховуючи багатокритеріальність таких задач.

В практиці управління проектами майже відсутні засоби, що дозволяють за умовами завдання на розробку проекту відразу обрати оптимальні структури управління проектом від яких, власне і залежить ефективність прийняття рішень під час його реалізації.

Структурно-параметричний синтез систем при формуванні інноваційних методів та систем управління з використанням конвергентного підходу вимагає формування морфологічних множин порівнювальних систем, які враховують всі їх елементи, та структурні зв'язки між ними. Визначення зв'язків ускладнює модель, але й надає додаткову можливість автоматично формувати можливі варіанти моделі системи.

При цьому простір пошуку утворює морфологічну множину, а для визначення цього простору проводиться морфологічний аналіз. Пошук рішення забезпечується за допомогою морфологічного синтезу [1] та генетичного підходу до нього [2].

Морфологічний аналіз в управлінні проектами використовується в рамках прийняття проектних рішень і тісно пов'язаний із експертною оцінкою, що не розкриває всі можливості застосування даного методу [3].

Методи морфологічного аналізу та синтезу систем з врахуванням конвергенції наведені в таблиці 1. Алгоритм структурно-параметричного синтезу систем залежить від методів морфологічного синтезу, але з врахуванням конвергенції систем може містити такі етапи:

1. Визначити системи аналоги (донори) для порівняння та перенесення методологій.

Методи морфологічного синтезу	Об'єкт синтезу	Алгоритм	Алгоритм із застосуванням конвергенції систем для побудови інноваційних СУП
1	2	3	4
Зондування морфологічної множини	Елемент морфологічної множини для однорівневих систем	Неадаптивний. Генерація кожної нової структури незалежно від вже згенерованих структур. Адаптивний. Генерація наступних структур відбувається з врахуванням попередніх. Звужує область пошуку та знаходить глобальний екстремум.	Генерація нових структур управління проектами відбувається за результатами конвергенції системних характеристик різних існуючих систем.
Морфологічне конструювання	Підсистеми	Послідовно – підсистема за підсистемою	Формуються підсистеми на перетині множин в результаті конвергенції, та визначаються критерії оптимальності цих підсистем
Незалежна оцінка підсистем	Найкращі варіанти підсистем, без врахування варіантів інших підсистем	Послідовно – підсистема за підсистемою з формуванням оптимальної цілої системи	Послідовно підсистема за підсистемою з врахуванням можливих варіантів завдяки визначеним зв'язкам між елементами підсистем
Деревовидне конструювання	Підсистеми за їх вагомістю.	1. Ранжування підсистем за вагомістю. 2. Обирається найбільш оптимальний варіант навагомішої підсистеми. 3.Обирається наступна підсистема, але вже з врахуванням першої. 4. Процес відбувається до формування структури всієї системи.	1. Ранжування визначених елементів систем за їх вагомістю. 2. Вибір оптимального варіанту підсистеми. 3. Вибір оптимального варіанту наступної підсистеми з врахуванням зв'язків з першою системою. 4. Подальший процес відбувається з врахуванням визначених зв'язків в підсистемах. 5. Формування структури всієї системи.
Лабіринтне конструювання	Підсистеми за їх вагомістю.	1.Ранжування підсистем за вагомістю. 2.Обирається найбільш оптимальний варіант найвагомішої підсистеми. 3.Визначаються декілька додаткових варіантів 3.Обирається наступна підсистема, але вже з врахуванням першої та з додатковими варіантами. 4. Процес відбувається до формування структури всієї системи з врахуванням додаткових варіантів на кожному етапі формування.	1. Ранжування визначених елементів систем за їх вагомістю. 2. Вибір оптимального варіанту підсистеми. Та визначається декілька додаткових варіантів. 3. Оцінка ступеня конвергенції оптимальної системи та запропонованих варіантів. 4. Вибір оптимального варіанту наступної підсистеми з врахуванням зв'язків з першою системою. 5. Переглядають обрану систему з врахуванням додаткових варіантів та зв'язків в них. 6. Подальший процес відбувається з врахуванням рівня конвергенції в підсистемах.

			7. Формування структури всієї системи.
Удосконалення прототипу шляхом випадкового блукання	Попередня структура системи, або структура прототипу.	1. Вибір структури прототипу та визначення її поточною. 2. Розрахунок цільової функції. 3. Модифікація існуючої системи. 4. Розрахунок значення цільової функції. 5. Перевірити умови досягення цільової функції. Якщо вони виконані – система приймається, якщо ні – перехід до кроку 3.	1. Вибір структурми системи з врахуванням обмежень. 2. Визначення критеріїв оцінки ефективності такої структури, то оцінювання системи. 3. Пошук інших модифікацій системи для задоволення критеріїв ефективності. 4. Розрахунок значень показників ефективності. 5. Перевірка на відповідність вимогам замовників. Якщо вони задоволені – система приймається, якщо ні – перехід до кроку 3.
Цілеспрямоване удосконалення прототипу	Попередня структура системи, або структура прототипу.	1.Вибір структури прототипу та визначення її поточною. 2. Визначення евристик – одержаних в результаті аналізу експертних знань в предметній галузі. 3.Модифікація існуючої системи. 4.Перевірити умови відповідності визначених евристик. Якщо вони виконані – система приймається, якщо ні – перехід до кроку 3.	1. Вибір структури прототипу та визнаня її поточною. 2.Визначення евристик, одержаних в результаті аналізу експертних знань з управління проектами в даній галузі. 3.Модифікація існуючої системи. 4.Перевірити умови відповідності визначених евристик сформованій системі з врахуванням зв'язків. Якщо вони виконані - система приймається, якщо ні – перехід до кроку 3.

2. Виділити класифікаційні ознаки та властивості обраних систем.

3. Сформувати морфологічні множини цих систем та визначити взаємозв'язки між елементами цих систем.

4. Для зменшення області пошуку необхідно задати обмеження на систему проектування. Ці обмеження обумовлюються типом проекту та вимогами стейкхолдерів.

5. Визначити ступінь конвергенції порівнювальних систем в заданих обмеженнях [4].

6. Сформувати нову систему, що знаходиться на перетині множин, визначити області можливих рішень в обраних системах (морфологічний синтез) та визначити область конвергенції систем з врахуванням області можливих рішень.

7. За обраними критеріями ефективності системи побудувати оптимальну модель нової системи (параметричний синтез).

В запропонованому підході застосування методів конвергенції дозволяє виконувати систематизований та більш обґрунтований пошук нових рішень в інших системах.

Література:

1. Акимов С.В. Четырехуровневая интегративная модель для автоматизации структурно-параметрического синтеза // Труды учебных заведений связи / СПбГУТ. СПб. - 2004.- № 171. - С. 165-173.

2. Yuriy Kuznietsov, Vasiliy Shynkarenko. The Genetic approach is the key to innovative Synthesis of complicated Technical Systems. Journal of the Technical University at Plovdiv, Bulgaria Fundamental Sciences and Applications, 2011. - Volume 16. - book 2. - P.p. 15 – 33.

3. Дорош М.С. Структурно-параметричний синтез систем управління проектами. Тези доповідей XII міжнародної конференції «Управління проектами у розвитку суспільства» //Відповідальний за випуск С.Д. Бушуєв. – К.: КНУБА, 2016 с.98-99.

4. Дорош М.С. Моделювання систем управління на основі конвергенції. Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС 2016: Тези доповідей XI міжнародної науково-практичної конференції/ Чернігів: ЧНТУ 2016. – с. 251-255.

УДК 004.62

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ КОЛАБОРАТИВНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ДЛЯ РОБОТИ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

О. С. Когулько

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Сьогодні рекомендаційні системи стали одним з найбільш популярних типів веб-сервісів. Використання достатньо точних рекомендацій може значно підвищити власний прибуток для сервісу. Серед багатьох алгоритмів пошуку рекомендацій, потрібно вибрати найкращий за обмеженнями та вимогами бізнесу.

Колаборативна фільтрація (КФ) та її модифікації є одним з найбільш часто використовуваних методів для надання рекомендацій користувачам.

Коли необхідно надати деякі рекомендації користувачу, необхідно знайти інших користувачів, зі схожими інтересами, проаналізувати їх поведінку та надати рекомендації на основі цих даних. Або можна переглянути елементи, подібні до тих, з якими користувач взаємодіяв раніше, і рекомендувати подібні до них.

Є два основних підходи в КФ: колаборативна фільтрація на основі користувачів і колаборативна фільтрація на основі елементів, відповідно.

В обох випадках при пошуку рекомендацій необхідно виконати два етапи:

1. Дізнатися, скільки користувачів / елементів у базі даних найбільш схожі з даним користувачем / елементом.

2. Оцінити інших користувачів / елементів, щоб передбачити, до якого класу необхідно віднести конкретного користувача / елемента, враховуючи загальну кількість користувачів / елементів, найбільш подібних до даного.

Що означає "найбільш схожі" у цьому алгоритмі? Все, що ми маємо, - це вектор переваг для кожного користувача (рядок матриці оцінок) та вектор оцінок користувачів для кожного елементу (стовпці матриці оцінок).

Табл.1 – Приклад матриці оцінок

	Item1	*Item2*	*Item3*	*Item4*	*Item5*	*Item6*	*Item7*	*Item8*	*Item9*
User1	*5.0*	*3.0*			*4.0*				
User2	*4.0*					*1.0*		*2.0*	*3.0*
User3		*5.0*	*5.0*						
User4			*4.0*	*3.0*		*2.0*	*1.0*		

Перш за все, необхідно залишити лише ті елементи, для яких ми знаємо значення в обох векторах.

Найпопулярнішими методами вимірювання схожості є косинусна міра або кореляція між векторами користувачів / елементів. Кінцева мета цих методів прийняття середньозваженого арифметичного значення за ступенем схожості, для заповнення порожніх клітин в таблиці.

Розглянемо більш докладно косинусну міру. Косинусна міра для двох векторів - це косинус кута між ними. Він обчислюється наступною формулою:

$$\cos(\vec{x}, \vec{y}) = \frac{\vec{x} \cdot \vec{y}}{|\vec{x}| \cdot |\vec{y}|} \quad (1)$$

Застосуємо дану формулу до даних з табл.1 для оцінки схожості користувачів відносно користувача User2. Отримаємо:

Тепер залишилося реалізувати алгоритм КФ, який полягає в наступному:

1. Вибрати L користувачів, смаки яких найбільш схожі на смаки розглянутого. Для цього для кожного з користувачів потрібно обчислити обрану міру (в нашому випадку косинусну) щодо розглянутого користувача, і вибрати L найбільших. Для User2 з табл.1, наведеної вище, ми отримаємо наступні значення:

Табл.2 – Міри схожості користувачів відносно користувача User2

	User1	User3	User4	Сумма
User2	0.5164	0.0	0.0667	0.5831

2. Для кожного з користувачів помножити його оцінки на обчислену величину міри, таким чином оцінки більш «схожих» користувачів будуть сильніше впливати на підсумкову позицію елемента.

3. Для кожного з елементів порахувати суму каліброваних оцінок L найбільш близьких користувачів, отриману суму розділити на суму мір L обраних користувачів.

У вигляді формули, цей алгоритм можна представити у наступному вигляді:

$$r_{u,i} = k \sum_{u' \in U} sim(U, u') r_{u',i} \quad (2)$$

Де функція sim - обрана нами міра схожості двох користувачів, U – множина користувачів, r - виставлена оцінка, k - нормувальний коефіцієнт:

$$k = \frac{1}{\sum_{u' \in U} |sim(U, u')|} \quad (3)$$

Застосувавши даний алгоритм отпримаємо результат:

Табл.3 –Рекомендації для користувача User2

	Item1	*Item2*	*Item3*	*Item4*	*Item5*	*Item6*	*Item7*	*Item8*	*Item9*
User1	*2.5820*	*1.5492*	*0.0*	*0.0*	*2.0656*	*0.0*	*0.0*	*0.0*	*0.0*
User3	*0.0*	*0.0*	*0.0*	*0.0*	*0.0*	*0.0*	*0.0*	*0.0*	*0.0*
User4	*0.0*	*0.0*	*0.2668*	*0.2001*	*0.0*	*0.1334*	*0.0667*	*0.0*	*0.0*
Сумма	*2.5820*	*1.5462*	*0.2668*	*0.2001*	*2.0056*	*0.1334*	*0.0667*	*0.0*	*0.0*
Результат	*4.4281*	***2.6568***	***0.4576***	***0.3432***	***3.5424***	*0.2288*	***0.1144***	*0.0*	*0.0*

Сірим кольором відзначені стовпці елементів продуктів, які вже були оцінені користувачем і повторно пропонувати їх йому не має сенсу.

З результатів видно, що найбільш точною рекомендацією для користувача User2 є елемент Item5.

Ми розглянули на прикладі і реалізували один з найпростіших варіантів КФ з використанням косинусної міри схожості. Важливо розуміти, що існують інші підходи до КФ, інші формули для обчислення оцінок елементів, інші міри схожості. Подальший розвиток цієї ідеї можна вести в наступних напрямках:

1. Оптимізація використовуваних структур даних;
2. Оптимізація продуктивності;
3. Підбір міри схожості;
4. Модифікація алгоритму фільтрації.

Література:

1. Daniar Asanov (n.d.) Algorithms and Methods in Recommender Systems, Berlin, Germany: Berlin Institute of Technology.
2. Jones, M. T. (2013, December 12). Recommender systems.Introduction to approaches and algorithms. Retrieved November 25, 2017, from https://www.ibm.com/developerworks/library/os-recommender1/
3. Pentreath, N. (2016, February). Building a Recommendation Engine with Spark. Retrieved November 25, 2017,from https://www.packtpub.com/books/content/building-recommendation-engine-spark

УДК 004.931

ФУНКЦІЇ ВІДЕОАНАЛІТИКИ, АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРИ СИСТЕМ ВІДЕОАНАЛІТИКИ

Злобін С.В.

Чернігівський національний технологічний університет, ул. Шевченка 95, Чернігів, 14000, Україна

Залежно від запланованого призначення системи, відеоаналітика може реалізувати як одну, так і декілька базових функцій, які представлені нижче.

Виявлення об'єктів. Здійснюється за допомогою програмних відеодетекторів руху при програмній обробці зображення з камер. Можливо детектування як одного, так і декількох об'єктів одночасно. Крім виявлення за рухом, існує можливість визначення об'єкта за заданим шаблоном. Наприклад, визначення номерних знаків автомобілів, людських облич.

Стеження за об'єктами. Ця функція дає можливість зав’язки траєкторії руху об'єкта, що відслідковується, як в полі зору однієї, так і декількох камер. Можливий аналіз поведінки об'єкта за отриманою траєкторією, наприклад, виявлення об'єкта, що рухається зі швидкістю, що значно відрізняється від середніх значень.

Класифікація об'єктів. Ця функція здійснює селекцію об'єктів за різними ознаками, наприклад, за формою, розміром, швидкістю. За допомогою цієї класифікації можна визначити такі типи об'єктів, як людина, група людей, автомобіль. За більш складними ознаками можлива селекція об'єктів, наприклад, за віковою групою та гендерною ознакою.

Ідентифікація об'єктів. Дозволяє ідентифікувати об'єкти спостереження за індивідуальними ознаками. Наприклад, людей – за рисами обличчя, транспортні засоби – за номерними знаками. Можлива реалізація ідентифікації поза рамками відеоаналітики, наприклад, за допомогою

зовнішніх біометричних пристроїв, таких як сканер відбитків пальців. Подібні рішення актуальні в охоронних системах для запобігання несанкціонованого доступу до контрольованого об'єкту.

Розпізнавання ситуацій. Дана функція дозволяє виявляти задані шаблоном нештатні ситуації. Наприклад, існують системи, що визначають факт займання або задимлення. Багато рішень побудовано на базі контролю за перетинанням об'єктами спостереження програмно заданої межі, що дозволяє виявити перетин периметру об'єкта, порушення правил дорожнього руху автотранспортом, падіння людей на рейки.

Результати роботи відеоаналітики

В результаті роботи відеоаналітики при виявленні певних ситуацій формуються події (повідомлення), які можуть бути передані на пульт оператора або записані в систему зберігання даних. В результаті програмної обробки ситуації формуються метадані, що описують виявлену подію. Вони зберігаються і відтворюються разом із відеозаписом.

На основі обробки метаданих можливо отримання додаткових даних про події, в результаті яких вони були створені, а також виконання будь-яких заданих програмно дій:

– прогнозування поведінки об'єкта або виникнення заданих ситуацій;

– інтелектуальне стиснення відеоконтенту з врахуванням інтересу споживача, тобто запис у систему зберігання фрагментів відеопотоку, що містить ситуації, які представляють інтерес для операторів системи;

– ранжирування (визначення пріоритету) подій відеоаналітики;

– формування вихідних відеоданих (інтегральний кадр, таймлапс);

– видалення персональних даних із відеоролика, наприклад, за допомогою детекторів облич та номерних знаків. Подібна технологія застосовується на панорамних фотографіях вулиць Street view у службі Google maps. Обличчя та номерні знаки автомобілів у цій системі ретушуються автоматично.

Основні типи відеоаналітики.

З точки зору застосування, розрізняють нижченаведені типи відеоаналітики.

Периметральна відеоаналітика. Застосовується для охорони протяжних ділянок і периметрів, за допомогою детектування пересічення контрольної лінії. Периметральна аналітика спрямована на виявлення відносно рідких порушень.

Ситуаційна відеоаналітика. Застосовується для виявлення нештатних ситуацій, пов'язаних з нетиповою поведінкою контрольованих об'єктів. Вона може працювати на основі правил, заданих користувачем

(наприклад, заборонене паркування в заданій зоні), або на основі накопиченої статистики (наприклад, виявлення в контрольованій зоні набагато більшої кількості людей, ніж зазвичай в цей час доби і цього дня тижня).

Біометрична відеоаналітика. Використовується для ідентифікації та супроводу об'єктів спостереження за унікальними біометричними ознаками особи. Яскравий приклад використання таких систем – застосування їх у автоматизованих контрольно-пропускних пунктах, де за допомогою камер аналізується обличчя особи, що пройшла, і виконується пошук відповідних біометричних даних у базі даних. Якщо відповідність знайдено, то це означає, що людина в «білому списку», і його можна пропустити. За допомогою такої технології можна стежити за переміщенням співробітників в офісі, збільшуючи таким чином продуктивність праці. Спецслужби не могли залишити поза увагою технології біометричної відеоаналітики, яку вони застосовують при проведенні оперативно-розшукових заходів. Наприклад, за допомогою цієї технології можливе виявлення серед натовпу людини, яка знаходиться в розшуку. Біометрична відеоаналітика може працювати за більш складними сценаріями, наприклад, здійснювати профайлінг (профайлінг – це наука, присвячена розпізнаванню брехні та методам отримання правди) людей або порівнювати спостереження з великої кількості камер у територіально-розподіленій мережі спостереження.

Номерна відеоаналітика. Використовується для розпізнавання реєстраційних знаків автомобілів, а також для аналізу їх руху за даними багатьох камер. За допомогою даного типу аналітики можливо виявлення порушень правил дорожнього руху, а також виявлення автомобілів, що перебувають у розшуку.

АНАЛІЗ АРХІТЕКТУРИ СИСТЕМ ВІДЕОАНАЛІТІКИ

Серверна відеоаналітика. Обробка вхідного відеопотоку від камери здійснюється централізовано, на сервері. Аналіз даних здійснюється на центральному або графічному процесорі [1].

Прикладом реалізації серверної відеоаналітики є платформа хмарної відеоаналітики Kipod. Також до програмного забезпечення серверної відеоаналітики відносяться пакети Motion і Zoneminder для ОС Linux.

Вбудована відеоаналітика. Вбудована відеоаналітика реалізується за допомогою програмної обробки відеозображення за допомогою мікропроцесорів, розташованих безпосередньо в камерах або кодерах з подальшою передачею медіаданих (стислі відео та аудіо) і метаданих (результати аналізу) на сервер системи відеоспостереження. Метадані включають, наприклад, інформацію про виявлені об'єкти, інформацію про якість відеосигналу і стан камери. Даний підхід дозволяє в 10-100

разів збільшити ефективність використання каналів зв'язку і серверів [1].

Так як живлення в більшості сучасних моделей здійснюється через PoE (Power over Ethernet), то в разі проблем з кабелем, крім відсутності зв'язку, виникає небезпека знеструмлення камери. Тому в багатьох типах даних пристроїв передбачено акумулятор для забезпечення безперебійного живлення в подібній ситуації.

Прикладом пристрою із вбудованою відеоаналітикою є IP-відеосервер MB2.

Розподілена відеоаналітика. Даний тип є гібридним рішенням між серверною та вбудованою відеоаналітикою. Обробка потоку відео розподіляється між джерелом відеоданих та сервером. Більш прості, базові функції виконуються за допомогою програмно-апаратного комплексу, вбудованого в камеру, більш складні – на сервері.

Література:

1. Видеоаналитика. [Электронный ресурс]. Режим доступу: http://synesis.ru/technology/videoanalitika (дата звернення: 15.05.2018).

2. Соломатин Алексей Юрьевич. Метод идентификации субъектов по изображению лиц в системах разграничения доступа на основе иммунокомпьютинга: диссертация кандидата технических наук: 05.13.19; Соломатин Алексей Юрьевич; [Место защиты: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»]. - Санкт-Петербург, 2015.- 128 с.

УДК 004.056.53

ДОКУМЕНТООБІГ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН

А.Д. Баранова

Національний Технічний Університет України «Київський Політехнічний Інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

Під час цифрових трансформацій, оцінка всіх нових технологій та визначення їх потенційних областей застосування має величезне значення для всіх організацій - як приватних, так і державних.

Сьогодні одним із найважливіших пунктів модернізації роботи підприємств є автоматизація процесу документообігу.

Документообіг, тобто оборот документів в організації - це контрольований процес їх переміщення всередині підприємства, а також за їх

межі в державні органи (у вигляді звітності у встановленій формі), компаніям-партнерам, підприємствам, що надають послуги та іншим учасникам такого переміщення.

Рух документів у організації здійснюється двома способами:

- паперовим (класичним), особисто в руки учаснику руху;
- в електронному вигляді, використовуючи платформу електронного документообігу.

Розглянемо і порівняємо особливості застосування двох систем.

Класична організація потоку документів в компанії передбачає:

- створення документа за допомогою ПК;
- друк інформації на паперовий носій;
- доставку виконавцю / керівництву;
- вилучення документів або фактичний контроль виконання завдань, поставлених в змісті документа.

Електронний обмін документами - це документообіг, який виключає застосування паперових носіїв. Виконання таких завдань реалізується з використанням IT-інструментів:

- реєстрація, введення документів;
- пошук документів;
- створення звітності будь-якої складності;
- організація контролю виконання завдань;
- відправлення документів в архів і т.п.

Іншими словами, електронні платформи дозволяють об'єднати функціональність як за окремими задачами, так і в сукупності.

Електронний документообіг також може забезпечити хмарне зберігання даних; високу швидкість опрацювання документів; можливість контролювати стан документа на всіх стадіях пересування; доступ до документів в будь-який момент часу; паралельна обробка декількох документів та безперервний рух документів, що сприяє скороченню часу руху документа і підвищенню оперативності виконання; єдина база документів, що виключає можливість їх дублювання; швидкий пошук документів за наявності мінімальної інформації.

Наразі галузь електронного документообігу швидко розвивається. Все більша кількість організацій прагнуть впровадити систему електронного документообігу, задля підвищення ефективності використання робочого часу і зведення до мінімуму витрат на ручну обробку документів.

Такий вид документообігу все частіше використовується і в державних структурах. На приклад, українська державна судова адміністрація з 2017 року перейшла на автоматизований електронний документообіг.

А проведення електронних аукціонів наразі неможливе без використання електронного документообігу.

На сьогодні в розвинених країнах активно застосовуються нові технології у використанні системи електронного документообігу. Одним з актуальних напрямків є технологія Blockchain. Система електронного документообігу на основі даного підходу забезпечує наявність таких принципів, як високий рівень довіри до системи, їх максимальна захищеність, загальнодоступність для всіх учасників і відкритість при передачі інформації.

Сама по собі технологія Blockchain являє собою децентралізоване зберігання даних, ланцюжок блоків транзакцій, вибудуваний за певними правилами і забезпечує специфічний захист від змін [1]. По суті, Blockchain дозволяє зберігати будь-яку потрібну нам інформацію, яка доступна для всіх учасників мережі.

Технологія Blockchain забезпечує життєвий цикл електронного документообігу у вигляді хронологічного ланцюжка блоків. Кожен з цих блоків пов'язаний з попереднім, а наступний блок додається строго в кінець ланцюжка. Хронологічний ланцюжок блоків буде криптографічно захищено, тобто він забезпечений конфіденційністю, а також достовірністю, цілісністю і не заперечення авторства.

На сьогодні існують кілька способів документообігу між різними організаціями, але не всі способи в даній області однаково зручні. Послідовність, за допомогою якої зручна технологія Blockchain в електронному документообігу, буде складатися зі: створення електронного документа, який має юридичну силу і запис його в Blockchain; зручності і легкості підписання, публікації, а також читання і перевірки юридичного статусу; розвитку корпоративних реєстрів документів, типовим прикладом яких служить база довіреностей.

Розробка, впровадження, експлуатація Blockchain-системи повинна відбуватися таким чином, щоб з плином часу, не дивлячись на зміни в правових, технологічних або громадських умовах:

- документи, які зберігаються за допомогою Blockchain-системи, повинні зберігати свою ділову або правову цінність стільки, скільки це необхідно;

- взаємодія з судами і регуляторами у всіх юрисдикціях не викликало б катастрофічних наслідків для системи [3].

Спираючись на дослідження експертів ICO і членів Міжнародної ради архівів та ARMA International, успішність технології Blockchain буде ґрунтуватися на виділенні таких правових питань, як: легальність; можливість використання записів в Blockchain як доказів; на дотри-

манні існуючих правових норм. В процесі застосування даної технології, найбільше вона виявилася затребуваною для банківської системи - це дозволяє значно знизити правові ризики і збільшити швидкість і точність обробки інформації; забезпечити інформаційну прозорість та відкритість для загального доступу; зменшити витрати на використання документообігу.

Спираючись на банківський досвід, ми також зможемо застосовувати дану технологію для впровадження у електронний кабінет студента. Це дозволить забезпечити прозорість ведення електронного журналу, автоматизувати видання довідок щодо навчання, верифікувати дипломи студентів, забезпечити авторське право й унікальність електронного портфоліо студента. Все це буде сприяти забезпеченню правової безпеки студента, максимальній надійності у зберіганні документів, захисті їх від втрати, підробки, зловживань, а також дати можливість верифікувати паперові документи за цифровими оригіналам, які неможливо підробити.

Література

1. Воронов М.П., Часовских В.П. «Blockchain – основные понятия и роль в цифровой экономике» 2017 г., № 9-1 С. 30-35

2. zametki.online [Електронний ресурс] — Режим доступу. — URL: http://zametki.online/2017/01/19/sberbank-zapuskaet-alternativnuyu-siste...

3. Храмцовская М.А. «Электронный документооборот – 2017» [Електронный ресурс] — Режим доступу. — URL: https://www.eos.ru/upload/iblock/037/KhramtsovskyaOD2017.pdf

4. Журнал «Apiumhub» [Електронный ресурс] — Режим доступу. — URL: https://apiumhub.com/tech-blog-barcelona/blockchain-technology/

5. Журнал «Rusbase» [Електронный ресурс] — Режим доступу. — URL:https://rb.ru/opinion/blockchain/

6. Beck, R., J. Stenum Czepluch, N. Lollike, and S. Malone, “Blockchain -The Gateway to Trust – free Cryptographic Transactions”, 24th European Conference on Information Systems (ECIS). Istanbul, Turkey, 2016.

7. Christidis, K. and M. Devetsikiotis, “Blockchains and Smart Contracts for the Internet of Things”, IEEE Access, 4, 2016.

УДК 519.233.5

ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КОНТАКТНОЙ СВАРКИ ТРУБ

Радченко С.Г., Лапач С.Н.

НТУУ «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», г. Киев, Украина

Благодаря высоким прочностным характеристикам и стойкости к агрессивным средам трубы из поливинилхлорида находят широкое применение в промышленном строительстве. При соединении отдельных участков труб между собой методом контактной сварки возникает ряд проблем, относящихся к выбору технологических условий сварки, обеспечивающих высокое исходное качество соединений и их долговечность при дальнейшей эксплуатации. Важными критериями качества сварного шва являются предел прочности на разрыв σв и отсутствие деструдированного (пережженного) материала в шве. Этим критериям уделяется основное внимание при исследовании и оптимизации режимов сварки.

Так как на критерии качества сварного шва влияют многие факторы – управляемые, неуправляемые, неконтролируемые – выбор оптимальных режимов является сложной задачей, для решения которой целесообразно применять многофакторное моделирование технологических процессов [1–4]. Разработанная методология регрессионного анализа учитывает основные свойства и особенности технологических процессов и систем и позволяет строить модели с наилучшими возможными свойствами. К получению регрессионных моделей необходимо подходить системно: процесс должен включать построение плана эксперимента, формализованный выбор структуры модели, устойчивое оценивание коэффициентов модели.

Планирование эксперимента входит составной частью в общее планирование исследования [1, 5]. Суть его заключается в составлении набора экспериментальных условий с определенными комбинациями независимых и зависимых переменных. Правильно выбранный план эксперимента позволяет получить многофакторные статистические модели с наилучшими возможными критериями качества. В этих целях целесообразно использовать многофакторные регулярные планы экспериментов и планы на основе ЛПτ равномерно распределенных последовательностей. Такие планы устойчивы (робастны) к выбору структуры модели и соответствуют или близки критериям D-, A-, E-, G-, Q-оптимальности.

Полный факторный эксперимент включает все возможные комбинации уровней факторов при выбранном числе уровней каждого фактора. Для полного факторного эксперимента число структурных эффектов (элементов) модели равно числу опытов плана эксперимента NП. Получаемая статистическая модель будет адекватна результатам эксперимента, так как множество структурных элементов необходимо и достаточно для описания результатов опытов. Все эффекты полного факторного эксперимента ортогональны друг к другу [1, с. 27]; это обеспечивает устойчивость построенной модели.

Целью данной работы является использование методики регрессионного анализа для исследования и построения высокоточных статистических моделей характеристик процесса контактной сварки поливинилхлоридных труб.

Исследовался технологический процесс контактной сварки труб из ПВХ-100 для определения условий создания высококачественного сварного шва. Трубы из ПВХ-100 имеют высокую прочность и теплостойкость, отличаются большой химической стойкостью, высокими диэлектрическими показателями. Прочностные свойства сварного шва должна быть не ниже прочностных свойств основного материала труб. Прочностные свойства шва связаны с характером течения оплавленного материала внутри шва. Стекание слоев материала относительно друг друга приводит к образованию остаточных напряжений, действующих в плоскости, перпендикулярной направлению основной нагрузки. Появление в зоне такого шва дефектов (от перегретого материала, пор, непровара и др.) значительно ослабляет сварное соединение, в связи с чем необходимо предъявлять повышенные требования к точности соблюдения режима сварки.

Оценка качества сварных образцов проводилась по следующим критериям:

y_1 – предел прочности на растяжение, , кгс/см2;

y_2 – оценка степени деструкции материала сварного шва, Д, баллы;

y_3 – коэффициент сварки, К.

Степень деструкции материала шва оценивалась по цвету излома сварного шва – баллы от 1 до 5; 1 – цвет излома с явно выражено деструкцией, 5 – цвет основного материала. Коэффициент сварки К является отношением значения предела прочности на растяжение сварного шва к пределу текучести основного материала трубы , полученного при испытании образцов.

Факторами, влияющими на качество сварных швов, были выбраны следующие:

X_1 – температура нагревательного инструмента, , °С;

X_2 – время оплавления свариваемых торцов труб, , с;

X_3 – удельное давление осадки труб, , МПа (кгс/см2).

Было решено использовать план полного факторного эксперимента 33//27: три фактора, каждый изменяется на трех уровнях, всего 27 опытов. Каждый уровень любого фактора сочетается с любым из уровней других факторов один раз. Проведение экспериментов по этому плану позволяет получить оценки коэффициентов регрессии независимые (в статистическом смысле) друг от друга.

Математические модели оцениваемых характеристик сварки постулировались в виде ортогональных многочленов Чебышева. Структура модели рассматриваемого полного факторного эксперимента имеет вид

$$(1+x_1^{(1)}+x_1^{(2)})(1+x_2^{(1)}+x_2^{(2)})(1+x_3^{(1)}+x_3^{(2)}) \ ,$$

где $x_1^{(1)}$, $x_2^{(1)}$, $x_3^{(1)}$ – линейные ортогональные контрасты факторов X_1, X_2, X_3;

$x_1^{(2)}$, $x_2^{(2)}$, $x_3^{(2)}$ – квадратичные ортогональные контрасты факторов X_1, X_2, X_3.

Вычисление статистических моделей предела прочности на растяжении , степени деструкции материала сварного шва , коэффициента сварки и всех статистических характеристик качества моделей было проведено с использованием программного средства ПРИАМ [6].

Построенные модели адекватны, статистически эффективны, устойчивы, информативны: коэффициенты множественной корреляции весьма близки к 1 и значимы. Модели объясняют более 93 % рассеивания результатов опытов. Модели зависимости характеристик процесса сварки – предела прочности на растяжение сварного шва, степени деструкции материала сварного шва, коэффициента сварки – от технологических условий сварки – температуры нагревателя, времени оплавления свариваемых торцов, удельного давления осадки труб – отражают физическую сущность процесса сварки в интервалах варьирования исследуемых факторов.

С учетом полученных статистических моделей проведен анализ влияния условий сварки на характеристики качества сварного шва и полученная информация использована для определения оптимальных условий проведения технологического процесса.

Использование концепции планирования эксперимента и формализованного получения структуры модели в исследовании и моделировании технологического процесса контактной сварки труб полностью

подтвердило высокую эффективность такого методологического подхода.

С разработанными методами моделирования и полученными результатами можно ознакомиться в [7].

Литература:

1. Радченко С. Г. Методология регрессионного анализа : монография / Радченко С. Г. – К. : «Корнійчук», 2011. – 376 с.

2. Радченко С. Г. Анализ методов моделирования сложных систем / С. Г. Радченко // Математичні машини і системи. – 2015. – № 4. – С. 123–127.

3. Лапач С. М. Проблеми побудови регресійних моделей процесів різання металів / С. М. Лапач // Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Машинобудування», 2014, № 3(72), С. 40–47.

4. Радченко С.Г. Корректное статистическое моделирование в условиях неполной исходной информации / Радченко С. Г. // Радиоэлектроника, информатика, управление. – 2017. – № 4. – С. 49–56.

5. Лапач С. Н. Робастные планы эксперимента / С.Н. Лапач // Математичні машини і системи. – 2016. – № 4. – С. 111–121.

6. Лапач С.Н. Планирование, регрессия и анализ моделей PRIAM (ПРИАМ) / Лапач С.Н., Радченко С.Г., Бабич П.Н. // Каталог программные продукты Украины. К.: 1993. С. 24–27.

7. Лаборатория экспериментально-статистических методов исследований (ЛЭСМИ). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.n-t.org/sp/lesmi

УДК 539.37

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛИ ИЗ ОРТОТРОПНЫХ РАЗНОСОПРОТИВЛЯЮЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С УЧЕТОМ БОЛЬШИХ ПРОГИБОВ

К.С.Курочка, Е.В.Комракова

Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого, Беларусь

Сэндвич-панели состоящие из прочных и жестких внешних слоев, низкопрочного и легкого внутреннего слоя все чаще заменяют другие типы конструктивных элементов, так как для них характерны высокая прочность и жесткость. Их популярность обусловлена небольшим весом и легкостью монтажа. Кроме того, трехслойные конструктивные элементы обеспечивают хорошие тепло- и звукоизолирующие свойства, а также обладают высокой вибростойкостью и технологичностью.

В ряде случаев составные части этих конструктивных элементов подвергаются значительным внешним нагрузкам, которые приводят к большим прогибам сэндвич-панелей. Кроме того, сэндвич-панели обладают следующими специфическими особенностями – резко выраженной анизотропией их механических характеристик, ослабленным сопротивлением поперечным деформациям, существенным различием механических и теплофизических характеристик слоев. Эти факторы имеют принципиальное значение, как отмечается в [1], при расчете полей перемещений и температур.

Рассматриваемая физическая модель описывается следующим квазигармоническим уравнением[2]:

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(u_x \frac{\partial \phi}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(u_y \frac{\partial \phi}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(u_z \frac{\partial \phi}{\partial z}\right)+\left(F-\mu\frac{\partial \phi}{\partial t}-\rho\frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2}\right) \qquad (1)$$

где ϕ – неизвестная однозначная в рассматриваемой области функция, F – функция, задающая внешнюю нагрузку u_x, u_y, u_z – функции перемещения относительно координат, μ – коэффициент внутреннего трения, ρ – плотность материала.

Уравнение (1) в окончательной форме определяющих уравнений можно записать в матричном виде:

$$[K]\{\delta\}+[C]\frac{\partial\{\delta\}}{\partial t}+[M]\frac{\partial^2}{\partial t^2}\{\delta\}+\{F\}=0\,, \qquad (2)$$

где $[C]$ – матрица демпфирования, $[M]$ – матрица масс, $\{\delta\}$ – вектор узловых перемещений, $\{F\}$ – вектор нагрузки.

Предполагалось, что толщина наружных слоев одинакова и равна t и намного меньше общей толщины пластины H , тогда деформации верхнего и нижнего слоя при больших прогибах будут равны

$$\varepsilon_x^{в(н)} = \frac{\partial u^{в(н)}}{\partial x} + \frac{1}{2}\left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)^2 ; \ \varepsilon_y^{в(н)} = \frac{\partial v^{в(н)}}{\partial y} + \frac{1}{2}\left(\frac{\partial w}{\partial y}\right)^2 ;$$

$$\gamma_{xy}^{в(н)} = \frac{\partial u^{в(н)}}{\partial y} + \frac{\partial v^{в(н)}}{\partial x} \qquad (3)$$

где $u^{в}$, $v^{в}$ – перемещение точек верхнего слоя, $u^{н}$, $v^{н}$ – перемещение точек нижнего слоя.

Для вычислений прогибов сэндвич-панели использовался алгоритм, основанный на методике последовательных нагружений на основе двухшагового метода последовательных возмущений параметров[3]:

– при малых прогибах используется метод упругих решений Ильюшина (где производится учет лишь физической нелинейности);

– при больших прогибах используется методика возмущений параметров с учетом как физической нелинейности, так и геометрической нелинейности. Под большими прогибами понимались прогибы сравнимые по величине с толщиной сэндвич-панели.

Объектом численного исследования являлась трехслойная сэндвич-панель (рисунок 1) нагружаемая распределенными по верхнему слою механическими воздействиями.

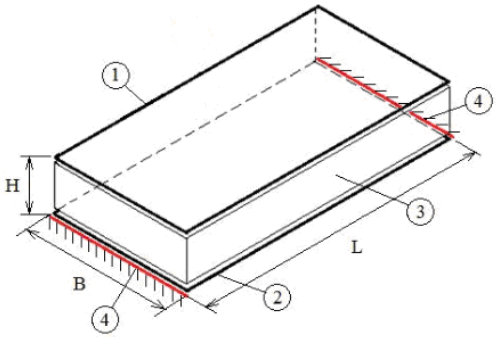


Рисунок 1 – Схема нагружения сэндвич-панели: 1 - верхний металлический слой; 2 - нижний металлический слой; 3 - внутренний слой; 4 - места закрепления

Для упрощения расчета, ввиду симметричности рассматриваемой панели, расчет производился для 1/4 части панели. На отсекаемых частях расчетной модели были заданы условия зеркальной симметрии.

При разработке вычислительного алгоритма принимались справедливыми следующие предположения[4]:

– нормальное, к срединной плоскости, перемещение u (т.е. прогиб пластины) не зависит от координаты z;

– нормаль к срединной плоскости после деформации поворачивается на угол $\varphi 1$ относительно оси x, и на угол $\varphi 2$ относительно оси y;

– при расчете характеристик напряженного состояния не учитываем наличие нормальных напряжений σz.

Расчет проводился на основе метода конечных элементов [1]. Прикладная программа для определения напряженно-деформированного состояния сэндвич-панелей при больших приложенных нагрузках реализована на языке высокого уровня C#.

При проведении расчетов предполагалась, что ширина панели B = 8 дм, а длина панели L могла быть либо 8 либо 16 дм. Материал верхнего и нижнего слоя сэндвич-панели – отожженные листы АМГ6 (химический состав по ГОСТ 4784-97) толщиной 2 мм, материал внутреннего слоя – стеклопластик Т-10/УПЭ22-27 (изготавливается из ткани Т-10 и связующего УПЭ 22-27 толщиной либо 60, либо 100 мм. Стеклопластик представлял собой ортотропный материал. К верхнему слою панели прикладывалась нагрузка в виде равномерно распределённого давления 400 кПа (или 600 кПа)

В результате проведенных численных исследований получены характеристики напряженно-деформированного состояния, а именно распределение деформаций и механических напряжений для разных точек сэндвич-панели.

Проводились расчеты как с учетом ортотропности свойств стеклопластика – модель 1, так без учета этих свойств (т.е. при усредненных модулях упругости и коэффициента Пуассона) – модель 2.

Анализируя данные по деформациям можно сделать вывод о достаточно существенном влиянии явления разносопротивляемости на величины прогибов сэндвич-панели. В частности, разница в результатах по максимальным прогибам для моделей 1 и 2 составляет величину – 11 %. Если же мы будем анализировать получаемые данные по напряжениям, то можно сделать вывод о том, что разница между напряжениями, полученными при учете и без учета явления разносопротивляемости, весьма ощутима. Так, разница получаемых данных для моделей 1 и 2 по максимальным напряжениям составляет – 22 %.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что учет влияния напряженно-деформированного состояния на работу материала является необходимым, так как позволяет получить более точные результаты.

Литература:

1 Сегерлинд Л. Дж. Применение метода конечных элементов. – М: Мир, 1979 – 392 с.

2. Зенкевич, О.С. Метод конечных элементов в технике / О.С. Зенкевич – учебник: МОСКВА, «МИР», 1975 – 541 с.

3. Петров В.В., Кривошеин И.В. Методы расчета конструкций из нелинейно-деформируемого материала: учеб. пособие. М.: Изд-во АСВ, 2009 – 208 с.

4. Трещев А.А., Матченко Н.М. Теория деформирования разносопротивляющихся материалов. Тонкие пластины и оболочки. М.; Тула: РААСН; ТулГУ, 2005 – 186 с.

УДК 004.93

ОЦІНКА НАВАНТАЖЕННЯ МАРШРУТУ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Р. М. Капорін

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Громадський транспорт відграє велику роль у житті будь-якого великого міста. Кожен день пересічні громадяни користуються різноманітними громадським засобами пересування. До них належать як місцеве перевезення, так й міжміське сполучення.

Через велику кількість населення у сучасних великих містах, люди все частіш стикаються з проблемою перевантаження транспортних засобів у певні пікові години роботи сполучень.

Проблема, що розглядається, пов’язана з оцінкою навантаження транспортного засобу пасажирами. При підрахунку кількості людей на борту та зіставленням цієї оцінки з даними про місцеположення транспорту та час, можна буде отримати повну картину про навантаження маршруту. Ця інформація може використовуватися для редагуванні розкладу роботи маршруту, технічного складу транспортних засобів та їх одночасної кількості на маршруті.

Робота присвячена розв'язанню задачі розпізнавання образів для корегування розкладу міського транспорту.

Підходи до збору даних

Щоб визначити навантаження на транспортні засоби протягом всього маршруту необхідно забезпечити збір даних з цих транспортних засобів. До цих даних належить інформація про кількість пасажирів, що перевозиться, та дані про місцеположення.

Для визначення кількості пасажирів пропонується використання відеокамер з обробкою відео потоку даних.

Існують два варіанти встановлення відеокамер для здобуття відеоряду для аналізу: на зупинці громадського транспорту або безпосередньо у салоні транспортного засобу (рис. 1).

Розміщення камер на зупинках на перший погляд є більш економічно доцільним. Але з точки зору практичної реалізації є неможливою через велику складність реалізації програмного забезпечення.

По-перше, програмне забезпечення повинно відрізняти громадський транспорт від іншого трафіку на дорозі. По-друге, необхідно ідентифікувати транспортний засіб, що наразі знаходиться у полі зору камери. Потрібно визначити його номер, визначити входи та виходи з машини, а також розрізняти людей. По-третє, постає проблема визначення моменту, коли пасажир входить до транспортного засобу і коли його покидає.

Доцільність застосування такого методу залишає невеликі шанси на отримання позитивного результату через його велику складність.

Варіант розміщення камер у салонах більш простий з точки зору реалізації програмного забезпечення та виключає шанс помилок першого підходу. Недоліками цього підходу є велика кількість камер, задіяних у кожному транспортному засобі. Цей недолік наполовину вирішується за рахунок перед встановлених камер відеоспостереженням заводом виробником транспортного засобу.

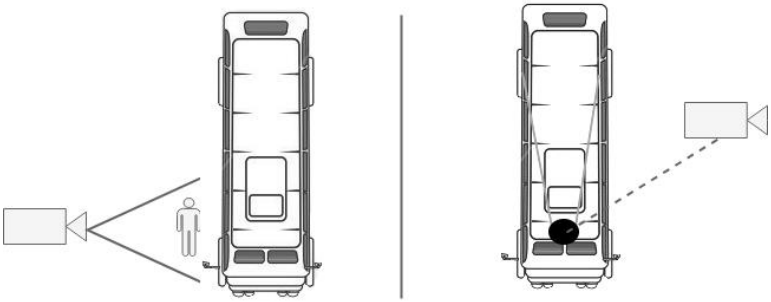


Рис. 1 – Варіанти розміщення камер відеоспостереження (зліва з встановленням на зупинці, справа у салоні транспортного засобу)

Аналіз потокового відео є досить ресурсномісткою задачею. Розміщення обробляючих потужностей поряд із кожною камерою є недоцільним. Ми рекомендуємо проводити цю операцію на віддалених потужностях.

Для отримання даних місцеположення транспортного засобу зазвичай використовується GPS приймачі [1], встановленні в салоні. Зазвичай такі пристрої встановлюються заводом виробником транспортного засобу або додатково державними депо.

Алгоритм підрахунку людей у транспортному засобі

Для підрахунку людей за допомогою камер відеоспостережень можна використовувати метод розпізнавання образів на основі каскадних класифікаторів. До переваг цього методу можна віднести його універсальність. Ця техніка може використовуватися у багатьох сферах сучасного життя: від автономних автомобілів до автоматичних систем безпеки. Для цього необхідно надати системі множину класифікаторі, на основі яких вона буде проводити класифікацію. Прикладами таких наборів даних є класифікатори HAAR для пошуку образів людей, облич та очей.

Розпізнавання об’єктів з використанням каскадних класифікаторів є одним із напрямків машинного навчання. Принцип роботи каскадних класифікатори засновано на даних, що отримані під час обробки великої кількості зображень з об’єктом (позитивних, де наявні шукані образи, та негативних, де вони відсутні).

Під час навчання формується набір ознак Хаару [2] – значень, що отримані при накладанні шаблонів на зображення та підрахунку інтенсивності пік селів згідно до цих шаблонів. Використовуючи отримані дані можна проводити пошук образів на інших вхідних даних та робити висновки про наявність чи відсутність об’єкту на них.

Реалізація

З метою перевірки ідеї оцінки навантаження громадського транспорту було розроблено прототип клієнтського модуля для збору даних.

Пристрій складається з комп’ютера Raspberry PI 3, GPS приймача, GSM модему та відеокамери та працює на операційні системі Debian 8. Для керування обробкою даних написано програмне забезпечення на мові програмування Golang з використанням бібліотеки OpenCV для аналізу відео.

Схематично потік даних в середині клієнтського застосування зображено на рис. 2.

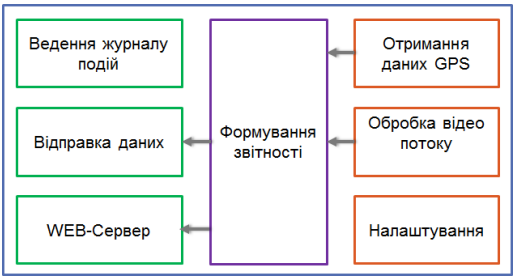


Рис. 2 – Варіанти розміщення камер відеоспостереження (зліва з встановленням на зупинці, справа у салоні транспортного засобу)

Клієнт самостійно обробляє відео та підраховує кількість людей у салоні. Паралельно пристрій збирає данні про поточне місцеположення транспортного засобу. Ці данні планується надсилати на віддалений аналітичний сервер для їх подальшої обробки.

Для перегляду поточного стану обробки даних та налаштування пристрою, програмне забезпечення надає можливість адміністрування через web-інтерфейс.

Зведення інформації про час, місцеположення та навантаження транспортного засобу дасть змогу побудувати модель та зробити аналітичний висновок. Так можна буде знайти екстремуми навантаження та проводити корегування розкладу руху з метою покращення послуг з перевозки пасажирів.

Література:

1. Dimil Josea , Sanath Prasadb , V. G. Sridhar (2015) Intelligent Vehicle Monitoring Using Global Positioning System and Cloud Computing, Retrived December 9, 2017, from https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187705091500513X

2. P Viola, M. Jones, "Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features[J]", Proc Cvpr, vol. 1, 2001.

УДК 517.957

ЗАСТОСУВАННЯ ЗАДАЧІ МАРШРУТИЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПО ДУГАХ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ОБСЛУГОВУВАННЯ ДОРІГ МІСТА

Г.О. Григорець

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Задачі оптимізації маршрутів транспортних засобів є ключовими не лише в областях транспортних перевезень і логістики, але і у сфері

муніципального обслуговування вулиць міста і мають величезне практичне значення. В якісному плануванні маршрутів зацікавлені поштові служби, муніципальні та приватні підприємства, що займаються вивезенням сміття чи обслуговуванням доріг тощо. А у випадку надзвичайних ситуацій (наприклад, заметіль) відновлення нормального транспортного сполучення у найшвидші терміни стає першочерговою задачею. І від якісного її вирішення залежить зменшення збитків.

На сьогоднішній день актуальною проблемою є ефективне виконання процесів обслуговування доріг міста. До цих процесів можна віднести будь-які види робіт, що проводяться на дорогах. Розглянемо можливості застосування задач маршрутизації по дугам для вирішення даної проблеми. Очевидно, що перш за все потрібно розглянути можливість вирішення задачі китайського листоноші в контексті швидкого обслуговування доріг міста.

Задача китайського листоноші – це задача маршрутизації по дугам, яка полягає у знаходженні маршруту з найменшою вартістю, що обходить кожну дугу графу хоча б один раз. Така задача природньо виникає у випадку, коли обслуговування потребують самі вулиці, або коли потрібно надати деякий сервіс споживачам, що проживають вздовж цих вулиць. На практиці дуги графа представляють вулиці, що мають поштові скриньки, куди мають бути рознесені листи листоношою.

Проте вирішення класичної задачі китайського листоноші часто в недостатній мірі покриває існуючі практичні обмеження, хоча вони є природніми. Як наслідок, виникли різні модифікації задачі.

Найбільш пристосованим до сучасних потреб різновидом задачі китайського листоноші є мінімаксна задача k китайських листонош з врахуванням директивних термінів. Відмінностями цієї задачі є те, що дуги графа обслуговуються k листоношами та мінімізується не сумарна вартість маршрутів, а вартість маршруту максимальної вартості. Це надає переваги з економічної точки зору, бо дозволяє краще розподілити робочий час між усіма листоношами та розробити для них маршрути схожої довжини. Також особливістю при вирішенні задачі є дотримання директивних термінів, інакше кажучи, конкретно визначених проміжків часу, на обслуговування кожної з вулиць. Досліджені задачі в області маршрутизації по дугам не поєднують в собі одночасно всі ці умови, тому розглянемо можливе практичне застосування цього класу сформульованої задачі.

Задача мінімаксу k китайських листонош з врахуванням директивних термінів може бути використана для вирішення багатьох реальних проблем.

Нехай ребра графа представляють дороги міста, а вершини ¬– перетин доріг. Вага ребра буде відповідати довжині дороги.

Збір сміття. Розглянемо проблему збору сміття з вулиць. Припустимо, що в місті є k машин для збору сміття і кожен район міста обслуговується єдиною машиною. Тоді проблема збору сміття в місті зводиться до знаходження k циклів в графі, які в своєї сукупності проходять по кожному з ребер принаймні один раз. Потрібно знайти цикли з найменшим кілометражем. З урахуванням того, як насправді курсує машина, виникає необхідність урахування часу з і до якого певна вулиця повинна бути обслугована, в результаті чого машини будуть їздити за розкладом.

Доставка молока або пошти. Ще дві задачі, для яких потрібно визначити маршрути, що проходять хоча б один раз по кожній з вулиць районів. Тут задача полягає в знаходженні маршрутів, що мінімізують кілометраж, час або вартість.

Інспектування розподілених систем. Проблема перевірки електричних, телефонних або залізничних ліній пов'язана з неодмінною вимогою перевірки всіх їхніх «компонент». Тому вона також близька до поставленого класу задачі.

Інші проблеми, що не відносяться до обслуговування вулиць міста, для розв’язання яких може бути використана задача мінімаксу k китайських листонош з врахуванням директивних термінів, пов'язані з прибиранням приміщень і коридорів у великих установах, з найкращим маршрутом огляду музею тощо.

Проте зосередимось на застосуванні задачі при необхідності пришвидшення виконання процесів обслуговування доріг.

Зазвичай в розпорядженні кожного міста передбачається наявність k машин техніки, розташованих в одному депо, з якого вони починають свою роботу. Обслуговування машинами кожної з доріг має відбуватися за розкладом у конкретно визначені для кожної дороги проміжки часу. Взимку вони можуть виконувати очищення доріг від снігу і розкидання суміші піску та солі, а влітку прибирання чи миття доріг міста тощо.

Для потреб забезпечення обслуговування доріг протягом снігопадів місто зазвичай ділиться на кілька зон зі своїми обладнанням і командою для надання якнайкращого сервісу. Кожна зона складається з мережі доріг та громадських місць, для яких визначений пріоритет щодо прибирання снігу. Найвищий пріоритет надається головним дорогам (ділові райони), школам та районам лікарень. Другий пріоритет надається для прибирання снігу зі шляхів, що ведуть до головних доріг, шкіл та лікарень. Третій пріоритет надається вулицям житлових районів, і четвертий пріоритет – громадським парковкам, узбіччям тощо. В кожній зоні

сніг на дорогах з вищим пріоритетом має бути прибраний до доріг з більш низьким пріоритетом. Те ж саме стосується розкидання суміші піску та солі на дорогах для запобігання зледеніння.

Як бачимо, задача мінімаксу k китайських листонош з врахуванням директивних термінів якнайкраще дозволяє вирішити наведену задачу з врахуванням всіх її обмежень та пришвидшити виконання робіт на дорогах. Також в цьому класі задач може бути задана додаткова умова зменшення найдовшого маршруту, що дозволить забезпечити рівномірну завантаженість всіх машин міста.

Таким чином, сформульований клас задач маршрутизації по дугам, а саме задача мінімаксу k китайських листонош з врахуванням директивних термінів, може отримати широке застосування на практиці, зокрема у сфері оптимізації процесів обслуговування доріг міста.

Література

1. Andre Osterhues, Frank Mariak. On variants of the k-Chinese Postman Problem [Текст] // Operations Research und Wirtschaftsinformatik, No. 30 (2005).

2. Tomaz Kramberger. Priority Constrained Chinese Postman Problem [Текст] / Tomaz Kramberger, Janez Zerovnik // Logistics & Sustainable Transport, Volume: 1, Issue: 1, 2007.

UDK 519.6: 544.344.01

APPLICATION OF STATISTICAL METHODS FOR MODELING OF "LIQUID-GAS" THERMODYNAMIC SYSTEMS OF REAL SUBSTANCES

S.O. Zayika, A.T. Loburets

Poltava State Technical University named after Yuri Kondratyuk, Ukraine

An important problem of natural and technical sciences still remains the creation of a physically accurate model of the system "liquid-gas", which would work equally well throughout the temperature range of the existence of a vapor-liquid equilibrium of real substances or their mixtures. As a result, empirical state equations have to be widely used, which determine the connection between the physical parameters of the system with the help of approximating functions [1].

When creating empirical equations of state, the true values of variables describing the thermodynamic state of a given system are unknown. When optimally determining the parameters, the empirical correlation equations can

reproduce true physical connections with sufficient accuracy. Measured values of variables contain measurement errors of independent and dependent variables and these errors do not depend on each other. Systematic errors may occur in the data sets during the process of measurement. They can be found by way of a critical comparison of the results obtained by different authors. There are areas of variables that have been studied in detail for given substance or mixture. But there are also areas of variables where experimental data are very small or completely absent. If this system was studied by different authors, it is difficult to assess the consistency of such results. Such situation may be prevented by the various investigated areas of the existence of the phase equilibrium, application of the various methods of studying this system or the fact that the measurement of system parameters in these studies was done with different accuracy.

If there is a very good equation of state adapted to the high-accuracy values of the variables describing the state of the system, then it will be useful for a rigorous evaluation of the values of measured state parameters for different systems. The quality of the empirical equation strongly depends on the choice of its mathematical structure. The method of simple selection of structures very rarely succeeds in obtaining good results. The way out of the situation is to apply methods of optimizing the equation structure. Optimization of the structure of the empirical equation is the choice of such a structure that maximally approximates the results of approximation to the true values of the variables describing this thermodynamic system [2-4]. The reproduction of measured values can be improved by adding new members in different variations. Consequently, the structure optimization method must be used to determine the effective members of the equation, which enables us to find the shortest empirical equation that best matches the experimental data.

We set the task of finding a universal mathematical structure, the use of which allows reproducing both branches of the binodal with good accuracy and performing extrapolation in those areas of coexistence of phases which, due to abnormally high values of temperatures and pressures and, accordingly, high reactivity of the studied substances are inaccessible to study with the help of modern scientific equipment. The equation, which consists of linear and power members, was used as the basis.

The method of regression analysis can be realized by selecting only those members that are most effective, taking them as an initial solution. Then exclude members that do not affect the quality of approximation. You can first select the member that most improves the equation and add new ones until the specified length of the equation is reached. But both approaches are not effective. We applied step-by-step regression analysis to achieve the goal [2].

The method is based on a certain set of data and a general approach that contains all the terms that are considered effective. This creates a regression matrix in which mathematical algorithms can be used to find an effective combination of terms. The sum of the smallest squares is used as a criterion for estimation. The mathematical algorithm of step-by-step regression analysis initially includes a term chosen from the general approach, which reduces the largest sum of the smallest squares, being included in the corresponding equation. After adding a member, the individual members of the equation are checked for significance, becoming the coefficients of the equation. If it turns out that the coefficient is slightly different from zero, it is considered ineffective, and it is excluded from the equation. Those terms that help reduce the amount of squared errors are also tested. Thanks to these tests, the effectiveness of the method can be greatly improved.

An advanced step-by-step regression analysis becomes very uncomfortable when the number of members exceeds a hundred. We made an attempt to apply the evolution optimization method. It resembles the mechanism of biological evolution. A certain set of parallel equations (first generation) is considered. The equations use Mutation and Crossing over methods, and the second generation equations are formed. The method has been successfully applied in [4] to develop a fundamental equation for oxygen. However, the application of this approach involves the presence of sufficiently powerful computers. We succeeded in using the physical approach to creating a universal approximating state equation to overcome this problem within step-by-step optimization. As a result, an analytical expression was obtained that does not have adaptive coefficients that do not have physical content and which describes the entire temperature region of the coexistence of liquid and gas with high accuracy.

Literature

1. Span R. Multiparameter equations of state – an accurate source of thermodynamic property data. – Berlin: Springer-Verlag, 2000. – 363 p.

2. Wagner W. Eine mathematisch statistische Methode zum Aufstellen thermodynamischer Gleichungen – gezeigt am Beispiel der Dampfdruckkurve Reiner fluider Stoffe. Fortschritt-Berichte VDI-Z, Reihe 3, Nr. 39, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1974.

3. Ewers J., Wagner W. A method for optimizing the structure of equations of state and its application to an equation of state for oxygen // Proc. 8th Symp. Thermophys. Prop. – New York: 1982. – P. 78–85.

4. Setzmann U., Wagner W. A new method for optimizing the structure of correlation equations // Int. J. Thermophys. – 1989. – Vol. 10. – P. 1103-1126.

UDC 004.8

USING OF INFORMATION TECHNOLOGIES OF VIDEO CONFERENCING IN THE EDUCATIONAL PROCESS

O.M Gaytan,
Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, Ukraine

The development of distance and E-learning systems in recent years leads to the expansion of hardware and software used in the educational process to bring it closer to real communication "teacher-student". Such facilities include video conferencing. The effectiveness of using video-conferencing in the learning process is determined by the following factors:

- provides "real-time" visual contact between students and the teacher;
- supports using of different types of media content, combining handwritten documents, text, audio and video materials, as well as a virtual classroom desk or desktop.
- allows communication with students located in geographically remote regions;
- provides access to training for students with specific needs;
- Along with the advantages, the use of videoconferencing technology has its drawbacks:
- the initial price of equipment and traffic fee can be very high;
- codecs from different companies are often incompatible, because of using their own methods of compression;
- if the capacity of the information transmission line is not sufficient, students can observe "glitches" when rapid movement is demonstrated in real time;
- if the system is not adjusted, sound background may appear, which reduces the quality of the learning.

The domains of Videoconferencing Systems using in education are represented in fig. 1.

Figure 1 – The domains of Videoconferencing Systems using in education

– Classification of Videoconferencing Systems

– Small room videoconferencing. This system is designed primarily for small groups (1-12 participants) at all sites seated around a conference table.

– Classroom videoconferencing. This type of system usually uses high quality AV components, codecs, and an interface that allows all participants to be seen on the monitors.

Desktop videoconferencing. This system utilizes a personal computer and videoconferencing software. These systems are less expensive, but offer limited resolution. They are most effective for individual and small group use.

Software solutions for video communication and videoconferencing require for work of a personal computer with a webcam and a headset connected to it. Programs of this kind are divided into paid and free. In particular, commercial products offer: Adobe Connect, BlueJeans, ClikMeeting, Fuze, Google Hangouts, GoToMeeting, Skype for Business (formerly Microsoft Lync), Mind, Mirapolis, Pexip, Skype, TrueConf, Videomost, Vidyo, WebEx, Webinar.ru, etc.

The suppliers of free technologies are well-known services as Skype, QIP, Tango or ICQ, and applications VideoPort, Microsoft NetMeeting, VC software, Ekiga, HoneyQ, ooVoo, etc.

Paid solutions provide greater functionality for conferences (for example, a large number of participants are supported) and compatibility with video conferencing hardware solutions from different vendors (through the use of open SIP and H.323 standards).

The main advantage of software solutions for video conferencing is the minimum initial investment. It can be cheap (in comparison with hardware solutions) or even free systems. Their main disadvantage for a long time have been low quality of video images (low resolution and low frame rate), as well as sharp deterioration in quality in the videoconferencing mode. However, since 2014, technologies already allow video communication in the super high quality 4K Ultra HD.

Webinar and Online Conference Software such as GoToWebinar provides an opportunity for a teacher and student to conduct video lecture using only a laptop with a built-in camera. The student receives in advance a link to the lecture, which must be opened in the browser.

The main feaures, possibilities, benefits and disadvantages of these means were researched and described.

The modes of video conferencing systems working are represented in fig. 2.

One of the main tools that bring students closer to the conditions of real seminars is the virtual whiteboard, which is used in nearly all video conferencing systems. It is desirable to have the ability to edit text directly with

subsequent saving, and to create marks on top of the source text, as well as using a remote pointer.

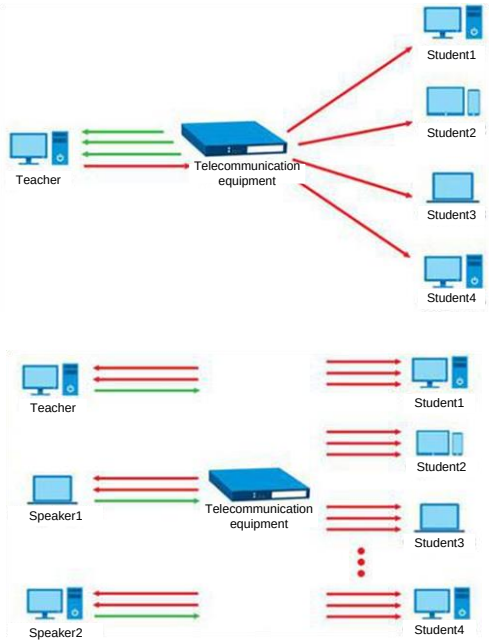


Figure 2 – The modes of video conferencing systems working

For convenience materials can be formed on the board in the form of separate “slides”, the change of which is made by reference to a special “slide” number. In other cases, the whiteboard is presented in the form of a multipage notepad, separate “pages” which can be “flipped”, referring to a special index of page numbers.

The practice of video lectures at the Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University made it possible to reveal some features of this technology application:

− It is necessary to prepare in advance the paper and electronic documents and illustrative materials used, taking into account the technical capabilities of their display on television and computer screens.

− If it is possible to control the cameras, then it is necessary to coordinate with the remote participants the management order.

– You need to adjust the sound level. It is possible that an echo will be heard during the first words. Next, you need to adjust the echo and noise reduction parameters.

It is necessary to adjust the preset positions of the cameras (4-6 for each: the general plan, the first person, the place for the speaker, the group of participants on the middle plans, etc.) and try to use them in the session. Switch positions depending on the development of the action.

So, computer video conferencing systems are one of the most powerful means of increasing of the E-learning effectiveness. The possibility of natural communication, including not only the ability to see and hear each other, but also to use joint viewing and mutual commentary of graphic materials determines the essential advantages of computer video conferencing systems in comparison with other types of remote interactions.

So, the ability to effectively conduct real-time lectures, workshops, seminars, as well as the possibility of implementing various forms of testing and monitoring knowledge at a distance, have led to the fact that computer video conferencing systems systems have already turned into such countries as the USA, Finland, Germany, etc. into one of the main means of supporting the learning process in distance education systems.

Literature

1. Ebrahim A.Mattar. GCC Countries and the Future Prospects of E-Training [electronic resource]. – Available from: https://www.researchgate.net/publication/306119913_GCC_Countries_and_the_Future_Prospects_of_E-Training.

2. Костиков А.Н. Видеоконференцсвязь: проблемы и пути их решения // Высшее образование в России, № 8, – 2009. С. 104 – 108.

УДК 004.8

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВУЗОМ. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ВІДДІЛ

О.М. Гайтан

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Україна

В умовах входження українських вищих навчальних закладів до європейського освітнього простору та інтенсифікації їх діяльності все більшого значення набуває автоматизація діяльності вищого навчального закладу і створення єдиного інформаційного простору.

На даний час існує ряд інтегрованих автоматизованих систем управління вищим навчальним закладом, але використання таких сис-тем породжує низку проблем. По-перше, не кожний вуз має можливість придбати інформаційну систему необхідного рівня. Покупка та супровід такої системи вимагає вкладення значних коштів. По-друге, існує проблема інтеграції та обміну даними з іншими системами, впровадженими в конкретному закладі, налаштування системи під власні потреби. Тому ефективною є розробка власної автоматизованої системи управління вузом (АСУ ВНЗ).

АСУ ВНЗ повинна включати модулі, які відповідають діяльності основних структурних підрозділів закладу, зокрема деканат, розклад, бібліотека, навчальний та навчально-методичний відділ, відділ кадрів тощо. Дана робота присвячена розгляду автоматизації діяльності навчально-методичного відділу та розробці відповідного модуля АСУ.

Рис. 1. Архітектура автоматизованої системи управління ВНЗ

Навчально-методичний відділ є структурним підрозділом вищого навчального закладу, що здійснює організацію, керівництво, планування та контроль за навчально-методичною роботою [4]. Представимо місце даного відділу в загальній структурі АСУ ВНЗ (рис. 1).

Навчально-методичний відділ у своїй діяльності керується Законами України «Про освіту», «Про вищу освіту», наказами Міністерства освіти і науки України стосовно вищої освіти та іншими законодавчими і нормативними актами, Статутом університету, керуючою документацією закладу, наприклад, наказами та розпорядженнями, положенням про відповідний відділ [5 – 8].

Розглянемо функціональну модель відділу згідно стандарту IDEF0 (рис. 2 – 3). Можна виділити такі основні напрямки роботи відді-лу: організацію, керівництво, планування та контроль за навчально-методичною роботою.

Рис. 1. Контекстна діаграма діяльності навчально-методичного відділу

де РП – робоча програма дисципліни;

РНПД – робоча навчальна програма дисципліни;

НМКД – навчально-методичний комплекс дисципліни.

Як доповнення до моделі IDEF0 для більш наочного відображення поточних операцій документообігу й обробки інфор-мації використаємо діаграму потоків даних. На рис. 3 представ¬лено модель блоку контролю навчально-методичного відділу.

Вхідні дані у даному випадку відділ отримує від навчального відділу (навчальні плани спеціальностей) та кафедр (методична документація кафедр), вихідні – направляються кафедрам та блоку узагаль¬нення даних.

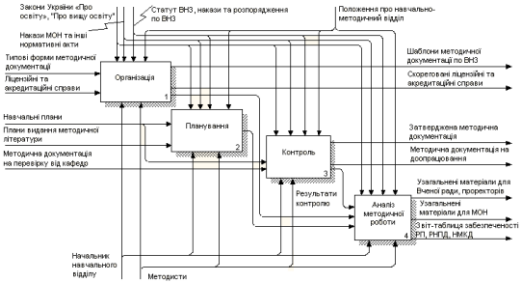


Рис. 2. Діаграма декомпозиції діяльності навчально-методичного відділу

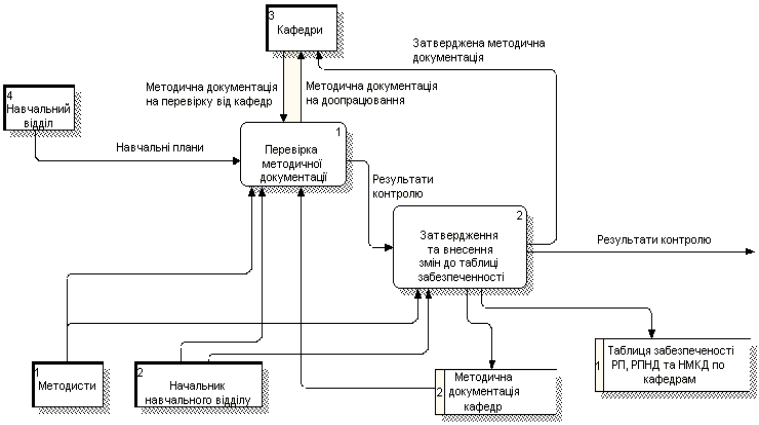


Рис. 3. Діаграма потоків даних блоку контролю

Для забезпечення можливості формування шаблонів мето¬дич¬них документів на основі типових форм система повинна включати під-систему «Конструктор шаблонів», що являє собою майстер розробки шаблонів зі зручним інтуїтивно-зрозумілим інтерфейсом, яким може користуватися користувач – не спеціаліст у комп'ютерних технологіях.

Основний вид звіту, що надається відділом, – таблиця забез¬печення методичною документацією кафедр, але можливе й формування інших звітів на вимогу. Тому система повинна включати підсистему «Конструктор звітів», що дає змогу формувати інформацію у найбільш зруч¬ному вигляді або за певним шаблоном.

Окремо необхідно виділити загальну для АСУ ВНЗ підсистему документообігу, до якої має доступ кожний модуль із відповідними повноваженнями. Так модуль методичного відділу в даній підсистемі вносить завдання для кафедр, отримує відповідні завдання від інших модулів та реєструє результати перевірки.

Таким чином, на даний час не викликають заперечень переваги використання автоматизованих систем управління вищих навчальних закладів. Питання полягає у виборі інтегрованої або власної автомати-зованої системи управління, розробленої даним закладом або для нього. Використання власної АСУ дозволяє вирішити проблеми інте-грації та обміну даними з іншими системами, впровадженими в конкретному закладі, налаштування системи під власні потреби. Але розроблення такої системи вимагає грунтовного вивчення і форма-лізації діяльності кожного підрозділу, який входить до складу системи у вигляді відповідного модуля. У роботі було висвітлено питання, пов'язані із автоматизацією

діяль¬ності навчально-методичного відділу, розроблено функціональну схему його роботи. Програмна реалізація даної моделі дасть змогу ефективно автоматизувати діяльність навчально-методичного відділу у складі АСУ ВНЗ.

Література

1. Нормативно-правове регулювання та методичне забезпечення організації навчального процесу в університеті [електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.chnu.edu.ua/index.php?page= ua/osvitnia/ 03rada.

2. Кузьма К.Т. Аналіз автоматизованих систем управління ви-щим закладом освіти / К. Т. Кузьма // Актуальні проблеми авто¬ма¬ти-зації та інформаційних техноло¬гій. – 2008. – Т. 12. – С. 134 – 144.

3. Навчально-методичний відділ [електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nau.edu.ua/ua/menu/un%D1%96versitet/departments/ navchalno- metodichnij-viddil/

4. Навчально-методичний відділ [електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.knuba.edu.ua/?page_id=15305.

5. Навчально-методичний відділ [електронний ресурс]. – Режим доступу: https://chdtu.edu.ua/structure/educational-departments/item/38-navchalniy-viddil.

UDC 004.8

ANALYSIS OF THE SYSTEMS OF SCIENTIFIC AND ACADEMIC TEXTS ORIGINALITY CHECKING

O.M Gaytan, A.I. Goroshko

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, Ukraine

At this stage of society development people have wide access to various information sources due to Internet and high development of the information and communication technologies. It is easier to find and store necessary information. Today it is enough to enter the title in the search system and copy the necessary information. As a result, students use method of writing works that is the simple copying information from one or more sources with minimal editing. One of the problem solutions is using of automatic checking of the text originality in order to improve the organization and control of the educational process at the university, ensuring the independence of completion of graduation and course papers, preserving intellectual property rights, as well as improving the quality and originality of the scientists' publications. So, the question of comparing of information systems of this kind is very important.

The purpose of this work is research of the functioning and effectiveness of various information systems for automatic texts checking to improve the quality of analysis of academic and scientific works on originality.

Different approaches are used in the process of research of the automatic texts checking systems. Some of them are based on using of their own text base, while others can work correctly only through Internet.

We believe that the following systems are most popular:

1. Antilagiat.ru – Russian system, has been introduced since 2005. It is constantly updated, but checks only texts in Russian. There is an improved version – Antiplagiat University, which has a large base of texts and articles for verification, but it is not used in Ukraine. The disadvantage of the Anti-Plagiarism system is that full audit reports are displayed only at a fee.

2. ETXT anti-plagiarism (https://www.etxt.ru/antiplagiat/) is commonly used in Ukraine. It is a system for checking the texts originality that uses a comparison of the text with queries in search engines (Yandex Google, Bing, and others). Online version is fee-based, but offline version (downloaded from the site) is free of charge. This system checks texts in Ukrainian, Russian, English and other languages. It can detect a translation from Russian to Ukrainian and consideres it as plagiarism (similarly for translating from the Ukrainian language into Russian). The disadvantage of the system is very slow checking of large documents (they can be downloaded fully, but the test lasts 30-50 minutes per document).

3. Advego-Plagiatus (http://advego.ru/plagiatus/) is often used in our country. The program works just like the ETXT anti-plagiarism. Large files checking is problematic.

4. Another popular system is text.ru-Anti-Plagiarism (http://text.ru/ antiplagiat). Text verification is also possible in Ukrainian. The important feature of this system is the detection of Russian-Ukrainian translation (and vice versa) and a slight periphrasis. However, the system is imperfect because it checks only small parts of the text.

5. The Polish information system Antiflagyat (https://www.plagiat.pl/ webplagiat/main.action?hl=en&page=page&lang=en& lang2 = en) was chosen as the next for our further study, because this system is used by many Ukrainian universities. It works like ETXT. Testing is done online with upload document, but there is a text size limitation. The system checks texts in Ukrainian and Russian. The system is fully fee-based, which in our opinion is also a disadvantage, since the fee is high.

For comparing of the services at checking of the text originality, we conducted the following experiment.

Several texts were prepared:

1. Text created on the basis of a lecture on discipline "Modeling systems" with special terminology.

2. Text received on the basis of an article from an electronic journal replacing some words with synonyms using special terms.

3. Text without terms, but with the presence of complex revolutions, complicated and complex sentences. The text is completely original because it was created by the author for participation in the journalism contest and is a fragment of literary prose.

The results of systems testing obtained during the research revealed a number of disadvantages associated with their work. Differences in the obtained results are primarily due to differences in the bases of systems, where the downloaded text is checked. Some systems check the text only through Internet, on certain sites, but some systems also have their bases. For example, the ETXT Anti-Plagiarist system does not search for all documents available on the Internet. This is especially true for thematic sites and news portals: a large number of borrowings is made from these sources. Secondly, free versions have restrictions on the sources size, as well as the text size and the limited viewing of documents that partly correspond to the text.

In our view, in order to obtain the most optimal and objective testing it is necessary to create a hybrid version, or to use several existing information systems.

Thus, the use of informational systems for automatic checking of texts allows students and scholars to ensure the originality of scientific thinking and the preservation of intellectual property.

Literature

1. ETXT-антиплагіат [електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.etxt.ru/antiplagiat/.

2. Findcopy [електронний ресурс]. – Режим доступу: http://mastersloga.ru/news/novyj_servis_proverki_unikalnosti_findcopy_ru/

3. Огляд Автор.NET [електронний ресурс]. – Режим доступу: http: // ceur-ws.org/.

4. Огляд copyscape.com [електронний ресурс]. – Режим доступу: http://profycopywriting.ru/copyscape.html.

5. Власова М.С., Суханов О.В. Технічні засоби для боротьби з плагіатом з метою підвищення якості навчального процесу // Вісник цивільних інженерів. – 2012. – № 6 (35). – С. 187 – 192.

6. Хачецуков З.М. Перевірка на оригінальність наукових текстів: питання теорії і практики // Гуманітарій Півдня Росії. – 2014. – № 1. – С. 166 – 179.

7. Чиркин Е.С. Системи автоматизованої перевірки на неправомірні запозичення // Вісник Тамбовського університету. Серія: Гуманітарні науки. – 2013. – № 12 (128). С. 164 – 174.

УДК 004.4

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ГРОМАДСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ МІСТА З ФУНКЦІЄЮ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ МАРШРУТУ

А.О. Задорожній, І.В. Богдан
Чернігівський національний технологічний університет, Україна

Розроблена автоматизована система управління міським транспортом поєднує в собі можливості двох систем. По-перше, з використанням запропонованої системи можна оплачувати проїзд в транспорті з використанням безконтактних карт з можливістю введення в експлуатацію різного роду карт зі знижками. По-друге, використовуючи данну систему можна відстежувати на мапі та визначати часу прибуття одиниць громадського транспорту на зупинку. Ще однією важливою функцією системи є функція оптимізації параметрів маршруту громадського транспорту з використанням агентно-орієнтованих імітаційних моделей. Дана функція дозволить динамічно міняти параметри маршруту такі, як інтервал руху одиниць транспорту і місткість одиниць громадського транспорту. З використанням даної системи можна досліджувати можливості заміни маршруту чи об'єднання декількох маршрутів в один. Архітектура системи управління міським транспортом представлена на рисунку 1. Автоматизована система управління має розподілену архітектуру і складається з таких основних підсистем, як:

- підсистема одиниці міського транспорту (public transport unit subsystem);
- підсистема користувача міського транспорту (public transport user subsystem);
- серверна підсистема (public transport server subsystem).

Підсистема одиниці міського транспорту складається з GPS модуля (GPS tracking module), який визначає поточну позицію одиниці міського транспорту (public transport unit) і передає її на сервер в реальному часі з використанням модуля GPRS (GPRS communication module), а також модуля оплати проїзду з використанням RFID картки (fare payment module). Інформація про оплату проїзду також передається з допомогою модуля GPRS на сервер, але частота передачі даних про оплату може буди меншою, ніж частота передачі поточної позиції. Підсистема користувача міського транспорту складається з мобільного застосунку (public

transport tracking application), з допомогою якого користувач (public transport user) може відстежувати поточну позицію одиниці міського транспорту, яка його цікавить, карти оплати проїзду (RFID card), і модуля динамічного відображення часу прибуття одиниць міського транспорту (stop with dynamic time table module). Серверна підсистема складається з модуля відстеження і інтерпретації позиції міського транспорту (transport position and interpretation module), застосунку поповнення балансу картки RFID і перевірки балансу картки (billing module web application), модуля збору статистики щодо оплати проїзду (payment statistics collection module), модуля імітаційного моделювання (simulation module), модуля обробки результатів моделювання (simulation results processing module) і модуля генерації розкладу рух міського транспорту (time table generator).

Модуль відстеження і інтерпретації позиції транспорту забезпечує можливість запису позиції одиниці міського транспорту в джерело даних і передачу цих даних на мобільний застосунок відстеження позиції.

В функції застосунку поповнення балансу картки RFID і перевірки балансу картки входять: поповнення і перевірка балансу картки, перегляд історії оплати проїзду з прив'язкою до позиції на карті, де була здійснена оплата, блокування картки оплати проїзду.

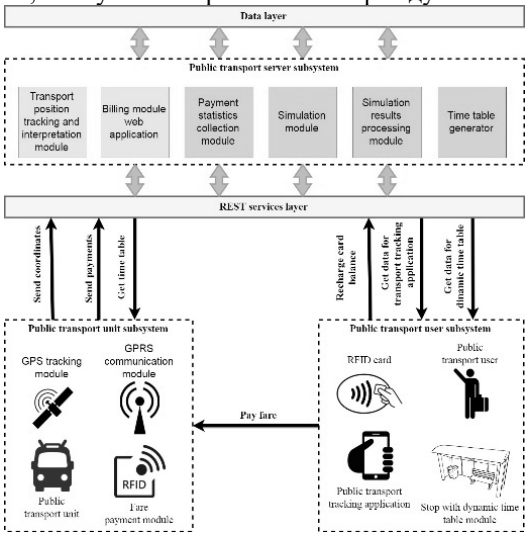


Рисунок 1 - Архітектура автоматизованої системи управління громадським транспортом

Модуль збору статистики оплати проїзду, призначений для збору статистики оплати проїзду з прив'язкою до зупинки міського транспорту, що дозволяє використовувати статистику для налаштовування імітаційних моделей завантаженості міського транспорту.

Модуль імітаційного моделювання використовується для проведення імітаційного моделювання завантаженості міського транспорту.

Результати моделювання передаються в модуль обробки результатів моделювання, який використовується для визначення оптимальних параметрів.

Модуль генерації розкладу рух міського транспорту використовує інформацію з модуля обробки результатів моделювання для підготовки розкладу одиниці транспорту по маршруту і відправляє розклад руху водію.

Основною задачею автоматизованих систем управління громадським транспортом є оптимізація розкладу та кількість перевезених одиниць на маршруті. Для цього у даній системі є модуль збору даних пасажирів, модуль імітаційного моделювання та модуль обробки зібраних даних.

Для визначення оптимальних параметрів маршруту була побудована імітаційна модель на базі агентної моделі. Головними елементами імітаційної моделі завантаженості є агенти-одиниці міського транспорту, агенти-зупинки міського транспорту і агенти-пасажири міського транспорту.

У кожного агента існує своя задача. Для агента-транспорту – це рух по заданому маршруту, припинення руху на відведених місцях доки виходять та заходять пасажири, і продовження руху по маршруту. Якщо агент-транспорт не має вільних місць та пасажирам не потрібно виходити на зупинці, то можна продовжити рух не зупиняючись на зупинці. Агент-зупинка є генератором пасажирів, згідно зібраної статистики. Агент-пасажир громадського транспорту допомагає визначити завантаження у громадський транспорт при його прибутті і наявності вільних місць. На рисунку 2 представлене графічне представлення агентно-орієнтованої імітаційної моделі завантаженості міського транспорту на маршруті.

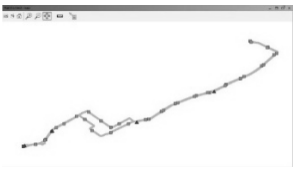


Рисунок 2 – Графічне представлення агентно-орієнтованої імітаційної моделі завантаженості міського транспорту на маршруті

Для даної моделі було проведено декілька експериментів для оптимізації параметрів маршруту, а саме кількість транспорту на маршруті, місткість транспорту, інтервал руху транспорту на маршруті. Експерименти проводитимуться для тролейбусного маршруту №1 міста Чернігів. Визначимо параметри для першого експерименту. Нехай кількість транспорту становитиме 3 одиниці, місткість транспорту – 20 пасажирів, а інтервал руху – 30 хвилин. Графік кількості пасажирів на всіх зупинках маршруту для першого експерименту представлений на рисунку 3.

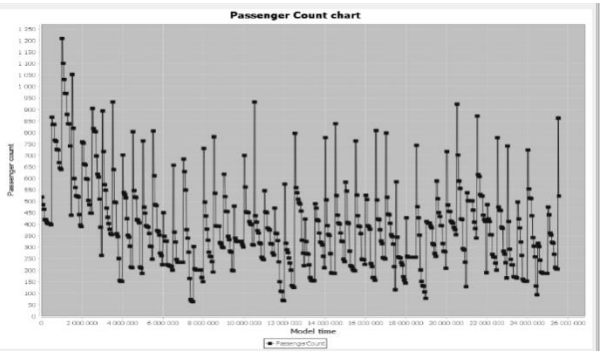


Рисунок 3 – Графік кількості пасажирів на всіх зупинках маршруту для першого експерименту

Отже, для першого експерименту на зупинках залишається багато пасажирів, що очікують на транспорт. Це свідчить про те, що параметри маршруту не оптимальні і необхідно їх змінювати. Визначаємо параметри маршруту для другого експерименту. Нехай, кількість транспорту становитиме 6 одиниць, місткість транспорту – 45 пасажирів, та інтервал руху – 35 хвилин. Графік кількості пасажирів на всіх зупинках маршруту для другого експерименту представлений на рисунку 4.

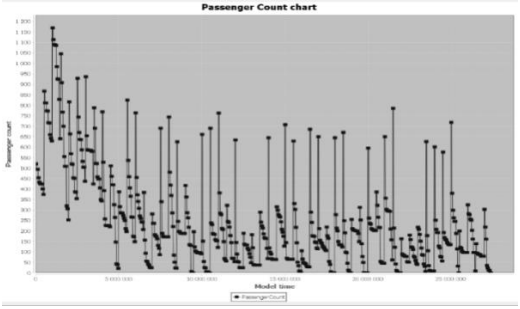


Рисунок 4 – Графік кількості пасажирів на всіх зупинках маршруту для другого експерименту

Для другого експерименту кількість не обслугованих пасажирів прямує до нуля. Отже, параметри маршруту для другого експерименту більш оптимальні ніж для першого.

Література

1. Осітнянко А. П. Планування розвитку міст / А. П. Осітнянко. – К. : КНУБА, 2005. – 386 с.

2. Карпов Ю. Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 / Ю. Г. Карпов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 400 с.

УДК 004.891.2

ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ В СПОРТИВНІЙ ГАЛУЗІ

І. В. Хоменко, К. П. Штепенко

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Відповідно до Постанови 1695-19 Верховної Ради України «Про забезпечення сталого розвитку сфери фізичної культури і спорту в Україні в умовах децентралізації влади від 19.10.2016 р. кабінет міністрів України має сприяти забезпеченню підготовки та участі національних збірних команд України в чемпіонатах світу та Європи, інших міжнародних заходах. Але для участі у міжнародних чемпіонатах необхідно мати певні спортивні результати.

Вагомі спортивні результати – підсумок складного процесу спортивної підготовки, який включає в себе зокрема управління тренувальним процесом, планування тренувального навантаження, спортивних заходів тощо. Цей процес має забезпечити ефективне поєднання засобів і методів тренувального впливу та відновлення функціонального стану спортсменів, а також сприяти цілеспрямованому вдосконаленню систем і функцій організму, що забезпечують спортивний результат.

Нажаль, тренери часто занурюються в рутинні процеси, без яких не може існувати тренувальний процес: облік відвідувань, контроль розмірів тіла спортсмена, його досягнень, занесення результатів тестів, проведення змагань та чемпіонатів, контроль оплати тощо. І ці об’єми інформації, які треба записати, обробити, передати, збільшуються пропорційно до кількості підопічних спортсменів. Зважаючи на те, що спортсмени починають свою кар’єру ще у молодшому шкільному віці,

здатності до самомотивації вони майже не мають. Для залучення та зацікавлення дітей у спортивний процес застосовуються різноманітні елементи гейміфікації – діти розвиваються, граючи.

Певним чином розвантажити тренера від цих важливих, але побічних процесів можуть автоматизовані системи. Зокрема, електронні щоденники тренера, програми підтримки проведення чемпіонатів. Але це лише невелика складова. Найбільшої уваги заслуговує саме тренувальний процес, зокрема його планування. Саме цей процес потребує індивідуального підходу до кожного спортсмена. Неправильне тренувальне навантаження може мати шкідливий характер і призвести до травм. Посилення позитивних і мінімізація негативних наслідків – основне завдання, яке вирішується при плануванні тренувального навантаження. Доцільно розглядати планування як побудову плану тренувань, що відповідає певним вимогам. Це дозволить мінімізувати ризики перетренування і травм і в той же час забезпечити необхідне вдосконалення систем і функцій організму, що визначають спортивний результат.

Завдання це досить складне, оскільки є велика кількість значень і поєднань різних характеристик тренувального навантаження. В цьому різноманітті треба знайти або сформувати один або декілька планів тренувань, які відповідають критеріям якості та умовам, що відображаються нормою і принципами розподілу тренувального навантаження. Особливістю завдання планування тренувального навантаження є використання, головним чином, емпіричних, слабо формалізованих знань; крім того, немає залежностей між змагальним результатом і характеристиками тренувального навантаження, а без них розробка і формалізація критеріїв якості сильно ускладнені. Висока складність і зазначені особливості планування тренувального навантаження вимагають використання спеціальних підходів.

Використання експертної технології дозволить вирішити задачі планування та управління тренувальним процесом із врахуванням норм навантаження, підготовленості, індивідуальних особливостей, а також закономірностей, які відображають поєднання вправ, різних типів тренувань та ін. Це не просто підвищить якість управління тренувальним процесом, а дозволить здійснювати його на якісно новому рівні. Побудова експертних систем потребує формалізації неформалізованих знань, що має велике науково-практичне значення.

Використання експертних систем для планування тренувального процесу дозволить звільнити тренера від рутинної роботи та підвищити якість планування. Застосування підходів та прийомів експертних си-

стем робить реальним розв'язання задачі контролю та визначення інтегральних характеристик стану спортсмена. Експертна система дозволяє створювати бази знань, які можуть використовуватись для поточної підготовки спортсменів, прийняття рішень та інших цілей.

Література

1. Постанова 1695-19 Верховної Ради України «Про забезпечення сталого розвитку сфери фізичної культури і спорту в Україні в умовах децентралізації влади від 19.10.2016 р. – Електронний ресурс. http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1695-19

2. Верхошанский Ю.В. Программирование и организация тренировочного процесса. – М.: ФиС, 1985.

3. Попов Э.В. Экспертные системы. – М.: Наука, 1987.

УДК 004.94

ПРЕДСТАВЛЕННЯ QRS-КОМПЛЕКСУ ОДНОКАНАЛЬНОЇ ЕКГ В ТРИВИМІРНОМУ ФАЗОВОМУ ПРОСТОРІ

Ю. О. Луговський

Інститут проблем математичних машин і систем НАН України

З кожним роком інформаційні технологій стають більш прогресивнішими та доступнішими. Завдяки цьому почавсь розвиватись новий напрямок в медицині як телемедицина. Вона дозволяє в дистанційному режимі певним чином комунікувати з медичними закладами. Під час такої комунікації важливим постає питанням надійності та достовірності переданої інформації. Медичним установам потрібно знати, що надіслані дані належать саме тій людині.

Одним із засобів підтвердження особистості є використання біометричної ідентифікації. Вже достатньо відомі методи, що побудовані на використанні відбитка пальця чи долоні, сітківки ока та інші. Однак деякі з цих методів є не надійними або їх устаткування дорогим. Тому продовжуються розвиватись й інші методи. До таких відноситься ідентифікація на основі ЕКГ (електрокардіограми). Вони базуються на виділенні корисних ознак з ЕКГ, що дозволять розпізнати конкретну особу серед інших. Таких підходів з використання різних ознак як тривалість QRS-комплексу чи відношення амплітуд зубців існує багато. Одним з напрямів є використання фазового простору для представлення станів ЕКГ і їх застосування для ідентифікації.

В дослідженнях [1-3] вже приводяться приклади як з трьох відведень ЕКГ побудувати фазовий простір. Однак, такий підхід вимагає електрокардіограму з трьома відведеннями, знятий кардіографами, які є

не дуже зручні, а їх постійне використання втомлює та дратує. Вже на ринку існують кишенькові портативні кардіографи, що дозволяють знімати перше відведення електрокардіограми і при цьому не вимагають особливого підключення та є простими в користуванні. Саме тому виникла необхідність використання першого відведення для ідентифікації.

Представлення трьох відведень в фазовому просторі і подальше їх використання показали гарний результат ідентифікації на вибірці з 5 чоловік [3]. Тому використання такого підходу тільки для одноканальної ЕКГ вартий уваги.

Ідентифікація основана на використанні фазового простору для роботи вимагає представлення ЕКГ в тривимірному фазовому просторі. Отже задачею є розробити методи представлення одноканальної ЕКГ в тривимірному фазовому просторі.

В дослідженнях [1-3] в фазовому просторі представляли ЕКГ, де для опису стану використовували значення амплітуд першого, другого та третього відведення. Для того, щоб представити лише перше відведення потрібно провести над ним певні маніпуляції.

Для даного дослідження використовувались ЕКГ трьох осіб знятих з частотою 1000Гц та тривалістю 30 секунд. Для роботи брався не весь сигнал, а лише його QRS-комплекс.

В даному дослідженні для вирішення задачі розроблено чотири методи трансформації одноканальної ЕКГ для представлення в тривимірному фазовому просторі:

- Метод зсуву
- Метод першої похідної
- Метод швидкісних характеристик
- Метод суми амплітуди та похідних

Метод зсуву.

Щоб представити будь-яку систему в тривимірному фазовому просторі потрібно обрати три параметри системи значення яких відкладатимуться на вісі X, Y, Z.

В даному підході першою ознакою є значення амплітуди сигналу, другою – значення амплітуди сигналу, що циклічно зсунута на 15%, третьою – значення амплітуди сигналу, що циклічно зсунута на 30%.

На рисунках 1, 2 та 3 представлені QRS-комплекси в фазовому просторі трьох осіб отриманих методом зсуву.

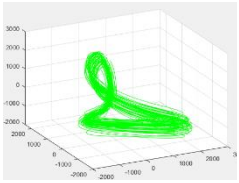


Рис. 1

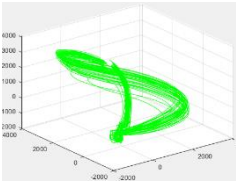


Рис. 2

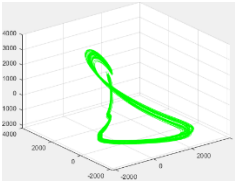


Рис. 3

Метод першої похідної

В даному підході першою ознакою є значення амплітуди сигналу, другою – значення похідної отриманої методом двосторонньої різності, третьою – сума значення амплітуди сигналу та похідної.

На рисунках 4, 5 та 6 представлені QRS-коплекси в фазовому просторі отриманих методом першої похідної.

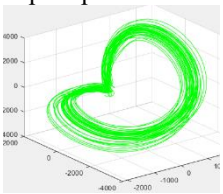


Рис. 4

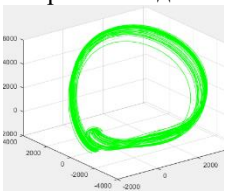


Рис. 5

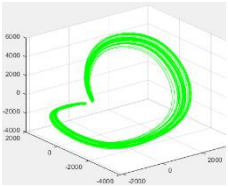


Рис. 6

Метод швидкісних характеристик

Суть цього методу полягає в відображенні в фазовому просторі швидкісних характеристик сигналу. А саме швидкості зміни амплітуд сигналу та швидкості зміни швидкості зміни амплітуд.

В даному підході першою ознакою є значення першої похідної сигналу, другою – значення другої похідної сигналу, третьою – сума значень першої та другої похідних.

На рисунках 7, 8 та 9 представлені QRS-комплекси в фазовому просторі отриманих методом швидкісних характеристик.

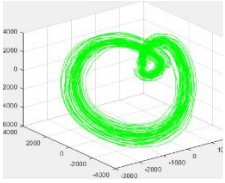


Рис. 7

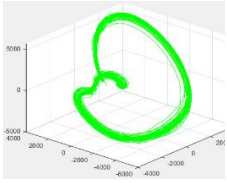


Рис. 8

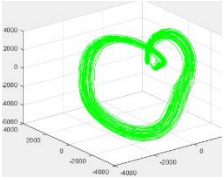


Рис. 9

Метод суми амплітуди та похідних

В даному підході першою ознакою є значення амплітуди сигналу, другою – значення першої похідної сигналу, третьою – значення другої похідної сигналу.

На рисунках 10, 11 та 12 представлені QRS-комплекси в фазовому просторі отриманих методом суми амплітуди та похідних.

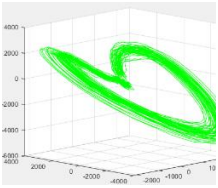


Рис. 10

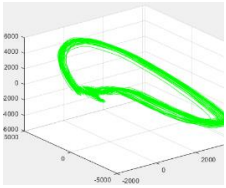


Рис. 11

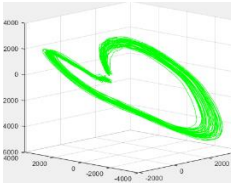


Рис. 12

Оскільки представлення одноканальної ЕКГ в фазовому просторі є підзадачею для біометричної ідентифікації, найкращий варіант визначатиметься найбільшою кількістю вірно ідентифікованих осіб. З попередніх досліджень [1-3] відомо, що чим унікальніше побудована крива в просторі тим більша вірогідність вірної ідентифікації. Криві отримані методом зсуву та методом суми амплітуди та похідних мають найбільш вигнуту форму, що робить їх більш унікальними, а отже вартими для подальших досліджень.

Висновок

В даній роботі для представлення QRS-комплексу одноканальної ЕКГ в тривимірному фазовому просторі розроблено чотири методи. Базуючись на дослідженнях [1-3] найкраще для ідентифікації використовувати криві, що мають найбільш унікальну форму. Тому метод зсуву та метод суми амплітуди та похідних варті найбільшої уваги.

Література

1. Вишневский В.В., Романенко Т.М., Кізуб Л.А. Біометрична ідентифікація за допомогою електрокардіограми // V міжнар. наук.-практ. конф. "Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія" ІТКІ 2015. – Івано-Франківськ, 2015. – С. 130 – 131.

2. Вишневский В.В., Калмыков В.Г., Романенко Т.Н. Аппроксимация одно-, дву- и трехмерных дуг кривых параметрическими сплайнами // Математичні машини і системи. – 2015. – № 4. – С. 57-63. – ISSN 1028-9763.

3. Вишневський В.В. Біометрична ідентифікація людини за її електрокардіограмою / В.В. Вишневський, Т.М. Романенко, Л.А. Кізуб // ІІІ міжнар. наук.-практ. конф. "Обчислювальний інтелект (результати, проблеми, перспективи)" ComInt 2015. – Черкаси, 2015. – С. 295.

УДК 004.94

ЗАСТОСУВАННЯ ІМІТАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ В МОДЕЛЮВАННІ ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧИХ СИСТЕМ ЛОГІСТИКИ

О.В. Криворучко, д.т.н., проф.
А.М. Десятко, ст.викладач
Київський національний торговельно-економічний університет

На сьогодні моделювання можна уявити, як імітацію елементарних явищ, що складають досліджуваний процес, зберігаючи структуру взаємодії між ними. Моделі багатьох виробничих процесів, систем автоматизованого управління виробничою діяльністю торговельного підприємства. З використанням моделювання, а зокрема імітаційного - пов'язана велика кількість наукових та технічних задач оптимальної організації функціонування складних інформаційних систем. Імітаційна модель – це комплексна математична і алгоритмічна модель системи, що досліджується [1].

Якщо розглядати логістичну діяльність торговельного підприємства, то вона безпосередньо пов'язана із ланцюгами постачань, зокрема техніки, різноманітних товарів, складського устаткування, а також ланцюгом створення цінності, який відображатиме додану вартість кожної ланки у контексті кінцевої вартості послуги. Ланцюги постачання у торгівлі − це послідовність постачальників і споживачів для реалізації взаємних постачань товарно-матеріальної продукції, а також послуг (навчання персоналу, реінжиніринг), під час яких відбувається нарощування доданої вартості послуги, що відображає ступінь адаптивності послуги до потреб споживача. Розрізняють моделі верхнього і нижнього рівнів ланцюгів постачань [2].

Модель верхнього рівня відображатиме сукупне матеріально-технічне забезпечення торговельного підприємства, інформаційний потік, який супроводжує матеріальний (постанови, накази, нові технології щодо обліку, інформація щодо товару та людський потік). Модель нижнього рівня відображає внутрішню систему складування товарів, використання складського устаткування, а також особливості передавання інформації безпосередньо між відділами і працівниками.

Імітаційна модель надає можливість проаналізувати ефективність використання логістичних підходів у конкретному торговельному підприємстві за умови виявлення відхилень від стандартів функціонування створити оптимальну еталонну модель внутрішньої та зовнішньої логістики для кожної ланки, враховуючи специфіку функціонування [3]

На відміну від аналітичного моделювання, створити імітаційну модель неможливо за готовими математичними формулами для одержання результатів. Імітаційну модель створюють статистичною обробкою даних, формулюванням і розв'язанням, із врахуванням особливостей функціонування логістичних потоків, оптимізаційних задач із відображенням процесу трансформації та результативних показників у відповідному програмному середовищі. Для створення імітаційної моделі необхідно вказати й обмеження, які характеризуватимуть діяльність торгівельного підприємства. На торговельному підприємстві такими обмеженнями можуть бути: − особливості географічного розташування; − характер функціонування; − масштаби об'єкта; − кількість персоналу; − величина автопарку спеціального транспорту; − кількість складських приміщень. Кожна модель є неповторною, її особливості характеризуються специфікацією конкретного торговельного підприємства [4]

Перевагою імітаційного моделювання також є те, що за допомогою імітаційної моделі можна побудувати модель, яка не буде видозмінювати досліджуване явище (процес, об'єкт), оскільки немає необхідності пристосуватися до певного аналітичного методу. Крім того, при недостатній інформації про поводження системи в її минулому, тобто за наявності неповних експериментальних даних про її поводження, значення деяких змінних чи законів їх розподілу може бути замінене гіпотезами про імовірнісний розподіл цих змінних. У цьому випадку відсутні фактичні спостереження замінюються згенерованими на персональному комп'ютері.

Імітаційне моделювання є складним процесом, але воно дає змогу не лише математично, графічно відобразити характер трансформації логістичних потоків торгівельного підприємства, а й дає змогу відобразити процес з усіма необхідними параметрами і очікуваними умовами, не втілюючи його у життя. Це знижує ризик виявлення вузького місця, а також витрати на реорганізацію логістичного процесу.

Література

1. Нечипорук О. П. Перспективи розвитку імітаційної моделі в моделюванні складних систем / О. П. Нечипорук, О. В. Семко, М. В. Наумець, Т. В. Атаманюк // Materialy IX Miedzinarodowej naukowipractycznej konferencji „Naukowa przestrzen Europy – 2013" Volume 32. Matematyka. Fizyka. Nowoczesne informacyjne technologie. - Przemysl. Nauka i studia, 2013. – С.55-58.

2. Гладков Л. А., Курейчик В. В., Курейчик В. М. Генетические алгоритмы : учебн. пособ. / Под ред.. В. М. Курейчика. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 320 с.

3. Виленская Т. М. Логистика системы здравоохранения в условиях медицинского страхования / Т. М. Виленская // СПб. Гос. ун-т экономики и финансов. – 1997. – 243 с.

4. Фігун Н. В., Дзелендзяк Ю. А. Імітаційне моделювання зовнішньої та внутрішньої логістики медичного закладу / Н. В. Фігун, Ю. А. Дзелендзяк // Маркетинг та логістика в системі менеджменту: матеріали XI Міжнар. наук.-практ. конф. до 200-річчя Львівської політехніки (Львів, 3-5 листопада 2016 р.). – Львів, 2016. – С. 171.

УДК681.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ РИСКОВ ЭКСПЕРТНО-АНАЛИТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Е.П. Ильина

Институт программных систем НАН Украины

В проблематике менеджмента риска актуальной является разработка специализированных моделей для поддержки стратегических решений, затрагивающих различные функциональные и объектные области деятельности организации, а также интересы различных стейкхолдеров. Такие решения требуют непосредственного использования экспертных знаний и мнений по поводу положения дел в организации, побочных влияний выбираемых воздействий и приемлемости последних в системе внешних обязательств организации. В результате процесс принятия решения должен основываться на принципах партисипативности, мультиаспектной когерентности и компромиссности. Существенным источником риска решения становится использование недостаточных и конкурентных знаний о базовых элементах решения, входящих в постановку задачи его принятия.

Модель представления и анализа рисков, обусловленных альтернативностью используемого знания, может быть построена с использованием разработанных ранее [2,3] моделей решений организации с учетом отраженного в [1] концептуального базиса предметной области риска.

Будем рассматривать модель задачи принятия решения *TS*

$$TS = <PS, G, \{A\}, P, ST, NI, MP> \quad (1)$$

где *PS* – проблемная ситуация, *G* – цель воздействия, *A* – альтернативное мероприятие для реализации *G, P* – доступный потенциал выполнения *A, ST* – текущее состояние системы решений организации [3],

NI – возможные негативные последствия, *MP* – модель предпочтений [3] для оценки перспективности *A*.

Каждый элемент *E* из (1) является структурой концептов *C*, характеризуемых своими онтологическими определениями

$$Def\,(C) = \{X, R\} \quad (2)$$

где *X* – концепты, которые определяют состав и свойства *C*; *R* – отношения, связывающие *C* и *X*.

Множество актуальных для *TS* точек зрения {*VP*} соответствует деловым группам и стейкхолдерам организации и характеризуется онтологически множеством *O* (*VP*) своих версий *Def*. Модель *MP* из (1) включает структуру аспектов, раскрывающих показатель предпочтительности варианта решения

$$AMP = <R, AC, F, AP> \quad (3)$$

где *R* – результативность для разрешения *PS*, *AC* – достижимость цели *G*, *F* – выполнимость мероприятия *A*, *AP* – приемлемость и устранимость последствий.

Произвольная *VP* реализует отображение своего профессионального опыта в оценках, предоставляемых для варианта решения, посредством оценивания системы частных критериев аспекта из (3):

$$CR\,(VP, R) = \psi_{VP}\,(G, PS),\ CR\,(VP, AC) = \psi_{VP}\,(G, A, ST),$$
$$CR\,(VP, F) = \psi_{VP}\,(A, P),\ CR\,(VP, AP) = \psi_{VP}\,(A, ST, NI) \quad (4)$$

где *CR* – множество критериев, представляющих аспект; ψ - функция формирования состава множества критериев и их оценок на основании элементов (1).

Это определяет альтернативность экспертного знания об элементах (3) при привлечении множества *VP* к принятию решения (1).

Использование в постановке задачи для экспертов единой модели *MP* является общепринятой практикой и служит обеспечению оснований для интеграции оценок разных экспертов, использования промежуточных уровней иерархии критериев для формирования рекомендаций и классификации альтернатив [3], аналитического использования оценок за пределами данной экспертизы и повторного использования постановки задачи при оценке решений данного класса. Однако различия между составом *MP* в (1) и результатами (4) приводят к возможности проявления одной из рискованных форм *W* поведения представителей *VP*: отказ от оценивания критерия (W_1); оценивание предоставленных критериев с искажением профессиональных представлений (W_2); оценивание частных критериев с «подгонкой» под оценку интегрального, отражающую профессиональные приоритеты (основанные на других посылках) (W_3).

Рассмотрим модель рисков решения, принимаемого в таких условиях. Она имеет вид

$$MR=(\{AR_i, \{TR_{ij}, \{TRR_{ijk}(T_l, SR)\}_{k=1,Kj}\}_{j=1,Ji}\}_{i=1`,4}, TT) \quad (5)$$

где AR – аспект риска решения (результативность процесса выработки решения; выполнимость; эффективность; приемлемость для стейкхолдеров); TR – мишень риска в рамках аспекта (свойство решения, нарушение которого определяет наступление события риска); TRR – угроза, вызывающая события риска, имеющая тип T_l и продуцируемая источником риска SR; TT – множество типов угроз. Множество TT включает: T_1 – Неполноту представленности в оценке аспектов из (3); T_2 – Несоответствие оценки интегрального критерия предпочтений профессиональному опыту; T_3 – Несоответствие оценки частных критериев профессиональному опыту; T_4 – Несопоставимость оценок для процедур интеграции и логического вывода рекомендаций; T_5 – Неубедительность для других точек зрения.

Источник риска SR имеет модель

$$MSR = <TSR, CB, \{CST(V_i, V_j), FC, W(V_j)\}> \quad (6)$$

где TSR – тип источника риска (R, AC, F, AP из (3)); CB – концептуальный базис угрозы (подмножество элементов из правой части выражения (4) для TSR); CST (V_i, V_j) – концепт C, для которого $C \in E \mid (E \in CB) \wedge Def(C,V_i) \neq Def(C,V_j)$; FC – одна из пяти форм альтернативного соотношения определений C, описанная далее в условиях (7); W (V_j) – форма поведения V_j в ситуации (7) при оценивании.

$$FC_1.\exists X \mid X \in (O(VP_i), O(VP_j)) \wedge X \in Def(C,VP_i) \wedge X \notin Def(C,VP_j) \quad (7)$$

$$FC_2.\exists X \mid X \in O(VP_i) \wedge X \notin O(VP_j) \wedge \neg \underline{UND}\ (X, \mathrm{VP_i}, VP_j)$$

где $\underline{UND}$ – отношение понимаемости [2]

$$FC_3.\exists X \mid (X \in O(VP_i) \wedge X \notin (O(VP_j)) \wedge \underline{UND}\ (X, VP_i, VP_j) \wedge \neg \exists Z \mid (Z \in VP_j) \wedge \underline{CONTR}\ (TR\ (X, VP_i, VP_j), Z)$$

где $\underline{CONTR}$ –противоречие [2], $TR(X,VP_i,VP_j)$ – образ X в O (VP_j)

$$FC_4.\exists X \mid (X \in O(VP_i) \wedge X \notin (O(VP_j) \wedge \neg \underline{UND}\ (X, \mathrm{VP_i}, VP_j) \wedge \exists Z \mid (Z \in VP_2) \wedge \underline{CONTR}\ (TR\ (X, \mathrm{VP_i}, VP_j), Z)$$

$$FC_5.\exists X_1 \mid (X_1 \in O(VP_i), O(VP_j)) \wedge X_1 \in Def(C,VP_i) \wedge \in \exists X_2 \mid (X_2 \in O(VP_i), (O(VP_j)) \wedge X_2 \in Def\ (C,VP_j)) \wedge \underline{CONTR}\ (X_1, X_2)/.$$

Дизъюнкции вариантов $<FC, W>$, определяющих каждый из типов угроз T, имеют следующий вид.

T_1: $<FC_1, W_1> \vee <FC_2, W_3> \vee <FC_5, W_1>$;

T_2: $<FC_1,W_2> \vee <FC_2,W_2> \vee <FC_4,W_2> \vee <FC_4, W_3> \vee <FC_5,W_2> \vee <FC_5,W_3>$;

T_3: $<FC_1,W_3> \vee <FC_2,W_3> \vee <FC_4,W_2> \vee <FC_4,W_3> \vee <FC_5,W_2> \vee <FC_5,W_3> \vee <FC_3,W_2> \vee <FC_3,W_3>$;

T_4:<FC_4,W_2>∨<FC_4,W_3>∨<FC_5,W_2>∨<FC_5,W_3>;

T_5:<FC_2,W_2>∨<FC_2,W_3>∨<FC_4,W_2>∨<FC_4,W_3>∨<FC_5,W_2>∨<FC_5,W_3>

Основываясь на модели риска (5), можно предложить оценку его уровня для решения, принимаемого в постановке задачи (1), с привлечением представителей заданного множества $\{VP\}$, для которых выявлена априори или в рамках экспертизы онтологическая спецификация концептов постановки задачи.

Для каждой из 20 возможных угроз $TRR_i(T,SR)$ оценивается ее значимость EMT_i с учетом всех актуальных для нее CST_{ij} (см. (6)).

Значимость $CST_{ijr}(V_{L1},V_{L2})$, актуальной для угрозы TRR_i (T,SR) в связи с r-й парой точек зрения

$$EMC_{ij} = H \cdot \Sigma\ (w \in W_a)\ P(w) \ /\ |W_a|,$$

где $P(w)$ – вероятность реагирования в форме w со стороны V_L с более информативным определением CST; H – усредненный для V_{L1},V_{L2} уровень актуальности знаний о концепте CST; W_a – множество форм реагирования, актуальных для типа угрозы T (см.(7)).

Значимость угрозы TRR_i:

$$EMT_i = 2\Sigma(r=1,\ldots,\ 1/2NV_i)\ \Sigma\ (j \in 1,N_i)\ EMC_{ij} \ /\ (K_i \cdot NV_i),$$

где K_i – общее число концептов в определении SR (см. (4)); N_i – число CST_{ij}, актуальных для TRR_i; $NV_i = NVP_i\ \ (NVP_i - 1)$, NVP_i – число точек зрения.

Уровень риска для аспекта AR_s (см. (5))

$$RL_s = \Sigma\ (i \in ACT_s)\ EMT_i \ /\ |ACT_s|$$

где ACT_s – подмножество угроз, актуальных для мишеней из состава AR_s ($|ACT_s| \le 20$).

На основе предложенных оценок риска могут оцениваться решения (для относительного сравнения с лучшими и худшими практиками), а также вырабатываться наименее рискованные схемы процесса принятия решения (состав точек зрения в экспертной группе, компромиссная модель предпочтений [2], сценарий Дельфи-процедур [3] и др.).

Литература

1. ISO GUIDE 73:2009 // Risk Management Vocabulary.

2. *Ильина Е.П.* Методы автоматизированного управления экспертизами при концептуальной неоднородности экспертных взглядов // Проблемы программирования. – 2007. – № 4. – С. 35 – 46.

3. *Ильина Е.П.*, Синицын И.П. Модели и методы поддержки аналитического сопровождения поля решений организации // Проблемы программирования, 2017, № 3 – С. 93-107.

УДК 004.65

АРХІТЕКТУРНИЙ ШАБЛОН СТРУКТУРИ БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ ЗАДАЧ УПРАВЛІНСЬКОГО ОБЛІКУ

В.Д. Попенко

Національний технічний університет Украини "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського",
Україна, Київ

Досвід автоматизації підприємств свідчить, що не можна передбачити всі документи і процеси на підприємстві та запрограмувати раз назавжди галузеве рішення. Бізнес-процеси підприємств однієї галузі відрізняються не менше, ніж бізнес-процеси підприємств різних галузей. Тому типове рішення у вигляді галузевої конфігурації системи класу ERP, як правило, не задовольняє замовника. Уникнути розробки системи під кожного клієнта дозволяє модельно-орієнтована архітектура системи, яка передбачає можливість відділення в продуктивній базі даних моделі підприємства (достатньо повного набору бізнес-правил) від оперативних даних та імпорту і експорту з бази даних (БД) цієї моделі.

У модельно-орієнтованій архітектурі замість множини версій системи розробник має справу з множиною моделей підприємств, а структура оперативної інформації, як і структура моделі підприємства, позбавлені впливу особливих потреб замовників. Тоді постає питання: чи існують структури БД для оперативної інформації та для моделі, стабільні відносно різноманітних потреб управлінського обліку, з якими стикаються системи класу ERP? І взагалі, чи існують універсальні структури БД для різних предметних областей?

Щодо останнього питання, то така структура існує, це широко відомий OLAP-куб [1], який здатен зберігати різноманітну облікову інформацію, завдяки універсальності базових понять його структури (факти і виміри). Ця структура здебільшого використовується для зберігання стабільної історичної інформації щодо минулих процесів за кілька років. Протилежністю системи OLAP є система OLTP (Online transaction processing), орієнтована н облік та аналіз оперативної інформації.

Для навчальних цілей, а саме, побудови структур бази даних, нами використовуються кілька десятків предметних областей, і вже на цьому рівні проявляються певні структури, що повторюються і, таким чином, відповідають певним шаблонам. Зокрема, легко можна побачити шаблонні структури вимірів і фактів.

Виміри. Вимір є пласким або ієрархічним довідником, що містить однорідну множину сутностей. Виміри з різних сторін деталізують факти, зокрема, вказують на суб'єкт і об'єкт відповідної дії.

Факти. Оскільки в бухгалтерському обліку факт господарської операції представляється первинним документом (ПД) ([2], ст.119-121), то якщо в предметній області явно існує ПД, саме він представляє факт. В іншому разі факт події фіксується як сутність і відповідний запис у таблиці БД. Факту притаманні властивості: дата (дата-час) і майже завжди число (кількість, сума). Розвинена структура факту передбачає список об'єктів з числовими характеристиками, в формі рядків ПД, прикладом є накладна з області обліку матеріальних цінностей.

Архітектурний шаблон OLAP має дуже просту структуру (рисунок 3), і на його основі також можна будувати систему обліку, включаючи обробку поточних транзакцій [3].

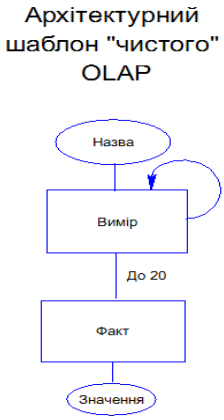


Рисунок 1 – Архітектурний шаблон OLAP

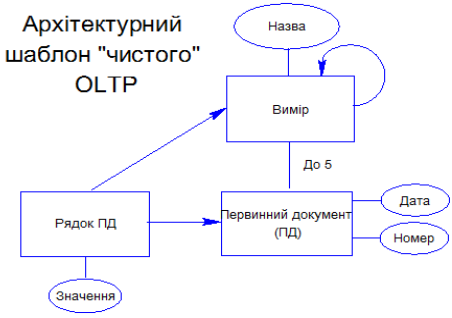


Рисунок 2 – Архітектурний шаблон OLTP

Архітектурний шаблон OLAP має суттєву перевагу: можливість вільно додавати нові OLAP-куби, а також можливість вільно додавати нові виміри абсолютно нового змісту. Структура БД при цьому не змінюється.

У системі обліку майже завжди для оперативного використання (не в окремій аналітичній базі) потрібна інформація щодо фактів (господарських операцій) за кілька (до чотирьох) минулих років. Для використання шаблону OLTP, наведеному на рисунку 4, для задач управлінського обліку, йому бракує цієї аналітичної інформації.

Постає питання щодо розробки структури БД спеціально для задач управлінського обліку, аби вона мала наступні переваги:

- Вільне додавання нових вимірів;
- Вільне додавання нових видів деталізованих по вимірах залишків (історична аналітична інформація);
- Вільне додавання типів первинних документів.

Приклади деталізованих залишків, по яких в оперативній БД треба мати історію:

- бухгалтерські рахунки,
- кількість матеріальних цінностей,
- суми валюти на валютних рахунках,
- кількість нарахованої продукції постачальникам по давальницькій схемі,
- кількість деталей, витрачених на ремонт машин, та ін.

Нові, часто непередбачувані типи документів необхідні для врахування специфічного розуміння бізнесу менеджерами фірми-клієнта.

Рисунок 3 – Архітектурний шаблон структури БД для задач управлінського обліку

На рисунку 3 наведена така універсальна структура БД для задач управлінського обліку. В основі її лежить поняття аналітичного регістру, тобто деталізованого залишку.

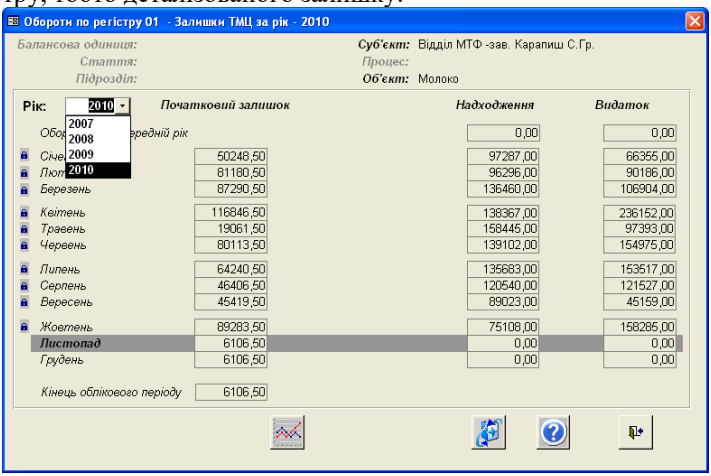


Рисунок 4 – Вигляд аналітичного регістру в системі «Регістри». Наявність і рух молока в відділі «Молочно-товарна ферма» сільськогосподарського підприємства

Для такого залишку підтримується історія за потрібну кількість років з помісячним накопиченням залишків і оборотів (рисунок 4). Ця структура була втілена в системі управлінського та фінансового обліку «Регістри» розробки ТОВ «Прайд» [4]. Завдяки гнучкій структурі система має всі три перелічені вище переваги. Десятирічний досвід впровадження системи «Регістри» підтвердив значні переваги її гнучкості і доцільність використання наведеного архітектурного шаблону в системах класу ERP.

Література:

1. Ralph Kimball, Margy Ross. The Data Warehouse Toolkit. The Definitive Guide to Dimensional Modeling. Third edition // Indianapolis: Wiley 2013.

2. Лишиленко О.В. Теорія бухгалтерського обліку: Підручник // Київ: Вид-во «Центр навчальної літератури», 2008.

3. Попенко В.Д., Сініцин І.П, Огнєвий В.В. Облік особового складу. Оборонний вісник, №11, 2016 р., ст.16-19.

4. Попенко В.Д. До нових меж гнучкості. Застосування технології аналітичних регістрів в управлінському обліку // Управленческий учет и бюджетирование.- 2010.-№5.-с.10-14.

УДК 621.396.2.019.4 : 621.391.254

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ ПАКЕТІВ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ СИСТЕМ ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ

Р.Б. Андрущенко, А.Д. Бескостий, С.В. Зайцев, Я.Ю. Усов, М.А. Письменюк, В.М. Василенко

Чернігівський національний технологічний університет

Аналіз тенденцій розвитку комп'ютерних мереж систем публічного адміністрування показує, що стек протоколів передачі даних TCP/IP використовується у величезній кількості корпоративних мереж, а також забезпечує зв'язок вузлів всесвітньої інформаційної мережі Інтернет. Масове поширення безпровідних мереж та зростання кількості пристроїв, які взаємодіють між собою за допомогою мережевих протоколів сімейства TCP/IP та які потребують доступу до глобальної мережі Інтернет призводить до необхідності приділяти більшу увагу до реалізації протоколів зв'язку, їх безпеки та пропускної здатності.

Починаючи ще з 90-х років минулого століття комп'ютерні мережі з кожним роком стають все складнішими та поширенішими. З того часу змінилось декілька поколінь мобільного зв'язку, а кількість пристроїв, що мають доступ до всесвітньої мережі Інтернет зросла в тисячі разів. Незважаючи на це, найпоширеніші протоколи передачі даних транспортного рівня – Transmission Control Protocol (TCP) та User Datagram Protocol (UDP), майже не зазнали змін. В більшості випадків вони добре справляються з поставленими на них завданнями. Однак в останній час все більшої популярності набувають безпровідні мережі, які характеризуються певними особливостями, зокрема – значно більшим впливом завад на пакети даних, що в свою чергу знижує ефективність каналу передачі даних. Тому постає важливе питання – як саме можна знизити вплив завад та збільшити пропускну здатність і достовірність передачі даних протоколів транспортного рівня. Саме аналізу існуючих методів і присвячена дана робота.

Головною метою даної роботи є визначення основних методів підвищення цілісності передачі даних в сучасних комп'ютерних мережах, аналіз основних напрямів досліджень в цій галузі, а також визначення подальших шляхів підвищення цілісності протоколів міжмережевої взаємодії TCP/IP

Загалом, всі роботи в даному напрямі можна розділити на три види [1-6]. Перші [1-3] – це використання оптимізованих апаратних рішень в пристроях прийому/передачі даних, другі [4,5] – підвищення ефективності протоколів зв'язку, треті [6] – комбіновані. До других та третіх відносять різноманітні методи підвищення цілісності пакетів TCP і UDP

за рахунок застосування корекційних кодів Forward Error Correction (FEC), методів Automatic Repeat Request (ARQ – автоматичні запити на повторну передачу), а також гібридних методів (FEC-TCP та ARQ) в умовах підвищеного шуму в каналі, який призводить до викривлення переданої інформації. Аналіз досліджень щодо порушення цілісності протоколів міжмережевої взаємодії свідчить, що в теперішній час протоколи TCP/IP широко використовуються в безпровідних каналах передачі даних, які характеризуються підвищеним рівнем шуму. Це призводить за певних обставин до виникнення багатьох помилок в прийнятих пакетах даних, а отже до повторних передач цих пакетів. Крім того, на зниження цілісності протоколів TCP/IP впливають віддалені мережеві атаки, наприклад атаки типу «зашумлення». Існуючі методи підвищення цілісності передачі даних протоколів TCP/IP за певних умов завадової обстановки не забезпечують гарантовану доставку повідомлень.

Стек протоколів TCP/IP та модель OSI зарекомендували себе як надійну, відносно просту технологію передачі даних в комп'ютерних мережах. Проте за наявності надлишкового шуму у каналі передачі даних виникає необхідність в застосуванні додаткових методів підвищення достовірності передачі інформації.

Розглянуто методи модифікації стеку протоколів TCP/IP на транспортному та вищих рівнях: RTP-FEC для управління потоком даних, адаптивний dFEC-TCP, Fountain-кодування, AprilFEC та End-to-end FEC-TCP, що дозволило визначити напрямки подальших досліджень в цій галузі за рахунок застосування завадостійких кодів.

Недоліком методів, які використовують FEC-коди, є низька адаптивність до зміни характеристик каналу передачі даних. Крім того, для FEC-методів характерна деяка затримка у часі, що витрачається на кодування, декодування та використання надлишкових ресурсів каналу для передачі закодованої інформації. AprilFEC показує хороші результати за умови вчасного прогнозування втрати пакетів. Однак втрати в ненадійних каналах передачі даних можуть залежати від чинників, які важко спрогнозувати. Використання Fountain-кодів може призводити до великої кількості надлишкових пакетів в каналі у випадку, якщо передавач не отримає за якихось причин повідомлення від приймача про успішний прийом даних.

Для підвищення характеристик достовірності інформації у сучасних комп'ютерних мережах пропонується додаткове застосування методів завадостійкого кодування, зокрема турбокодів та кодів Ріда-Соломона.

Література

1. Rajesh Nair. A Symbol Based Algorithm for Hardware Implementation of Cyclic Redundancy Check (CRC) / Gerry Ryan, Farivar Farzaneh // VHDL International Users' Forum. – 1997. – P. 82-87.

2. Quan Liu. Implementation of hardware TCP/IP stack for DAQ systems with flexible data channel / Zhiqiang Xu, Zhengying Li // Electronics Letters. – 2017. – Vol. 53, Issue 8. – P. 530-532.

3. Adnan Assar. A hardware implementation of the TCP protocol applying TCP-BIC and TCP-CUBIC standards / Klaus Hofmann // Microelectronics (ICM), 28th International Conference. – 2016. – P. 37-40.

4. D. Dalessandro. iWarp protocol kernel space software implementation / A. Devulapalli, P. Wyckoff // Parallel and Distributed Processing Symposium, IPDPS 2006. – 2006. – P. 274.

5. Vu Truong Thanh. Mobile TCP socket for secure applications / Yoshiyori Urano // Advanced Communication Technology (ICACT), The 12th International Conference. – 2010. – P. 971-974.

6. Hong RiLi. Research and application of TCP/IP protocol in embedded system // 2011 IEEE 3rd International Conference on Communication Software and Networks. – 2011. – P. 584-587.

УДК 004.94

ІМІТАЦІЙНІ ПРОЕКТИ

В.М. Томашевський

Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського»

На сьогодні імітаційне моделювання є одним з популярних методів, який використовується як засіб доведення доцільності створення нових систем і процесів або їх модернізації. Звичайно для його використання створюється команда розробників для участі в імітаційному проекті. Така команда складається з трьох п’яти фахівців, один з яких виконує роль експерта, який повинен [1]:.

- володіти базовими інженерними знаннями, необхідними для розуміння предметної області для визначеного класу систем;
- володіти методами системного аналізу і керування проектами, необхідними для визначення вимог і коректної постановки завдання моделювання для обраного проекту;
- володіти методами математичного та імітаційного моделювання;
- знати і застосовувати засоби імітаційного моделювання;

• бути обізнаним із сучасними інформаційними технологіями, що забезпечують інтеграцію моделей у сучасні системи проектування, планування і керування;

• визначати стратегії прийняття рішень за результатами моделювання;

• вміти вибирати та використовувати методи математичного та статистичного моделювання при проектуванні складних інформаційних систем;

• мати уявлення про сучасний стан і перспективи розвитку методів імітаційного моделювання в галузі інформаційних технологій та систем.

Зрозуміло, щоб стати досвідченим експертом і фахівцем, необхідно мати досвід роботи в проектах з моделювання.

У проектній групі повинен бути менеджер, який створює графік робіт, планує розподіл завдань по виконавцях і контролює їх роботу. Серед виконавців проекту повинні бути програмісти, знайомі з засобами імітаційного моделювання та візуалізації моделей, тестувальники, спроможні провести верифікацію та валідацію створених імітаційних моделей, аналітики для побудови аналітичних звітів за результатами моделювання і визначення методів верифікації та валідації моделей.

В Україні практично відсутні компанії, які займаються імітаційними проектами, тому набути досвід роботи важко. В навчальних закладах у більшості вищих за напрямом «Комп'ютерні науки» викладають дисципліну «Моделювання систем», але в більшості випадків у ній не приділяється увага таким проектам. Тому в КПІ імені Ігоря Сікорського для магістрів була введена дисципліна за вибором студентів «Імітаційні проекти» для циклу професійної та практичної підготовки за спеціальностю «Інформаційні управляючі системи і технології». Основне призначення цієї дисципліни – навчити студентів командній роботі.

Головна проблема, що виникає під час формування завдань для проектування – можливість отримання реальних даних. Тому як об'єкти дослідження булі обрані система автомобільного дорожнього руху міста та громадський транспорт.

Усі студенти розділялись на групи за бажанням, що складались від трьох до п'яти студентів. У групі визначався лідер – менеджер проекту, який розподіляв завдання і контролював їх виконання. Проект включав: вибір об'єкта для моделювання; збирання необхідних даних; формування вимог і розробку технічного завдання; створення концептуальної та імітаційної моделей; проведення верифікації та валідації моделі; розробку засобів візуалізації або анімації; створення технічної документації на проект і захист проекту. Викладач виконував роль експерта та замовника, контролював хід виконання та приймав проекти.

Студенти обирали різні інструментальні засоби програмування та моделювання на свій розсуд, серед яких були й спеціалізовані засоби для моделювання дорожнього руху. Звичайно моделювали декілька регульованих перехресть з можливістю збільшення їх кількості, а також автобусні маршрути громадського транспорту для визначення кількості автобусів на маршруті в різні години дня. Всі проекти супроводжувались візуалізацією або анімацією.

Захисти імітаційних проектів відбувалися у вигляді презентацій і доповідей всіх учасників та оцінювався викладачем з обговоренням оцінок.

Досвід викладання дисципліни «Імітаційні проекти» показав високу ефективність такого підходу, навчав командній роботі студентів, привчав відповідати не тільки за свою частину роботи, а ї за проект в цілому.

Література

1. Томашевский В.М., Моделирование систем. – К.:Видавнича група BHV, 2005, – 352 с.

УДК 004.62

КЛАСТЕРИЗАЦІЯ КОРИСТУВАЧІВ ЗА ЇХ ІНТЕРЕСАМИ

Булгар М.М.

НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Україна

Вступ. Сьогодні соціальні мережі є джерелом великої кількості інформації, як про окрему людину, так і про те чим цікавиться соціум. Способів використання цієї інформації безліч, але для цього потрібна її систематизація.

Прикладами цього використання можуть бути:

- Рекомендація користувачу схожих людей за інтересами;
- Аналіз тенденцій у соціумі;
- Вірусний маркетинг: інтернет-маркетологи можуть захотіти розмістити своє оголошення певним групам користувачів;

Для дослідження цього ринку було вирішено спробувати якось поділити цих користувачів на групи за їх інтересами.

Для цього було вирішено придумати спосіб знаходження індексу схожості користувачів, а потім використавши цей індекс і міру кластеризації розподілити користувачів на групи за їх схожістю по інтересам.

Математична постановка.

Алгоритм k - середніх приймає в якості вхідних даних набір даних(1):

$$X = \{x_i, i = 1,\acute{}n\}, \quad (1)$$

а також параметр k , що задає необхідну кількість кластерів . На виході отримуємо набір з k центроїдів кластерів , крім того, всі точки множини X присвоюються мітки , які відносять їх до певного кластеру . Всі точки в межах даного кластера розташовані ближче до свого центроїду, ніж до будь-якого іншого центроїду[1].

Алгоритм виконання.

Маємо масив спостережень (об'єктів), кожен з яких має певні значення по ряду ознак. Відповідно до цих значень об'єкт розташовується у багатовимірному просторі.

1. Дослідник визначає кількість кластерів, що необхідно утворити
2. Випадковим чином обирається k спостережень, які на цьому кроці вважаються центрами кластерів
3. Кожне спостереження «приписується» до одного з n кластерів — того, відстань до якого найкоротша
4. Розраховується новий центр кожного кластера як елемент, ознаки якого розраховуються як середнє арифметичне ознак об'єктів, що входять у цей кластер
5. Відбувається така кількість ітерацій (повторюються кроки 3-4), поки кластерні центри стануть стійкими (тобто при кожній ітерації в кожному кластері опинятимуться одні й ті самі об'єкти), дисперсія всередині кластера буде мінімізована, а між кластерами — максимізована[2]

У нашому випадку множиною об’єктів є множина користувачів, Кількість кластерів – фіксована. В якості метрики буде використано індекс схожості користувачів.

Висновок. Отже, виконавши дії наведені в алгоритмі кластеризованих користувачів, ми отримуємо групи користувачів схожих за інтересами.

Література

1.Hartigan, J. A.; Wong, M. A. Algorithm AS 136: A K-Means Clustering Algorithm // Journal of the Royal Statistical Society, Series C 1979 - P.100–108.

2.Jiawei Han Micheline KamberJian Pei; Data Mining: Concepts and Techniques - Morgan Kaufmann - 22nd June 2011. – P.267-268.

УДК 004.02:007

ДЕТЕКТУВАННЯ ІНТЕРЕСІВ КОРИСТУВАЧІВ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ

О.О. Дружинін
Чернігівський національний технологічний університет

Основним ресурсом для роботи в міждисциплінарній практиці аналізу соціальних мереж є дані онлайн досліджень. Аналіз соціальних мереж почали застосовувати в другій половині двадцятого століття як доповнення до стандартного набору інструментів соціальних дослідників. В його основі лежить переконання, що пояснення громадської організації не можна знайти в природних процесах або абстрактних силах. Замість цього ми можемо звернути увагу на структури відносин, які налагоджують або обмежують взаємодії, а також на поведінку, які відтворюють і змінюють ці структури.

Якщо ми говоримо про онлайн взаємодію, одразу виникає поняття мережевої структури. Навіть в найпростіших соціальних мережах можна знайти групи вузлів таких як люди, організації або веб-сторінки і зв'язки між ними. Інтернет є неструктурованим набором сторінок і зв'язків між ними. Тому можна сказати, що електронна комунікація може бути представлена як мережа відправників і одержувачів. Таким чином, відносини в соціальних мережах інтернету представляють собою серію вузлів (профілів) і зв'язків між ними.

Цифрова природа інформації полегшує можливість отримання даних про взаємозв'язки. Уявлення про комунікаційні системи і відносини були сформовані задовго до виникнення інтернету. Проте, збір особистих даних є не легкою процедурою, що потребує багато часу і потужних обчислювальних ресурсів; люди іноді самі не розуміють, хто знаходиться в їх особистої мережі, а дослідник важливо зібрати точні дані про взаємодії. Ці проблеми можуть бути мінімізовані за рахунок онлайн-досліджень, тому що в них інформація є цифровою що закодована через акт відправки повідомлення або додавання друга за допомогою функціоналу інтернет-сторінки. Крім того, в електронних соціальних мережах нескладно копіювати повідомлення для їх подальшого аналізу.

Під поняттям «мережа» будемо розуміти набір вузлів (таких як люди, організації, веб-сторінки або державні утворення). Також це відносини або зв'язки між цими вузлами. Кожне відношення з'єднує кілька вузлів. Якщо відношення направлено, воно зображується як вектор; якщо не направлене - зображується як ребро. Поштова мережа, наприклад, є направленою мережею відправників і одержувачів. Соціальна

мережа, організована за допомогою програмного забезпечення, зазвичай є ненаправленою мережею користувачів.

Причиною виникнення мережевого аналізу є та обставина, що мережі являють собою структури, які можуть обмежувати або заохочувати громадські комунікації. Наприклад, якщо є тільки один вузол, що з'єднує дві групи, то цей вузол особливо важливий в інформаційній передачі: він може навіть керувати інформацією, оскільки через нього проходять інформаційні потоки. Крім того, мережі являють собою цікаві структури з точки зору їх властивостей: ілюстрація всіх з'єднань поштової мережі буде наочним і зрозумілим зразком відносин для власника поштової скриньки.

Соціальний граф – це граф, вузли якого представлені соціальними об'єктами, такими як профілі користувачів з різними атрибутами (наприклад: ім'я, день народження, рідне місто і т. ін.), спільноти, медіаконтент і т. ін., а ребра - соціальними зв'язками між ними.

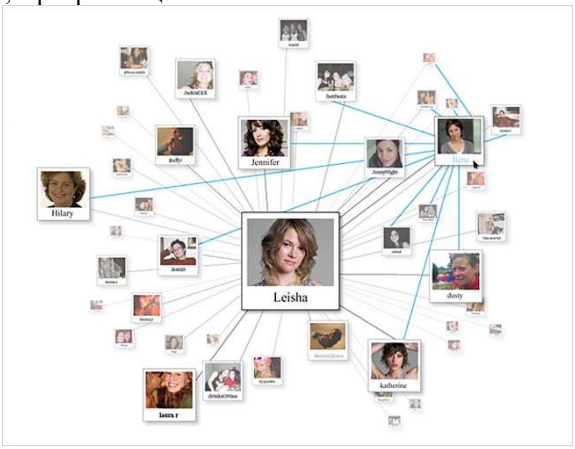


Рисунок 1 – Приклад представлення соціального графа

Неявний соціальний граф – це такий граф, який можна сформувати на основі взаємодій користувача зі своїми «друзями» і групами «друзів» в соціальній мережі. У цьому графі, на відміну від звичайного соціального графа, немає явної вказівки «друзів», тобто немає явних соціальних зв'язків.

Обробка даних соціальних графів пов'язана з низкою проблем, як наприклад відмінності соціальних мереж, закритість соціальних даних і т. ін.

Граф інтересів – це онлайн представлення інтересів конкретної людини, отримане на основі її активності в соціальних мережах.

Рисунок 2 – Приклад представлення графа інтересів

Вершинами в такому графі можуть бути є захоплення людини, його інтереси, або її профіль людини в соціальній мережі, при цьому ребра такого графа відображають взаємини між вершинами графа.

За допомогою графа інтересів можна зрозуміти, що людина хоче зробити, купити, куди хоче піти, з ким може зустрітися, за чиєю активністю їй цікаво відслідковувати, а також сказати з певною ймовірністю про його ставлення до події або відношення до організації.

Існує кілька способів використання графа інтересів, як з точки зору споживача, так і з точки зору бізнесмена. У поєднанні з соціальним графом, граф інтересів може бути застосований для встановлення зв'язків між користувачами в соціальних мережах або в реальному світі. У таких мережах користувачі можуть вказувати і ділитися своїми захопленнями, але при цьому їм не обов'язково знати один одного. Граф інтересів так само може бути застосований в маркетингу, в цілях аналізу аудиторії проекту і подальших продажів на основі цієї інформації, для аналізу тональності тексту і для персоналізованої реклами, заснованої на інтересах користувача.

Також граф інтересів може використовуватися при створенні продукції з урахуванням побажань споживача, він допомагає визначити які особливості і можливості слід надати в наступних версіях. Граф інтересів має безліч інших застосувань включаючи завдання виявлення вмісту та фільтрації для надання рекомендацій по фільмах, книгах, музиці і так далі.

Як джерело інформації за якими відбувався аналіз інтересів користувачів була обрана глобальна соціальна мережа Facebook.com, тому що на сьогоднішній момент саме вона займає лідируючі позиції соціальних мереж нашої країни.

Основними перешкодами для такого аналізу, як і слід було очікувати, є всі ті ж проблеми «big data», які на сьогоднішній момент вирішуються, зокрема, з допомогти кращого обладнання та більш ефективного програмного забезпечення.

Література

1. Jeongin Kim, Dongjin Choi, Byeongkyu Ko, Eunji Lee, and Pankoo Kim. Extracting User Interests on Facebook // International Journal of Distributed Sensor Networks Volume 2014 (2014), Article ID 146967. 2014

2. Jinpeng Wang, Wayne Xin Zhao, Yulan He. Infer User Interests via Link Structure Regularization // ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST) Volume 5 Issue 2, April 2014 Article No. 23.

3. Martin Szomszor, Harith Alani, Ivan Cantador, Kieron O'Hara, Nigel Shadbolt. Semantic Modelling of User Interests Based on Cross-Folksonomy Analysis // ISWC '08 Proceedings of the 7th International Conference on The Semantic Web. 2008.

4. Youngchul Cha, Bin Bi, Chu-Cheng Hsieh, Junghoo Cho. Incorporating Popularity in Topic Models for Social Network Analysis // SIGIR '13 Proceedings of the 36th international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval. 2013.

5. Patrick Siehndel, Ricardo Kawase. TwikiMe! User profiles that make sense // CEUR Workshop Proceedings. 2012.

УДК 004.5

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ЕФЕКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВІДКРИТОЇ ЗМІШАНОЇ СИСТЕМИ З ЯКІСТЮ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

О.І. Лактіонов

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Україна

1. Вступ

У нашому дослідженні якість виготовлення деталі на верстаті з Числовим програмним керуванням **(далі, ЧПК)** – продукт виробничої діяльності оператора верстата з ЧПК, який одночасно є елементом відкритої змішаної системи «Оператор – Верстат – Керуюча програма виготовлення деталі» **(далі, «ОВКП»)** та об'єктом ефективності інформаційної технології, яка забезпечує її функціонування.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Проблему впливу інформаційної технології на ефективність виробничих процесів досліджували А. Г. Абрі, М. Махмудзаде [1], вивчали

оцінку впливу інформаційні технології на продуктивність та ефективність репутації виробничої промисловості, Казимир В. В., Шемет В. П. [2], які досліджували взаємозв'язок інформаційної технології з ефективністю політичних процесів їх результатів та ін..

Проблему впливу якості виготовлення деталі на ефективність виробничого процесу досліджувався для вибіркових моделей та однієї системи: Радкевич Я. М., Белянкіна О. В., Сізова Е. И. та ін.. [3], Сотник С.В., Демська Н.П. [4] та ін..

Однак, залишається недостатньо дослідженим вплив інформаційної технології забезпечення функціонування відкритої змішаної системи на якість виготовлення деталі на верстаті з ЧПК**.**

3. Матеріали та методи досліджень

Для порівняльного дослідження впливу ефективності інформаційної технології забезпечення функціонування відкритої змішаної систем на якість виготовлення деталей на верстатах з ЧПК у 2016 році, **з використанням методу одноступінчастого випадкового безповторного відбору [5, с. 117] сформована постійно діюча експериментальна** вибіркова сукупність з **34 систем** «ОВКП», відповідно **до моделі Генеральної сукупності систем** «ОВКП» машинобудівних заводів м. Карлівка, м. Полтави та м. Харкова**, з довірчою ймовірністю 95%,** оператори яких у 2017 році підвищили свій кваліфікаційний розряд засобами формуючих методів державної атестації.

Взаємозв'язок ефективності інформаційної технології забезпечення функціонування відкритої змішаної системи з якістю виготовлення деталі вивчався з використанням розроблених нами трьох індексів – *<u>професійної компетентності</u> [6]; <u>ефективності інформаційної технології</u> [7] та представленого у даній статті індексу <u>якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК.</u>*

Індекс професійної компетентності є складовим узагальнюючого **індексу ефективності інформаційної технології** ($YI^{*}_{(ЕПТ)}$), який об'єднує емпіричні оцінки її трьох підсистем системи «ОВКП»: 1) ***<u>соціальної (Сі),</u>*** елементом якої є оператор верстата з ЧПК; 2) ***<u>технічної (Ті),</u>*** невід'ємним атрибутом якої є верстат з ЧПК, продуктивність якого задається його типом: (*1 –«Н»; 2 – «П»; 3 –«В»; 4 – «А і С»);* 3) ***<u>інформаційної</u> (Ії)***, програмний комплекс який визначає умовний рівень складності виготовлення деталі *(1 – «Вал»; 2 – «Важіль», 3 – «Корпус компресора», 4 – «Коробка швидкостей»;)*і вираховується за формулою (1):

$$YI^{*}_{(ЕП)} = (C_i + I_P(\kappa_{1i})) + I_T(\kappa_{2i}) + I_I(\kappa_{3i}), \quad (1)$$

де $C_i = 6 \cdot I_{ПКi} / \sum_{i=1}^{n=1} t_i$ *– інтегрований показник ефективності* ***соціальної підсистеми****, що об'єднує індекс професійної компетентності оператора верстата з ЧПК (*$I_{ПКi}$*), який є елементом даної відкритої змішаної системи, і обсяг часу, який він витрачає на підготовку верстата до роботи та його особистий кваліфікаційний розряд (*I_P*), де* κ_{1i} *– коефіцієнт розряду : 3-й розряд - 0,2; 4-й розряд - 0,3; 5-й розряд - 0,5;*

I_T – інтегрований показних ***технічної підсистеми*** *– рівень продуктивності роботи вказаного типу верстата з ЧПК, де* κ_{2i} *–коефіцієнт рівнів продуктивності вказаного типу верстата: «Тип Н» - 0,15; «Тип П»– 0,2; «Тип В» - 0,25; «Типи А і С» - 0,4.*

I_I – інтегрований показних ***інформаційної підсистеми*** *рівень складності програмного комплексу виготовлення деталі, де* κ_{3i} *–коефіцієнт рівнів складності керуючої програми виготовлення деталей складає: 1-й рівень - 0,15; 2-й рівень - 0,2; 3-й рівень - 0,25; 4-й рівень – 0,4.*

Індекс якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК ***($I_{явд}$)*** відкритої змішаної системи «ОВКП», як інтегрований показник ефективності інформаційної технології, об'єднує у процесі виготовлення деталей на верстаті з ЧПК оцінки рівня продуктивності відповідного типу верстата *(технічна підсистема),* рівня складності керуючої програми виготовлення деталі *(інформаційна підсистема)* та рівня професійної компетентності *(соціальна підсистема)*: оцінки отримуються за 4-бальною порядковою шкалою.

Фактичний та мінімальний рівень значення Інтегрованих показників підсистеми визначається за алгоритмом (2):

$$I_{ЯВД} = \frac{I_{ПКф.} + I_{ПКмін.}}{2} + \frac{I_{Тф.} + I_{Тмін.}}{2} + \frac{I_{Іф.} + I_{Імін.}}{2} \quad (2)$$

де $I_{ПКф.}$ – фактичне значення індексу професійної компетентності оператора верстата;

$I_{ПКмін.}$ – мінімальне значення рівня індексу професійної компетентності оператора верстата, $I_{ПКмін.} = 1.7$ [8, с.71];

$I_{Тф.}$ – фактичне значення рівня продуктивності роботи вказаного типу верстата з ЧПК;

$I_{Тмін.}$ – мінімальне значення рівня продуктивності роботи вказаного типу верстата з ЧПК;

$I_{Іф.}$ – фактичне значення рівня складності програмного комплексу виготовлення деталі;

$I_{Імін.}$ – мінімальне значення рівня складності програмного комплексу виготовлення деталі.

У нашому дослідженні перетворення у процентне відношення дозволяє вказувати питому вагу кожного компонента індексу якості при визначенні Інтегрованого показника якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК і вираховується за формулою (3):

$$I_{Я}= 40(I_{ПК\,ф.} + I_{ПК\,м.}) + 50(I_{Т\,ф.} + I_{Т\,м.}) + 50(I_{І\,ф.} + I_{І\,м.}). \qquad (3)$$

Розробка вказаних трьох індексів необхідна для перевірки висунутої гіпотези: ***якщо*** *при порівняльному аналізі спостерігається підвищення рівня узагальнюючого індексу ефективності інформаційної технології забезпечення функціонування відкритої змішаної системи,* ***то*** *це впливає на зростання індексу якості виготовлення деталі,* ***так як*** *підвищення рівня кваліфікації та професійної компетентності оператора верстата з ЧПК формуючими методами державної атестації цілеспрямовано впливає на зростання рівня ефективності інформаційної технології функціонування відкритої змішаної системи.*

На основі взаємодій множин оцінок ефективності інформаційної технології та якості виготовлення деталі в умовах кожної з 34 відкритих змішаних систем *на основі емпіричних даних 1-го діагностичного зрізу 2016р*. ми отримали лінійну функцію парної регресії – $y = 1{,}9311x - 0{,}6819$.

За результатами емпіричних даних 2-го діагностичного зрізу 2017 р. побудували графік, який підкоряється прямій зростаючій лінійній функції : $y = 1{,}3924x + 0{,}733$ (див. рис.1).

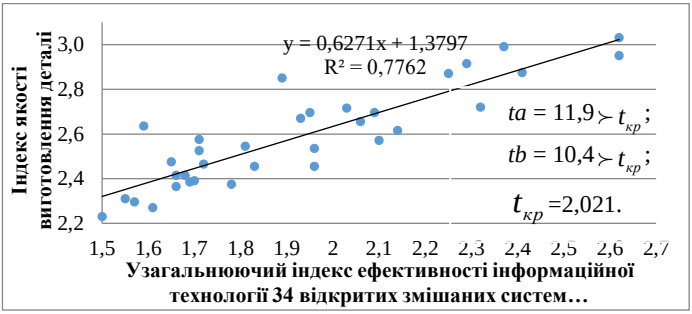


Рис. 1. Залежність Індексу якості виготовлення деталі *($I_{ЯВД}$)* від індексу ефективності інформаційної технології *($УI_{ЕІТ}$)* забезпечення функціонування 34 систем, 2-й діагностичний зріз 2017 р.

4. Обговорення результатів

Отримані дві лінійні функції парної регресії досліджувалися (2016-2017 рр.) з використанням обґрунтованого комплексу методів математичної статистики: *формування репрезентативної вибірки систем* «ОВКП» машинобудівних заводів трьох міст (Карлівка, Полтава і Харків), *використання індексів професійної компетентності, ефективності інформаційної системи та якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК та методів математичної статистики, зокрема: середніх вибіркових значень* $\overrightarrow{YI}^{*}x$, $\bar{I}_{ЯВДу}$, $\overline{YI^{*}_{xi}I_{ЯВДуі}}$, $\overline{YI^{*2}_{xi}}$ [9, с. 54], *вибіркових дисперсій* $S^2(YI_x)$ *та* $S^2(I_{ЯВДу})$ *[9, с.55], середніх квадратичних відхилень* $S(YI_x)$, $S(I_{ЯВДу})$ *[10, с.13], вибіркового лінійного коефіцієнту кореляції* $r_{УкыЯВДу}$, *[11, с. 6], похибки апроксимації,* $\bar{A}$ *[11, с. 6], коефіцієнту еластичності E [11, с.6], коефіцієнту детермінації* R^2 *[11, с.7], F- критерію [11, с. 7], t – критерію Стьюдента [11, с. 8].* Результати дослідження див. табл.1.

Таблиця 1

Узагальнені результати для порівняльного дослідження двох лінійних функцій (2016-2017рр.) для вибірки систем «ОВКП» (N=34 систем):

1-й діагностичний зріз 2016 р.: лінійна функція $y = 0{,}1393x + 0{,}7981$										
Досліджуваний показник	$\bar{YI}_x$	$\bar{I}_{ЯВДу}$	$S^2(YI_x)$	$S^2(I_{ЯВДу})$	$S(YI_x)$	$S(I_{ЯВДу})$	$r_{УкыЯВДу}$	$\bar{A}$	$\bar{E}$	R^2
Отримане значення	1,5	1,0	0,09	0,03	0,3	0,05	0,7	3,3	0,2	0,5
2-й діагностичний зріз 2017 р.: лінійна функція $y = 0{,}6271x + 1{,}3797$.										
Досліджуваний показник	$\bar{YI}_x$	$\bar{I}_{ЯВДу}$	$S^2(YI_x)$	$S^2(I_{ЯВДу})$	$S(YI_x)$	$S(I_{ЯВДу})$	$r_{УкыЯВДу}$	$\bar{A}$	$\bar{E}$	R^2
Отримане значення	1,9	2,5	0,09	0,04	0,3	0,21	0,8	3,1	0,46	0,77

Методом порівняльного аналізу даних двох діагностичних замірів (2016-2017 рр.) доведена значимість тісноти зв'язку між емпіричними даними узагальнюючих індексів ефективності інформаційних технологій та індексів якості виготовлення деталі в умовах функціонування 34 відкритих змішаних систем.

5. Висновки

1. Використання розроблених нами трьох індексів – професійної компетентності оператора верстата з ЧПК, ефективності інформаційної технології відкритої змішаної системи та якості виготовлення деталі

дозволяє визначити взаємозв'язок інформаційної технології забезпечення функціонування систем «ОВКП» та якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК.

2. Репрезентативність даних та висновків дослідження забезпечується при використанні методу одноступінчастого випадкового безповторного відбору для формування базової емпіричної вибірки існуючих систем «ОВКП» на основі **моделі Генеральної сукупності відкритих змішаних систем досліджуваних машинобудівних заводів**.

3. Доведено, що **для дослідження тісноти взаємодії між множинами оцінок 1-го і 2-го діагностичного зрізу узагальнених індексів ефективності інформаційної технології забезпечення функціонування відкритих змішаних систем та індексів якості виготовлення деталі на верстатах з ЧПК** ***<u>достатньо використати комплекс обґрунтованих математичних методів</u>*** **–** *формування репрезентативної вибірки систем* «ОВКП» (N=34 систем) *машинобудівних заводів трьох міст (Карлівка, Полтава і Харків), використання трьох індексів професійної компетентності, ефективності інформаційної системи та якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК та дев'ять методів математичної статистики, зокрема: 1) середніх вибіркових значень* $\overline{YI^*x}, \bar{I}_{ЯВДу}, \overline{YI^*_{xi} I_{ЯВДуі}}, \overline{YI^{*2}_{xi}}$, *2) вибіркових дисперсій* $S^2(YI_x)$ *та* $S^2(I_{ЯВДу})$,*3) середніх квадратичних відхилень та* $S(I_{ЯВДу})$, *4)вибіркового лінійного коефіцієнту кореляції* $r_{УкыЯВДу}$, *5)похибки апроксимації* $\overline{A}$, *6) коефіцієнту еластичності E, 7) коефіцієнту детермінації* R^2, *8) F - критерію, 9) t – критерію Стьюдента***.**

4. Зростання у 1,26 рази ефективності інформаційної технології забезпечення функціонування системи «ОВКП» забезпечує підвищення рівня якості виготовлення деталі на верстаті з ЧПК – у 2,55 рази.

Література

1. Abri A.G. Impact of information technology on productivity and efficiency in Iranian manufacturing industries A.G. Abri, M. Mahmoudzadeh // J Ind Eng Int. – 2015– Vol. 10. – P. 143-157. – Way of Access : DOI 10.1007/s40092-014-0095-1.

2. Казимир, В. В. Моделі оцінки ефективності систем управління регіонального рівня / В. В. Казимир,, В. П. Шемет. // Математичні машини і системи. – 2003. – №2. – С. 127–137.

3. Оценка качества изготовления деталей и соединений [Електронний ресурс] / Я. М.Радкевич, О. В. Белянкина, Е. И. Сизова, Р. С. Кузьмина // Московский государственный горный университет – Режим доступу до ресурсу:file:///D:/%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%B8%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0/%D1%8F%D0%BA%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D0%B2%D0%B4/Sb2013ed_7.pdf

4. Сотник С. В. Автоматизация выбора базовых значений показателей качества пластмассовых деталей / С. В. Сотник, Н. П. Демская. // Технология приборостроения. – 2014. – №3. – С. 51–58.

5. Панина Н. В. Технология социологического исследования. Курс лекций. / Н. В. Панина. – Киев: Ин-т социологии НАН Украины, 2001. – 277 с. – (2-е изд.).

6. Лактіонов О. І. Індекс професійної компетентності оператора верстата з числовим програмним керуванням / О. І. Лактіонов // Телекомунікаційні та інформаційні технології науковий журнал Державний університет телекомунікацій Київ. – 2016. – №3. – С. 100–105.

7. Лактіонов О. І. Методика визначення ефективності інформаційної технології функціонування системи «Оператор – Верстат з числовим програмним керуванням» / О. І. Лактіонов. // Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС 2017: тези доповідей Дванадцятої міжнародної науково-практичної конференції (Чернігів, 26–29 червня 2017 р.). – 2017. – С. 199–203.

8. Лебедик М.П. Технологія атестації цілісного розвитку особистості на основі оцінок соціальної зрілості учасників педагогічного процесу: монографія / М. П. Лебедик.; Автор передмови В.Ф. Моргун – Полтава: РВВ ПУСКУ, 2003. – 305 с.

9. Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Эконометрика: Учебник для вузов / Под ред. проф. Н.Ш. Кремера. – М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 311 с.

10. Афанасьев В. В., Сивов М. А. Математическая статистика в педагогике [Текст] учебное пособие / под науч. ред. д-ра ист. наук, проф. М. В. Новикова. – Ярославль Изд-во ЯГПУ, 2010. – 76 с.

11. Практикум по эконометрике: Учеб. Пособие / И.И. Елисеева, С.В. Курышева, Н.М. Гордиенко и др.; Под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 192 с.

УДК 004.62

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ К-СЕРЕДНІХ ДЛЯ ОБ'ЄДНАННЯ КОРИСТУВАЧІВ ЗА ДАНИМИ З СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ

Д.О. Касянчик
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Україна

Вступ. В наш час більшість роботодавців відійшли від принципу оцінювати працівників лише по диплому, і відповідно формують власні вимоги до знань, також технологій стрімко зростають, тому змінюються і засоби роботи і відповідно виникають нові вимоги до працівників. Це змушує останніх постійно шукати навчальні ресурси для постійного професійного зростання, щоб не стати не потрібним, як спеціаліст. Пошук навчальних ресурсів займає багато часу, адже окрім того щоб знайти потрібно також і оцінити їх. Оцінка часто формується на основі думок колег, з якими відповідно потрібно обговорювати дані ресурси. Також студенти прагнуть стати спеціалістом в певній професії, що спонукає їх до пошуку додаткових навчальних ресурсів, окрім тих що дає університет. Оскільки в наш час люди проявляють досить високу активність в мережі інтернет, тому було вирішено розробити програмний продукт, що кластеризує користувачів, та рекомендує навчальні матеріали відповідно до їх поведінки в соціальних мережах. В даній роботі описана лише частина кластеризації користувачів.

Математична постановка.

Існує набір характеристик, які мають числову оцінку. Оскільки ми збираємо дані з соціальних мереж, в тому числі професійних, то це можуть бути наступні характеристики: вік, значення використовуються чи не використовуються в роботі математичні та гуманітарні науки, кількість професійних груп в соціальних мережах в яких бере участь користувач, тощо.

Тобто ми отримуємо точки, які нам потрібно розмістити в n вимірному просторі та після чого кластеризувати. Також в нас визначена кількість критеріїв, в нашому випадку професій. Комбінація числових характеристик дає змогу віднести певного користувача до професії.

Таким чином залишається виконати кластеризацію методом k-середніх (далі буде наведено чому саме цей метод).[1]

Множина точок

$$M = \{m\}_{j=1}^{d}$$

d – кількість точок.

Вектор центрів кластерів (еталонне значення числових характеристик, для певних професій)

$$C = \{c\}_{i=1}^{c}$$

Матриця розбиття точок (визначення належності множині):

$$U = \{u_{ij}\}$$

де:

$$u_{ij}^{I} = \begin{cases} 1, \text{якщо } d(m_1, c_1) = \min d(m_j, c_k) \\ 0, \text{у всіх інших випадках} \end{cases}$$

Цільова функція:

$$Z(M, U, C) = \sum_{i=1}^{c} \sum_{j=1}^{d} u_{ij}\, d_A^2(m_j, c)$$

Обмеження:

$$\sum_{i=1}^{c} u_{ij} = 1, u_{ij} \in \{0,1\}$$

$$0 < \sum_{i=1}^{d} u_{ij} < d$$

Порівняння методів розв'язання. Виділяють такі основні методи розв’язання[2]:

1. K-Середніх (K-means)
2. Нечітка кластеризація C-Середніх (C-means)
3. Графові алгоритми кластеризації
4. Статистичні алгоритми кластеризації

Для даної задачі найкраще підходить алгоритм K-Середніх, адже:

1. Простий в реалізації
2. Простий в використанні
3. Використовується для точок, що знаходяться в багатовимірному просторі.
4. Відносно швидкий .
5. Потрібно визначати завчасно кількість кластерів. (хоча це вважається його недоліком, в даній роботі це необхідно).

Для використання даного алгоритму необхідний масив даних. Дані повинні бути обробленими та готовими до використання. Існує два варіанти, як перетворювати дані до числових характеристик. Звертатись до стороннього API, який визначатиме до якої класифікації належать слова в даних, або написати свою нейронну мережу, яку можна буде «навчити на своїх даних».

На звернення до стороннього API буде витрачатись час для з'єднання, а також даний ресурс може класифікувати текст не так, як це потрібно в системі. Проте це найпростіший спосіб перетворення даних в числові характеристики.

Реалізація власного сервісу класифікації даних на основі нейронних мереж може дати виграш в швидкості. Дасть виграш в точності. Плюс до всього залишається змога змінити, виправити реалізацію відповідно до вимог. Проте, потребує досить багато часу на реалізацію та навчання.

Оскільки другий варіант досить складний, то в даних тезах буде наведений лише алгоритм виконання метода k-середніх з використанням стороннього API.

Алгоритм виконання.

1. Визначаємо кількість кластерів, на основі наявних в системі професій.
2. Центрами кластерів, беремо користувачів, які зареєстровані в професійних соціальних мережах, та в яких вказана, належність до певної професії.
3. Для кожного користувача всі отримані текстові дані з соціальних мереж, відправляємо на зовнішнє API для отримання критерію належності до певної сфери діяльності.
4. Виставляємо точки в n- вимірному просторі (координатами точок є оцінки критерії), які відображають «розташування» користувача відносно існуючих професій.
5. Обчислюємо відстань (евклідову відстань) від точки до центру, та обираємо найкоротшу, після чого відносимо до множини.
6. Обираємо нові центри в кожному кластері, та проводимо наступну ітерацію
7. Проводимо кроки 4,5 доки точки не перестануть змінювати множини.

На цьому робота алгоритму закінчується.

Висновок. Отже, виконавши дій наведені в алгоритмі, отримаємо користувачів об'єднаних в професійні групи та рейтинг навальних матеріалів за кількістю користувачів, що їх використовують. Отримані дані надалі можуть бути використані для надання рекомендацій по навчальних матеріалах.

Література

1. А.А.Барсегян, М.С.Куприянов: Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining – СПБ.:БХВ-Петербург, 2004 – 336с.\ ст.162.

2. K-Means Clustering in Python [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://mubaris.com/2017/10/01/kmeans-clustering-in-python/

УДК 004.62

ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМУ APRIORI ДЛЯ СТВОРЕННЯ АСОЦІАТИВНИХ ПРАВИЛ ДЛЯ НАДАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ КОРИСТУВАЧУ ЩОДО НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

В.П. Горобюк
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Україна

Людина за своє життя дуже часто виконує аналіз даних для отримання нової інформації, необхідної для прийняття рішень в різних ситуаціях. Проте з розвитком технологій цю роботу все частіше починають виконувати обчислювальні машини. Але також і з ростом об'єму інформації і розвитком засобів та методів її зберігання з'явилась нова потреба в аналізі великих та надвеликих масивів даних.

З аналізом величезних масивів даних було зрозуміло, що дані містять певні закономірності. Тому набули популярності алгоритми пошуку асоціативних правил. Асоціативні правила дозволяють знаходити закономірності між зв'язаними подіями, що дозволяють розробляти різні рекомендації [1].

Для того, щоб надати рекомендації, щодо навчальних матеріалів користувачу, необхідно врахувати різні параметри, які задають йому певну класифікацію, та на основі даної класифікації, та сформованих раніше масивів інформації надають рекомендацію.

Для надання користувачу рекомендацій, використаємо алгоритм Apriori [2], який буде задано наступними параметрами:

$I = \{ I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, MT1 \}$ - набір об'єктів

$D = \{ T_1, T_2, ..., T_m \}$ — множина транзакцій.

Мінімальна підтримка = 50% та мінімальна достовірність рівні 50%.

$$Supp_{min} = 50$$

Для вирішення задачі надання рекомендацій користувачу навчальних матеріалів було вирішено зафіксувати один елемент таким чином, щоб він завжди використовувався та вказував на конкретний навчальний матеріал:

MT_i - де $i=1,n$.

Тоді з бази даних будемо обирати лише такі транзакції, які містять в собі навчальні матеріали, для того, щоб пришвидшити час та зекономити ресурс в процесі виконанні алгоритма. Тоді при перерахування елементів, які містяться в одному наборі, ми завжди будемо мати список критеріїв і також конкретний навчальний матеріал.

Сформуємо таблицю та одразу ж приведемо її до нормалізованого вигляду:

Табл.1 — Вхідна матриця

ID транзакції	*Елементи*
1	I_1, I_2, MT1
2	I_1, MT1
3	I_1, I_3
4	I_2, I_4, I_5

Множину транзакцій, в які входить об'єкт i_j позначимо наступним чином:

$$D_{i_j} = \{T_r | i_j \in T_r; j = 1..n; r = 1..m\} \subseteq D$$

Деякий набір об'єктів:

$$F = \{i_j | i_j \in I; j = 1..n\}$$

Відношення кількості транзакцій, в який входить набір F, до загального кількості транзакцій називається підтримкою і позначається, як:

$$Supp(F) = \frac{|D_F|}{|D|}(1)$$

Визначимо підтримку для кожного елементу.

Табл.2 — Матриця підтримок елементів

Елементи	*Підтримка*
{I_1}	3
{I_2}	2
{MT1}	2
{I_3}	1
{I_4}	1
{I_5}	1

Порівнюємо підтримку кандидата з мінімальною підтримкою. На її основі формуємо нову матрицю (табл.3), яка відповідатиме заданій умові:

$$L = \{F \mid Supp(F) > Supp_{min}\}$$

Табл.3 — Матриця підтримки елементів

Елементи	*Підтримка*
$\{I_1\}$	3
$\{I_2\}$	2
{MT1}	2

Після чого генерується матриця кандидатів на основі перебору можливих елементів (табл.4).

Табл.4 — Матриця кандидатів

Елементи
$\{I_1, I_2\}$
$\{I_1$, MT1}
$\{I_2$, MT1}

Скануємо вхідну матрицю і для кожного кандидата з матриці кандидатів (табл.4) знаходимо підтримку (табл.5):

Табл.5 — Матриця підтримки елементів

Елементи	*Підтримка*
$\{I_1, I_2\}$	1
$\{I_1$, MT1}	2
$\{I_2$, MT1}	1

Порівняємо підтримку кандидатів з мінімальною підтримкою та прибираємо ті, елементи підтримка яких менша за мінімальну (табл.6).

Табл.6 — Матриця підтримки елементів

Елементи	*Підтримка*
$\{I_1$, MT1}	2

Отже найчасті набори, що зустрічаються це (I_1, MT1).

В результаті бачимо сформоване асоціативне правило (табл.7):

Табл.7 — Сформовані асоціативні правила

Асоціативне правило	Підтримка	Достовірність
$I_1 \rightarrow$ MT1	2	2 / 3 = 66%

Звідси, ми можемо сказати, що за умови коли виконується умова I_1, виконається умова MT1 з достовірністю 66%, наприклад, якщо користувач студент то з достовірністю 66% йому необхідно пройти курс по “Data Science”.

Література

1.Nikamal More: Recommendation of Books Using Improved Apriori Algorithm: Somaiya college of Engineering Vidyavihar – September 2014 – P.1-3.

2. Pavankumar Bondugula: Implementation and Analysis of Apriori Algorithm for Data Mining. University of Nevada, Las Vegas, 2006 – P.58-61.

UDC 378.146

IMPLEMENTATION OF THE COMPETENT APPROACH BY MOODLE PLATFORM

O. Rabotai, O. Chornoivan, H. Trunova
Chernihiv National University of Technology

The National Strategy for the Development of Education in Ukraine for 2012-2021 provides for a radical modernization of the structure, content, and organization of education on the basis of a competent approach [4]. Its implementation is a complex process that requires solving a whole range of problems, one of which is the creation and implementation of a competent approach to the system of assessment of student achievements.

Homeland pedagogical science has a great workout in a competent approach implementation[3,6], but the proper attention wasn't paid to the evaluation system, oriented on the competent approach. The evaluation implementation based on the competencies will contribute the real changes in the students and lecturers worldview. If the control works, laboratory works, abstracts, etc. aren't the main evaluation objects, but the competencies students acquire, lecturers will be encouraged to optimize the content of the disciplines and curriculums in terms of competencies formatting efficiency. A student will gain a better vision of the main goal of his education as a forming and confirmation of competencies. It is also about the choice of competencies that are not mandatory and the choice of educational disciplines and activities that these competencies can form and validate. Then from a simple executor of his proposed tasks, the student becomes a conscious designer of his trajectory of training. Of course, such system is much-complicated than the traditional one, after all, every competence can be confirmed by the results of many educational activities of various of

disciplines. It is hard to imagine that the task of this evaluation summarizing possible to solve without usage of the modern information technology.

This evaluation method has been accomplished in the "Competencies Repository" - the system widely known as Moodle in Ukraine and world. The module has been created by Jean Fruitet from the Nant University (France) for nationwide certification of the students' and trainees' info-communicational competencies C2i (Certificat Informatique et Internet) [1, 2]. Since 2011, the C2i certificate has become a necessary document for the employment of graduates of French higher education, as well as a diploma in higher education. The module is universal, which allows it to be freely used to evaluate any competencies we will add to the repository.

The conducted research shows that Competencies Repository module, which was developed for C2i certification, can be used for any competency evaluation on the Moodle platform. The module featured by advanced and flexible functionality. Also, the module satisfies the needs of such a great nationwide project as a C2i certification of the Higher Education system in France, so this guarantee that this module will be supported and modified by its creator though it doesn't belong to a basic core of the Moodle system. A free license, based on which this module applies, allows anyone to use it for free and, if necessary, make any changes to it. The module is now available for Moodle version 2.8. The software that includes the module itself, block and report can be downloaded from the developer page [1] along with their localization.

The "Repository of Competencies" displays information about repository samples available on the site, courses in which their instances are located, as well as data on student activity in each of them. By default, such a report is only available to the site administrator. In the course of Moodle, an instance of the repository is one of the activities. Unlike all other activities (such as tests, tasks, etc.), posted rates of a student in a single course are available in other ones, if they are the units of the global repository based on the same template. This allows you to work with the same repository in the courses of various academic disciplines that are involved in the formation of competencies described in it. If the global repository is available in several courses, then the main question is how to divide rights and responsibilities on the evaluation of student work of the lecturer. In particular, to avoid a situation where the assessment is deliberately or mistakenly raised by a teacher who is not authorized to do so.

The module does not restrict hardly the capabilities of the teachers. This allows the teaching staff to more flexibly organize their work. The competencies formation is a complicated process which does not pass according to the calendar schedule for all students. But, wherever it happens,

a student has a right to declare the existence of the appropriate competencies, bring the confirming materials, and teachers should rate them.

Also, the module provides an opportunity to evaluate items not only in binary (confirmed / not confirmed) but also on arbitrary scales defined at the site or course level.

In May 2016 the new Moodle 3.1 released. For the first time in the history of this learning management system, the tools for evaluating competencies have not featured in the additional plug-in, but in the core itself. The study showed that the new tools for assessing competencies in Moodle 3.1 largely exceed the capabilities of previous versions of the "Repository of Competencies" module.

A prerequisite for its application is the development and constant updating of the nomenclature of branches, competencies, and points of the repository. The nomenclature of areas and competencies should be developed at the level of national standards of higher education and be in line with international standards. Specialists of the CNUT joined the development of the points on which competencies are rated, this will allow taking into account local features of the organization of the educational process. In our opinion, the tools considered for evaluating competencies can play an important role in implementing a competent approach in educational institutions in Ukraine.

List of References

1. Le module Référentiel pour l'évaluation et la certification des compétences [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://moodlemoot2009.insa-lyon.fr/course/view.php?id=24 .

2. Skills Repository Activities. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://docs.moodle.org/27/en/mod/referentiel/activite.

3. Закон України про вищу освіту. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1556-18.

4. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.mon.gov.ua/images/files/news/12/05/4455.pdf .

5. Система електронного навчання ВНЗ на базі MOODLE : методичний посібник / Ю. В. Триус, І. В. Герасименко, В. М. Франчук / за ред. Ю. В. Триуса. – Черкаси, 2012, – 220 с.

6. Щербина О. А. Модуль «Репозиторій компетентностей» для системи управління навчанням Moodle // Вісник післядипломної освіти : зб. наук. праць / Ун-т менедж. освіти НАПН України, редкол.: О. Л. Ануфрієва [та ін.]. – Вип. 7 (20) / голов. ред. В. В. Олійник. – К. : «АТОПОЛ», 2012. – С. 244-251.

УДК 539.4:621.6

РЕАЛИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ЯДЕР ПОЛЗУЧЕСТИ И РЕЛАКСАЦИИ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕГОСЯ ДЛЯ ТРУБ ИЗ НЕОДНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Е.А. Голубева, Р.А. Аль-Абси

Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, Беларусь

В данной работе производится расчет для труб из неоднородного материала под действием внутреннего давления (рисунок 1):

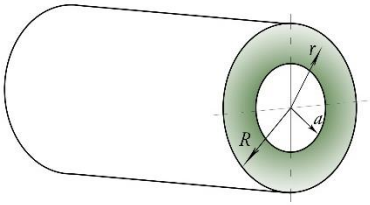


Рис. 1. Труба из неоднородного материала

При постановке и решения краевой задачи использовали теорию линейной вязкоупругости, дифференциальные уравнения в частных производных. Решение вязкоупругой задачи сводится к преобразованию по Лапласу основных уравнений теории вязкоупругости. Функции, описывающие явления ползучести и релаксации, основанные на свойствах функции Миттаг-Леффлера, строятся по результатам экспериментов на ползучесть при постоянных напряжениях или соответственно на релаксацию при фиксированных деформациях. Для реализации расчета напряженно-деформированного состояния трубы использовали параметры различных ядер ползучести и релаксации.

Ядра ползучести и релаксации связаны между собой интегральным соотношением, характеризуют основные механические свойства вязкоупругих материалов и входят в определяющие уравнения, устанавливающие зависимость между напряжениями, деформациями и временем.

В данной работе использовали обобщенные ядра вида [1]

$$R(\tau) = A^* \tau^{\alpha-1} e^{-\lambda\tau} E_{\frac{1}{\alpha}}(\beta^* \tau^{\alpha}; \alpha);$$

$$K(\tau) = A^* \tau^{\alpha-1} e^{-\lambda\tau} E_{\frac{1}{\alpha}}(\beta\tau^{\alpha}; \alpha),$$

в которые входит функция типа Миттаг-Леффлера $E_\rho(x,\mu)=\sum_{k=0}^{\infty}\frac{x^k}{\Gamma(\mu+k\rho^{-1})}$, где $\Gamma(x)$ – гамма-функция; μ – произвольный параметр A^*, β, λ, α – реологические параметры.

Были рассмотрены различные примеры расчета напряжения, а также был разработан алгоритм и создана программа в среде Delphi, которая реализовывает расчет напряженно-деформированного состояния в трубе из композитов для упругой задачи. На основании решения упругой задачи для неоднородной трубы было построено решение для вязкоупругого случая, в котором характеристики трубы изменяются во времени. Результаты для вязкоупругой задачи созданы в среде Mathcad с использованием слабосингулярного ядра Ржаницына-Колтунова при $\delta^*=0$ в виде графиков, берем $R(t)=Ae^{-\lambda t}t^{\alpha-1}$ и резольвенту $K(t)=At^{-1}e^{-\lambda\tau}\left[\sum_{i=1}^{\infty}\frac{\left(A\Gamma(\alpha)t^{\alpha}\right)^i}{\Gamma(i\alpha)}\right]$, где $\Gamma(\alpha)$ – гамма-функция, $A=0,015$, $\lambda=0,05$, $\alpha=0,075$ определялись с помощью обработки результатов эксперимента по методу наименьших квадратов.

Разработанная методика позволяет исследовать и создавать методы для реализации расчета напряженно-деформированного состояния труб из композиционных материалов, а также определять их физико-механические свойства. Предлагаемые подходы могут быть использованы в теплоэнергетике, а также машиностроении и других конструкциях из композитов.

Литература

1.Можаровский, В.В. Прикладная механика слоистых тел из композитов / В.В. Можаровский, В.Е. Старжинский – Мн.,1988. – 271 с.

УДК 338.312

ВИРОБНИЧА ДІЯЛЬНІСТЬ ЯК ОБ'ЄКТ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

О.Ф. Волошин, В.В.Кулик

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна

Будь-яку соціально-економічну систему – макро- або мікрорівня, різної організаційної форми або територіальної приналежності і т.д. –

можна й необхідно розглядати в тому числі і як виробничу систему, що певним чином задіяна у виробництві кінцевого продукту. Підвищення ефективності таких виробничих систем пов'язана із впровадження в управлінську практику методів і моделей, що дозволяють безперервно поліпшувати їх якісні параметри, забезпечувати їхню конкурентоспроможність.

На макроекономічному рівні для аналізу і прогнозування застосовують *метод і таблицю «витрати-випуск»*, що якісно характеризують міжгалузеві зв'язки в національній економіці в процесі виробництва ВВП [1]. На мікроекономічному рівні аналіз й системне удосконалення виробничих процесів, зокрема впровадження більш ефективних виробничих технологій, здійснюється за допомогою моделі *аналізу беззбитковості*, яка широко застосовується в управлінських цілях і є інформаційно-логічним продовженням методу «витрати-випуск» [2]. Таким чином, цей підхід пронизує всю економічну систему зверху донизу, враховуючи окремо взяте підприємство, і відіграє важливу роль в оновленні і удосконаленні технологій виробництва кінцевого продукту, системному забезпеченні прибутковості різних суб'єктів господарювання, розвитку виробничого сектору в економіці й ін.

Виробнича діяльність пов'язана із випуском продукції та формуванням доходу. В національних рахунках вона описується за допомогою *рахунку виробництва*, який розробляється для різних видів економічної діяльності, інституціційних секторів і підсекторів, на регіональному рівні [3], що дозволяє цілеспрямовано впливати на формування *валової і чистої доданої вартості (валового внутрішнього продукту)* :

Випуск = Проміжне споживання + Валова додана вартість

Випуск = Проміжне споживання + Чиста додана вартість
+ Споживання основного капіталу

Модель В.Леонтьева дозволяє описати весь комплекс міжгалузевих зв'язків в економіці, дотримуючись основного співвідношення даного рахунку:

$$x = Ax + y,$$

де x – валовий випуск ($x \geq 0$), A – матриця коефіцієнтів прямих витрат, y – вироблений кінцевий продукт.

Проте зростання обсягів виробленого продукту умовах конкуренції потребує підтримки оптимальних співвідношень і на етапі утворення доходу (*рахунок утворення доходу*), гарантуючи тим самим отримання необхідного рівня прибутку :

ВВП = Оплата праці найманих працівників
+ Чисті податки на виробництво
+ Валовий прибуток, змішаний дохід.

Бізнес-планування виробничої діяльності на мікрорівні безпосередньо впливає макроекономічні агрегати, що характеризують виробництво і утворення доходу, і включає елементи імітаційного моделювання дохідності, що спрямоване на поліпшення структури витрат, оптимізацію обсягів випуску та рентабельності виробництва [2, с.285] :

Випуск = Постійні і змінні витрати + прибуток

Все це впливає на пришвидшений розвиток тих видів економічної діяльності, які орієнтовані на отримання більш високого рівня доходу. Перш за все це стосується сфери послуг, частка якої в розвинених економіках сягає більше 50% кінцевого продукту.

Висновки. При аналізі та моделюванні виробничих систем необхідно враховувати, що економічна рівновага (на етапах виробництва і утворення доходу) і гранична корисність (приріст доходу) складають єдине ціле. Цей висновок В.Ойкена [4, с.232] щодо національної економіки відноситься власне до виробничих систем і потребує застосування інструментів і моделей, що дозволяють контролювати й регулювати дохідність виробництва.

Література:

1. Леонтьев В.В. Межотраслевая экономика: Пер. с англ. / автор предисл. и научн. Ред. А.Г.Гранберг. – М.: ОАО «Издательство «Экономика», 1997. – 479с.

2. Друри К. Введение в управленческий и производственный учет. – М.:Аудит, ЮНИТИ, 1994. – 560с.

3. Симонова М.Д. Система национальных счетов. Счет производства. – М.: Статистика России, 2007. – 232с.

Ойкен В. Основные принципы экономической политики. М.: «Прогресс», 1995. – 496 с.

УДК 004.77: 37.018.43

МОДЕЛЬНО-ОРІЄНТОВАНЕ ONLINE НАВЧАННЯ В MOODLE НА ОСНОВІ КОМПЕТЕНТНІСНОГО ПІДХОДУ

В.В.Казимир, О.П.Дрозд

Чернігівський національний технологічний університет, Україна

Дистанційне навчання у режимі online сьогодні широко використовується у всьому світі. Особливу популярність сьогодні мають системи масового навчання (Massive Open Online Courses - MOOC), такі як Coursera, Udacity, MIT OpenCourseWare, Khan Academy, Prometheus та інші [1]. Навчальні заклади усіх рівнів також намагаються використову-

вати online навчання або як окрему форму навчання, або у якості сучасних інформаційних технологій дистанційного навчання для доповнення учбового процесу.

Однією з найбільш популярних платформ для організації online навчання є система Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) [2]. Це система з відкритим кодом, функціональність базового пакета може бути розширена за допомогою додаткових плагінів.

Moodle має усі необхідні інструменти для створення повноцінних дистанційних курсів та керування процесом навчання. Проте незважаючи на потужний інструментарій, модельно-орієнтований підхід до навчання представлений в системі у недостатній мірі. Це означає, що викладач повинен окремо, не в Moodle, спроектувати модель навчання і далі шукати шляхи хоча би наближеної реалізації цієї моделі за допомогою існуючого інструментарію Moodle. Така ситуація вимагає достатньо високої кваліфікації викладачів і значних витрат робочого часу.

Наприклад, розглянемо узагальнену модель адаптивного процесу навчання студентів і спробуємо розглянути інструменти її реалізації в Moodle. У цій моделі можна виділити такі структурні компоненти:

- Цільова модель знань представляє набір знань, якими повинен оволодіти студент. Знання повинні містити кількісні і якісні характеристики, які дозволять провести порівняльний аналіз із поточними знаннями студента.
- Модель знань студента містить поточні знання студента. Повинна складатися на основі результатів вхідної перевірки знань і надалі коригуватися в залежності від результатів процесу навчання, доки не стане відповідною до цільової моделі знань.
- Сценарій навчання повинен складатися в залежності від результатів аналізу відповідності поточних знань студента і цільового набору знань.
- Процес навчання проводиться відповідно до сценарію навчання, після чого відбувається модифікація моделі студента і складається оновлений сценарій навчання.

Окремого, чітко вираженого плагіну для реалізації вищевказаної моделі Moodle не містить. Натомість є окремі інструменти, за допомогою яких можна прямо або непрямо реалізовувати окремі компоненти моделі. Недоліком цього інструментарію є те, що за виконанням детальних налаштувань втрачається бачення загальної моделі.

Ситуацію з модельно-орієнтованим підходом може у деякій мірі покращити підсистема компетенцій, яка була включена до ядра Moodle починаючи з версії 3.1 [3]. Спочатку визначимося з ключовими термінами «компетенція» та «компетентність». У своєму дослідженні [4] С. В.

Лейко зазначив, що "компетенція визначається певною організацією, установою, державою як наперед задана вимога до знань, умінь, навичок, якими повинна володіти особистість, для успішної діяльності в межах тієї сфери, де ця діяльність буде здійснюватися. Компетентність … є надбанням самої особистості, визначає якісний рівень, засвоєння в наслідок навчання, знань, умінь навичок та здатності застосувати їх, на основі власного досвіду, в процесі здійснення певної діяльності" (Лейко, 2013, с.133). Впровадження компетентнісного підходу є важливим моментом у реформуванні освіти та її приведенні до європейських і світових стандартів.

Компетенції в Moodle побудовані у вигляді ієрархічних структур, кожна така структура називається фреймворком компетенцій. Щоб запобігти дублювання однакових компетенцій, у склад нижчих рівнів компетенції можна включати посилання на інші компетенції із різних фреймворків.

Компетенції фактично стають основою для побудови моделі необхідних знань. Далі на основі компетенцій будуються:

- навчальні плані, які разом із оцінкою знань студента можуть бути основою для побудови моделі знань студента;
- план набуття компетентності, який включає вивчення елементів курсу, а відповідно і виконання навчальних планів. Набуття компетентності студентом реалізується за допомогою такого механізму: для кожного курсу в Moodle визначається набір компетенцій, з якого в свою чергу можна визначити набір компетенцій для кожного елементу курсу разом із різними відмітками, наприклад, доказами і завершенням компетенції. Разом із налаштуваннями обмеження доступу до елемента та відслідковування виконання елемента курсу цей механізм можна розглядати як основу для створення сценарію навчання.

Таким чином, на основі залучення компетенцій можна побудувати узагальнену модель адаптивного процесу навчання (рис.1)

Рис. 1. Узагальнена модель адаптивного процесу навчання з компетентнісним підходом

Використання компетенцій дозволяє спростити побудову стартових моделей знань: цільової моделі і моделі знань студента, причому остання витікає із першої. Сценарій навчання майже не змінюється у порівнянні з попередньою моделлю, але тепер він націлений на закриття компетенцій із навчального плану.

Навіть при використанні компетенцій реалізація модельно-орієнтованого навчання в Moodle залишається досить трудомістким процесом, не завжди досить наочним і часто без потрібного функціоналу. Тому виникає потреба в розробці нового плагіна для модельно-орієнтованого навчання. Спробуємо окреслити коло задач плагіна, при цьому спираючись на існуючі можливості Moodle.

- В Moodle є досить зручна ієрархічна структура компетенцій, але не вистачає графічного відображення цієї структури.
- Створення навчальних планів здійснюється по шаблону тільки вручну. Не вистачає автоматичного створення і коригування навчального плану (моделі студента) на основі шаблона з набором компетенцій і результатів перевірки вхідних знань студента.
- Навчальний план не показує послідовність вивчення матеріалу і не підказує студенту, з чого починати навчання. Послідовність вивчення матеріалу (траєкторія навчання) задається у вигляді налаштувань характеристик окремих елементів курсу. Тож не вистачає агрегації усіх деталей траєкторії навчання на візуальному графі з маркуванням поточного стану процесу.
- В Moodle є інструменти для організації послідовностей вивчення, але використовувати їх для реалізації адаптивного навчання досить незручно. Адаптивне навчання можна було б реалізувати через повторне або додаткове відкриття компетенцій навчального плану.

Таким чином, плагін повинен вирішувати щонайменше два головних завдання: розширити функціонал для роботи із компетенціями у напрямку більш зручного відображення та опрацювання існуючої інформації, а також реалізовувати алгоритми автоматичного коригування навчального плану.

Платформа Moodle з відкритим кодом має широкі можливості для втілення нових ідей з реалізації online навчання. Зважаючи на потужний функціонал і розвинену структуру даних в Moodle, дослідження, розробка і впровадження нових технологій дистанційного навчання на базі цієї системи має велику теоретичну і практичну значимість.

Література

1. Online Learning: technologies and practice: monograph / Kazymyr V.V., Verovko M.V, Drozd O.P., Lytvyn S.V. / Under the general editorship

of Professor Shkarlet S.M. – Chernihiv: Chernihiv National University of Technology, 2016. – 224 p.

2. Moodle - Open-source learning platform [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://moodle.org/

3. Щербина О. А. Нові засоби для оцінювання компетентностей в Moodle / О. А. Щербина // Інформаційні технології і засоби навчання. - 2016. - Т. 55, вип. 5. - С. 96-104. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2016_55_5_10.

4. Лейко С. В. Поняття "компетенція" та "компетентність": теоретичний аналіз / С. В. Лейко // Педагогічний процес: теорія і практика. - 2013. - Вип. 4. - С. 128-135. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/pptp_2013_4_15

УДК 519.7

СТРУКТУРИ ДАНИХ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ СТАЦІОНАРНОГО РЕЖИМУ РОБОТИ ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ЗА НЕПОВНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Крихівський М. В., Тимків Д. Ф., Царева О. С.
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Газотранспортна система (ГТС) України складається [1] з 37,6 тисяч км газопроводів різного призначення та продуктивності, 73 компресорних станцій з 110 компресорними цехами, де встановлено 703 газоперекачувальні агрегати загальною потужністю 5,4 тисяч МВт, 1607 газорозподільних станцій, 13 підземних сховищ газу та об’єктів інфраструктури. На сході вона спроможна прийняти до 290 млрд $м^3$/рік, а передати до 175 млрд $м^3$/рік природного газу, в т.ч. 140 млрд. $м^3$ – до країн Західної та Центральної Європи. Складність експлуатації ГТС пов’язана з неповним її завантаженням, необхідністю використання реверсних режимів і можливими змінами в структурі. Тому доцільним є розробка методів оптимізації режимів її роботи, що використовують математичне моделювання.

Важлива роль при реалізації оптимальних управлінь відводиться прогнозуванню режимів експлуатації ГТС і характеристик ПСГ, зокрема пропускної здатності. Для оптимізації режиму роботи ГТС необхідно визначити і описати структури даних математичної моделі режиму роботи ГТС.

Складна газотранспортна система містить ряд газопроводів, що утворюють лінійну частину, та ряд компресорних станцій, які

представляють собою послідовно та паралельно з'єднані ланки. Від їх характеристик залежить величина пропускної здатності.

Для складних газотранспортних систем задача значно ускладнюється. Адже кожна лінійна ділянка характеризується своїм значенням пропускної здатності. Продуктивність кожної з компресорних станцій, залежна від їх основного обладнання, схеми та параметрів режиму роботи, повинна відповідати пропускній здатності системи в цілому

Структуру даних ГТС пропонується описати неорієнтованим графом, вершинами якого будуть компресорні станції, а ребрами газопроводи. Відношення інцидентності графа з метою використання математичного моделювання задамо списком ребер графа [1]. Кожнен рядок цього списку відповідає ребру, в ньому записано номери вершин, інцидентних йому.

Характеристики газопроводів (ребер) обмежимо діаметром, проектним тиском і ймовірністю аварій. При моделюванні структура цих даних реалізується масивами, номери елементів яких відповідають номерам списку ребер графа.

Вершини графа (компресорні станції) характеризуються тисками і витратами входу та виходу та необхідним для цього енергетичними затратами кожної доби.

Пропонована організація структури даних продиктована доступністю комп'ютерних технологій. Останні дозволяють реалізацію цього алгоритмічного підходу з використанням методів математичного програмування.

Пропускна здатність складної системи газопроводів як функція параметрів режиму та елемент структури даних математичної моделі є основним виробничим показником, який характеризує ступінь використання газопроводів за призначенням.

Пропускна здатність еквівалентного газопроводу визначається на основі основного рівняння МГ, записаного для зони жорстких труб турбулентного режиму [2]:

$$Q_n = 0.326 \cdot 10^6 d^{2.5} \sqrt{\frac{P_n^2 - P_k^2}{\lambda \Delta z T L}}, \qquad (1)$$

де P_n, P_k – тиск на початку та в кінці ділянки довжиною L; T – середня температура; z – коефіцієнт стислості; Δ – відносна густина. Алгоритм розрахунку пропускної здатності представляє собою ітераційний алгоритм.

Характеристика компресорної станції (КС) залежить від характеристик газоперекачувальних агрегатів (ГПА) та схеми їх роботи. Тому програмна реалізації відповідного класу структури даних формується із класів ГПА. Найбільш поширеною моделлю характеристики відцентрового ГПА є двочленна модель [2]:

$$\varepsilon^2 = a - bQ^2, \qquad (2)$$

де ε – ступінь стиску ГПА; Q – об'ємна продуктивність; a, b – апроксимаційні коефіцієнти.

Описані структури даних математичної моделі при програмній реалізації дозволяють визначити оптимальні параметри стаціонарного режиму роботи ГТС за неповного її навантаження.

Перелік посилань:

1. Крихівський М. В. Алгоритмічна оптимізація режимів експлуатації газотранспортної системи за неповного навантаження з урахування реверсних режимів роботи / М. В. Крихівський, Т. О. Ваврик, Г. І. Левицька, Л. В. Саманів // Збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції «Нафтогазова енергетика». – Івано-Франківськ, ІФНТУНГ, 2017. – С. 193-195.

2. Ковалко М. П. Трубопровідний транспорт газу / М. П. Ковалко, В. Я. Грудз, В. Б. Михалків та ін. – К.: АренаЕКО, 2002.– 600 с.

УДК 004.94

ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ МОДЕЛІ АВТОМОБІЛЬНИХ ПОТОКІВ НА НЕВЕЛИКИХ ДІЛЯНКАХ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ МІСТА

А.В. Бубліков, І.О. Таран

Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет»

Для створення моделей автомобільних потоків у місті за класичною формулою одночасно використовують два підходи – детермінований та імовірнісний (стохастичний) [1]. Детермінована модель створюється на основі функціональних залежностей між характеристиками автомобільного потоку та дорожніми параметрами. У стохастичних моделях автомобільний потік розглядається як імовірнісний (випадковий) процес.

Останнім часом за умови досліджень автомобільних потоків у місті застосовуються математичні ідеї, методи та алгоритми нелінійної динаміки [2]. Їх доцільність обґрунтована наявністю в автомобільному потоці стійких і нестійких режимів руху, втрат стійкості при зміні умов руху, нелінійного зворотного зв'язку, необхідності у великому числі змінних для адекватного опису системи.

Але за умови створення моделі автомобільних потоків залишається актуальною проблема її ускладнення за геометричною прогресією зі збільшенням площі досліджуваної території. Тому наразі не існує єдиного та загальноприйнятого підходу щодо створення моделі, що описує формування автомобільних потоків на значній території міста. Кожен запропонований підхід має свої обмеження та досить вузьку область застосування.

Тому запропоновано новий підхід щодо моделювання процесів формування автомобільних потоків у великому місті, який є альтернативою складним моделям. Йдеться про використання інструментів теорії систем за умови побудови структури моделі. Згідно з теорією систем, пропонується створювати структуру моделі автомобільних потоків на основі децентралізованої структури, що складається з сукупності типових локальних моделей, які описують конкретні процеси формування автомобільних потоків на невеликих ділянках міської транспортної мережі. Приклад такої структури моделі формування автомобільних потоків показаний на рис.1.

Згідно з теорією систем, за межі досліджуваної ділянки транспортної системи приймаються перехрестя таким чином, щоб “входи” в систему, через які відбувається вплив зовнішнього середовища, співпадали зі “входами” перехресть. У такому разі зони перед перехрестями, що лежать на межах ділянки, можна віднести до елементів зовнішнього середовища (ЕЗС на рис.1), в той час, як інші зони можна віднести до елементів моделі поведінки системи (ЕС на рис.1). Таким чином, для прикладу на рис.1 маємо чотири елементи зовнішнього середовища та шість елементів моделі поведінки транспортної системи.

Моделі елементів зовнішнього середовища розробляються на основі результатів експериментальних замірів кількості автомобілів перед перехрестями та мають детерміновану та випадкову складові. Детермінована складова описує зміну у часі середньої кількості автомобілів перед перехрестям та представляє собою функцію часу у вигляді ступеневого поліному. Випадкова складова описує зміну у часі відхилення миттєвого значення кількості автомобілів перед перехрестям від середнього значення та представляє собою генератор випадкових чисел, параметри

якого (дисперсія випадкової величини та закон її розподілення) визначаються в результаті статистичної обробки даних експериментальних замірів.

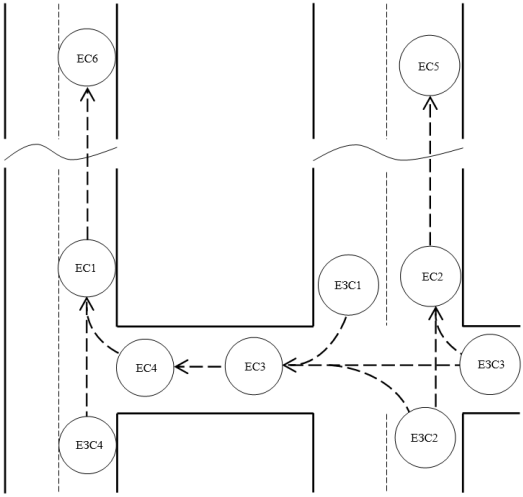


Рис. 1. Структурна схема моделі автомобільних потоків на ділянці транспортної мережі міста

В основі моделі елементів системи, що описують поведінку автомобільних потоків одразу за перехрестями (ЕС1, ЕС2 та ЕС3 на рис.1), лежить диференційне рівняння першого порядку, яке імітує динаміку розгону групи автомобілів перед перехрестям, коли загоряється зелене світло.

Елементи моделі автомобільних потоків, що описують процес формування черги автомобілів перед перехрестям (ЕС4 на рис.1), реалізуються на основі операції інтегрування інтенсивності автомобільного потоку протягом періоду світлофорного циклу.

Елементи моделі автомобільних потоків, що описують процес формування потоку на відстані від перехрестя (ЕС5 та ЕС6 на рис.1), реалізуються на основі операції ковзного усереднення інтенсивності перериваного автомобільного потоку.

Висновки:

Таким чином, запропонований підхід дозволяє складний процес формування автомобільних потоків у великому місті описати комбінацією простих локальних моделей, що пов’язані між собою через параметри автомобільних потоків та імітують конкретні транспортні процеси. Так, початок руху групи автомобілів описує аперіодична динамічна модель, накопичення автомобілів перед перехрестям – інтегрувальна динамічна

модель, а процес дифузії груп автомобілів описується через операцію ковзного усереднення. Закономірності формування автомобільних потоків поза межами досліджуваної ділянки транспортної схеми описуються стохастичними моделями із статистичними оцінками, що визначаються на основі статистичної обробки експериментальних даних.

Література

1. Lighthill M.J., On kenetic waves II. A theory of traffic flow on crowded roads / M. J. Lighthill, F.R.S. Whitham //Proc. Of the Royal Society ser. A. – 1995. – Vol. 229. – No. 1178. – P. 317 – 345.

2. Мурований І. Математичне моделювання транспортних потоків / І. Мурований, В. Селезньов // Проблеми з транспортними потоками і напрями їх розв'язання : тези доповідей міжнародної конференції (Львів, 26-28 березня 2015 р.) / Національний університет «Львівська політехніка». – Львів : НУ ЛП, 2015. – С. 33-34.

УДК: 330,4:338.2, 351

МОДЕЛІ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ТАРИФІВ РИНКУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ПОСЛУГ

І.В. Вороненко

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Стрімкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій та засобів масової інформації на сьогодні безпосередньо впливає на всі сфери економічної діяльності як конкретної країни, так і світу в цілому, більш того є наріжним каменем забезпечення загальнонаціональної безпеки. Відтак, необмежений доступ до інформації є необхідною умовою розвитку будь-якої галузі економіки, ефективно діючої соціальної сфери та створення громадянського суспільства.

Станом на сьогодні реєстр операторів, провайдерів телекомунікацій України налічує 6 741 суб'єктів господарювання, 2 940 з яких є операторами [1]. Право надавати послуги рухомого (мобільного) телефонного зв'язку на території усієї України мають 12 операторів, а також один провайдер. Найбільшу питому частку ринку за абонентською базою з них займають: ПрАТ "Київстар" – 26,9 млн. абонентів, ПрАТ "ВФ Україна" – 20,9 млн. абонентів, ТОВ "Лайфселл" – 11,1 млн. абонентів. Серед усіх суб'єктів господарювання послуги доступу до мережі Інтернет надають 2 393 оператори, 556 з яких мають право надавати послуги з використанням радіочастотного ресурсу (РЧР), а також 2 577 провайдерів. Враховуючи наявність достатньо значної кількості суб'єктів на ринку, особлива роль у розвитку даної сфери економічної діяльності

відведена тарифній політиці, мета якої гармонійне поєднання інтересів споживачів, операторів зв'язку та держави.

Мета даної роботи полягає у визначенні основних закономірностей встановлення тарифів за національному рівні з урахуванням регіональних особливостей в залежності від добробуту населення та інших ключових показників економічного розвитку. Результати даної роботи дозволять оцінити наскільки наявна тарифна політики операторів України відповідає рівню світових цін.

В якості екзогенних змінних, крім ВВП на душу населення як визначального базового критерію добробуту, буде проаналізовано низку факторів, що впливають на тарифну політику, серед яких: індекс демократії (ІД), індекс інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) та індекс сприйняття корупції (ІСК). Наведені фактори відносяться до типу стимуляторів, де більшим значенням відповідають кращі показники соціально-економічного розвитку країни. В якості ендогенної, визначеної в межах системи, змінної були використані тарифи за користування послугами мобільного зв'язку для абонентів передплаченого зв'язку за 1 хвилину (далі – мобільний зв'язок, $T_{мз}$) стосовно 89 країн світу за даними 2017 року та фіксованого (проводового) широкосмугового доступу до мережі Інтернет без обмежень на швидкості 60 Мбіт/с за місяць (далі – Інтернет, T_I) [2, 3].

Виходячи з кореляційної матриці, найбільшій вплив на рівень тарифів, як на мобільний зв'язок, так і на Інтернет, здійснює ВВП на душу населення. Найбільшій взаємозв'язок між екзогенними змінними спостерігається для ІСК. У зв'язку з цим у подальшому, на нашу думку, цей фактор пропонується не розглядати в якості вхідного з метою запобігання мультиколінеарності в моделях множинної регресії. Водночас, це є цілком зрозумілим, тому що низький рівень корупції, що відображається у високому показнику ІСК, спостерігається у промисловорозвинутих країнах, тоді як найвищий рівень корупції характерний для країн з низькім рівнем ВВП на душу населення.

На рисунку 1 наведено розподіл ВВП на душу населення для вибірки, що досліджується. Україна знаходиться в першій групі найбідніших країн до якої відноситься близько 48% вибірки з ВВП на душу населення до 6,7 тис. USD. Цікавим є той факт, що розподіл ВВП на душу населення для країн, що досліджувалися, наближується до розподілу Парето доходів громадян, характерним для більшості країн часів другої промислової революції початку та середини XIX сторіччя.

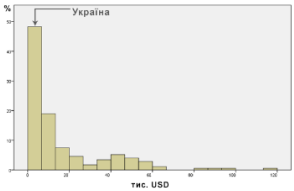


Рис. 1. Гістограма ВВП на душу населення для 89 країн світу

Джерело: власні розрахунки

Наявність значимого лінійного взаємозв'язку дозволяє побудувати лінійні регресійні моделі впливу ВВП на душу населення країни (екзогенна зміна) на визначення розміру тарифів. Відтак, перший етап присвячено аналізу однофакторного впливу ВВП на душу населення щодо розміру тарифів.

Проведений аналіз параметрів адекватності моделей на базі розрахунку коефіцієнта детермінації засвідчив, що лише невелика частка дисперсії тарифів визначається дисперсією ВВП на душу населення (табл.). На думку авторів це пояснюється впливом факторів, що важко кількісно оцінити. До таких факторів можна віднести наявне нормативно-правове забезпечення, соціальну політику країни, територію, щільність населення, історичні, культурні, національні, релігійні традиції тощо.

Табл. Параметри однофакторної моделі впливу ВВП на душу населення на тарифи за даними 2017 року

Змінні	Залежність	Коефіцієнт детер-мінації R^2	Критерії Стьюдента		Стандартна похибка (USD)
			t_0	t_1	
$y = T_{M3}$ Мобільний зв'язок (USD) $x_1 = ВВП$ на душу населення (тис. USD)	Y=0,09+0,00002x_1	0,17	7,4	4,2	0,09
$y = T_I$ Інтернет (USD) $x_1 = ВВП$ на душу населення (тис. USD)	Y=22,29+0,4x_1	0,29	9,7	6,1	14,8

Джерело: власні розрахунки

Значення параметру Стьюдента свідчить про те, що нульова гіпотеза відносно коефіцієнта при ВВП на душу населення (ВВПЛ) повинна бути відхилена на рівні значимості менш ніж 0,001.

Проведена кількісна оцінка отриманих залежностей дозволяє зробити висновок, що зростання ВВП на душу населення на 1 тис. USD призводить до очікуваного зростання вартості 1 хвилини мобільного зв'язку на 0,0002 цента та тарифу на Інтернет на 40 центів.

Аналіз вільних членів регресійних рівнянь, враховуючи надзвичайно велике значення параметру Стьюденту (малі похибки), надав змогу розглядати їх як мінімальні значення тарифів (нульові тарифи), за якими погодяться працювати місцеві провайдери зв'язку незалежно від рівня добробуту населення кожної конкретної країни.

На рис.2 представлено діаграму розсіяння для тарифів на мобільний зв'язок з якої слідує, що надмірно високі тарифи на мобільний зв'язок, які знаходяться поза межами 90% довірчих інтервалів, притаманні лише декільком країнам, а саме: Лівану, Бразилії, Греції, Новій Зеландії та Японії.

Що стосується залежності тарифів на мобільний зв'язок від ВВП на душу населення, 90% довірчі інтервали містять тарифи практично всі країни, виключення складають лише Південна Африка та Об'єднані Арабські Емірати, що наш погляд, може бути пов'язано з низьким індексом демократії.

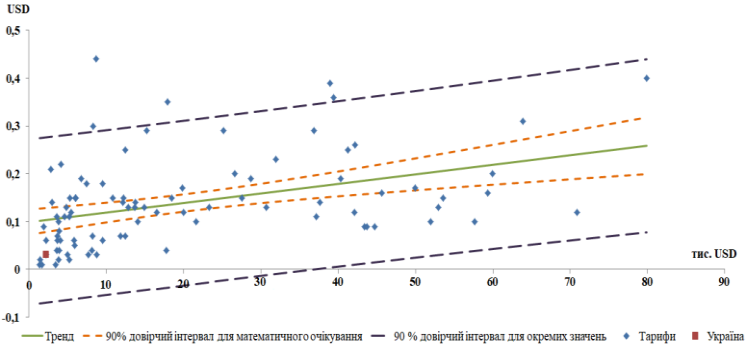


Рис. 2. Діаграма розсіяння для залежності тарифів на мобільний зв'язок від ВВП на душу населення за даними 2017 року

Джерело: власні розрахунки

Варто зазначити, що Україна відхиляється від загальносвітової тенденції в бік мінімальних тарифів на величину, що перевищує стандартну похибку. Таким чином оцінка відхилень від загальносвітової тенденції (стандартна похибка представлених регресійних моделей) свідчить про

те, що Україна має надто низькі тарифи як на мобільний зв'язок, так і на Інтернет. Введення додаткових екзогенних змінних ІД, індексу ІКТ дозволило покращити показники адекватності моделей і виявити існування суттєвого впливу стану ринку інформаційно-комунікаційних послуг на зменшення тарифів.

Література

1. Реєстр операторів, провайдерів телекомунікацій. – 2018 [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://nkrzi.gov.ua/images/upload/465/3942/Reestr_OP_27_02_2018.xls..

2. Price Rankings by Country of Internet (60 Mbps or More, Unlimited Data, Cable/ADSL). – 2018 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.numbeo.com/cost-of-living/country_price_rankings?itemId=33.

3. Price Rankings by Country of 1 min. of Prepaid Mobile Tariff Local (No Discounts or Plans). – 2018 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.numbeo.com/cost-of-living/country_price_rankings?itemId=32.

УДК 004.924:614.8

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ КОМПЛЕКТУВАННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

В.М. Кришталь, В.Є. Снитюк

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України, Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Проблема комплектування аварійно-рятувальної техніки (АРТ) є наслідком протиріччя між ресурсною обмеженістю, обмеженістю носія та необхідністю забезпечення універсальності й максимальної потужності та надійності аварійно-рятувального обладнання (АРО). Для вирішення даної проблеми здійснені постановки задач [1], встановлені обмеження, запропоновано відповідні методи. Зауважимо, що одержані результати базуються на представленні процесу комплектування АРТ як задачі багатокритеріальної оптимізації, що має багато спільного із задачами тривимірної упаковки, задачі про рюкзак, задачі розкрою тощо. Відомими також є задачі комплектування замовлень, алгоритм Ретліффа-Розенталя для розв'язання задачі маршрутизації комплектувальника замовлень, а також евристичні алгоритми маршрутизації, такі як S-подібний метод, метод з поверненнями, серединний метод, метод із відвідуванням найбільшого інтервалу, послідовний метод [2], інтегральний та

комбінований методи. Як і в задачі комплектування АРТ, перевага надається евристичним методам. Водночас, жорсткі обмеження та критерії, частина з яких має чіткий кількісний характер, а інша частина – якісний, що властиві задачі комплектування АРТ, визначають особливості її розв'язання.

Відомими є задачі комплектування і раціонального використання працівників, комплектування структурних підрозділів, комплектування штатів та приладів. Розв'язуються задачі комплектування військових частин і бібліотечних фондів, комп'ютерних систем, інвестиційних портфелів. Як вже було згадано, крім задачі комплектування розглядають і задачу упаковки, де потрібно розмістити деякі об'єкти в контейнери. Одним із останніх результатів була знайдена оптимальна упаковка одиничних сфер в восьми- та двадцятичотирьохвимірних просторах українським математиком Мариною Вязовською. На практиці найчастіше необхідно розв'язувати задачу упаковки прямокутних паралелепіпедів різного об'єму в контейнери, які також є прямокутними паралелепіпедами.

У запропонованих раніше моделях та методах не використовувались знання про особливості навколишнього середовища, статистичні дані про надзвичайні ситуації та їх наслідки. Очевидно, що такі дані є визначальними при комплектуванні носіїв АРТ, серед яких є як спеціальні автомобілі, так і пожежні машини.

У доповіді, без обмеження загальності, будемо розглядати пожежні автомобілі, оскільки вони, як носії аварійно-рятувального обладнання (АРО), кількісно переважають. Для інших автомобілів запропоновані результати також можна використовувати, обмеживши лише номенклатуру та тип обладнання.

Визначені основні об'єкти, які відіграють визначальну роль при комплектування АРТ. Першим таким об'єктом є навколишнє середовище, в якому планується експлуатація пожежного автомобіля з відповідним комплектом АРО. Таким середовищем може бути село, місто, район чи область. Зауважимо, що чим більш спеціалізованим є автомобіль, тим ширшим є середовище його використання. Відповідний регіон визначається соціально-економічними характеристиками, головними з яких є кількість населення, величина валового внутрішнього продукту, середня заробітна плата, відсоток безробітних, кількість працюючих підприємств, характеристик виробництва та кількісні характеристики житлового фонду.

У доповіді будуть представлені методи вибору оптимальних комплектів аварійно-рятувального обладнання із залученням одного чи декіль-

кох експертів в умовах невизначеності. Центральними ідеями є застосування технологій одержання колективного порядку на множині альтернатив та використання експертних суджень з метою їх узагальнення та екстраполяції на майбутні можливі ситуації.

Очевидно, що задачі комплектування та упаковки є постійно актуальними, різноманітність форми і змісту об'єктів сучасного світу диктує необхідність їх розв'язання в умовах постійно змінних постановок. Важливо зауважити, що в задачі комплектування АРТ домінуюча роль належить цільовій функції, яка, як правило, визначається певним призначенням об'єктів; в задачі упаковки визначальними є обмеження на габаритні розміри об'єктів.

Література

1. Крышталь В.Н. Проблема комплектования аварийно-спасательной техники и технологии ее решения / В.Н. Крышталь, В.Е. Снитюк // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Вып. № 3 (72), Т. 6. – С. 35 – 41.

2. Волошин О.Ф. Послідовний аналіз варіантів: Технології та застосування: Монографія / О.Ф. Волошин, Г.М. Гнатієнко, В.І. Кудін // К.: Стилос, 2013. – 304 с.

УДК 351.861;351.862.1:004.9

ОЦІНКИ ВПЛИВУ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ФАКТОРІВ НА ІМОВІРНІСТЬ ПОМИЛКИ ЛЮДИНИ

В.В. Бєгун, В.Ф Гречанінов
ІПММС НАН України

Модель впливу організаційних факторів (ОФ) на імовірність помилки людини – людський чинник (ЛЧ) досліджувалась в останні роки в роботах як закордонних, наприклад [1], так й в наших працях [2,3]. Така увага до питання тому, що ОФ служать кореневими причинами у більшості, до 80%, надзвичайних ситуацій (НС) що відбуваються не тільки в нашій державі, а й у світі. Схема взаємодії та перелік ОФ наведено на рис. 1 та в табл.1 [3].

Рисунок 1 – Організаційні фактори за міжнародною класифікацією

Таблиця 1- Перелік організаційних факторів

Номер	Назва	Короткий опис
1	Цілі та стратегії	Організаційні прагнення вищого рівня тобто ті, що розставляють пріоритети в системі соціальних цінностей.
2	Функції управління та нагляду	Приведення в стан повного порядку управлінської діяльності в середині організації.
3	Зовнішні фактори впливу	Фактори зовнішнього середовища, виникають за межами границь організацій, можуть вплинути на організаційну культуру та їх діяльність.
4	Розподіл ресурсів	Порядок як спланувати, направити, розподілити та відстежити фінансові, людські, тимчасові й технічні ресурси.
5	Координація робіт	Процес планування, визначення відповідальності по діях, що координуються.
6	Управління людськими ресурсами	Визначення специфіки ролей, відповідальності та звітності в роботі з персоналом підприємств.
7	Визначення і впровадження процедур	Процес розробки стандартів для діяльності на основі аналізу функцій і завдань.
8	Організаційна культура	Має сенс загальноприйнятих цінностей, норм, значень, відносин і сприйняття членів організації.
9	Професійне навчання персоналу	Визначення функцій і завдань виробництва та формування знань, умінь і здатностей.
10	Організаційне знання	Умови, при яких грамотний у питаннях організації персонал бачить формальні й неформальні процеси, процедури, способи та методи роботи, що практикуються, як він реально діє у виробничих умовах.
11	Організаційне навчання	Процес, у якому організації виявляють проблеми і навчаються на основі минулого власного досвіду і досвіду інших організацій з метою поліпшення майбутньої діяльності.
12	Комунікації	Процес, у якому відбувається обмін інформацією і формально, і неофіційно, письмово і усно, усередині і поза організаційними межами

Звісно, кожен з цих факторів (причин) впливає на роботу підприємства взагалі, безпеку та поведінку персоналу в аварійних ситуаціях

тощо. Слід зазначити, що грані між факторами можуть бути розмитими, тому що виділення окремих факторів досить умовне: фактори взаємозалежні, є ефект їх взаємного впливу, коли наявність одного з них спричиняє появу й прояв інших. Так само, як поняття "організація", організаційні фактори можуть мати характер процесу, представляючи динамічний аспект організації, або характер результату процесу. Зрозуміло, що визначити чітко, де закінчуються дія одного фактора та розпочинається дія іншого, не завжди можливо, простіше та більш правильно спробувати відобразити схему їх взаємного зв'язку, що відображено на рис. 1.

В роботі [3] здійснена спроба відстежити вплив ОФ на ймовірність великих аварій. На основі статистичних даних були складені функції впливу, визначені їх тренди, та зроблено висновки, що найбільший вплив на ймовірність пожеж та аварій з великими наслідками мають ОФ [3] «Цілі та стратегії» та «Розподіл ресурсів». Так стається тому, що не тільки в НС, а й в будь якої діяльності ці ОФ керують усіма процесами, поведінкою людини та відповідними помилками (ЛЧ), тощо. Ще одним прикладом та підтвердженням є пожежа в ТРЦ у Кемерово [4] та наступні перевірки ТРЦ України [5]. Результати перевірок показали порушення майже в 100% інспекцій. Більш того, урядом ставилося завдання навіть проникнення на територію деяких ТРЦ за допомогою силових підрозділів. Це свідчить, перш за все що цілі забезпечити безпеку в ТРЦ не існує, з чого слідує, що не виконуються ОФ за номерами 7,9,11 табл.1. Тобто, не проводиться професійне навчання персоналу, не має відповідних процедур (інструкцій персоналу), дії з безпеки не входять в організаційну культуру організацій.

Далі не має сенсу навіть будувати модель помилок персоналу під час аварійних дій, щоб дійти висновку про майже 100% ймовірність помилки персоналу, що й маємо спостерегти [4,5]. Тобто, на основі міжнародного досвіду, доведено, що кореневі причини негараздів з безпекою в ТРЦ майже не залежать від безпосередніх виконавців. Адже, для докорінних змін ситуації потрібне змінити цілі та стратегії організацій типу ТРЦ. На наш погляд, у випадку безпеки, потрібно змінювати законодавче поле: перше й головне – за безпеку власник має відповідати усіма активами. З економічної точки зору має бути обов'язкове страхування ризику на основі попереднього аналізу ризиків та наступного декларування стану безпеки. Також має бути й кримінальна відповідальність у разі катастрофічних наслідків. Як відоме [5], за фактом катастрофічних подій у Кемерово працювала велика група фахівців (урядова комісія) до складу якої входили й науковці. Головний висновок стосовно безпеки «… потрібне змінювати законодавство – ввести обов'язкові

принципи ринкового управління безпекою, а саме декларування та страхування безпеки».

Звісно, поява цих обов'язкових процедур у діяльності організацій приведе до змін змісту інших ОФ. На ціль організації ТРЦ «отримання максимального прибутку» будуть накладені обмеження – обов'язкові витрати на аналіз ризику, декларування та страхування. Зауважимо, що за міжнародним досвідом, ці витрати тільки на першому етапі зменшують частку прибутку, з часом, за рахунок стабільної та безпечної роботи, прибуток зростає.

Висновки. По-перше потрібне змінювати основоположні принципи управління безпекою, переходити на ринкові принципи за парадигмою РОП на основі інформаційних технологій. По-друге, потрібні термінові зміни законодавства.

Література

1. В.Н. Абрамова. Организационная психология, организационная куль-тура и культура безопасности в атомной энергетике. Часть I. Психоло-гия и методы оценки организационной культуры и культуры безопас-ности на атомных станциях. - Москва • Обнинск, - 2009, с. 260.

2. В.В. Бегун. Культура безпеки в ядерний енергетиці / В.В. Бегун, С.В. Широков, С.В. Бєгун, Е.Н.Письменный, В.В. Литвинов, І.В. Казачков // Київ, «Гранмна», 2012. С. 544.

3. Гречанінов В.Ф. Функції управління і нагляду в ризик-орієнтованому підході до управління безпекою / Віктор Федорович Гречанінов, Василь Васильович Бєгун // Математичні машини і системи. – 2014. – № 1. – С. 159 – 170.

4. Пожежа в Кемерово у ТЦ "Зимова вишня": причини, жертви та факти трагедії. Режим електронного доступу: https://24tv.ua/pozhezha_kemerovo_2018_prichini_pozhezhi_zhertvi_fakti_tragediyi_v_kemerovo_n94362

5. В Украине могут закрыть 155 ТРЦ, 30 больниц и 220 детских садов из-за несоблюдения противопожарной безопасности. *Режим электронного доступу:* https://fraza.ua/

УДК 004.8.032.26; 517.9; 681.3

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР НАЛОГОВОЙ НАГРУЗКИ РЕГИОНА КАК СЕГМЕНТ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

С.П. АЛЁШИН, Е.А. БОРОДИНА

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка, Украина

Рассматривается возможность применения интеллектуальных технологий для управления налогово-административной нагрузкой (НАН) на бизнес (величину платежей, отчетов, проверок, штрафов и т.д.) при которой будет, достигнут оптимальный баланс между возможностью бизнеса успешно развиваться и достаточным наполнением регионального бюджета.

Если нагрузку сделать минимальной и таким образом полностью снять с бизнеса всю налоговую и административную нагрузку, то произойдёт расцвет бизнеса в регионе. Если нагрузку максимизировать и наложить на бизнес непосильную ношу, то бизнес умрет или уйдет в «тень».

Задача - найти и постоянно удерживать оптимальное значение налогово-административной нагрузки на бизнес (величину платежей, отчетов, проверок, штрафов и т.д.) при которой будет достигнут оптимальный баланс между возможностью бизнеса успешно развиваться и достаточным наполнением регионального бюджета.

Это возможно, если подойти к ее преодолению как к решению задачи нелинейной оптимизации в многомерном пространстве факторов и состояний высокой размерности[1,2]. При этом необходимо выделить экспертным путем информативные факторы, поставить их в соответствие со значениями налогово-административной нагрузки на примерах предыстории (ретроспективные данные), а строгие аналитические связи установить и зафиксировать путем принудительного обучения нейросетевых моделей на ретроспективной выборке.

Современные программные платформы (Matlab, Statistica и др.) инструментарий, позволяет оперативно конструировать нейросетевую среду, реализовать широкий класс архитектур нейросетей различной сложности и правил модификации весовых коэффициентов в процессе принудительного обучения[3].

Разработкой, теоретическим обоснованием и внедрением информационных технологий для цифровизации экономики занимались отечественные и зарубежные ученые, в частности: С. Хайкин, Р. Хехт-Нильсен, Т. Кохонен, и др.[4, 5].

Вместе с тем, полноценной, комплексной и эффективной программной базы автоматизации мониторинга фискально-налоговой нагрузки на сегодня в открытых публикациях не зафиксировано.

Необходимо разработать технологию построения продуктивного ансамбля нейросетевых моделей автоматического мониторинга состояния налоговой нагрузки и продуктивного поиска оптимального соотношения входных факторов и целевых состояний. Конечным продуктом должны стать нейросетевые модели распознавания актуальных состояний и нахождения такого набора входных факторов, который надежно и быстро позволил бы привести всю систему привести в требуемое состояние.

Задача сводится к решению прямой и обратной задачам распознавания классов.

В общем случае признаки поведения и число классов НАН являются векторными величинами:

$$| Y(t) |= F \mid X(t) |, \qquad (1)$$

где $Y(t)$ – номер класса состояния НАН; $X(t)$ – вектор текущих значений входных факторов-признаков; F – функционал преобразования массива входных признаков в номер класса.

Задача адаптации входного вектора к требуемому состоянию НАН состоит в нахождении оптимального набора входного вектора факторов $X_0(t)$, соответствующего вектору целевого состояния $Y_0(t)$ НАН.

Этот процесс может быть формально представлен процедурой:

$$F_0 : Y_0(t) \to X_0(t), \qquad (2)$$

где $Y_0(t)$ – целевой вектор состояния объекта; $X_0(t)$ – вектор адаптированных значений входных признаков; F_0 – продуктивный функционал модификации массива текущих входных факторов к искомому набору, адекватному целевому состоянию.

В основу классификации (1) предлагается положить использование обучаемой искусственной нейронной сети с обратным распространением ошибки как инструмента автоматического распознавания состояния [6].

В основу поиска входных факторов НАН, которые соответствуют ее целевому состоянию предлагается положить технологию адаптации

входов к требуемому состоянию на основе принципов нейроуправления[7]. В качестве инструмента моделирования выбран нейроэмулятор среды StatSoft.

Построение математической модели внутренней структуры индикаторов состояния ФНН на основе исходных данных входного множества факторов сводится к отображению пространства факторов на пространство состояний с заданной надежностью и точностью:

$$F : X \to Y_{opt}, X \subset \Re^m, Y_{opt} \subset \Re, \quad (3)$$

где X – вектор признаков состояния НАН; Y_{opt} – выходное значение класса состояния НАН.

Массив признаков ФНН $X^n = \{x_1, x_2, ..., x_n\} \subset X$ совместно с соответствующим массивом классов состояний НАН позволяет реализовать известное правило распознавания образов [6]:

$$\omega_g \in \Omega_k, \text{ если } L(\omega, \{\omega_g\}) = \sup_i L(\omega, \{\omega_i\}),$$
$$L(\omega, \{\omega_g\}) \to \omega_g \in \Omega_k, \quad (4)$$

где $\vec{X} = \{x_1, .., x_n\} \in X$, $L(\omega, \{\omega_g\})$ – правило отнесения состояния НАН ω_g к соответствующему классу;

$\{\omega\}$ – множество состояний НАН (p, g) в пространстве признаков(k, l) при всех их возможных сочетаниях $(\omega_{pk}, \omega_{gl})$.

Представлены математические и алгоритмические процедуры решения двух относительно самостоятельных процедур:

– построение адекватной модели текущего состояния исследуемого состояния НАН;

– нахождение вектора входных факторов, соответствующего целевому состоянию в рамках допустимых отклонений

Инструментально эти задачи решены в парадигме существующих градиентных методов обратного распространения ошибки [7].

Адекватность нейросетевых моделей установленная по величине продуктивности, ошибкам на обучающих, контрольных и тестовых множествах при обучении на репрезентативной выборке примеров, позволяет утверждать о состоятельности принимаемых решений по результатам моделирования [1,6,7]. На практике это позволяет подтвердить возможность находить и постоянно удерживать оптимальное значение исследуемой налогово-административной нагрузки на бизнес (величину платежей, отчетов, проверок, штрафов и т.д.) при которой будет

достигнут оптимальный баланс между возможностью бизнеса успешно развиваться и достаточным наполнением регионального бюджета.

Выводы

1. Для автоматизации определения величин факторов, приводящих актуальное состояние НАН к целевому, необходимо найти функциональную зависимость её состояний от значений факторов. Эта задача решена применением технологии нейроуправления и реализована моделями многослойных персептронов как обратная задача распознавания.
2. Расчет частных производных по входным факторам выходной функции невязки текущего и требуемого состояний НАН и обобщенная оценка градиента выполнены на основе известных свойств нейросетевых схем, функционирующих в связке «эмулярот-контроллер». Это позволило автоматизировать процесс определения элементов вектора градиента при реализации традиционного метода обратного распространении ошибки.
3. Практическая значимость результатов исследования состоит в создании программного инструментария для перехода к автоматическим системам адаптации пространства входных признаков к пространству требуемых классов в системах оптимального управления экономикой.

Литература

1. Алёшин С.П. Нейросетевой базис поддержки решений в пространстве факторов и состояний
2. Нейросетевой контроллинг динамики процессов как пространства состояний высокой размерности /С.П.Алёшин, Е.А. Бородина // Вестник РГУПС. – 2013. – № 4. – С.35 – 42.
3. Хайкин, С. Нейронные сети: Полный курс. 2-е издание / Хайкин С.. М.: "Вильямс", 2006.- 1104 с
4. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. 2-е изд. - М.: Наука, 1978.- 400с. .
5. Галушкин А.И. Нейрокомпьютеры и их применение на рубеже тысячелетий в Китае. Т.1 и 2 / А.И. Галушкин. М., 2004.- 367+464 с.
6. Нейросетевое распознавание классов в режиме реального времени [Электронный ресурс] / С.П. Алёшин, Е.А Бородина // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 1. – Режим доступа: http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y 2013/1494.

7. Нейросетевая модификация текущего пространства признаков к целевому множеству классов / А.Л. Ляхов, С.П. Алёшин, Е.А. Бородина // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – 2012. – № 4 (29). – С. 99 – 104.

УДК 004.8.032.26; 517.9; 681.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ПОНЕСЕННОГО УЩЕРБА ОТ НАСТУПЛЕНИЯ СОБЫТИЯ В ОБЛАСТИ ПОВЫШЕННОГО РИСКА

Е.А. БОРОДИНА

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка, Украина

Интенсивное развитие информационных технологий и компьютерной техники открывают возможности для создания большого массива данных содержащих информацию о состоянии различных объектов в многообразных хранилищах данных, тем самым предоставляя возможность устанавливать взаимосвязи, которые ранее без современных технологий невозможно было определить.

Учитывая тот факт, что при проверке статистических гипотез ошибки не всегда соответствуют практической необходимости адаптивного алгоритма на основе обычных статистических критериев, в которых не учитываются риски (ущербы). Существует очень серьезная проблема в определении верной гипотезы при дисбалансе между ошибками первого и второго рода, а также при смещении порогов между ними.

Для улучшения качества принятых решений перспективным является подход на основе информационных технологий, существует ряд фундаментальных результатов [1-6], однако данные подходы основаны на определении вероятности отнесения значений в классах с пересечением признаковых пространств, а не определение уровня рисков, потерь и ущербов при их отнесении.

При рассмотрении области здравоохранения можно отметить, что в последние годы нередко появляются прогнозы о том, какой будет эпидемия гриппа в предстоящем эпидсезоне и когда возникнет следующая пандемия гриппа. Однако все эти прогнозы основаны на определении вероятности наступления эпидемии или пандемии того или иного заболевания. Иногда выделяя так называемые группы риска, т.е. представителей населения, наиболее уязвимых к определенным социальным, медицинским воздействиям или воздействию окружающей среды. Эта

часть населения, условно объединенная по принципу повышенной вероятности возникновения в ней заболеваний или члены которых могут понести ущерб от медицинских или социальных обстоятельств [7].

Если рассматривать мировой фондовый рынок, то можно заметить, что происходит стремительное его развитие, что позволяет обеспечить огромную возможность прибыльно инвестировать. Информация по рынку акций и оперативность получения прогнозов динамики рынка акций, и качественных обзоров фондового рынка, позволяют своевременно принимать решения в повседневной торговле, учитывая сложившуюся ситуацию на мировых биржах.

Используя оперативные данные и полную информацию о текущих событиях и новостях фондового рынка, совершение сделок и торговля финансовыми инструментами в значительной степени сокращает число ошибок и увеличивает прибыльность инвестирования. Однако происходят не предвиденные события, которые приводят к падению фондового индекса на рынках.

Необходимо обратить внимание также на техногенные катастрофы, которые детерминированы человеческим фактором, возможность которых полностью предотвратить нельзя, однако необходимо предусмотреть мероприятия по своевременному оповещению о её возможном начале, составить планы её локализации, разработать порядок эвакуации населения из пострадавшего района и организацию помощи пострадавшим и выжившим в зоне.

По - этому предложен подход, который позволяет определить не вероятность наступления того или иного события, а вероятность понесенного ущерба от наступления данного события. При этом выделяя выбор порогов классов в пространстве информативных признаков с определенной областью или степенью риска, например:

- ✓ безрисковая область/степень;
- ✓ минимальная область/степень риска;
- ✓ повышенная область/степень риска;
- ✓ критическая область/степень риска;
- ✓ катастрофическая область/степень риска.

Из выше перечисленных областей имеет наибольший интерес область повышенного риска, т.к. уровень возможных потерь в данной области не превышает размер выделенных средств, т.е. в худшем случаи произойдет покрытие всех расходов, а в лучшем случае останется какая-то часть от выделенных средств на покрытие понесенного ущерба от наступления определенного события. Если рассматривать повышенный риск в разрезе ошибок первого и второго рода, тогда можно определить, что повышенный риск – риск при котором уровень возможных потерь

не превышает размер выделенных средств, т.е. в худшем случаи не будут обнаружены информативные признаки, которые относятся к определенному классу, а в лучшем случае будут определены информативные признаки, которые на самом деле не относятся к определенному классу.

Таким образом, применения такого подхода позволит определение количественной оценки рисков и потерь в режиме реального времени.

Литература

1. Голуб С.В. Критерії відбору сигналів в алгоритмах багаторівневого моделювання / С.В. Голуб, О.В. Селюков, К.Ф. Боряк // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. — К.: ВІКНУ, 2007. – Вип. 8. – С. 50-55.

2. Голуб С.В. Технологія інформаційного моделювання із врахуванням станів об'єкта / С.В. Голуб // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2007. – № 1-2. – С. 46-49.

3. Голуб С.В. Проектування алгоритмів генерації моделей евристичних систем спостереження / С.В. Голуб, П.О. Колос // Вісник інженерної академії України. – 2007.– № 3. – С. 35-42.

4. Голуб С.В. Формування зовнішнього критерію якості інформаційних моделей об'єктів екологічного моніторингу / С.В. Голуб // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. - 2007. - № 4 (110), Ч. 2. – С. 26-30.

5. Голуб С.В. Застосування технології „Розстановка акцентів" при інформаційному моделюванні в моніторингових системах / С.В. Голуб // Вісник НАУ. – 2006. – № 4 (30). – С. 45-47.

6. Голуб С.В. Градієнтна кластеризація в інформаційних технологіях багаторівневого моніторингу / С.В. Голуб // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2008. – № 8 (1126), Ч. 1. – С. 191-195.

7. Что такое группа риска? [Электронный ресурс] – Режим доступа:
https://www.rutvet.ru/in-chto-takoe-gruppa-riska-1063.html

УДК 004.432.2

АВТОМАТИЗОВАНА ІНФОРМАЦІЙНА ПЛАТФОРМА ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ПІДТРИМКИ СПОРТИВНИХ ЗМАГАНЬ

О.О. БОРОДІНА, А.С. КІКОТЬ, І.Б. ЖАБРАН
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Україна

На сьогоднішній день інформаційні технології є основною рушійною силою прогресу. Автоматизація проникає в усі сфери суспільного життя, докорінно змінюючи існуючі процеси та операції. Це дозволяє зменшити витрати часу на об'ємні, громіздкі роботи, перетворюючи їх в повсякденні та непомітні для нашого ока. Як наслідок, значно збільшується економія ресурсів та економічна вигідність проектів.

Одним із засобів автоматизації є додатки для автоматизації обробки даних з використанням QR-коду та найбільш важливим моментов є організація спортивного заходу з використанням сучасних інформаційних технологій, які б дозволили швидко та своєчасно організаторам надати необхідну інформацію учасникам. У свою чергу організаторам необхідно отримати інформацію про учасників, що дозволить провести захід на найвищому рівні. Однак існуючі сучасні системи та сайти не надають можливість реалізації усіх етапів проведення заходів. Тому пропонується розробити єдину платформу, яка дозволяє забезпечити та розмістити будь-який спортивний захід, який буде підлаштований під організатора, тим самим спростити та пришвидшити процес реєстрації на захід. У ній представлені наступні можливості:

– створення заходу;
– підлаштування заходу під організатора;
– облік зареєстрованих користувачів;
– створення команди;
– реєстрація в системі;
– реєстрація в змаганнях в якості учасника;
– редагування команди від особи капітану команди;
– завантаження автоматично створюваного бейджа учасника змагань від особи самого учасника, менеджера та адміністратора;
– завантаження документів змагань;
– адміністрування системи;
– надання користувачу прав менеджера для додавання та редагування змагань;
– доступ до результатів змагань в онлайн-режимі.

Спроектована та програмно реалізована платформа для автоматизації обробки даних змагань з використанням QR-коду, забезпечує виконання наступних функцій:

– реалізація адміністративної та користувацької частин;

– можливість учасником змагань заповнювати форму подачі заявки;

– формування списку поданих заявок та можливість конвертації у формат xlsx;

– додавання нових дистанцій та естафет, а також редагування існуючих;

– автоматичне формування запливів по дистанціях;

– заповнення таблиці результатами після кожного запливу та нарахування балів за часом;

– формування рейтингу за віковою категорією та за отриманими балами;

– формування загального рейтингу на основі трьох найкращих результатів;

– простота та зручність в навігації, тобто інтуїтивно зрозумілий інтерфейс як учаснику так й організатору;

– можливість генерації бейджа учасника змагань з QR-кодом з посиланням на профіль;

– наявність ролі менеджера, який може створювати змагання.

На рис. 1 наведена діаграма варіантів використання системи.

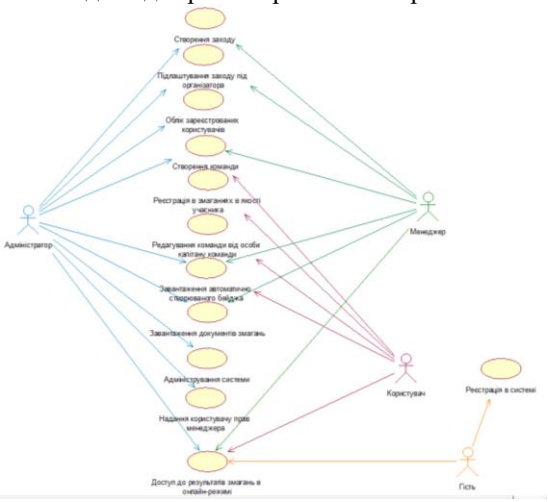


Рис.1.Діаграма прецедентів (Use Case Diagram)

На рис. 2 наведена адміністративна частина АІПОПСПЗ.

Рис. 2. Структура адміністративної частини АІПОПСПЗ

На рис. 3 переставлена структура менеджерської частини

Рис. 3. Структура менеджерської частини АІПОПСПЗ

Щодо менеджерської частини, її розділи копіюють відповідні розділи адміністративної частини з деякими обмеженнями в функціоналі. Роль менеджера була створена для полегшення роботи адміністратора.

На рис. 4 переставлена структура користувацької частина.

Рис.4. Структура користувацької частини АІПОПСПЗ

Таким чином, розроблена автоматизована інформаційна платформа забезпечує розміщення заходу та підлаштування заходу під організатора, що значно полегшить роботу організаторам спортивних змагань.

Література

1. Borodina E.A., Shvidkiy A.A., Kikot A.S. Existing problems when using a QR- code Збірник центру наукових публікацій «Велес» за матеріалами міжнародної науково-практичної конференції 1 частина: «Досягнення науки в 2017 році», м. Київ: збірник статей (рівень стандарту, академічний рівень). – К.: Центр наукових публікацій, 2017. – С 4 - 7.

2. Borodina E.A., Kikot A.S., Shvidkiy A.A. Application of QR-code for sport competitions' accounting automation Збірник центру наукових публікацій «Велес» за матеріалами міжнародної науково-практичної конференції 1 частина: «Досягнення науки в 2017році», м. Київ: збірник статей (рівень стандарту, академічний рівень). – К.: Центр наукових публікацій, 2017. – С 7 – 13.

УДК 519.8

МЕТОД ИНДУКТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ-НЕЧЕТКИЙ МГУА В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НА ФИНАНСОВЫХ РЫНКАХ

ЮрийП. Зайченко,

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, zaychenkoyuri@ukr.net

Введение

Доклад посвящен исследованию нечеткого метода индуктивного моделирования, известного под названием метода группового учета аргументов (МГУА) в задачах интеллектуального анализа данных, в частности прогнозирования в макроэкономике и финансовой сфере.

Проблема состоит в построении прогнозирующих моделей и нахождении неизвестной функциональной зависимости между прогнозируемой величиной и заданным набором макроэкономических показателей по экспериментальным данным. При этом аналитический вид модели (функциональной зависимости) неизвестен.

Преимуществом метода индуктивного моделирования МГУА является возможность построения «объективной» модели в процессе работы алгоритма, а также возможность работать на коротких выборках.

1. Общая характеристика МГУА

Задано множество исходных данных: входные переменные $\{X(1), X(2), ..., X(N)\}$ и выходные переменные $\{Y(1), Y(2), ..., Y(N)\}$, где $X = [x_1, x_2, ..., x_n]$ — n-мерный вектор; N — число точек наблюдения.

Требуется на основе наблюдаемых данных построить модель $Y = F(x_1, x_2, ..., x_n)$, адекватную наблюдаемым данным, причем полученная модель в определенном понимании должна быть наименьшей сложности. В частном случае при решении задачи прогнозирования в качестве выходной переменной используется модель $X(N + K) = f(X(1), ..., X(N))$, где K — длина интервала упреждения.

Отличительными особенностями данной задачи применительно к задачам прогнозирования на финансовых рынках являются:

1) вид функциональной зависимости неизвестен, а определен только класс моделей, например, полиномов произвольной степени нелинейности или гармонический ряд (Фурье);

2) короткая выборка данных;

3) временные ряды $x_i(t)$, описывающие финансовые процессы в общем случае, нестационарные.

В таком случае применение классических методов статистического анализа, например регрессионного или дисперсионного, невозможно, и необходимо использовать «нестандартные» методы, основанные, например, на применении идей искусственного интеллекта. К их числу относится метод группового учета аргументов, предложенный А.Г. Ивахненко и развитый в многочисленных работах А.Г. Ивахненко и его учеников [1]. МГУА является методом индуктивного моделирования сложных систем.

МГУА заимствует идеи из биологии, а именно механизмы эволюции: 1) скрещивание или гибридизацию родительских пар (аргументов) и генерацию потомков; 2) селекцию и отбор лучших.

Основными преимуществами метода МГУА, которые обусловили его популярность и широкое использование не только в Украине, но и за рубежом, являются следующие:

• не требуется задания модели в явном виде, модель конструируется сама в процессе работы алгоритма;

• работа на коротких выборках (когда число определяемых коэффициентов модели *n* больше числа точек наблюдения *N*).

Вместе с тем классический метод МГУА обладает рядом недостатков:

• при близких экспериментальных точках возможно явление вырожденности матрицы нормальных уравнений Гаусса («индуцит» в терминологии А.Г. Ивахненко), вследствие чего возникает необходимость применения специальных методов регуляризации;

• получение точечной модели (прогноза), а в ряде случаев желательно иметь доверительный интервал, который характеризует точность прогноза.

Поэтому в последние годы проводятся интенсивные исследования, направленные на разработку новых методов, лишенных указанных недостатков. Таким методом является нечеткий МГУА (НМГУА), который строит интервальную модель регрессии и для нахождения модели (прогноза) не использует метод наименьших квадратов.

2. Нечеткий МГУА. Основные идеи вычислительного метода

Нечеткий МГУА также использует те же самые принципы, что и классический МГУА [1}, но строит нечеткие модели. Рассмотрим его основные идеи

В работах [2- 4] была рассмотрена интервальная модель регрессии

$$Y = A_0 Z_0 + A_1 Z_1 + ... + A_n Z_n, \qquad (1)$$

Где A_i нечеткое число с треугольной функцией принадлежности, описываемое парой параметров $A_i = (\alpha_i, c_i)$, где α_i центр интервала, а , c_i его ширина $c_i \geq 0$

Тогда *Y*– нечеткое число, параметры которого определяются следующим образом:

центр интервала $$\alpha_y = \sum \alpha_i z_i = \alpha^T \cdot z, \qquad (2)$$

ширина интервала $$c_y = \sum c_i \cdot |z_i| = c^T |z|. \qquad (3)$$

Например, для частичного описания вида

$$f(x_i, x_j) = A_0 + A_1 x_i + A_2 x_j + A_3 x_i x_j + A_4 x_i^2 + A_5 x_j^2 \quad (4)$$

в общей модели (1) необходимо положить:

$$z_0 = 1\ z_1 = x_i\ z_2 = x_j\ z_3 = x_i x_j\ z_4 = x_i^2\ z_5 = x_j^2$$

Предположим, что мы наблюдаем обучающую выборку $\{ z_1, z_2, ..., z_M \}, \{ y_1, y_2, ..., y_M \}$.

Сформулируем основные требования к оценочной линейной интервальной модели для частичного описания вида (4).

Найти такие значения параметров (α_i, c_i) of для которых:

1. наблюдаемые значения y_k попадали бы в оценочный интервал для Y_k;

«суммарная ширина» оценочного интервала была бы минимальна.

2. Эти требования можно свести к следующей задаче ЛП [2-4]:

$$\min(C_0 \cdot M + C_1 \sum_{k=1}^{M} |x_{ki}| + C_2 \sum_{k=1}^{M} |x_{kj}| + C_3 \sum_{k=1}^{M} |x_{ki} x_{kj}| + $$
$$+ C_4 \sum_{k=1}^{M} |x_{ki}^2| + C_5 \sum_{k=1}^{M} |x_{kj}^2| \qquad (5)$$

При ограничениях

$$a_0 + a_1 x_{ki} + a_2 x_{kj} + a_3 x_{ki} x_{kj} + a_4 x_{ki}^2 + a_5 x_{kj}^2 - (C_0 + C_1 |x_{ki}| +$$
$$C_2 |x_{kj}| + + C_3 |x_{ki} x_{kj}| + C_4 |x_{ki}^2| + C_5 |x_{kj}^2|) \le \mathrm{y_k}$$
$$a_0 + a_1 x_{ki} + a_2 x_{kj} + a_3 x_{ki} x_{kj} + a_4 x_{ki}^2 + a_5 x_{kj}^2 + (C_0 + C_1 |x_{ki}| + \qquad (6)$$
$$C_2 |x_{kj}| + + C_3 |x_{ki} x_{kj}| + C_4 |x_{ki}^2| + C_5 |x_{kj}^2|) \ge \mathrm{y_k}$$

$$k = \overline{1, M}\ ,\ C_p \ge 0,\ \ p = 0{,}5, \qquad (7)$$

где *k*ест ь индекс точки выборки.

Как видим, задача (5) – (7) является задачей ЛП. Однако неудобство формы (5) – (7) для применения стандартных методов ЛП состоит в том, что нет ограничений неотрицательности для переменных α_i. Поэтому для ее решения переходим к двойственной задаче, введя двойственные переменные $\{ \delta_k \}$ and $\{ \delta_{k+M} \}$, $k = \overline{1, M}$.

Решив двойственную задачу симплекс – методом и найдя оптимальные значения двойственных переменных $\{ \delta_k \}$ находим оптимальные решения для исходной прямой задачи (α_i, c_i).

Основные достоинства нечеткого МГУА в сравнении с классическим состоят в следующем:

- Отсутствует проблема плохой обусловленности или вырожденности матрицы нормальных уравнений, т.к. для нахождения коэффициентов модели не используется МНК, а решается задача ЛП, которая, всегда разрешима;
- В отличие от классического МГУА получаем не точечную, а интервальную оценку прогноза, что содержит дополнительную ценную информацию о ее точности.

Кроме того он сохраняет все достоинства классического МГУА.

В докладе излагаются алгоритмы НМГУА для частичных описаний в виде ортогональных полиномов и строятся модели на их основе от n переменных.

Рассмотрена проблема адаптации нечетких моделей построенных по НМГУА в процессе их использования для прогнозирования в режиме онлайн. Сигналом о необходимости адаптации модели является выход реальных данных за прогнозируемый интервал в течении нескольких шагов прогноза. В том случае происходит адаптация нечетких коэффициентов модели с применением рекуррентного МНК. Разработанный НМГУА использовался для прогнозирования на различных рынках ценных бумаг Украины, России и США. В докладе приводятся результаты экспериментальных исследований предложенного метода и выполнена оценка его эффективности в сравнении с четким методом МГУА ..

Литература

1. Ивахненко А.Г. Мюллер И.А.: Самоорганизация прогнозирующих моделей. – Киев: Техника. – 1985.

2. Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах .- Киев. Изд. Дом « Слово», 2008,- 354с.

3. Зайченко Ю. П., Кебкал О. Г., Крачковский В. Ф. Нечіткий метод групового урахуванняаргументів та йогозастосування в задачах прогнозування макроекономічних показників. // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – 2000. – №2. – с. 18 – 26.

4. Зайченко Ю. П., Заєць І. О. Синтез і адаптація\ нечітких прогнозуючих моделей на основі методу самоорганізації. // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – 2001. – №3. – с. 34 – 41.

СЕКЦІЯ 3
СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ В ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

УДК 004.94: 004.428

МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ КІБЕРАТАК В РОЗПОДІЛЕНІЙ ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ

В.В.Литвинов , І.В. Стеценко

Чернігівський національний технічний університет, Україна
Національний технічний університет України «Київський політехніч-ний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

Питання інформаційного захисту є надзвичайно актуальним в зв'язку зі зростанням кількості кіберзлочинів та масштабів шкоди, які спричиняють атаки, спрямовані на державні та фінансові установи, об'єкти енергетичної системи та об'єкти підвищеної небезпеки. Дослідження кіберзлочинів поступово переходять зі стану накопичення інформації у стан системної обробки накопиченої інформації та розробки методів її використання для попередження розповсюдження атак, аудиту інформаційних систем, збільшення рівня захищеності інформаційних систем (ІС).

Виконувати дослідження кібератак в реальних умовах, тобто штучно розповсюджуючи шкідливе програмне забезпечення за певним сценарієм надто дорого, а в умовах майже необмеженого поширення в кіберпросторі взагалі неможливо. Тому розробка моделей, на яких до-слідники можуть відпрацьовувати здійснення кібератак на ІС, є важли-вою задачею.

Для моделювання атак використовують дерева атак, які нада-ють уявлення про успішну послідовність кроків зловмисника [1]. Проте такі моделі не дають можливість дослідити динаміку атаки, не врахо-вують системи захисту, не дають можливість оцінити вплив часових характеристик елементів атаки. Аналітичні методи, які використову-ються для виявлення вторгнень в комп'ютерні мережі, розглядаються в [2]. Імітаційні методи генерування атак використовують для їх симу-ляції [3]. Система візуального контролю вразливостей ІС запропоно-вана в [4].

Найпростіша розподілена система складається з персональних комп'ютерів, файл-сервера та веб-сервера. Доступ до веб-сервера здійснюється після авторизації та успішного проходження мережевого екрану (firewall). Система контролю передбачає контрольний запуск тестового пакету. При успішному його запуску, приймається рішення про дієздатність системи, у противному випадку – про її ушкодження.

Дії зловмисника, який атакує розподілену ІС, можуть бути в за-гальному випадку описані таким чином. Він надсилає шкідливу про-граму, яка спрацьовує за наявності певного набору вразливостей в системі і

спричиняє ушкодження (повні або часткові) обчислювальних та/або інформаційних ресурсів системи. В противному випадку атака зловмисника – не успішна. Якщо мета зловмисником не досягнута, то з певною періодичністю він знову обирає для нападу шкідливу програ-му та надсилає її. Шкідливі програми відрізняються наборами вразли-востей, які необхідні для їх спрацювання та набором ушкоджень, які вони спричиняють. Окрім користувачів зі злісними намірами, ІС вико-нує завдання, що надходять від звичайних користувачів. У разі вияв-ленні ушкоджень в роботі системи користувачі повідомляють про це адміністратора.

Для побудови моделі використовується Петрі-об'єктна техноло-гія [5] та програмне забезпечення DESS (Discrete Event Simulation Sys-tem), що автоматизує розробку мереж Петрі об'єктів на основі графіч-ного редактора [6]. Структура Петрі-об'єктної моделі представлена на рисунку 1. Користувач (User) надсилає пакети запитів (Packet), які ви-конуються з використанням обчислювальних ресурсів ІС (System). Якщо користувач помічає надвелику тривалість виконання запиту, він надсилає адміністратору(Admin) тривожний сигнал. Користувач зі злісними намірами (Attack) надсилає пакети запитів (Packet), які вико-ристовують вразливості системи (System) для ураження шкідливим програмним забезпеченням (Malware).

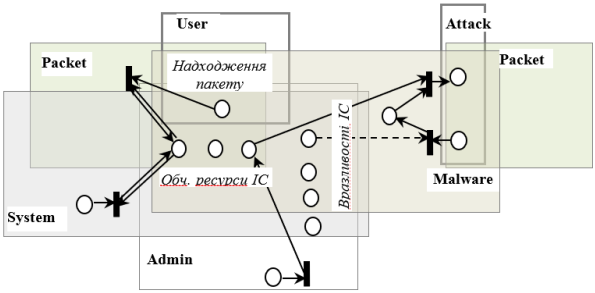


Рис. 1 Структура Петрі-об'єктної моделі розподіленої ІС

Звичайні пакети проходять мережевий екран, авторизацію, отримують доступ до веб-сервера, потім до файл-сервера і запуска-ються операційною системою персонального комп'ютера. Типи паке-тів можуть варіюватись в залежності від необхідності використання того чи іншого набору обчислювальних ресурсів системи. Шкідливе програмне забезпечення проходить ті ж етапи, але при наявності від-повідних вразливостей в системі. При успішному запуску шкідливого програмного забезпечення процес продовжується спричиненням ушкоджень операційній системі, файл-серверу та веб-серверу. Відпо-відно до цієї послідовності

подій складається мережа Петрі-об’єкта (рис. 2). Проникнення шкідливої програми в систему відбува-ється через вразливості ІС, тому з’єднання об’єкту класу Malware з об’єктом класу System здійснюється через відповідні спільні позиції.

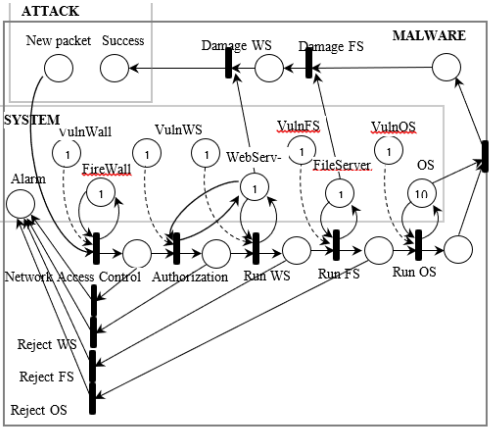


Рис.2 Петрі-об’єкт Malware

Ресурси міжмережевий екран, веб та файл-сервери є спільними для робочих станцій ІС, тому наявність пошкодження в одному з цих ресурсів спричиняє збій в роботі усіх станцій, які їх використовують. З’єднуючи кілька об’єктів System по спільних ресурсах веб-сервер та міжмережевий екран, отримаємо об’єкт Обчислювальний кластер. Пошкодження файл-серверу спричинить припинення роботи з файла-ми усіх робочих станцій (користувачів), які працюють з його використанням. Аналогічно спрацює пошкодження веб-сервера. У РІС з бага-тьма серверами окремі сервери виконують роль маршрутизаторів. Ко-жний маршрутизатор з’єднаний з кількома кластерами, які, в свою чер-гу, з’єднані з іншими маршрутизаторами.

Зловмисник здійснює атаку, повторюючи запуск шкідливого програмного забезпечення до успішного його проходження в систему. У загальному випадку зловмисник обирає для запуску одну чи декіль-ка шкідливих програм та запускає їх за певним сценарієм з урахуван-ням усіх доступних кластерів. Такий сценарій можна відтворити, з’єднуючи відповідним чином об’єкти Атака. За результатами моде-лювання системи визначається середній час, за який ресурси системи будуть пошкоджені для даної інтенсивності атак, а також відсоток ча-су працездатності системи, обумовлений її засобами захисту та інтен-сивністю відновлення.

Таким чином, розглянута формалізована модель кібератак у ви-гляді Петрі-об'єктної моделі. Побудована імітаційна модель кібератак розподіленої інформаційної системи з урахуванням таких деталей як наявні вразливості інформаційної системи, часові характеристики об-робки запитів, ймовірні характеристики системи захисту, індивідуальні характеристики зловмисника (набір використовуваних шкідливих про-грам, навички, обмеженість на витрати часу при повторних запусках). Моделі кібератак є важливим інструментом для дослідження впливу системи захисту на час розповсюдження атаки.

Література

1. P. Wang, J. Liu Threat Analysis of Cyber Attacks with Attack Tree+ // Journal of Information Hiding and Multimedia Signal Processing. – Vol. 5, N. 4. - 2014. – P.778-788.

2. Литвинов В.В. Аналіз систем та методів виявлення несанкціонованих вторгнень у комп'ютерні мережі / В.В. Литвинов, Н. Стоянов, І.С. Скітер, О.В. Трунова, А.Г. Гребенник // Математичні машини і системи. – 2018. – № 1. – С. 31-40.

3. Bryan K. Fite Simulating Cyber Operations: A Cyber Security Training Framework // The SANS Institute, 2014 – 36 p.

4. SkyBox Security [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.skyboxsecurity.com/solutions/attack-simulation

5. Стеценко И. В. Теоретические основы Петри-объектного моделиро-вания систем / И.В. Стеценко // Математичні машини і системи. – 2011. – № 4. – С. 136-148.

6. Stetsenko I.V. Petri-Object Simulation: Software Package and Complexi-ty / I. Stetsenko, V. Dorosh, A. Dyfuchyn // Proceedings of the 8th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications. – Warsaw, 2015. – P. 381-385.

УДК 004.7; 004.056

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ ВТОРГНЕНЬ

Є.В. Риндич, В.В. Коняшин

Чернігівський національний технологічний університет

Програмно-апаратні компоненти є частиною майже кожної системи виявлення вторгнень (Intrusion Detection System, IDS), яка здатна кон-

тролювати комп'ютерні мережі для виявлення будь-яких можливих інцидентів безпеки. Використання Інтернет-ресурсів у всьому світі є одним із найпопулярніших завдань серед усіх людей, і це використання та підключення до Інтернету створює ризик безпеки для багатьох різних мережевих атак. Це відбувається тому, що ці напади і загрози можуть сильно вплинути на безпеку мережі.

IDS стала одним із найефективніших механізмів безпеки мережі, який захищає цінні ресурси користувачів та конфіденційність, цілісність та доступність інформації та інформаційних ресурсів, розташованих у захищеній частині комп'ютерної мережі будь-якої організації. Тому системи IDS відіграють дуже важливу роль у захисті користувачів, компаній чи будь-яких інститутів проти кібер-атаки.

IDS може бути розроблена як система виявлення на основі підписів або аномалій. Система на основі підпису (IDS, що використовує зловживання) має право виявляти атаки, які вже є відомі, і системи, створені на основі аномалій, можуть виявити невідомі атаки, які надають їм функціональні можливості для попередження, тобто для вирішення нападу, перш ніж він пошкодить спеціальну захищену систему.

Для побудови моделі, спочатку розглянемо архітектуру, яку матиме система виявлення вторгнень. Архітектура моделі повинна відображати те, як логічно структуровані модулі та як вони безпосередньо взаємодіють між собою. Правильно спроектувати архітектуру дуже важливо, оскільки це спрощує розуміння функцій кожної складової, а також дозволяє з легкістю проводити розширення моделі.

Для реалізації системи, що буде вирішувати завдання, описані раніше, найкраще підходить клієнт-серверна архітектура – найбільш розповсюджений спосіб організації високорівневої мережевої взаємодії. Клієнт-серверна архітектура поділяє систему на дві частини, де клієнт надсилає запити до серверу. У більшості випадків, сервер - це база даних з логікою у вигляді зберігаємих процедур. Далі наведено основні переваги та недоліки такої архітектури.

До переваг відносять:

– відсутність дублювання коду програм-сервера програмами-клієнтами;

– всі дані зберігаються на сервері, який, як правило, захищений набагато краще більшості клієнтів. На сервері простіше організувати контроль повноважень, щоб дозволити доступ до даних лише клієнтам з відповідними правами доступу;

– зниження мережевого трафіку при виконанні запитів.

До недоліків клієнт-серверної архітектури відносять:

– непрацездатність сервера може зробити непрацездатною всю обчислювальну мережу. Непрацездатним сервером слід вважати сервер, продуктивності якого не вистачає на обслуговування всіх клієнтів, а також сервер, що знаходиться на ремонті, профілактиці і т.д.;

– підтримка роботи даної системи вимагає окремого фахівця - системного адміністратора.

Серверна складова системи тісно взаємодіє з клієнтської стороною, за допомогою http-протоколу. Це передбачає наявність web-сервера, який буде обробляти всі запити клієнтської складової системи, що розробляється.

Таким чином, завдяки своїм перевагам, клієнт-серверна архітектура надає необхідні можливості для реалізації системи, а її недоліки не є суттєвими для системи з подібним призначенням.

На рисунку 1.1 представлена архітектура моделі системи виявлення вторгнень. Дана архітектура є трьохрівневою. Це архітектурна модель програмного комплексу, що передбачає наявність у ньому трьох компонентів: клієнта, сервера додатків (до якого підключено клієнтську програму) і сервера баз даних (з яким працює сервер додатків).

У порівнянні з двохрівневою клієнт-серверною архітектурою або файл-серверною архітектурою, трьохрівнева архітектура забезпечує, як правило, більшу масштабованість (за рахунок горизонтальної масштабованості сервера додатків і мультиплексування з'єднань), кращу можливість конфігурування (за рахунок ізольованості рівнів один від одного).

Для натурного моделювання запропонована наступна архітектура додатку(рис.1).

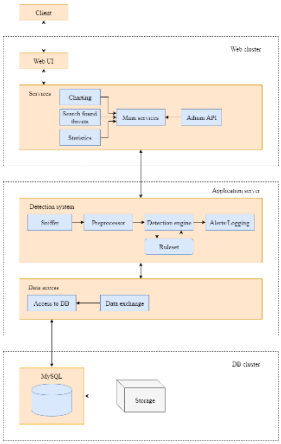


Рисунок 1 – Архітектура моделі системи виявлення вторгнень

Складовими частинами є сервер, база даних та веб-кластер.

Сервер додатків, на якому розміщена система виявлення, складається з наступних модулів:

- сніффер – аналіз вхідного трафіку;
- препроцесор – апарат для обробки вхідних даних;
- система виявлення – модуль, що ідентифікує вторгнення за допомогою набору існуючих підписів (правил).
- перелік підписів – правила, що використовуються для ідентифікації загроз.
- система оповіщення – оповіщення адміністратора про наявність загрози.

В БД зберігаються данні про загрози.

Веб-кластер використовується для зручного перегляду даних та адміністрування системи.

Подальший розвиток натурної моделі можливий в напрямку збільшення об'єму збору інформації про вторгнення, покращення інтерфейсу користувача, вдосконалення методів виявлення вторгнень, а саме реконструкція системи виявлення в систему запобігання вторгнень, що наблизить модель до реальних систем.

Література

1. Open Source Intrusion Detection System using Snort: conf. paper from the 4th International Symposium on Sustainable Development / International Burch University, Faculty of Engineering and Information Technologies. – Sarajevo: SOC-1441, 2014. – 8 pages

2. Dhangar K. A Proposed Intrusion Detection System / K. Dhangar, D. Kulhare, A. Khan // International Journal of Computer Applications. – 2013, Vol. 65, No. 23. – P. 46–50

УДК 519.237.5: 621.9

РИЗИКИ ЗАСТОСУВАННЯ КОЕФІЦІЄНТУ КОРЕЛЯЦІЇ ДЛЯ КОНКРЕТНОЇ СПЕЦИФІКАЦІЇ РЕГРЕСІЙНОЇ МОДЕЛІ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ ВИБІРКИ

С.М. Лапач

НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

Традиційно в регресійному аналізі (РА) використовуються дві вибірки: навчальна і контрольна. По навчальній вибірці виконується ідентифікація моделі, а за контрольною – незміщена перевірка моделі на адекватність. Ці вибірки не повинні перетинатись. Фактично, на навчальній

вибірці також виконується і часткова специфікація моделі – визначення конкретної структури моделі [4, 8]. За контрольною визначається незміщена оцінка залишкової дисперсії для перевірки адекватності моделі за критерієм Фішера і оцінюються її прогностичні властивості. Івахненком [2] висунута ідея трьох вибірок. Третьою є екзаменаційна, яка сумісно з навчальною використовується для специфікації моделі.

Виникає питання, який розмір мають мати екзаменаційна і контрольна вибірки, порівняно з навчальною. В прикладників склалась емпірична традиція, за якою екзаменаційна має розмір, який не перевищує 0,25, а контрольна 0,1 від розміру навчальної. Якщо врахувати типовий розмір навчальної в 27 – 32 експерименти, то реально екзаменаційна має розмір 7-8 експериментів, а контрольна 3-5. А чи достатній такий розмір для надійного (обґрунтованого) прийняття рішення про структуру моделі чи її адекватність.

Мета: дослідити надійність прийняття рішень при прийнятих розмірах вибірок і визначити необхідний їх розмір.

Як показник для формування структури моделі будемо розглядати коефіцієнт парної кореляції Пірсона, використання якого обґрунтовано в [5, 6].

Вважається, що передумова гомоскедастичності виконується, а викиди відсутні.

Ті, хто приймає вказані вище розміри для екзаменаційної вибірки, здається не враховують той факт, що чим менше розмір вибірки, тим більша ймовірність відхилення емпіричних характеристик випадкової величини, визначених за цією вибіркою від теоретичних [7]. Особливо це стосуються таких малих вибірок, які розглядаються в даній роботі і використовуються в регресійному аналізі.

Використовується спеціально створений приклад, в якому в якості факторів служать рівномірно розподілені в багатофакторному просторі псевдовипадкові ЛП числа [8]. Відгуком є лінійна залежність різної тісноти зв’язку «зашумлена» випадковими числами з нормальним законом розподілу. Вибірка має розмір 64. З неї випадковим чином вибираються по 50 підвибірок розміром 32, 18 і 8 відповідно, для яких проводиться аналіз варіації емпіричного коефіцієнта кореляції. Табл.1..3 містять результати цього аналізу при різних рівнях залежності між змінними. Велика зміна значення кореляції свідчить про те, що цей експеримент належить до іншої генеральної сукупності [8]. Таке може бути з одним експериментом і з підмножиною. Такі випадки в даній роботі не розглядаються.

Розглянемо, як може змінюватись фактичне розраховане значення коефіцієнта кореляції при зміні розміру вибірки і тісноти зв’язку.

Довірчий інтервал для коефіцієнта кореляції визначається за формулою (1):

$$\Delta_r = \frac{t_{N-2,p}(1-r^2)}{\sqrt{N}} \quad . \qquad (1)$$

На рис.1 показані значення довірчих інтервалів для коефіцієнта кореляції при різних розмірах вибірки в порівнянні з можливим значенням цього коефіцієнту. Малі значення коефіцієнта кореляції при звичайних статистичних дослідженнях вважаються статистично не значимими і не розглядається, але це не так в регресійному аналізі. В ньому часто в модель включаються фактори, коефіцієнт кореляції якого з відгуком досягає всього-на-всього 0,05 [1, 3]. Це пов'язано з цілим рядом особливостей РА по формуванню структури рівняння регресії, розгляд яких виходить за межі даної роботи.

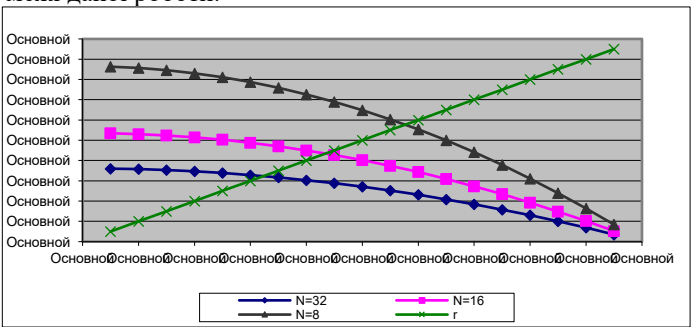


Рис.1. Довірчі інтервали для коефіцієнта кореляції при різному розмірі вибірки

Таблиця 1. Характеристики варіації коефіцієнта кореляції при сильній залежності

	32	16	8
Мінімім	0,766612	0,680296	0,282838
Максимум	0,908861	0,945325	0,974052
Середнє	0,837239	0,848741	0,821998
Медіана	0,838949	0,861168	0,847246
r на сукупності	0,843617	0,843617	0,843617

Таблиця 2. Характеристики варіації коефіцієнта кореляції при помірній залежності

	32	16	8
Мінімім	0,139179	-0,15465	0,282838
Максимум	0,538873	0,731417	0,974052
Середнє	0,34313	0,309219	0,821998
Медіана	0,351032	0,339717	0,847246
r на сукупності	0,354508	0,354508	0,843617

Таблиця 3. Характеристики варіації коефіцієнта кореляції при слабкій залежності

	32	16	8
Мінімім	-0,34711	-0,61938	-0,86307
Максимум	0,265146	0,391063	0,50781
Середнє	-0,06067	-0,09445	-0,12498
Медіана	-0,07199	-0,06099	-0,06883
r на сукупності	-0,04736	-0,04736	-0,04736

Висновки

При високій тісноті зв'язку зберігається стійкість значення коефіцієнта кореляції незалежно від розміру вибірки.

При слабкому зв'язку стійкість відсутня аж до можливої зміни знаку незалежно від розміру вибірки. При середньому рівня зв'язку можлива нестійкість при малих розмірах вибірки.

Стійкість середнього значення коефіцієнта кореляції зберігається незалежно від розміру вибірки.

Таким чином, при малих розмірах вибірок і слабкому зв'язку окреме значення коефіцієнта кореляції не може бути обґрунтовано прийнято для визначення специфікації. Рекомендується провести дослідження його стійкості за допомогою методу складного ножа або сукупності випадкових підвибірок із вибірки з оцінкою середнього значення.

Література

1.Pardoux C. Sur la selection de variables en regression multiple. // Cah. Bur. Univ. rech. oper. - 1982. - №39-40, – p101-133.

2.Ивахненко А.Г., Мюллер Й.А. Самоорганизация прогнозирующих моделей. – К.: Техніка, 1984; –Берлин: ФЕБ Ферлаб Техник, 1984. –223.

3.С.М. Лапач Проблеми побудови регресійних моделей процесів різання металів / Вісник НТУУ «КПІ». Серія «Машинобудування» . 2014, №3(72). С.40–47.

4.С.М. Лапач Регресійні моделі процесів різання: специфікація і адекватність / Друга міжнародна науково-практична конференція «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем». Тези доповідей. –Чернігів. –2012. –С.34–35.

5.Іванів П.В., Лапач С.М. Застосування кореляційного аналізу для конкретної специфікації регресійної моделі / Збірка тез доповідей загальноуніверситетської науково-технічної конференції молодих вчених та студентів, присвяченої дню Науки. Секція «Машинобудування». Підсекція «Технологія машинобудування» –К: НТУУ «КПІ», 2015. С.75–77.

6.С.М.Лапач Кореляційний аналіз в застосування до визначення структури рівняння регресії Матеріали Вісімнадцятої міжнародної наукової конференції імені академіка Михайла Кравчуку, 7–10 жовтня 2017року, Київ. Т.2. –Київ: НТУУ «КПІ», 2017. –С.119–123.

7. Вентцель Е.С. Теория вероятностей –М.: Высшая школа, 2000.–576с.

8.С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабич Статистика в науке и бизнесе –К.: 2002, Морион. – 640с.

УДК 681.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИСПРАВЛЕНИЯ ОШИБОК ТАЙПИНГА И ОЦЕНКА КОРРЕКТИРУЮЩИХ СВОЙСТВ РЕФЕРЕНТНОГО ОРФОГРАФИЧЕСКОГО СЛОВАРЯ

Литвинов В.А., Майстренко С.Я., Хурцилава К.В., Костенко С.В.
Институт проблем математических машин и систем НАНУ, Киев, Украина;
Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина

В настоящее время функция проверки орфографии является обязательной компонентой функционала текстовых редакторов, поисковых систем, почтовых клиентов и т. п. Центральным элементом таких систем является референтный орфографический словарь (РОС), содержащий "правильные" слова некоторой предметной области, с которыми сравниваются проверяемые слова. В [1] предлагается возможный подход к оценке и улучшению контролирующих свойств РОС, выраженных через относительное количество необнаруживаемых типовых ошибок.

Наряду с обнаружением орфографических ошибок, многие общие и специализированные текстовые редакторы предлагают возможность автоматического исправления ошибок. Одним из типовых решений при выборе алгоритмов реализации таких функций и функций "нечеткого

поиска" является использование различных модификаций фонетических алгоритмов [2,3] обеспечивающих для ошибочного слова быстрый поиск "близких" (в смысле расстояния Дамерау-Левенштейна) "правильных" слов РОС. Вопросам же оценки потенциальных корректирующих свойств самих РОС практически не уделяется внимания.

Корректирующие свойства РОС определяются вероятностями правильной ( ) и ложной ( ) коррекции типовых ошибок. Для соответствующих сравнительных оценок конкретных РОС предлагается 2 модели. Натурно-имитационное моделирование процесса искажения и коррекции слов РОС основано на генерации для каждого слова возможных исследуемых ошибок проверке необнаруживаемости ошибки (вероятность), генерации для каждой ошибки возможных вариантов коррекции (обратных искажений) и поиске совпадений в словаре. При этом вероятности промежуточных и финальных событий определяются де-факто для конкретного словаря через соответствующие количества совпадений. Поскольку при моделировании генерируются все возможные корректируемые ошибки и все варианты их исправления, результаты моделирования (в частности, значения вероятностей и) полностью характеризуют корректирующие свойства данного конкретного РОС.

Моделирование проведено для набора словарей и значений вероятностей классов ошибок тайпинга, принятых в [1,4] в контексте анализа их контролирующих свойств (дисфункции обнаружения ошибок). В связи с относительно высокой вычислительной трудоемкостью процесса генерации ошибок и вариантов их исправления обработке подвергались случайным образом сформированные выборки объемом 20000 слов. Результаты моделирования приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты моделирования для натурно-имитационной коррекции

Словарь	$Q_{опк}$	$Q_{олк}$	$Q_{пк}$	$Q_{лк}$	$Q_{но}$	$Q_{нк}$
«Словарь русской литературы» $N = 161730$	0,7549	0,1443	0,7410	0,1416	0,0184	~01
«Словарь Лопатина» $N = 150213$	0,8282	0,0709	0,8233	0,0706	0,0060	"
«Словарь Зализняка» $N = 92555$	0,8281	0,0710	0,8236	0,0706	0,0054	"
«Словарь Лопатина» усеченный $N = 84575$	0,8518	0,0474	0,8483	0,0472	0,0038	"
Укр. версия усеч.-го «Словаря Лопатина» $N = 84575$	0,8610	0,0382	0,8585	0,0381	0,0028	"

Натурно-аналитическое моделирование основано на точечном использовании модели независимых испытаний Бернулли для каждого слова. Предлагается подход к определению параметров испытаний и выражения для определения искомых вероятностей, приводятся результаты моделирования для выбранных словарей (табл.2).

Таблица 2. Результаты моделирования для натурно-аналитической коррекции

Словарь	$Q_{опк}$	$Q_{пк}$	$Q_{лк}$	$Q_{но}$
«Словарь русской литературы» $N = 161730$	0,7490	0,7355	0,1470	0,0184
«Словарь Лопатина» $N = 150213$	0,8373	0,8323	0,0628	0,0600
«Словарь Зализняка» $N = 92555$	0,8383	0,8338	0,0614	0,0054
«Словарь Лопатина» усеченный $N = 84575$	0,8608	0,8576	0,0394	0,0038
Украинская версия усеченного «Словаря Лопатина» $N = 84575$	0,8698	0,8674	0,0300	0,0028

Как видно из данных табл. 2, результаты расчетов по аналитической модели близки к результатам табл. 1. Так, расхождение значений основного показателя корректирующих свойств ( ) составляет для «Словаря русской литературы» и не превышает для остальных словарей. При этом обработка словаря требует на порядки меньше времени. Существенно, что расхождение результатов мало зависит от лингвистической структуры и содержания словарей, их объемов и рассматриваемых языков. Подобная «устойчивость» дает основания для подтверждения правомерности принятого подходя к построению аналитической модели. В свою очередь, это означает, что аналитическая модель может быть положена в основу оценки корректирующих свойств по отношению к более сложным ошибкам, находящимся на расстоянии Дамерау-Левенштейна большем, чем типовые ошибки тайпинга.

В целом, представленные модели могут быть использованы в качестве инструмента сравнительной оценки потенциальных корректирующих свойств конкретного орфографического словаря по отношению к типовым ошибкам тайпинга. Как видно из полученных данных, существует высокая степень корреляции между значениями показателей кон-

тролирующих и корректирующих свойств (и). Это дает основания полагать, что словари, улучшенные в отношении контролирующих свойств [1], обладают и лучшими корректирующими свойствами

Литература.

1. В. А. Литвинов, С. Я. Майстренко, К. В. Хурцилава, Дисфункция референтного словаря системы проверки орфографии и подход к ее снижению// Математичні машини і системи.-2017.-№2.- С. 39-48.

2. Phonetic Algorithms [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://deparkes.co.uk/2017/12/01/phonetic-algorithms/.

3. Фонетические алгоритмы [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://habrahabr.ru/post/114947/.

4. В. А. Литвинов, С. Я. Майстренко, К. В. Хурцилава, Оценка контролирующих свойств базового словаря допустимых слов в системе автоматического обнаружения ошибок пользователя // Математичні машини і системи.-2014.-№2.- С. 65-70.

УДК 004.043

ЗАДАЧА ЗНАХОДЖЕННЯ СХОЖИХ ДОКУМЕНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ ЛОКАЛЬНО-ЧУТЛИВОГО ХЕШУВАННЯ

Сторчевий В.В., Жданова О.Г.

Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського»

Вступ.Кожен день у мережу Інтернет додаються великі об’єми інформації, але досить велика частина цієї інформації є копією вже існуючої або дещо змінена. Наприклад, деякі сайти для залучення нових користувачів розміщують у себе трохи змінений контент з інших джерел. Тобто вони використовують чужі матеріали, порушуючи авторські права. Також гостро постало питання плагіату в освітній та науково-дослідницької діяльності. Отже, проблема виявлення дзеркальних вебсайтів, декількох версій однієї статті є сьогодні актуальною. Робота присвячена розв’язанню задачі знаходження подібних документів.

Теоретичні відомості

2.1 Визначення схожості двох наборів даних

Коефіцієнт Жаккара – перша міра подібності, запропонована Полем Жаккаром [1]. Нехай A та B – користувачі деякої системи і їх харак-

теристики представлені у вигляді множин S_A та S_B. Коефіцієнт Жаккара визначається за формулою: $J(S_A, S_B) = \frac{|S_A \cap S_B|}{|S_A \cup S_B|}$. За визначенням $0 \le J(S_A, S_B) \le 1$, ідентичні набори будуть мати коефіцієнт рівний одиниці, абсолютно різні набори – нулю.

2.2 Представлення документів у вигляді множин

Одним із способів представлення документа у вигляді множини є побудова для нього набору -грамів або шинглів – наборів з послідовних символів [2]. Це може бути дуже корисним при підборі документів, які можуть містити речення в іншому порядку або слова у реченнях в іншому порядку.

Постановка задачі

Дано: заданий документ (d); загальна кількість документів (m); множини з шинглами документів $S_1, ..., S_m$ (кожна з них представляє собою деяку множину рядків); кількість кошиків (k), у які будуть розподілені документи – кількість множин документів, подібних між собою.

Необхідно: знайти документи, подібні до заданого документа d. Подібними будемо вважати документи, коефіцієнт Жаккара для яких становить ≥ 0.9

Алгоритм розв'язання задачі

Під час роботи з документами, які є великі за об'ємом, можуть виникати проблеми. Особливо, якщо аналізується велика кількість таких документів. У такому випадку кількість шинглів для документа може бути дуже великою і зберігати їх для всіх документів у основній пам'яті буде неможливо. Один з підходів до вирішення такої проблеми полягає в заміні великих наборів на набагато менші представлення, які називаються сигнатурами. Сигнатура – це результат обчислення хеш-функції. Процес перетворення множин у сигнатури називається мінхешингом (MinHash) [3]. Важлива властивість сигнатур полягає в тому, що ми можемо зіставити сигнатури двох наборів і оцінити коефіцієнт Жаккара лише на їх основі [4].

3.1 Створення сигнатур

Введемо поняття матриці характеристик, на основі якої розраховують+ся сигнатури. Нехай $U = \bigcup_{i=1}^{m} S_i$ - універсальна множина шинглів у

системі, що розглядається. Множині S_i може бути поставлено у відповідність булевий вектор довжини $|U|$, у якому 1 означає, що відповідний елемент з універсальної множини присутній у S_i, і 0 означає відсутність цього елементу в S_i. З кінцевим числом підмножин з U можна пов'язати матрицю характеристик, де кожен стовпець представляє собою вектор, що відповідає певній підмножині і кожен рядок відповідає елементу U [5].

Матрицею сигнатур називається матриця, яка зберігає сигнатури, розраховані на основі матриці характеристик. Для створення цієї матриці необхідно підібрати випадкових хеш-функцій (підбирається емпірично, чим воно більше, тим більша точність алгоритму, але також і більший час роботи).

Для цього використаємо наступний алгоритм.

Алгоритм створення матриці сигнатур

Вхідні дані:

n хеш-функцій $h_1, ...h_n$;

M – матриця характеристик.

КРОК 1 Створити матрицю H зі n рядків із $|S|$ стовпців для зберігання матриці і присвоїти усім елементам значення ∞ .

КРОК 2 ЦИКЛ по рядках матриці M : для r -го рядку виконати наступні кроки:

2.1 Вирахувати значення $h_1(r), ...h_n(r)$.

2.2 ЦИКЛ по стовпцях матриці M : для c-го стовпця виконати: якщо $M[r,c]=1$, то $H[i,c] := \min(H[i,c], h_i(r))$ для $i = 1, ..., n$.

Відмітимо, що для кожного ненульового елементу матриці M буде проведено $O(n)$ обчислень.

3.2 Локально-чутливе хешування

Мінхешинг вирішує проблему порівняння великих документів за рахунок створення матриці сигнатур, яка має набагато менший розмір, ніж початкова матриця характеристик. Розглянемо ситуацію, коли у нас є велика кількість документів. Порівняння цих документів між собою, як і раніше, буде займати багато часу через велику кількість пар документів, які потрібно буде порівняти. Локально-чутливе хешування вирішує цю проблему. Це загальна назва методів, що дозволяють отримати подібні сигнатури для схожих наборів даних. Метод орієнтується на локальну чутливість, тобто при зміні якоїсь частини об'єкта, що хешується, сам хеш не повинен абсолютно змінюватися [6]. Ідея полягає в тому,

щоб хешувати кожен елемент декілька разів так, щоб схожі елементи потрапляли до одного кошику. Будь-яка пара документів, яка потрапила у кошик, розглядаються як пара кандидатів, Її оцінюють за подібністю, використовуючи правило Жаккара.

Необхідно розділити матрицю сигнатур на b смуг, у кожній з яких r рядків. Для кожної смуги є хеш-функція, яка приймає вектор значень з r рядків і хешує їх до різних кошиків. Від параметрів b та r залежить коефіцієнт Жаккара між документами всередині кошику. Нехай t - порогове значення Жаккара (у нашому випадку 0.9). Маємо таку залежність: $t = (1/b)^{1/r}$ [7].

Припустимо, що ми маємо 400 хеш-функцій, нам потрібно наблизити t до 0.9. Для цього розділимо ці хеш-функції на 20 смуг по 20 рядків. Маємо $(1/20)^{1/20} \approx 0.86$. При використанні методу локально-чутливого хешування існує ймовірність появи помилок першого роду. Помилка першого роду виникає у ситуації, коли несхожі об’єкти потрапляють в один кошик. Для того, щоб відкинути всі помилкові елементи, необхідно перевірити коефіцієнт подібності між документом d та всіма іншими, що знаходяться з ним в одному з кошику і обрати ті, для яких його значення становить не менше 0.9. Якщо такі є, то це означатиме, що в заданій множині документів ми знайшли документи, які є подібними до заданого.

Література

1.Jaccard P. Distribution de la flore alpine dans le Bassin des Dranses et dans quelques regions voisines // Bull. Soc. Vaudoise sci. Natur. — 1901. — V. 37, Bd. 140. — S. 241–272.

2.Manber, Udi, Finding Similar Files in a Large File System // USENIX Winter Technical conference. — January, 1994. — P. 3-4.

3.Пєчкурова О. М., Локально-чутливе хешування. Та сфери його застосування // Наукові записки. Том 198, Комп'ютерні науки / Національний університет "Києво-Могилянська академія". — 2017. — С. 72.

4.LSH Algorithm and Implementation (E2LSH) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://web.mit.edu/andoni/www/ LSH/index.html.

5.Фаустов Б. А., Поиск похожих изображений // Санкт-Петербургский Государственный Университет. — 2016. — С. 8-9.

6.Rajaraman A., Ullman J. D. Mining of Massive Datasets // Cambridge University Press. — 2011. — P. 99-103.

7.Rajaraman A., Ullman J. D. Mining of Massive Datasets // Cambridge University Press. — 2011. — P. 89-90.

УДК 53.088

СТОСОВНО ЙМОВІРНІСНО-СТАТИСТИЧНОЇ ОЦІНКИ ВИБІРКИ ВИПАДКОВИХ ЗНАЧЕНЬ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ

П. С. Кособуцький[1], М. В. Кузьминих[1], Alla Morgulis[2]

1. Національний університет «Львівська політехніка», Україна

2. The City University of New York, Mathematics Department, USA

Сформульовані критичні зауваження стосовно базового положення – статистичної оцінки розмірів дефектів, запропонованої авторами роботи *Шматко Д.З., Кочнева О.В. Обчислення вірогідності визначення дефектів деталей методом неруйнівного контролю. Мат. мод. №1(36),2017.*

Ключові слова: ймовірність, математична статистика виробничих процесів, вибірка, функція розподілу, середнє і середньо квадратичне відхилення

Вступ

Процес обробки екесперименталних даних завжди супроводжується природу відмінністю між згладжуючою гістограму функції щільності $f(x)$ та теоретичною моделлю. Тому актуальна задача стосовно того, чи можна цю відмінність приписати випадку, тобто вибірковий похибці, зумовленій обмеженістю кількості вимірювань, чи різниця між теоретичною і експериментальною моделями настільки суттєва, що пов'язана з невдалим підбором самої статистичної моделі - функції щільності розподілу ймовірностей $f(x)$. Але припущення стосовно характеру розподілу – це гіпотеза, яку треба піддавати перевірці за допомогою критеріїв згоди, застосування яких дозволяє виявити розбіжність між теоретичним і експериментальними розподілами, зумовленою обмеженим об'ємом спостережень чи неправильною підбіркою вирівнюючої функції (гіпотези). Тому, щоб дійти деякої «згоди» між теорією і експериментом, розроблені так звані «критерії згоди» [1].

З іншої сторони, для практичної реалізації алгоритму встановлення адекватності теоретичної моделі експериментальним даним, вводять міру розбіжності Y [2-3], яку підбирають так, щоб функція представлення $F_N(y)$ не залежала від вигляду емпіричного розподілу і досить швидко збігалась за кількістю спостережень до теоретичного розподілу

$F_{N\to\infty}(y)$. Тоді ступінь розбіжності y виражатиме ймовірність $\mathrm{P}_N(Y\rangle y)=1-F_N(y)$. Незважаючи на те, що мала величина $\mathrm{P}_N(Y\rangle y)$ може свідчити про погане узгодження між теорією і експериментом, все таки велике значення ймовірності не може бути вичерпним доказом істинності теоретичного закону розподілу, а свідчить лише про відсутність потреби його відхиляти [4] .

Недавно вийшла робота [5], мета якої - обчислення вірогідності визначення дефектів деталей методом неруйнівного контролю. Аналіз цієї роботи свідчить про наступне.

1. Значна частина роботи присвячена обґрунтуванню фізичного змісту функції ймовірності, що було ще зроблено подавно ще Максвеллом, а пізніше підтверджено дослідами Броуна і Перрена. Обґрунтування функції Гауса наведені в багатьох джерелах, наприклад [6].

3. В тих випадках, коли не представляється можливим представити систему за допомогою детермінованих даних, завжди актуальна задача побудови ймовірнісної моделі фізичної системи із використанням випадкових (стохастичних) величин, які описуються відповідними ймовірнісними (статистичними) характеристиками і статистичними закономірностями. Саме завдяки статистичному підходу, представляється можливим стан системи представити у вигляді деякої «розмитої» точки в n -вимірному просторі. Границі розмитої області задаються з деякою ймовірністю, тому рух точки в ній визначається випадковою функцією, а статистичний розподіл відносно дії на систему деякого параметра, представляє зріз вздовж лінії цього параметра. Оскільки в реальних умовах вимірювання зазнають практично незалежних випадковим впливів, розподіл зростаючої кількості виміряних фізичних даних завжди прямує до нормального. Це дозволяє здійснювати експресоцінку відповідності емпіричного розподілу нормальному, чому часто не приділяється належна увага, в тому числі авторами [5], порушуючи цим самим вимоги базових принципів теорії ймовірностей і математичної статистики.

4.На превеликий жаль, автори [5] не прийняли до уваги те, що в статистичному усередненні, положення екстремуму кривої Гауса менше всього представляє інтерес, оскільки завжди є можливість провести центрування кривої розподілу щільності ймовірностей із експериментальним вибірковим середнім. Об'єктивною характеристикою є дисперсія, як міра флуктуацій. Для досягнення однозначності в інтерпретації фізичної суті випадкових флуктуацій результатів, для нормального розподілу, середньо квадратичне відхилення (СКВ) нормоване межами

$\pm 1\sigma;\pm 2\sigma;\pm 3\sigma$, оскільки при зростанні обсягу вибірки усі розподіли прямують до розподілу Гауса (центральна гранична теорема). Крім цього, це дозволяє одержати більш достовірну однозначність застосовування різних методів оптимізації, в тому числі із застосуванням розроблених критеріїв для прийняття (відхилення) нульової (альтернативної) гіпотези.

5. Автори [5] можуть ввести в оману читачів стосовно суті СКВ. Нагадаємо, що з експериментом пов'язують величину із випадковим числовим значенням ψ, де функція ψ дійсна, повинна задовольняти всім аксіомам ймовірності. В теорії ймовірностей і математичній статистиці, дисперсія випадкових значень ψ, як міра інтенсивності флуктуацій, що дорівнює середньому квадрата без квадрата середнього, для якої строго виконується нерівність D >0, це фундаментальне поняття. **Крім цього,** параметри положення m_{ψ} екстремуму розподілу і розмаху самої кривої σ_{ψ} визначають не фізичну величину , а вид розподілу щільності ймовірностей її випадкових значень . Ці поняття зручні для таких розподілів як нормальний, експоненційний, трапеціїдальний, тощо, які використовують метод моментів, оскільки метод моментів справджується лише тоді, коли відповідні інтеграли не розбігаються.

Більш універсальним є поняття про центр розподілу, який визначається як центр тяжіння розподілу або 50% квантиль. Центр тяжіння розподілу (випадкової величини (ВВ)) – це механічнний аналог математичного сподівання, якщо прийняти, що ймовірності значень – це маси точок**. Із моделі** про центр тяжіння **випливає**, що довільне тіло у невизначеному стані намагається зайняти рівноважний стан. Точно так довільна ВВ за умови значної кількості вимірювань прямує до свого рівноважного (в розумінні середнього) - математичного сподівання (МС). Такий підхід вимагає лише існування моменту нульового порядку та ширини розподілу. Для симетричного розподілу, як стандартний (нормальний) , центр тяжіння співпадає із модою. Однак на відміну від моди, поняття про центр тяжіння розподілу правомірне для усіх розподілів. Так, для розподілу Коші МС не існує, тоді поняття про центр тяжіння кривої розподілу для нього правомірне. Відсутня мода і для рівномірного розподілу.

Таким чином, дисперсія і стандартне квадратичне відхилення – це базові характеристики розсіяння значень **ВВ**. Однак дисперсія характеризує розсіяння відносно МС ВВ, має розмірність її квадрату. Це не дуже зручно для моделювання фізичних процесів, тому введений інший

параметр розсіяння σ_X . Наприклад, в електричних колах (схемах) дисперсія, переважно відноситься до середньої потужності, що виділяється на активному електричному опорі змінною складовою прикладеної до нього електричної напруги або електричного струму через омічний опір. Тоді корінь квадратний із дисперсії в цьому випадку буде відповідати показам вольтметра або амперметра, якщо шляхом конденсатора, усунена стала складова електричного сигналу.

6. Автори [5], розв'язуючи актуальну для виробництва задачу забезпечення лінійки неруйнівного контролю статистичною обробкою і аналізом даних вимірювань, не врахували той факт, що в статистичному моделюванні широкого застосування набули властивості законів розподілу до так званого «самовідтворення». Так, сума нормально розподілених ВВ також розподілена нормально; за законом Коші розподілена сума розподілених законом Коші ВВ, тощо. Властивість законів розподілу до самовідтворення, дозволяє встановити вид щільності розподілу ймовірності похибки по заданому вигляду похибки як функції випадкових аргументів і відомим розподілом цих аргументів [7-8].

Література

1. Платонов А.К., Иванов Д.С. Метод обработки измерений. М.:МФТИ, 2013

2. Тихонов В.И., Харисов В.Н.. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. М.: Радио и связь, 2004. - 608 с.

3.Ван Трис Г. Теория обнаружения, оценок и модуляции. Т.2. М.: Советское радио, 1975. — 344 с.

4. Ruohonen K. Statistics 1. 2011. www.S-1pdf-STDUViewer; http://math.tut.fi/~ruohonen/S_1.pdf

5. Шматко Д.З., Кочнева О.В. Обчислення вірогідності визначення дефектів деталей методом неруйнівного контролю. Мат. мод. №1(36),2017

6. Patel, J. K. and Read, C. B. Handbook of the Normal Distribution. New York: Dekker, 1982

7. Susan Holmes (1998). Sums of Random Variables: Statistics 116. Stanford. http://statweb.stanford.edu/~susan/courses/s116/node114.html

8. Цветков Э. И. Основы математической метрологии -СПб.: Политехника, 2005 -511 с.

УДК 004.43

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОГРАМ EXCEL ТА MATHCAD ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРИКЛАДНИХ МАТЕМАТИЧНИХ ЗАДАЧ

В.І. Гур'єв, І.В.Фірсова
Чернігівський національний технологічний університет

В умовах зростаючої ролі інформаційних технологій інженерно-технічні розробки стають основою успіху для великої кількості компаній. Тому зростає необхідність у стандартизації та документуванні важливих для бізнесу інженерних розрахунків. Стандартизація методів їхнього виконання та документування забезпечує узгодженість глобальних процесів розробки продукту. Незліченні розрахунки супроводжують практично кожне проектне рішення на будь-якому етапі створення продукту. Розрахунки – важлива частина процесу розробки продукту. Сьогодні інженери виконують розрахунки з використанням спеціально створених програм, у тому числі за допомогою Microsoft Excel та MathCad.

За традицією процесори електронних таблиць, такі як Microsoft Excel, використовуються для простих обчислень, розв'язання неважких рівнянь та роботи з великими об'ємами даних у табличному представленні. Але при складних обчисленнях їхнє представлення у Excel стає малозрозумілим нагромадженням цифр, літер та дужок.

У MathCad немає синтаксису, який важко запам'ятовується. Достатньо просто ввести рівняння, а потім виводяться результати. MathCad використовує стандартне математичне представлення та фіксує припущення, методи та данні, що використовуються при кожному розрахунку, незалежно від його важкості. Якщо потрібно більше математичних можливостей або гнучкості, ніж можуть дати числові обчислення, MathCad надає можливість виконати символьні обчислення або будь-які інші розрахунки більш високого рівня. Крім того MathCad містить готові шаблони, які можна модифікувати для розв'язування широкого спектру математичних задач, від розв'язання рівнянь до побудови графіків.

Успіх Excel та MathCAD на ринку програмних продуктів обумовлений низкою їхніх переваг, серед яких головними є відносна простота використання та універсальність додатків. Excel об'єднує в собі кращі риси офісного додатка, що використовується при створенні всіляких документів, а також надає у розпорядження користувача широкий набір утиліт не тільки для виконання різних, достатньо складних обчислень, але й аналізу отриманих результатів.

До складу Excel включено велику кількість додаткових утиліт (надбудов), що поставляються разом з пакетом та дозволяють ефективно розв'язувати математичні задачі. Належність програми до сімейства продуктів Microsoft забезпечує високу сумісність з іншими програмами, зокрема з програмою MathCAD. У свою чергу MathCAD не тільки дозволяє вести математичні та економічні розрахунки практично будь-якого ступеня важкості, але й володіє широкими можливостями графічної інтерпретації результатів розрахунків, що особливо важливо при розв'язуванні практичних задач, наприклад для системи рівнянь.

Розв'язання системи рівнянь в Excel

Найпоширеніший спосіб розв'язування систем лінійних рівнянь засобами Excel це застосування матричного методу.

Він полягає у побудові матриці з коефіцієнтів виразів, а потім створенні оберненої матриці. Розглянемо приклад системи рівнянь:

$$2x + 5y - 8z = 8$$

$$4x + 3y - 9z = 9$$

$$2x + 3y - 5z = 7$$

Для знаходження розв'язку системи за допомогою Excel виконуємо наступні дії:

1. Заповнюємо матрицю **M** числами, які є коефіцієнтами рівняння. Ці числа повинні розташовуватись послідовно по порядку з урахуванням розташування кожного кореня, якому вони відповідають.

2. Окремо записуємо матрицю N, координати якої це вільні члени системи рівнянь.

3. Для знаходження розв'язку системи спочатку визначаємо обернену матрицю. У Excel для цього існує спеціальний оператор «МОБР». Його синтаксис = МОБР (массив). Аргумент «массив» - це адреса вихідної таблиці. Отже, виділяємо на аркуші область порожніх комірок, яка за розміром дорівнює діапазону вихідної матриці. Клацаємо на «Вставить функцию», розташовану біля рядка формул.

4. Виконується запуск **Мастера функций**. Переходимо до категорії «Математические». У списку шукаємо «МОБР», виділяємо її та клацаємо на «ОК».

5. Запускається вікно аргументів функції «МОБР». Воно по числу аргументів має всього одне поле - «Массив». Тут потрібно вказати адресу таблиці. Для цих цілей встановлюємо курсор в це поле. Потім затискаємо ліву кнопку миші і виділяємо область на аркуші, в якій знаходиться матриця. Дані про координати розміщення автоматично заносяться до поля вікна. Після того, як задача виконана використати комбінацію клавіш Ctrl + Shift + Enter (рис 1.)

6. Отримали обернену матрицю, яку потрібно помножити на матрицю N. Для множення таблиць у Excel є функція МУМНОЖ. Вона має синтаксис =МУМНОЖ(Массив1;Массив2). Виділяємо діапазон та знов запускаємо **Мастер функций**, натиснувши «Вставить функцию»

7. У категорії «Математические», **Мастера функций** що запустився, виділяємо «МУМНОЖ» та натискаємо «ОК». Активується вікно аргументів «МУМНОЖ». До поля «Массив1» заносимо координати оберненої матриці, а до поля «Массив2» - N. Нарешті набираємо комбінацію Ctrl+Shift+Enter (рис 2).

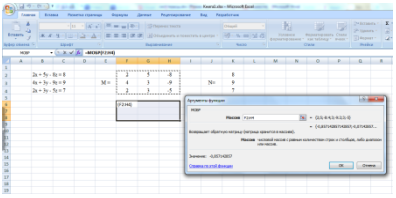


Рисунок 1

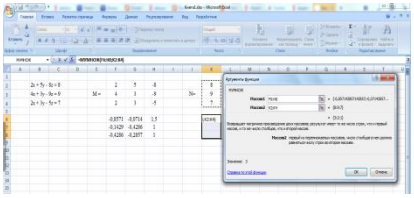
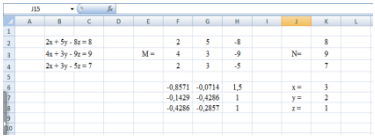


Рисунок 2

1. Після даної дії в попередньо виділеній комірці відображаються корені рівняння x, y, z. Вони будуть розташовані послідовно (рис 3). Отже система рівнянь розв'язана.

Для перевірки достатньо підставити до вихідної системи значення змінних.



1											
2		2x + 5y - 8z = 8				2	5	-8			8
3		4x + 3y - 9z = 9			M =	4	3	-9		N=	9
4		2x + 3y - 5z = 7				2	3	-5			7
5											
6						-0,8571	-0,0714	1,5		x =	3
7						-0,1429	-0,4286	1		y =	2
8						-0,4286	-0,2857	1		z =	1
9											
10											

Рисунок 3

Розв'язання системи рівнянь в Mathcad

Маємо таку ж систему рівнянь:

$$2x + 5y - 8z = 8$$

$$4x + 3y - 9z = 9$$

$$2x + 3y - 5z = 7$$

Задамо матрицю коефіцієнтів M та вектор правих частин N:

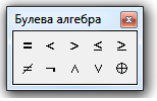
$$M := \begin{pmatrix} 2 & 5 & -8 \\ 4 & 3 & -9 \\ 2 & 3 & -5 \end{pmatrix} \qquad N := \begin{pmatrix} 8 \\ 9 \\ 7 \end{pmatrix}$$

Для знаходження розв'язку системи використовуємо обчислювальну функцію lsolve(M,N)

$$\text{lsolve}(M,N) \rightarrow \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Можна розв'язати систему використовуючи метод розв'язуючого блоку Given/Find, для цього:

- задаємо початкові наближення для невідомих (довільні числа);
- вводимо ключове слово Given;
- переписуємо систему рівнянь у вигляді логічних рівностей, використовуючи знак $=$, який знаходиться на панелі «Булева алгебра»:



- виводимо результат, використовуючи функцію Find( ), причому число аргументів функції Find( ) повинно бути рівним кількості змінних.

$$x := 1 \quad y := 1 \quad z := 1$$

Given

$$2x + 5y - 8z = 8$$
$$4x + 3y - 9z = 9$$
$$2x + 3y - 5z = 7$$

$$\text{Find}(x,y,z) = \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Взагалі, програми Excel та MathCAD достатньо універсальні, є області, у яких їхнє використання є найбільш пріоритетним. Сюди необхідно віднести у першу чергу задачі з виконання всілякої оптимізації (розрахунок оптимальних сценаріїв, вибір маршрутів, розподіл фінансових коштів і т.д.). Кожна така задача, крім практичного значення, має ще й математичне формулювання. Тому важливо не тільки отримати коректний із формальної точки зору результат, але ще мати хоча б загальне уявлення про математичну суть проблеми.

Література

1. Сучасні інформаційно-комунікаційні технології у навчанні математичних дисциплін в закладах вищої освіти/MathCad /Гур'єв В.І., Фірсова І.В.// Розділ кафедральної монографії / за заг.ред. Ткач Ю.М.; Ткач Ю.М., Трунова О.В., Мехед Д.Б., Базилевич В.М., Мурашковська В.П., Петренко Т.А., Гур'єв В.І., Фірсова І.В. . Ніжин: ФОП Лук'яненко В.В. ТПК «Орхідея», 2016. – 358с. – С. 143-191.

2. Математичне моделювання за допомогою Mathcad /Гур'єв В.І., Фірсова І.В. // Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС 20169: тези доповідей 11 міжнародної науково-практичної конференції

(Жукін, 27 червня – 1липня 2016 р.) / М-во осв. і наук. України, Інженерна академія України та ін. – Чернігів: ЧНТУ, 2016. – 476 с. – С. 385-389.

УДК 004.043

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ПОВЕДІНКИ АЛГОРИТМУ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ FOREL ВІД КІЛЬКОСТІ ВХІДНИХ ТОЧОК У ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧАХ

Зінченко Л.В., Костичева К.Ю.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

Вступ

Досить часто у людей, що навчаються, виникають труднощі з домашнім завданням, лабораторними роботами тощо. Не завжди вдається розібратися незрозумілим матеріалом самостійно. Саме тоді необхідна допомога тієї людини, що розуміється у тому чи іншому питанні. Для цього звертаються до репетиторів або менторів. Ментор – це людина, що самостійно визначає вектор навчання та його інтенсивність. Задача ментора полягає у тому, щоб допомагати тоді, коли допомога необхідна. Виникає питання – як знайти таку людину? Якщо раніше пошук здійснювався по газетах чи оголошення на зупинках, зараз він відбувається в Інтернет. На сьогоднішній в Україні існує невелика кількість сайтів, що надають можливість саме учням знайти ментора або залишити заявку про допомогу. Тобто це не просто пошук репетитора по предметній області, це пошук по задачі чи проблемі, яку учень не може вирішити чи зрозуміти, це можливість знайти ментора, який компетентний саме у конкретному питанні. Однодумці – група людей зі схожими поглядами на життя, переконаннями, схожими способами мисленням, стилем життя (якоюсь мірою схожі/однакові) або люди, що займаються однією справою[1].

Авторами створене WEB-застосування для підтримки комунікації менторів та учнів, що має вирішити означену проблему. Воно надає різноманітні функціональні можливості, що допомагають у повній мірі комунікувати один з один. Користувацькі ролі розділені на такі, як учні та ментори. Зокрема, учні мають таку можливість, як пошук однодумців. Дана функція також може спростити процес навчання, оскільки група людей, що займається однією справою досягає своїх спільних цілей швидше, ніж наодинці.

Для пошуку однодумців можна використати різні методи кластеризації. Один з них алгоритм FOREL. Основна ідея метода FOREL полягає

у пошуку об'єктів, що знаходяться у сфері з певним радіусом, який задається на початку роботи алгоритму [2]. Проте виникає питання, як підбирати радіус та як змінювати радіус зі збільшенням користувачів системи.

Для реалізації пошуку однодумців використовуються дані, отримані від кожного учня у результаті проходження ним анкетування. Анкета складається з певної кількості питань, що асоціюється з певною характеристикою. Кожному питанню ставиться у відповідність числове значення певної характеристики. Важливо зазначити, що в залежності від поставлених питань можна змінювати критерії пошуку однодумців. За результатами анкетування для кожного користувача потрібно знайти, наприклад, $G=10$ однодумців, тобто поділити всіх користувачів на групи – кластери [3].

Отже, маємо множину користувачів з відомим набором характеристик та відомою шкалою вимірювання кожної характеристики. Мета - для кожного учня знайти набір (групу) з інших користувачів з найбільш схожими значеннями цих характеристик, тобто однодумців.

Постановка задачі. Задача пошуку однодумців може бути зведена до задачі кластеризації [4]. Сформуємо математичну модель даної задачі. Для цього введемо наступні позначення: кількість користувачів – N; кількість запитань у анкеті – m; максимальна кількість користувачів у кожному кластері – G; кожному запитанню в анкеті поставлено у відповідність кількісна оцінка x_j; залежно від відповіді ця оцінка може приймати значення від a_j до b_j. З урахуванням цього кожен користувач представляє собою точку у m-вимірному просторі (m-вимірний вектор). Отже, маємо N точок $x^1 \dots x^N$, де $x^k \in R^m$, $k=1,\dots,N$. Координати точок задовольняють обмеженням:

$$a_j \le x_j^k \le b_j,\ k=\overline{1,N},\ j=\overline{1,m};\ \forall x_j^k, a_j, b_j \ge 1.$$

Для заданого елемента x^0 потрібно знайти найбільш подібні, що задовольняють умові:

$$\sum_{j=1}^{m}\left(\frac{(x_j^k - x_j^0)^2}{(b_j - a_j)^2}\right) \le k$$

де k - заданий параметр, що визначає ступінь «схожості».

Приблизна кількість кластерів визначається за формулою (при $G=10$):

$$d = \frac{N}{10},$$

де N - кількість точок і $N \geq 10$.

Результати. Кількість альтернативних відповідей у кожному питанні обмежена зверху значенням 7 (з урахуванням психологічних особливостей людини), а знизу - значенням 2 (найменше значення для кількості альтернатив). З огляду на це – пропонується використовувати значення 4, тобто $1 \leq x_j^k \leq 4$, $k = \overline{1,N}$, $j = \overline{1,m}$.

Спочатку було визначено значення радіусу, при якому швидкість виконання є прийнятною. Для цього змінювалась кількість N користувачів, визначався радіус і відповідний час виконання (час виконання був «ідентифікатором» того, наскільки радіус відповідає кількості користувачів на сайті). На рисунку 1 можна побачити залежність радіуса від кількості точок. При збільшенні кількості точок радіус зменшується. Дане твердження є вірним, оскільки чим більше точок тим щільніше вони розташовуються, але у кожен кластер має потрапляти близько $G = 10$ точок тому необхідно зменшувати радіус кожного кластера.

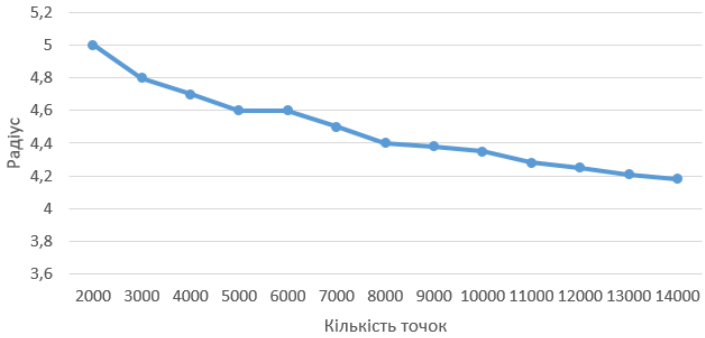


Рисунок 1 - Графік залежності радіуса від кількості точок (користувачів)

Під час проведення цього експерименту розраховувалось середнє арифметичне значення часу виконання програми по чотирьох прогонам алгоритму, на вхід якого подаються однакові точки.

З рисунку 2 можемо бачити, що при збільшенні кількості користувачів алгоритм дуже довго опрацьовує вхідні дані.

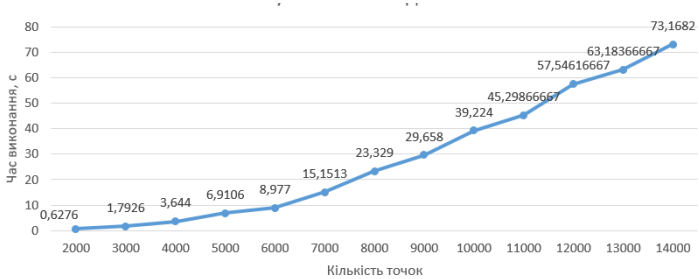


Рисунок 2 – Графік залежності часу виконання від радіуса при різній кількості користувачів

Висновки. Отже, зі збільшення точок, при умові, що ми досягаємо поставленої задачі – 10 точок у кластері, алгоритм FOREL потребує постійного зменшення радіусу. Це говорить про залежність радіусу від кількості вхідних точок. Даний алгоритм можна використовувати для великих динамічних систем, за умови, що й радіус буде також змінюватись. Значення радіусу буде встановлюватись на основі експериментів, проведених аналогічно до розглянутих у даній роботі, або спеціально розробленого програмного забезпечення. Алгоритм FOREL можна використовувати для створеного WEB-застосування для підтримки комунікації менторів та учнів, але за умови динамічного зменшення радіусу відповідно до реального стану системи.

Література

1. Тлумачний словник російської мови: Ожегов С.І., 1999. – 944 с..
2. Параллельный итерационный кластерный анализ на основе алгоритма FOREL: праці конф., Янчуковский В.Н., Сосинская С.С., // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование – 2013. – №3 (39).
3. Использование метода кластеризации в информационно-аналитической системе // Радіоелектронні і комп'ютерні системи, – 2016. – № 2 (76).
4. Статистическая классификация и кластерный анализ, Гитис Л. Х., : Горная книга, – 2003. – 151с.

УДК 004.94: 004.428

ТЕСТУВАННЯ ПАРАЛЕЛЬНИХ ПРОГРАМ НА МОДЕЛЯХ

О.Ю. Дифучина
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

На сьогоднішній день розробка паралельних програм є надзвичайно важливою сферою діяльності у програмуванні. Паралельні обчислення використовуються майже в усіх великих проектах з інформаційних технологій для підвищення швидкодії алгоритмів. Навіть при розробці елементарних програмних застосувань необхідне використання паралелізму для реалізації графіки та анімаційних процесів.

Кожний програмний продукт піддається тестуванню на багатьох стадіях реалізації (від прототипу до готового продукту) для оцінки ефективності та якості функціонування. Однак багатопоточні програми відрізняються своєю стохастичною поведінкою та сильно залежать від обчислювальних ресурсів, на яких вони виконуються, а отже потребують спеціалізованого тестування. На жаль, традиційні методи тестування не здатні врахувати всі особливості функціонування паралельних алгоритмів та випробувати багатопоточну програму належним чином, передбачивши усі можливі сценарії її виконання. Тож, відсутність ефективних засобів відлагодження багатопоточних програм робить актуальним дане дослідження.

На сьогодні у світі не існує самостійних інструментів для тестування та налагодження багатопоточних програм. Є багато досліджень на тему проблем багатопоточного програмування, однак засобів виявлення або попередження їх немає [1]. Дотепер для тестування паралельних програм використовували ті ж самі підходи, що і в процедурному програмуванні: вбудовані інструменти типу зневаджувача(debugger), що дозволяє контролювати виконання програми, та статичного аналізу коду, що відслідковує синтаксичні помилки. Проте складним завданням є пошук помилки в логіці виконання паралельного алгоритму через не детермінований порядок інструкцій, що виконуються потоками, та розподіл ресурсів [2]. Наприклад, у мові програмування Java є вбудований відладчик активності потоків, однак він не дозволить відловити навіть таку поширену проблему, як дедлок. До того ж, відлагодження паралельних програм значно ускладнюється, коли задіяних потоків багато. У такому випадку моделювання є чи не єдиним можливим рішенням, адже тестування методом прогонів займе величезний об’єм часу, обчислювальних ресурсів та фінансів.

Очевидно, що коли виникає потреба зекономити ресурси(як обчислювальні, так і фінансові), необхідно вдатися до моделювання. У нашому випадку модель дозволить варіювати параметри ресурсів, на яких запускається паралельна програма, а значить виконувати тестування швидше.

Єдиним відомим способом моделювання паралельних програм на даний час є побудова діаграми взаємодії потоків. Однак, цей метод не є ефективним, адже таким чином можна відобразити лише логіку програми, а не роботу у часі. Тож, засобом для моделювання паралельних програм обрано стохастичну мережу Петрі. Її формалізм дозволяє детально описати роботу програми, врахувавши при цьому стохастичну поведінку потоків та об'єм обчислювальних ресурсів [3]. Імітація моделі паралельної програми, побудованої засобами стохастичної мережі Петрі, надає змогу відтворити роботу програми у часі. Після цього, отримані результати імітації можна використати для аналізу ефективності програми.

Для того, щоб створити зручний інструментарій для моделювання необхідно розробити моделі базових механізмів багатопоточності таких, як:

- створення потоку, початок і кінець його роботи;
- блокування потоку;
- блок синхронізації дій потоку;
- доступ до спільних даних;
- пул потоку.

Для кожного з вище перелічених механізмів багатопоточного програмування були розроблені моделі на основі стохастичних мереж Петрі. Фрагменти програмної реалізації даних механізмів, по яким будувалися моделі, були взяті із веб ресурсу Java tutorials [4]. Попередньо були визначені правила співставлення фрагмента програмного Java-коду частині мережі Петрі.

Наприклад, механізм створення пулу потоків та завантаження воркерів у цей пул представлено таким програмним кодом:

```
ExecutorService executor =
     Executors.newFixedThreadPool(2);
for (int i = 0; i < 5; i++) {
  Runnable worker = new Worker();
  executor.execute(worker);
},
```

де Worker – клас, що імплементує інтерфейс Runnable.

За програмним кодом була розроблена відповідна модель пулу потоків (рис. 1). Побудована модель містить 2 потоки та 5 воркерів, це

відображено у позиціях numThreads і numWorkers. Створенню пулу потоків відповідає подія newThreadPool. Подія newRunnable моделює створення воркера. Подія invoke відтворює завантаження воркера в пул потоків. Подія run() імітує виконання дій потоку і при необхідності може бути деталізована.

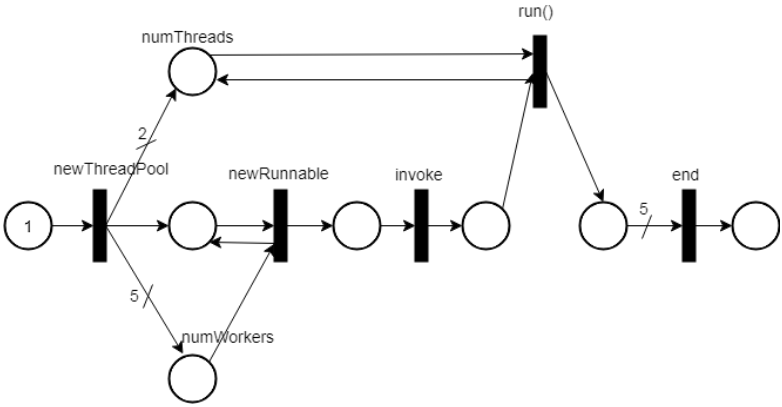


Рис. 1 Модель механізму створення та роботи пулу потоків побудована засобами стохастичної мережі Петрі.

Експериментально була встановлена точність даної моделі шляхом порівняння роботи конкретної багатопоточної програми та її моделі.

Таким чином, запропоновано метод тестування паралельних програм на моделях, створених засобами стохастичних мереж Петрі, з урахуванням зайнятості обчислювальних ресурсів. Розроблені моделі базових фрагментів багатопоточних програм, які надають можливість зменшити кількість помилок при проектуванні моделі та збільшити швидкість розробки моделі. Завдяки врахуванню стохастичної поведінки потоків у багатопоточній програмі та об'єму задіяних обчислювальних ресурсів, моделювання паралельних програм стохастичною мережею Петрі надає змогу досить точно відтворити роботу програми, тим самим дозволяє заощадити час та фінансові ресурси при тестуванні багатопоточних програм.

Література

1. R. Singh An Optimized Task Duplication Based Scheduling in Parallel System // International Journal of Intelligent Systems and Applications. – 2016. – №8 (8). – P.26-37.

2. B. Goetz, T. Peierls, J. Bloch, J. Bowbeer, D. Holmes, D. Lea Java Concurrency in Practice. – Addison-Wesley, Boston , 2006. – 384 p.

3. Stetsenko I.V. State equations of stochastic timed petri nets with informational relations // Cybernetics and systems analysis. – 2012. – №5(48) . – pp.784-797.

4. The Java Tutorials. Lesson: Concurrency [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://docs.oracle.com/javase/tutorial/essential/concurrency/index.html

УДК 004.4'232

UNITY 3D КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

О.М. Михайленко

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Развитие вычислительных технологий обуславливает проникновение информационных технологий все в новые и новые сферы человеческой деятельности. Наращивание и удешевление вычислительных мощностей компьютеров позволяет решать все более и более ресурсоемкие задачи. Так, например, имитационное моделирование позволяет досконально изучить моделируемый реальный процесс посредством взаимодействия с соответствующей виртуальной моделью, что может существенно сократить затраты ресурсов на исследования реального процесса. Степень детализации подобной модели может зависеть от условий поставленной задачи, а также от возможностей выбранной среды разработки и доступности реализации на выбранном языке моделирования. Однако результаты подобного подхода может быть довольно сложно интерпретировать, а внесение изменений в параметры модели и влияние на процесс имитации зачастую оказывается непростой задачей. При этом во многих смежных сферах информационных технологий наблюдаются значительные успехи в области визуализации данных.

В индустрии разработки видеоигр применяются самые современные методы и технологии создания виртуального двухмерного и трехмерного пространства. Для ускорения, облегчения и унификации процесса создания программного продукта создается специальное программное обеспечение игровой движок. Примером такого продукта является Unity 3D, разработанный компанией Unity Technologies. Он распространяется бесплатно (коммерческое использование с прибылью выше определенного порога требует приобретения лицензии) и включает в себя, кроме того, интегрированную среду разработки. Разработка в Unity ведется с использованием принципов объектно-ориентированного подхода. Инструменты, присутствующие в Unity, позволяют легко

создавать виртуальное трехмерное или двухмерное пространство, называемое сценой и наполнять его виртуальными объектами. Объекты на сцене выстраиваются в иерархию. Система компонентов позволяет быстро собирать и настраивать объекты. В качестве компонентов выступают как экземпляры стандартных классов, реализованных в движке, так и специально создаваемые скрипты, содержащие код на C#.

Движок изначально предлагает широкий выбор компонентов, реализующих ту или иную функцию. Например, Unity содержит в себе моделирование освещения, гравитации и механики, систему отслеживания и обработки столкновений и многое другое. Система компонентов обеспечивает высокую гибкость, что позволяет быстро заменять и настраивать компоненты в процессе создания продукта. В среду разработки Unity также интегрирован официальный магазин, который содержит множество реализаций как компонентов, так и целых объектов.

C# является высокоуровневым объектно-ориентированным языком программирования, а также основным языком программирования, используемым при разработке на Unity. Этот язык имеет множество достоинств, рассмотрение которых выходит за рамки данной темы, а его высокий уровень абстракции позволяет сосредоточиться непосредственно на моделировании, а не технической реализации. Создание сценариев позволяет задать поведение объектов на сцене. Использование библиотек Unity обеспечит широкие возможности по контролю процесса имитации и высокой детализации модели. Кроме того, Unity содержит инструменты для создания пользовательского интерфейса, который позволит влиять на параметры модели (в том числе параметры объектов, их компонентов и самой сцены, как и, например, временной шкалы) во время имитации.

Создание модели в виртуальном пространстве является подходящим решением для многих задач, требующих близкого и понятного взаимодействия с процессом имитации. Так, компании, работающие с компьютерной графикой, преуспели в создании реалистичных природных явлений, например, освещения, воды и тумана. Вооруженные силы США используют игры-симуляторы с достоверным моделированием военной техники для тренировок солдат. Все эти задачи решаются посредством использования игровых движков, а Unity является современным и доступным продуктом в этой области.

Литература

1. Working in Unity [Электронный ресурс] 2018. Режим доступа: https://docs.unity3d.com/Manual/UnityOverview.html

УДК 303.092.5:519.876.5:538.913:620.18

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОДЕЛЮВАННЯ САМООРГАНІЗАЦІЇ КЛАСТЕРНИХ СИСТЕМ У ТВЕРДОМУ ТІЛІ

Ю.В. Кривченко
Одеська національна академія харчових технологій

Практичне дослідження кластерів в твердих тілах пов’язано із складністю і трудомісткістю експериментів. Основні проблеми полягають в тому, що для отримання достовірної інформації про структуру і властивості необхідно синтезувати кластери з широким діапазоном параметрів і створити надійну систему їх діагностики. У зв'язку з цим має сенс використовувати імітаційне і статистичне моделювання, причому, найбільш надійні передбачення властивостей таких систем дають комп'ютерні розрахунки, проведені, зокрема, методом Монте-Карло.

Мультимасштабна структура, яка характеризує перколяційний кластер, значно розширює можливості опису процесів генерації та еволюції кластерних систем в твердих тілах, зокрема, дозволяє істотно збільшити варіативність умов об’єднання їх елементів в процесі утворення.

Достатньо різні за своєю фізичною природою, але споріднені за генезисом та структурою кластерні системи провокують ряд явищ і процесів, що значно впливають на властивості матеріалу. При зростанні концентрації елементів деякої з підсистем матеріалу може виникнути перколяційний кластер, що призводить до структурного фазового переходу, коли в матеріалі стрибкоподібно змінюється кореляційна довжина, з'являється виділений напрям, знижується симетрія об'єкта.

Для вирішення задач, пов’язаних із практичним дослідженням кластерних систем, розроблено програмний комплекс моделювання кластероутворення (ПКМК), у якому імітується взаємодія кластер-кластер і кластер-частка, і саме така система характерна для структури різних утворень в твердих тілах – сукупності часток, тріщин, структурних неоднорідностей, пустот, пор, меж розділу та ін.

При розробці ПКМК вирішено наступні задачі:

- розроблено метод генерування кластерної системи;
- реалізовано метод багаторазового маркування кластерів Хошена-Копельмана для знаходження порогу перколяції на квадратній, кубічній та багатовимірній решітках;
- відпрацьовано та реалізовано алгоритми нумерації кластерів, розподілу кластерів за розмірами, розрахунку ряду характеристик, таких як середній розмір кластерів, радіус гірації, ступень анізотропії;

визначення критичних показників, таких як індекс довжини кореляції, індекс зростання потужності кластерної системи, а також розмірностей (фрактальної, кореляційних) перколяційного кластера і кластерів, маса яких перевищує 20% його маси;

- передбачено отримання результатів аналізу властивостей кластерної системи у множині циклів моделювання з отриманням графічного та текстового подання даних.

ПКМК створено високорівневою мовою програмування Java за допомогою інтегрованого середовища розробки Oxygen.2 (Eclipse IDE for Java Developers). Для визначення місця виникнення трансформованої ділянки використовується метод Монте-Карло і генератор випадкових чисел. Алгоритм моделювання поділяється на дві частини. Перша сформована конструкціями загального призначення. Вони служать для опису обчислень, керуючих структур, підпрограм, модульної структури складної моделі і бібліотек підпрограм і фрагментів моделей, імпорту зовнішніх модулів в модель або в саму систему. Друга частина алгоритму відображає специфіку проблемної області – дослідження кластерних систем. Основні типи об'єктів спеціалізованої семантики програмного комплексу в цій частині служать для опису кластерних структур, їх частин, елементів, композицій і станів. У ПКМК реалізуються конструктори об'єктів: Main, Cluster, Cells, Dimension, Model, Particle, Anisotropy, Stats, Settings, Distribution та інші.

У моделі вирішується багатовимірна перколяційна задача. Імітація процесів кластероутворювання проводиться на полі, заповнюваному ненульовими елементами з певною ймовірністю. По мірі нарощування кількості, частки коагулюють і утворюють кластери.

При моделюванні в ПКМК процес об'єднання часток в кластери візуалізується та анімується у реальному часі (рис.1). В основному вікні ПКМК передбачено обертання 3D-візуальної моделі у всіх напрямках і масштабування поля моделювання, а відповідно і всієї кластерної системи.

У якості алгоритму зростання кластерів використовується шлях послідовного нарощування заданої кількості часток. Одну з важливих ролей у цьому процесі відіграє надійний генератор випадкових чисел з рівномірним розподілом: спочатку за його допомогою обираються координати центрів кластероутворювання, а потім той із центрів, у якому відбуватиметься процес заповнення, після чого генератор вказує місце, де буде розташована чергова частка зростаючого кластера. Керуючими параметрами комп'ютерної моделі кластероутворення є співвідношення між розміром часток і стороною поля, кількість актів

тяжіння часток на кожному етапі генерування, мінімальна відстань взаємодії часток, довжина зв'язності перколяційного кластера, вибір закону взаємодії часток – $1/R^2$ або $1/R$. Окрім того, у кожному модельному експерименті задається кількість вимірів простору на полі, розміри поля, кількість центрів кластероутворювання.

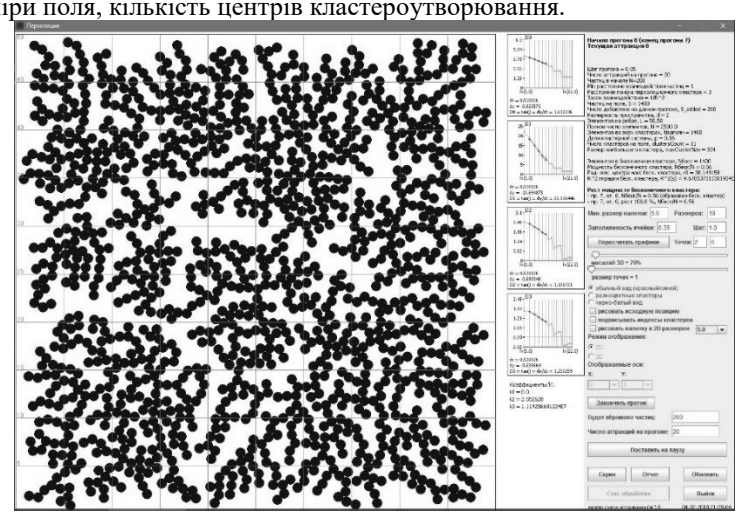


Рис.1. Головне вікно ПКМК

Обробка статистики у ПКМК виконується для оцінки розподілу даних, отриманих в процесі моделювання. Для апроксимації експериментальних даних і побудови графіків розмірностей використовується метод найменших квадратів.

У результаті моделювання за допомогою ПКМК отримані аналітичні формули залежностей зазначених вище параметрів кластерної системи від початкових умов моделювання та відповідні графіки. Деякі з них наведені на рис.2.

Розроблений програмний комплекс дозволяє вирішувати наступні задачі:

- розраховувати параметри модельних кластерів, статистику розподілу кластерів в перколяційному полі, апроксимувати експериментальні дані, отримувати аналітичні формули залежностей і будувати графіки;
- досліджувати синергетичні і фізичні механізми генезису структури кластерів і можливостей впливу на них з візуалізацією

процесів коагуляції часток, об'єднання часток в кластери, появи перколяційного кластера;

- вивчати вплив хаотичності на типи модельних кластерів, їх структуру і властивості, виявити роль факторів упорядковування і міжчасткової взаємодії при концентраційних фазових переходах; досліджувати, таким чином, структуру твердих тіл в проміжній асимптотиці.

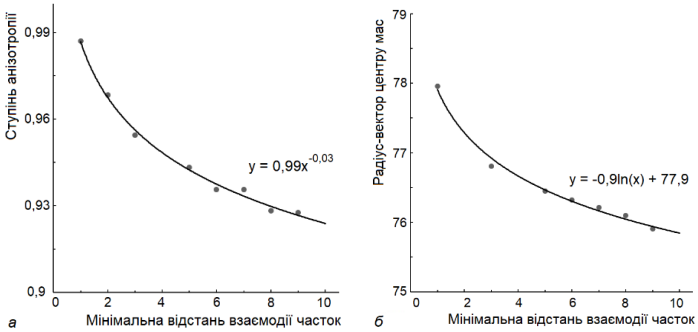


Рис.2. Залежність ступеню анізотропії кластерів (*а*) та радіус-вектору центру мас (*б*) від мінімальної відстані взаємодії часток при законі взаємодії $1/R^2$

Література

1. J. Feder. Fractals. New York: Plenum Press, 1988.
2. P. Bak, C. Tang, and K. Wiesenfeld. Phys. Rev. Lett. 59, 381 (1987).
3. P. Bak, C. Tang, and K. Wiesenfeld. Phys. Rev. Lett. 59, 381 (1987).
4. Л. М. Зеленый, А. В. Милованов. УФН 174, 809 (2004).
5. A. Herega. Nanomechanics Science and Technology 4(2), 133 (2013).

УДК 004.932.4

ЛОКАЛЬНА БІНАРИЗАЦІЯ ЗОБРАЖЕННЬ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ ОЦУ

М.О. Сперкач, Д.І. Яблонський
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

На сьогоднішній день існує багато систем оптичного розпізнавання тексту із зображення. Проте задача розпізнавання не є тривіальною, і тому в якості вхідних даних бажано передавати вже попередньо опрацьовані зображення. Це дозволяє істотно зменшити кількість інформації

з якою доводиться працювати, що призводить до покращення результатів розпізнавання. Одним із способів обробки зображення є його бінаризація.

Бінаризація [2] – це процес перетворення зображення із кольорового в чорно-біле. При цьому головним параметром є поріг бінаризації t – параметр з яким порівнюють яскравість кожного окремо взятого пікселя. За результатами даного порівняння присвоюють значення 0 або 1 (білий і чорний колір відповідно).

Розглянемо один із способів знаходження порогу бінаризації – метод Оцу. Він дозволяє розділити пікселі на два класи, таким чином, щоб внутрішньокласове відхилення кожного з них було мінімальним, а різниця між класами – максимальна. Для цього використовується лише гістограма розподілу яскравості пікселей зображення (у відтінках сірого) для знаходження порогу t, яка будується за значеннями:

$$p_i = \frac{n_i}{N},\ i = \overline{1,\ L},$$

де n_i – кількість пікселів з яскравістю i, N – загальна кількість пікселів, L – загальна кнількість рівнів яскравості зображення. При цьому справедливі наступні умови:

$$\sum_{i=1}^{L} p_i = 1,\ p_i \geq 0.$$

Діапазон яскравості пікселей ділиться на два класи в залежності від шуканого порогу t: фон (позначимо як 0) та об'єкт переднього плану (позначимо як 1). У кожного класу є своя відносна частота:

$$\omega_0(t) = \sum_{i=1}^{t} p_i,$$

$$\omega_1(t) = \sum_{i=t+1}^{L} p_i = 1 - \omega_0(t).$$

Звідси знайдемо математичне сподівання та дисперсію:

$$\mu_0 = \sum_{i=1}^{t} \frac{i p_i}{\omega_0},$$

$$\sigma_0^2 = \sum_{i=1}^{t} (i - \mu_0)^2 p_i \Big/ \omega_0,$$

$$\mu_1 = \sum_{i=t+1}^{L} \frac{i p_i}{\omega_1}.$$

$$\sigma_1^2 = \sum_{i=t+1}^{L} (i-\mu_1)^2 p_i \Big/ \omega_1$$

Наступним кроком є обчислення значення оцінки якості розділення зображення на класи. Для цього знайдемо внутрішньокласову дисперсію:

$$\sigma_W^2 = \omega_b \sigma_b^2 + \omega_f \sigma_f^2$$

та міжкласову дисперсію

$$\sigma_B^2 = \sigma^2 - \sigma_W^2 = \omega_0 \omega_1 (\mu_0 - \mu_1),$$

де σ^2 – загальна дисперсія.

У результаті, ми повинні змінювати значення t в межах $0 \le t \le L$. Значення t, що даватиме нам найбільше відношення міжкласової дисперсії до внутрішньокласової і буде необхідним порогом бінаризації:

$$\eta(t) = \max_{t=1}^{L} \left(\frac{\sigma_B^2(t)}{\sigma_W^2(t)} \right).$$

Використаємо розглянутий вище метод для локальної бінаризації зображення з текстом. При локальній бінаризації поріг t вираховується не для всього зображення одразу (як в глобальній), а окремо для кожного пікселя. Це дозволяє позбутись дефектів при нерівномірному освітленні зображення. Для цього необхідно визначити область навколо пікселя, інформація з якої буде використовуватись для визначення порогу.

Нехай є піксель A з координатами $(x_A; y_A)$ та радіус локальної області r, тоді необхідно знайти пікселі, що лежать в крузі з центром в точці A та радіусом r. Для потрапляння пікселя m з координатами $(x_m; y_m)$ в область круга необхідно виконання нерівності:

$$(x_A - x_m)^2 + (y_A - y_m)^2 \le r^2.$$

При цьому, для зменшення кількості операцій, визначення приналежності точки до круга варто виконувати лише для пікселів m, що задовольняють вимогам:

$$x_m = \overline{x_A - r, x_A + r}, \; x_m \ge 0,$$

$$y_m = \overline{y_A - r, y_A + r}, \; y_m \ge 0.$$

Підбір радіуса r навколо пікселя задається одноразово для усього зображення та знаходиться експериментальним шляхом.

Як приклад розглянемо порогову бінаризацію зображення з текстом, показаному на рисунку 1.

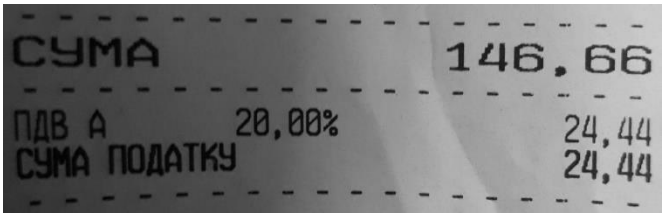


Рисунок 1 – Початкове зображення у відтінках сірого

Виконавши глобальну порогову бінаризацію отримаємо чорно-біле зображення (рисунок 3) із чітко виділяючимся текстом.

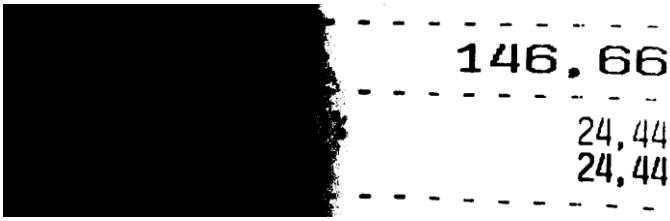


Рисунок 3 – Глобальна бінаризація із пороговим значенням знайденим Методом Оцу

Оскільки, на оригінальному зображенні освітлення було не рівномірне (нижній правий кут був затемнений), то на результуючій картинці в деяких областях відбулося злиття букв. Для запобігання цього, виконаємо локальну бінаризацію.

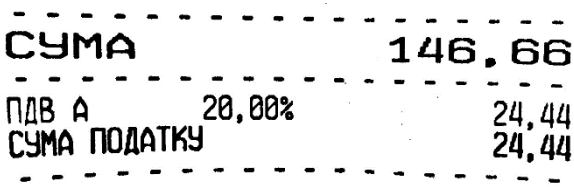


Рисунок 4 – Локальна бінаризація із пороговим значенням знайденим Методом Оцу

Зображення отримане шляхом локальної бінаризації (рисунок 4) має чітко розмежовані букви, які не зливаються між собою.

Отже, можна зробити висновок, що застосування методу Оцу дозволяє отримати хороші результати. Максимізація міжкласової дисперсії дозволяє нам отримати такий поріг бінаризації, при якому максимально

збільшується ізольованість двох класів на зображенні. При цьому, даний метод має як свої недоліки, так і переваги. До недоліків можна віднести злипання розташованих поруч ліній, а до переваг – швидкість роботи $O(N)$ та вибір оптимального порогу, а також відсутність будь яких вхідних параметрів, окрім самого зображення.

Враховуючи це, можна зробити висновок, що метод Оцу підходить для подальшого розпізнавання тексту, особливо при використанні локальної бінаризації.

Література

1. Nobuyuki Otsu. A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms. – IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 1979. – P. 62 – 66.

2. Сегментация изображения [Електронний ресурс] / Bo_bda. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: https://habr.com/post/128768/.

3. Otsu Thresholding [Електронний ресурс] / Andrew Greensted. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: http://www.labbookpages.co.uk/software/imgProc/otsuThreshold.html

УДК 004.94:519.876.5

ВЕБ СЕРВІС МОДЕЛЮВАННЯ ДИСКРЕТНО-ПОДІЙНИХ СИСТЕМ

А.Ю. Дифучин, В.М. Томашевський
Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського»

На сьогодні існує велика кількість візуальних інструментів для моделювання дискретно-подійних систем, такі як Arena, ExtendSim, Plant Simulation та інші. Система в таких моделях являє собою набір блоків, що реалізують типові функції такі, як очікування, обробка, транспортування та інші [1]. Однак в цьому випадку програмування керуючих елементів може викликати певні труднощі, оскільки алгоритми, що реалізують ці блоки не можуть бути модифіковані. Альтернативний підхід передбачає представлення системи на більш абстрактному рівні, що реалізується за допомогою використання стохастичних мереж Петрі.

Мережі Петрі є універсальним засобом формалізації будь-якої дискретно-подійної системи, проте такий рівень абстракції призводить до важкості візуального сприйняття моделі, якщо мова йде про складні системи. Як правило, складна система, що описана мережею Петрі,

містить багато однотипних елементів, які відрізняються лише параметрами. Вирішенням цієї проблеми є використання Петрі-об’єктної технології [2].

Петрі-об’єктна технологія дозволяє представляти мережу Петрі як параметр конструктора об'єкта, що дозволяє будувати багато об'єктів на основі раніше побудованої мережі Петрі. Таким чином, користувач фокусується більше на розробці унікальних елементів системи. Петрі-об’єктна модель складається з Петрі-об’єктів, що з’єднані між собою через спільні позиції, а її функціонування описується функціонуванням мережі Петрі.

Програмне забезпечення для моделювання дискретно-подійних систем розроблено на базі клієнт-серверної архітектури. Це надає наступні переваги перед існуючими standalone-застосуваннями:

– виконання алгоритму імітації відбувається на єдиному сервері, що забезпечує стабільність результатів та незалежність від потужностей клієнтської машини;

– моделі користувачів, а також результати виконання зберігаються в єдиному місці, в обліковому записі користувача;

– програма може виконуватись на будь-якому комп'ютері, оскільки єдина вимога до технічного забезпечення полягає в наявності сучасного веб-браузера;

– можливість реалізації колективної співпраці над моделями;

Графічний інтерфейс забезпечує побудову Петрі-об’єктної моделі на двох рівнях. На низькому рівні відбувається побудова мережі Петрі з використанням графічних елементів стохастичних мереж Петрі: позиції, переходи, дуги з налаштуванням їх відповідних параметрів (рис. 1). На високому рівні – створення Петрі-об’єктів. Усі графічні елементи підтримують базові маніпуляції: створення, перетягування, видалення та редагування параметрів.

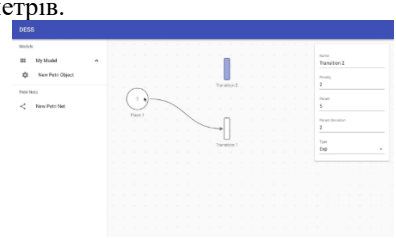


Рис. 1. Процес побудови мережі Петрі

Петрі-об'єкти створюються та зберігаються в списку об’єктів моделі. Зв'язки між Петрі-об'єктами визначаються візуально. Користувачі можуть обрати Петрі-об'єкт зі списку та визначити зв'язок з іншими Петрі-об'єктами.

Також використання Петрі-об’єктного підходу забезпечує менший час виконання. Експериментальне дослідження часових показників виконано з Петрі-об'єктною моделлю, що складалась з *n* Петрі-об’єктів, кожний з яких містить 5 послідовних подій. Спільні позиції використовуються для послідовного з'єднання об'єктів. Така конструкція моделі дозволяє гнучко контролювати кількість подій, що дорівнює *nk*. Виконуючи запуск одного Петрі-об'єкта з *nk* послідовними подіями отримаємо результат моделювання звичайної стохастичної мережі Петрі. Це дозволяє порівнювати реалізації Петрі-об'єктної моделі і стохастичної мережі Петрі. Результати експериментів підтверджують теоретичну поліноміальну оцінку моделі, складність якої отримана в роботі [3]. Алгоритм моделювання Петрі-об’єктної моделі забезпечує скорочення часу виконання імітації в середньому в 1,7 разів у порівнянні зі стохастичними мережами Петрі (рис.2).

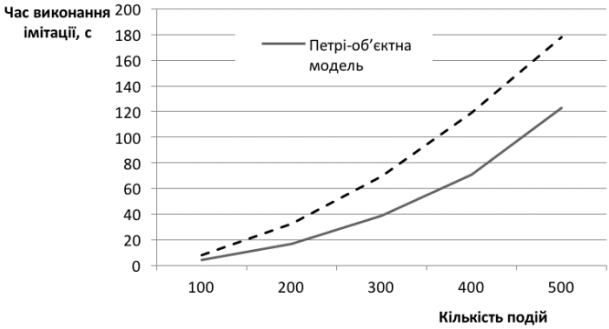


Рис. 2. Залежність часу моделювання від складності моделі

Висновки

Розроблений веб-сервіс не тільки спрощує процес побудови моделі, але також пришвидшує її виконання. Використання мереж Петрі забезпечує незалежність веб-сервісу від конкретного предметного середовища, а використання Петрі-об’єктної технології дозволяє нівелювати недоліки, пов’язані зі складністю візуального сприйняття. Також значною перевагою перед існуючими застосуваннями є незалежність від ресурсів клієнтської машини, оскільки всі обрахунки є хмарними. В перспективі це дозволить реалізувати клієнтські застосування для мобільних пристроїв.

Література

1. Kelton W. D. Simulation with Arena / W. D. Kelton, R. P. Sadowski, D. A. Sadowski. – 2nd ed. – Boston : McGraw-Hill, 1998. – 547 p.

2. I.V. Stetsenko, “Theoretical basis of Petri-object simulation,” Mathematical Machines and Systems, no. 4, 2011, pp.135-150 (in Russian)
3. Stetsenko I.V. Petri-Object Simulation: Software Package and Complexity / I.V.Stetsenko, V.Dorosh, A.Dyfuchyn // Proceedings of the 8th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS’2015). - Warsaw (Poland), 2015, pp. 381-385

УДК 004.519.217

ПРОБЛЕМИ ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ ІМОВІРНІСНИХ МОДЕЛЕЙ

[1]О.А. Руденко, [2]З.М. Руденко, [2]Н.М. Ревуцька
[1]*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*
[2]*Полтавський коледж нафти і газу Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка*

Теорія надійності програмного забезпечення є досить молодим науковим напрямом, що налічує лише понад п’ятдесят років. Згідно з проведеним дослідженням [1] теорія зазнала кілька періодів бурхливого розвитку і кілька періодів коли інтерес до неї падав. Попри те, що достеменно не з’ясовані причини спаду і зростання інтересу до теорії надійності програмного забезпечення можна висунути припущення про те, що на різних етапах її розвитку вона в більшій чи меншій мірі відповідала потребам розробників програмного забезпечення, більш чи менш об’єктивно відображала реалії життєвого циклу програмних засобів.

Оцінка надійності програмного забезпечення здійснюється на основі моделей, що містять припущення і аналітичні вирази для знаходження параметрів. Основною проблемою оцінювання надійності програмного забезпечення є невідповідність припущень реаліям. Припущення, що містить значна кількість моделей:

– про закон розподілу процесу виявлення дефектів у часі (найчастіше розподіл Пуассона, експоненціальний, рівномірний розподіл);

– про однаковий порядок складності кожного дефекту;

– про відсутність вторинних дефектів (дефекти постійно коригуються без внесення нових);

Крім того, є велика кількість моделей зростання надійності. Кожна з цих моделей має свою специфіку і сферу застосування. Тому часто виникає проблема вибору моделі для конкретного програмного забезпечення.

Література

1 D. Maevsky, V. Kharchenko, M. Kolisnyk and E. Maevskaya, "Software reliability models and assessment techniques review: Classification issues," 2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS), Bucharest, 2017, pp. 894-899.

УДК 681.32:638

СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ І ПРОЦЕСІВ СИСТЕМНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

А. А. Тимченко

Черкаський державний технологічний університет, Україна

В доповіді надані результати системних досліджень складних систем методами моделювання з використанням теоретичних положень. В якості *складних систем* використовують об'єкти і процеси *навколишнього* середовища: об'єкти природи (живої і неживої), суспільства (людство), техніки (штучної природи), явища і події та процеси їх дослідження. Такими *об'єктами* в галузі техніки виступають об'єкти машинобудування, крупні енергетичні комплекси, мережі зв'язку, комп'ютерні мережі та ін., що являє собою кінцеву *мету* колективної діяльності.

Процеси можуть розглядатися як технологічні (матеріального і енергетичного виробництва) та інформаційні процеси як засоби впровадження інформаційних технологій – досягнення мети.

Сучасний етап науково-технічної революції дає можливості значно прискорити *процеси розвитку* за рахунок широкого використання засобів обчислювальної техніки як основи реалізації сучасних технологічних виробництв з використанням інформаційних технологій.

Процеси розвитку методів *системного проектування* об'єктів нової техніки (ОНТ), які розглядаються як об'єкти автономного функціонування, постійно покращуються. Цим пояснюється наполегливість системних фахівців, працюючих в галузі системних досліджень, прикладної математики, кібернетики і інформатики при розв'язанні основної складової ефективності сучасної техніки – програмуванні життєвих циклів об'єктів нової техніки та технологій.

Важливим етапом у вирішенні цієї проблеми є створення апарату *системного моделювання*, що дає можливості поставити великі математичні (обчислювальні) експерименти та підготуватись до створення автоматизованих інформаційних систем (АІС) програмування ЖЦ ОНТ.

Системним ядром таких інтегрованих АІС повинний стати *банки математичних моделей* (системних) об'єктів програмування ЖЦ ОНТ та *пакети динамічних операцій* [1-2].

Показано що для моделювання процесів функціонування ОНТ використовується апарат диференціальної, структурної (скінченної) та сіткової динаміки, що дозволяє ієрархічне об'єднання відомих фундаментальних моделей: *диференціальної динамічної системи* (ДДС) та *скінченної динамічної системи* (КДС). Такий клас систем був оформлений у вигляді логіко-динамічних систем (ЛДС). Відповідно математичні принципи керуванню формулюються наступним чином.

Верхній рівень такої *системної* моделі є модель динамічної операції, *сіткової динаміки* (зростання, суміщення, вибору, розподілу та нейтрального переходу) та відповідно *моделі упорядкування* послідовності структурних станів (*середній рівень*), а також упорядкованих фазових перехідних станів (*нижній рівень*) [1-2].

Сумісне дослідження методами теоретико-математичного моделювання цих задач зводиться до цілеспрямованого керування шляхом упорядкування локальних глобальній меті. Задача *системної оптимізації* процесів в ОНТ відноситься до багатокритеріальних в розв'язані яких основне місце посідає *системне моделювання* [3-4].

Системне проектування сучасних об'єктів нової техніки – складна системно-технічна проблема. Складність її визначається складністю самого об'єкта (елементів та зв'язків між ними) його багатоцільовим призначенням, циклічним характером функціонування організаційно-технічним розподілом функцій цільового керування. В системній сукупності формальних моделей різних аспектів об'єкта повинні відображатись відповідно властивості складності та одночасово інтегруватись в задачі оптимізації. [5-6].

Література

1. Жук К.Д., Тимченко А.А., Доленко Т.И., Иследования структур и моделирование логико-динамических систем. К.: Наук. думка, 1975. 199с.

2. Тимченко А.А., Логико-динамические системы – математические модели систем с управляемой структурой // Автоматика – 97., Черкассы: ЧИТИ, - №1, 1998, С.32-41.

3. Глушков В.М., О системной оптимизации // Кибернетика. – 1980. - №5. С.89-90.

4. Глушков В.М., Основы безбумажной информатики. – М: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. – 552с.

5. Тимченко А.А., Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів. Підручник у двох книгах. Книга 1. Основи САПР та системного проектування складних об'єктів. – К.: Либідь 2004. 272с. Книга 2. Основи системного підходу та системного аналізу об'єктів нової техніки. – К.: Либідь 2004. 288с.

Тимченко А.А., Эволюционное определение сложной системы // Вісник ЧІТІ. – 2000. -№1. – С.105-110.

УДК 004.021

РОЗПОДІЛ НАГОРОДИ В ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНІЙ МЕРЕЖІ З ДВОМА ТИПАМИ КОРИСТУВАЧІВ

К.М. Анищенко, О.Г. Жданова, В.А. Скорик

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Децентралізовані мережі засновані на припущені, що всі користувачі діють згідно встановлених протоколів та використовують систему відповідно до її призначення. Однак у таких мережах зазвичай немає засобів контролю поведінки користувачів, що призводить до того, що вони починають діяти у власних інтересах, а це зазвичай суперечить інтересам інших учасників та мережі загалом [1]. Так з'являється проблема користувачів, які тільки використовують мережу для власної користі, не надаючи нічого для інших. Тому одним з головних чинників виживання мережі стає створення умов, за яких користувачі будуть зацікавлені діяти на користь розвитку мережі.

Дане дослідження присвячене аналізу розподілу нагород між користувачами у децентралізованій мережі, а також формуванню стратегії такого розподілу, який би сприяв підтриманню життєздатності мережі. При цьому, користувачі мережі мали б можливість підтримати інших користувачів, що у майбутньому допоможе визначити, хто з учасників мережі заслуговує на більшу винагороду.

У роботі пропонується структура мережі і процедура розподілу нагород, які дозволяють реалізувати заохочення користувачів відповідно до їхніх активності.

Будемо розглядати модель системи, яка базується на використанні понять теорії графів. В цій моделі маємо граф, у якому:

– V – вершини графу, що відповідають користувачам мережі;

– E – дуги графу, що відображають взаємовідношення між її користувачами;

– нагорода, яка надходить до мережі, поширюється дугами графу (тобто дуги є каналами розповсюдження нагороди).

Вершини можуть належати до одного з двох типів, що визначені відповідно до особливостей децентралізованої мережі з підтримкою нагород. Тобто існує дві взаємно непересічних підмножини вершин *A* і *B*, на які розбивається множина вершин *V* ($V = A \cup B$).

Через вершини множини *B* у систему надходить певна нагорода, яка потім розподіляється між іншими учасниками. Вони встановлюють зв'язки з вершинами множини *A*. Таким чином маємо, що для кожної дуги $(v_{j1}, v_{j2}) \in E$ виконується: v_{j1} – належить множині *A*, v_{j2} – є елементом множини *B* (або навпаки), тобто граф *G* є дводольним. Одна доля включає в себе вершини множини *A*, інша – вершини множини *B*.

Вершини множини *B* є джерелами винагороди. В певні моменти часу випадковим чином (чи за заданим законом розподілу, який враховує властивості вузлів мережі, яка моделюється) обирається вершина з множини *B* (нехай це буде вершина *k*) і через неї в систему вводиться *z* одиниць нагороди, яка поширюється по графу через дуги.

Для обрахунку кількості винагороди, що отримує кожна вершина, можна використати різні алгоритми пошуку на графах [2]. В даній роботі використовується пошук в ширину: спочатку розглядається поточна вершина *k*, потім по черзі розглядаються її сусіди, потім – сусіди її сусідів і т.д.).

Загальна схема поширення нагороди має такий вигляд:

1. Ініціалізація: $V_1 := \{k\}$, $V_2 := \varnothing$

2. Включити в множину V_2 всіх сусідів вершин з множини V_1

3. ЯКЩО $V_2 := \varnothing$ то КІНЕЦЬ,

ІНАКШЕ

3.1. Виключити з розгляду вершини множини V_1.

3.2. Визначити нагороду вершин множини V_2

3.3. Визначити величину нагороди, яка передається далі по мережі через вершини множини V_2

3.4. $V_1 := V_2$, $V_2 := \varnothing$. Перейти на крок 2

Першою хвилею назвемо безпосередніх сусідів вершини *k*, *другою хвилею* – сусідів цих сусідів (без вершини *k*) і т.д.

В загальному випадку кожна вершина отримує певну частину від нагороди, що надійшла у неї. Частину нагороди, що залишилась, передається далі по дугам до вершин, які ще не отримали нагороду. Таким чином винагорода розповсюджується хвилями від вершини *k*.

Нехай w_{v_1,v_2} – це нагорода, що передається по дузі від v_1 до v_2. Тоді винагорода вершини *v* дорівнює:

$$w_v = \alpha_v \sum_{j=1}^{c_{in}(v)} w_{v_j}, \quad (1)$$

де α_v – частина нагороди, що залишається у вершині *v*.

Розглянемо випадок, коли α_v є однаковою для всіх вершин, тобто кожна вершина забирає собі однакову частку від нагороди, що надійшла у неї: $\alpha_v = \alpha$, $\beta = 1 - \alpha$. Тоді всі вершини на деякій хвилі *w* отримають сумарну нагороду у розмірі $\alpha\beta^{w-1}z$, а на наступну *w+1* хвилю буде передано нагороду $\beta^w z$.

В нашому випадку доречно розглянути такий розподіл нагороди, коли кожна вершина залишає собі частку, яка залежить від типу цієї вершини. Нехай α_1 - частка нагороди, що залишається у вершинах на непарній хвилі алгоритму, а β_1 - частка нагороди, що передається далі для нагородження вершин усіх наступних хвиль ($\alpha_1 + \beta_1 = 1$). Аналогічно для парних хвиль задані значення α_2 та β_2 ($\alpha_2 + \beta_2 = 1$). Тоді для деякої непарної хвилі *w* сумарна нагорода складе $\alpha_1(\beta_2\beta_1)^{(w-1)/2}z$, а на наступну хвилю буде передано $\beta_2^{(w-1)/2}\beta_1^{(w+1)/2}z$. Відповідно для парної хвилі *w* нагорода буде $\alpha_2\beta_2^{(w-2)/2}\beta_1^{w/2}z$, а на наступну хвилю буде передано $(\beta_2\beta_1)^{w/2}z$.

Оскільки кількість вершин мережі кінцева, то:

– кінцевою є і кількість хвиль;

– сумарна кількість нагороди, яку отримають вершини мережі, менше вихідної величини *z*;

– кількість нерозподіленої нагороди зменшується зі збільшенням глибини графа від вершини *k*.

В даній роботі було сформульовано стратегію розподілу нагороди для децентралізованої мережі заданої структури. Також було представлено варіанти процедури розрахунку кількості винагороди, яку отримують користувачі в разі використання запропонованої стратегії розподілу нагороди.

Зараз існує проблема, пов'язана з нерозподіленою нагородою. В подальшому планується розглянути різні способи її вирішення. Також наразі алгоритм для великих мереж працює занадто довго. Тому планується дослідити різні способи, які дозволять зменшити час роботи алгоритму, наприклад, обмеження кількості хвиль.

Література

1. Gitika A., Sharath J. G. Incentive Mechanisms for Peer-to-Peer Systems // - 2005.

Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект Современный подход. - 2-е изд. Издательский дом «Вильямс», 2006.

УДК 004.715

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ РАЗБИЕНИЯ СЕТИ НА ЗОНЫ МАРШРУТИЗАЦИИ

Е. Г. Жданова, А.В. Коган, Ю.А. Кулаков, М.О. Сперкач

Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского",
Украина, Киев

Расширение сферы использования мобильных компьютерных сетей и повышение требований к их надежности предъявляют высокие требования к качеству обслуживания трафика разного типа и обеспечению безопасности передачи информации. Одним из средств удоволитворению этих требования является разбиение сети на зоны маршрутизации. Это позволит повысить уровень безопасности сети и уменьшить время конструирования трафика как внутри каждой зоны, так и между ними. Разбиение сети на зоны маршрутизации сводится к задаче разбиение графа.

Постановка задачи. Дан неориентированный граф $G = (V, E, W, C, P)$, где V – не пустое конечное множество вершин (соответствует множеству узлов мобильной сети, в которых размещены маршрутизаторы), $V = \{1, \ldots, n\}$, n – порядок графа; $E = \{(i,\ j) \in V \times V\}$ – множество ребер (соответствует множеству соединений между узлами мобильной сети); $W : V \to R$ – весовая функция, которая каждой вершине ставит в соответствие действительное число ($w_i > 0$ – вес вершины $i \in V$, соответствует времени задержки маршрутизатора); $C : E \to R$ – весовая функция, которая каждому ребру ставит в соответствие действительное число ($c_{ij} > 0$ – вес ребра $(i, j) \in E$, соответствует пропускной способности канала); $P : E \to (0;1]$ – весовая функция, которая каждому ставит в соответствие действительное число из полуинтервала $(0,1]$ ($0 < p_{ij} \le 1$ – вероятность безотказной работы ребра $(i, j) \in E$).

Разбиение графа на подграфы [1] означает представление исходного графа G в виде множества подмножеств вершин (блоков) $V_1, V_2, ..., V_r$ $(r > 1)$, таких, что $V_1 \cup V_2 \cup ... \cup V_r = V$; $V_k \cap V_l = \varnothing$; $k, l = 1, ..., r$; $k \neq l$.

Вершина $i \in V_k$, которая связана ребром с вершиной $j \in V_l$, $k \neq l$ называется граничной вершиной. Ребро, соединяющее вершины разных блоков, называются ребром разреза. Множества E_{kl} называются подразрезами. Подграфом G_k будем называть граф с множеством вершин V_k и множеством ребер $E_k = \{(i, j) \in E \mid i \in V_k, j \in V_k\}$, то есть $G_k = (V_k, E_k)$.

Качество разбиения графа может оцениваться по одному или нескольким критериям, которые являются функциями параметров подразрезов E_{kl} ($\sum_{k<l} f(E_{kl}) \to \min(\max)$), подмножеств вершин $V_1, V_2, ..., V_r$ ($\sum_{k=1}^{r} g(V_k) \to \min(\max)$) и/или подграфов $G_1, G_2, ..., G_r$ ($\sum_{k=1}^{r} h(G_k) \to \min(\max)$).

В задаче на получаемое решение также могут быть наложены некоторые ограничения (граничные условия), которые должны быть учтены при нахождении разбиения. К ним относятся ограничения (снизу и/или сверху) на следующие величины: количество подграфов разбиения; количество вершин, входящих в подграфы; ограничение баланса, согласно которому все подмножества $V_1, V_2, ..., V_r$ должны иметь примерно одинаковый размер; максимальный дисбаланс между количествами вершин подграфов разбиения; суммарный вес вершин подграфов; размер дисбаланса между суммарными весами вершин подграфов; количество ребер, входящих в разрез; суммарный вес ребер разреза; вероятность выхода из строя всех ребер подразрезов; среднее количество ребер входящих в подразрезы; средний вес ребер входящих в подразрезы; характеристики граничных вершин подграфов.

Если при разбиении сети на зоны маршрутизации требуется минимизировать суммарную пропускную способность области сочленения и при этом размер доменов должны соответствовать определенным требованиям баланса, то модель примет вид:

$$\sum_{kl} f(E_{kl}) = \sum_{kl} \sum_{(i,j) \in E_{kl}} c_{ij} \to \min$$

$$\left|V_k\right| \geq (1-\varepsilon_V)\left\lfloor \frac{|V|}{r} \right\rfloor, \quad k=1...r\,.$$

где: $0 < \varepsilon_V < 1$ параметр дисбаланса, который определяет меру отклонения порядка подграфа (домена) в меньшую сторону от среднего.

Если же при разбиении сети на зоны требуется достичь минимальной суммы вероятностей выхода из строя всех подразрезов и при этом диаметры подграфов не могут превышать заданной величины Δ_c, то модель примет вид:

$$\sum_{kl/\left|E_{kl}\right|\neq 0} f\left(E_{kl}\right) = \sum_{kl/\left|E_{kl}\right|\neq 0} \prod_{(i,j)\in E_{kl}} \left(1-p_{ij}\right) \to \min;$$

$$d(G_k) \leq \Delta_c, \quad k=1...r\,.$$

При условии, что требуется минимизации суммарное время задержки в граничных вершинах, целевая функция соответствующей модели примет вид:

$$\sum_{kl/\left|E_{kl}\right|\neq 0} \sum_{i\in V_{kl}} w_i \to \min.$$

Разбиение сети на зоны маршрутизации (оптимальным в некотором смысле образом) позволит обеспечить балансировку нагрузки между зонами и/или минимизировать вероятность выхода из строя граничных маршрутизаторов.

Литература:

1.Christian Schulz. Graph Partitioning and Graph Clusteringin Theory and Practice // Institute for Theoretical Informatics Karlsruhe Institute of Technology (KIT). – May 20, 2016. – pp. 24-187.

УДК 004.31

АНАЛІЗ СТРАТЕГІЇ ДІАГНОСТИКИ ТА ВІДНОВЛЕННЯ РОБОТОСПРОМОЖНОСТІ ЦИФРОВИХ СИСТЕМ

Є.В. Нікітенко

Чернігівський національний технологічний університет, Україна

При побудові сучасних цифрових систем актуальним завданням є дослідження методів підвищення якості функціонування технічних засобів і каналів зв'язку. Складність вирішення цього завдання полягає в тому, що безперервне збільшення складності сучасних цифрових систем викликає значні труднощі в достовірній оцінці технічного стану в цілому і його складових частин в експлуатаційних умовах [1,2].

З метою поліпшення показників технічного обслуговування і ремонту необхідно передбачити спеціальні заходи для оперативного виявлення факту появи помилок через апаратурні джерела, пошуку і локалізації як місця появи збоїв і відмов в блоках цифрових систем, так і несправностей в функціональній схемі несправного вузла.

Основні задачі процесу технічної діагностики цифрових систем наведені на рисунку 1.

В [1,3] показано, що цифрова система має безліч технічних станів, які можна розглядати як сукупність схильних до зміни в процесі експлуатації властивостей об'єкта, що характеризуються в певний момент часу відповідними ознаками. Кожний технічний стан цифрових систем $Z = (z_1, z_2, ..., z_n)^{\mathrm{T}}$ є деякою функцією роботоспроможності в просторі параметрів стану (що відносяться до класу станів C_i):

$$Z \in C_i \leftrightarrow \bigcap_{j=1}^{i} (y_i \in [y_{ij\text{н}}, y_{ij\text{в}}]). \qquad (1)$$

Інформацію про поточний стан системи отримують шляхом вимірювання вихідних сигналів y_i в обраних контрольних точках.

Основне завдання діагностики – визначення класу станів C_i в поточний момент часу – здійснюється по вирішальному правилу

$$Z \in C_i \leftrightarrow p(y, \hat{y}_i) = \max_{k=1,m} p(y, \hat{y}_k), \qquad (2)$$

де $p(y, \hat{y}_k)$ – міра подібності векторів, що порівнюються.

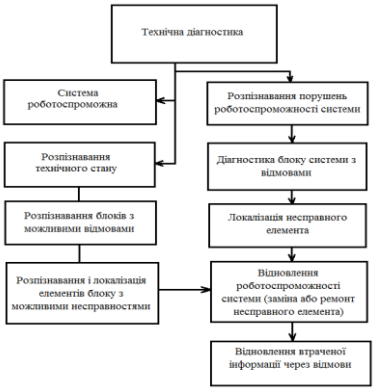


Рис. 1. Основні задачі процесу технічної діагностики цифрових систем

Як показано в [1,3] для найпростішої математичної моделі, приймач цифрової системи з діагностикою помилок і відмов може перебувати в довільний момент часу в одному з наступних можливих станів:

c_0 – приймач функціонує без помилок і відмов;

c_1 – прийом здійснюється з непоміченою помилкою;

c_2 – приймач виправляє виявлену помилку;

c_3 – приймач нероботоспроможний через відмови.

Матриця умовних ймовірностей переходів p_{ij} зі стану c_i в стан c_j має вигляд [1,3]

$$\left\| p_{ij} \right\| = \begin{vmatrix} 0 & q & \frac{(1-q)\lambda_0}{\lambda_0+\lambda_{OT}} & \frac{(1-q)\lambda_{0T}}{\lambda_0+\lambda_{0T}} \\ 0 & 0 & \frac{\lambda_0}{\lambda_0+\lambda_{OT}} & \frac{\lambda_{0T}}{\lambda_0+\lambda_{0T}} \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}, \qquad (3)$$

де прийнято такі позначення: λ_{0T} – інтенсивність потоку відмов; λ_0 – інтенсивність потоку помилок; q – ймовірність невиявленої помилки пристроєм захисту від помилок (ПЗП).

Для випадку найпростіших потоків помилок і відмов отримано:

$$\begin{gathered} p(c_0 \to c_0) \approx 1-(\lambda_0+\lambda_{0T})\Delta t, \\ p(c_1 \to c_1) \approx 1-(\lambda_0+\lambda_{0T})\Delta t, \\ p(c_2 \to c_2) \approx 1-\mu_0\Delta t, \\ p(c_3 \to c_3) \approx 1-\mu_{0T}\Delta t, \end{gathered} \qquad (4)$$

де μ_{0T} – інтенсивність відновлень відмов; μ_0 – інтенсивність виправлення помилок.

Система рівнянь для оцінки станів розглянутої цифрової системи має вигляд:

$$\begin{gathered} P_0^1(t) = -(\lambda_0+\lambda_{0T})P_0(t) + \mu_0 P_2(t) + \mu_{0T}P_3(t) \\ P_1^1(t) = -(\lambda_0+\lambda_{0T})P_1(t) + q(\lambda_0+\lambda_{0T})P_0(t), \\ P_2^1(t) = -\mu_0 P_2(t) + (1-q)\lambda_0 P_0(t) + \lambda_0 P_1(t) \\ P_0(t) + P_1(t) + P_2(t) + P_3(t) = 1 \end{gathered} \qquad (5)$$

В цілому відновлення роботоспроможності цифрової системи при появі помилок і відмов зводиться до наступного:

- визначення (виявлення) порушень роботоспроможності цифрової системи;
- діагностика блоку цифрової системи з відмовами;
- локалізація несправного елемента блоку;

- відновлення роботоспроможності цифрової системи (заміна або ремонт несправного елемента);
- відновлення втраченої інформації через відмови.

Література

1. Абдуллаев Д.А., Арипов М.Н. Основы эксплуатации систем передачи дискретных сообщений. – Т.: Фан, 1984. - 113с.
2. Abramovici M, Breuer M.A, Friedman A.D. Digital Systems Testing and Testable Design. IEEE Press, Piscataway, New Jersey, 1994.
3. Хаханов В.И. Техническая диагностика элементов и узлов персональных компьютеров. К.: ІЗМН, 1997. - 308с.

УДК 004.02

УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ НА ЦЕНТРАЛЬНОМ ПРОЦЕССОРЕ

А. А. Радченко
Черниговский национальный технологический университет

Сверточная нейронная – это искусственная нейронная сеть со специальной архитектурой, предназначенной для распознавания изображений. Впервые была предложена в 1998 году Яном Лекуном (Yann LeCun)[1]. На сегодняшний день существует несколько готовых инструментов, с помощью которых можно построить, обучить и протестировать сверточную нейронную сеть, однако ввиду большого количества вычислений для получения результата актуальной является проблема ускорения ее работы, например, для ее применения на компьютерах малой мощности.

Один из способов ускорения вычислений сверточных нейронных сетей на центральном процессоре является использование специализированных SIMD[2] инструкций. Simd инструкции – это такие инструкции, которые совершают некоторую операцию сразу над множеством данных, а не только над некоторым одной переменной или регистром. На архитектуре x86 к таким инструкциям относятся SSE, SSE2, SSE3, SSSE3, SSE4, AVX, AVX2, AVX-512. На архитектуре ARM к таким инструкциям относится NEON. Эти инструкции можно применять для вычисления операций на сверточных слоях нейросети, на слоях пулинга и на полносвязных слоях, а также для вычисления функции активации. Также с помощью этих инструкций можно ускорить обучение нейросети на процессоре. Существует специальная библиотека – “Simd library”[3], которая проверяет, какой тип инструкций поддерживает про-

цессор и использует наиболее быстрые инструкции для соответствующего процессора. Благодаря этому быстродействие нейросети возрастает от 4 – для инструкций SSE3, до 6 раз – для инструкций AVX-512. При использовании этой библиотеке на ARM устройствах скорость нейросети повышается в два раза. Для тестирования использовалась нейросеть, приведенная в [4] за исключением того, что вместо гиперболического тангенса на сверточных слоях нейросети использовался RELU.

Существуют специальные методы [5-7], применимые для уменьшения количества вычислительных операций в нейросети. Одним из таких методов является квантование весов нейронных сетей [8]. Его суть несколько отличается для полносвязного слоя и слоя сверточного. Для полносвязного слоя делается следующее. Каждому выходному значению (y_i , рисунок 1) соответствует множество весов (Wi). Каждое из таких множеств разбивается на несколько подмножеств (определяется экспериментально) одинакового размера. Например, $w_{11}w_{12}, w_{13}w_{14}; w_{21}w_{22}, w_{23}w_{24};$ и т. д. Далее производится процесс кластеризации между значениями из одного подпространства, и высчитываются центры кластеров, количество которых определяется экспериментально (чем меньше – тем меньшая точность нейросети, но тем быстрее будут производиться вычисления). Например, $w_{11}w_{12}, w_{31}w_{32}$ могут относиться к одному кластеру, а $w_{21}w_{22}$ к другому. Кластеризация проводится для каждого подмножества. После этого входящие значения (x_i) умножаются на соответствующие кластеры, а затем для каждого выходного значения (y_i) производится суммирование соответствующих полученных значений на предыдущем этапе. Тем самым обеспечивается уменьшение количества операций, так как входящие значения умножаются на центры кластеров, а не на веса, которых больше, нежели кластеров. Уменьшение количества весов сверточных слоев происходит аналогичным образом. Таким образом, по заявлению создателей этого метода увеличение скорости работы нейронной сети достигает 4-6 раз при уменьшении точности всего в 1%.

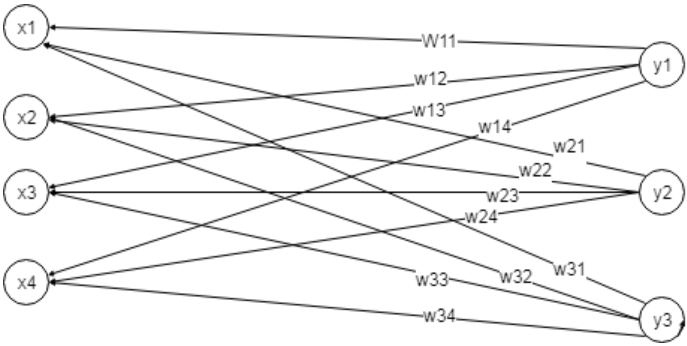


Рисунок 1 – Пример полносвязного слоя нейронной сети

На данный момент проводится попытка объединить указанные методы с целью еще большего увеличения производительности.

Литература

1. LeCun Y., Bengio Y. Convolutional networks for images, speech, and time-series. [Электронный ресурс] / Y. LeCun. – Режим доступа: http://yann.lecun.com/exdb/publis/pdf/lecun-bengio-95a.pdf (Дата обращения 23.05.2017)

2. SIMD. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/SIMD (Дата обращения 31.05.2018)

3. Simd library. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://github.com/ermig1979/Simd (Дата обращения 31.05.2018)

4. Радченко, А. (2017). Використання згорткових нейроних мереж для розпізнавання автомобільних номерів на практиці. Математичне та імітаційне моделювання систем 2017, 428-432.

5. E. L. Denton, W. Zaremba, J. Bruna, Y. LeCun, and R. Fergus. Exploiting linear structure within convolutional networks for efficient evaluation. In Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS), 1269–1277, 2014.

6. M. Jaderberg, A. Vedaldi, and A. Zisserman. Speeding up convolutional neural networks with low rank expansions. In British Machine Vision Conference (BMVC), 2014.

7. X. Zhang, J. Zou, X. Ming, K. He, and J. Sun. Efficient and accurate approximations of nonlinear convolutional networks. In IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 1984–1992, 2015.

8. Jiaxiang Wu, Cong Leng, Yuhang Wang, Qinghao Hu, Jian Cheng. Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2016 IEEE Conference on.

УДК 004.043

ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖ КОХОНЕНА В ШТУЧНИХ ІМУННИХ СИСТЕМАХ ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛЬНОЇ ПОВЕДІНКИ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ

В.В.Литвинов*, Н.Т. Стоянов**, І.С.Скітер***, А.Г.Гребенник***

** Чернігівський національний технологічний університет*

*** Болгарський інститут оборони ім. Ц. Лазарова*

****Інститут проблем математичних машин і систем НАН України*

У зв'язку з удосконаленням способів і алгоритмів несанкціонованої активності використання традиційних методів при розробці систем виявлення вторгнень (СВВ) і систем виявлення зловживань (СВЗ) є все менш ефективним. Тому ставиться завдання побудови систем захисту з використанням інтелектуальних методів, що моделюють поведінку зловмисників. До них відносять методи і моделі штучного інтелекту, генетичні алгоритми, імунні моделі, нейромережеві моделі [1]. Використання вказаних методів для якісного визначення аномальної поведінки мережі вимагає значних обчислювальних і часових ресурсів. Це призводить до необхідності розробки спеціалізованих засобів для автоматизації процесу виявлення аномальних подій в мережі.

Найбільш перспективними підходами для вирішення зазначених проблем можуть бути методи засновані на біологічному моделюванні штучного інтелекту - імунні системи (Artificial Immune System - AIS) [2], нейронні мережі (Artificial Neural Networks - ANN) [3], а також їх комбінації.

Застосування нейронних мереж як інструменту аналізу в режимі реального часу найбільш ефективне при використанні мереж Кохонена на базі методу «Winner Takes All» (WTA) [4]. Це дає можливість виявляти нестандартну поведінку мережі, аномалії, вторгнення і атаки шляхом порівняння поточних станів системи з «ідеальними».

Реальні імунні системи (AIS) стосовно до сфери інформаційних технологій [5] є розподіленими і відносно невимогливими до обчислювальних ресурсів. Саме ці властивості можуть забезпечити максимальну ефективність проектованих систем виявлення аномальної поведінки (СВАП). СВАП для одного сегмента мережі, побудована на принципах штучної імунної системи, умовно можна розділити на основну і набір вторинних. В основній СВАП на базі AIS імітуються два процеси - еволюція генної бібліотеки і негативна селекція.

На етапі еволюції генної бібліотеки відбувається накопичення інформації про характер аномалій мережевого трафіку. Генна бібліотека

штучної імунної системи повинна містити "гени" (наприклад, дані про параметр трафіку) на підставі яких генеруються програмні агенти - детектори. Початкові дані для формування генної бібліотеки вибираються, виходячи з особливостей застосовуваних мережевих протоколів, зокрема їх слабких, з точки зору захисту, місць.

На другому етапі шляхом довільного комбінування "генів" відбувається генерування пре-детекторів, які потім за допомогою механізму негативної селекції перевіряються на несумісність з нормальним мережевим трафіком. При цьому використовуються дані про характер такого трафіку (профілі), що формуються автоматичним профайлером (automated profiler), постійно аналізують потік даних, що надходить від маршрутизатора, який стоїть на вході в мережевий сегмент [6]. Кінцевою метою в цьому випадку є створення обмеженого набору детекторів, за допомогою якого можна було б виявити максимальне число мережевих нестандартних подій.

При виявленні нестандартної поведінки відбувається клональна селекція - відповідний їй детектор "розмножується" і розсилається на всі вузли. Остаточне ж рішення про вторгнення в мережу приймається на підставі даних від декількох вузлів. При фіксуванні детекторами нестандартної поведінки відразу на декількох вузлах протягом короткого проміжку часу рівень ризику зростає і при досягненні заданого порогу відбувається оповіщення адміністратора мережі.

Застосування комбінації AIS і ANN пов'язано з тим, вони обидві здатні вивчати динаміку і статистичні властивості системи. Для досягнення максимальної ефективності в них необхідний підбір значень керуючих параметрів, тощо.

Структура системи виявлення аномального поведінки (СВАП) розроблена на основі принципів роботи AIS і ANN включає в себе: модуль аналізу трафіку, модуль навчання, модуль виявлення нестандартної поведінки і модуль прийняття рішень та оповіщення (рис.1).

Модуль аналізу трафіку в заданому вузлі мережі проводить перехоплення і статистичну обробку параметрів трафіку за певний часовий інтервал. Результати обробки трафіку формуються у вигляді статистичного масиву.

Модуль навчання використовує алгоритм негативного відбору і включає в себе генерацію детекторів, їх навчання та відбір. На виході модуля формується робоча популяція детекторів, налаштована на аналізовану інформаційну мережу. Сформований набір детекторів з високою точністю визначає аномальну поведінку трафіку і має низьку частоту помилкових спрацьовувань.

Нейромережевий детектор являє собою нейронну мережу Кохонена. Для його навчання використовується метод навчання без учителя. Для навчання мережі застосовуються механізми конкуренції. При подачі на вхід мережі вектора перемагає той нейрон, вектор ваг якого найбільш схожий з вхідним вектором. Навколо нейрона-переможця утворюється радіус навчання, який визначає кількість нейронів, що змінюють свої ваги в процесі навчання на даній ітерації. Радіус навчання приймає найбільше значення на першій ітерації і поступово зменшується зі збільшенням числа ітерацій таким чином, що в кінці навчання коригує свої ваги тільки нейрон-переможець.

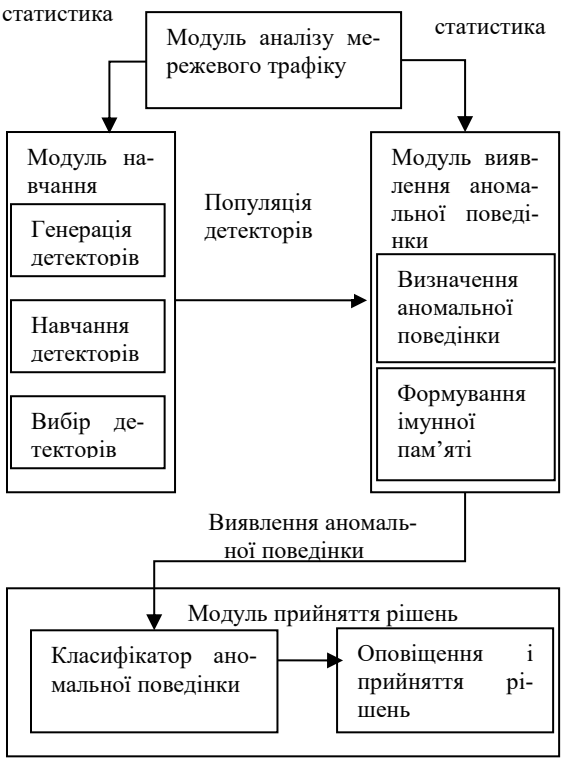


Рис.1. Структура системи виявлення аномальної поведінки (СВАП)

Модуль виявлення нестандартної поведінки аналізує статистику, яка надається модулем аналізу трафіку за допомогою подачі вихідних даних на вхід кожного детектора з робочої популяції. Якщо хоча б один з детекторів реєструє відміну вхідної статистики від нормальних значень -

в системі детектується аномальна поведінка. Модуль включає в себе блок детектування нестандартної поведінки і блок формування імунної пам'яті (клонування і мутація детекторів).

Блок детектування може використовувати нейронну мережу на основі багатошарового персептрону. У режимі виявлення аномалій на вхід детектора подаються вектори статистичної інформації про мережевий трафік. Перший шар нейронних елементів розподіляє вхідні сигнали на нейронні елементи другого (прихованого) шару. Другий шар складається з нейронів Кохонена, які використовують конкурентний принцип навчання і функціонування відповідно до алгоритму WTA. Третій шар складається з двох лінійних нейронних елементів, які використовують лінійну функцію активації і здійснює процедуру остаточного рішення про приналежність об'єкту сканування вектора до нормальної або до аномальної активності. Модуль прийняття рішень виробляє класифікацію нестандартної поведінки (збій, аномалія, атака і т.п.) і видає повідомлення на блок прийняття рішень.

Запропонована ідея використання нейромережевих детекторів в імунному алгоритмі для виявлення нестандартної поведінки мережевого трафіку є ефективною і може бути успішно використана для виявлення нештатних ситуацій і можливих порушень функціонування інформаційної мережі; вибрані параметри мережевої статистики не вимагають для свого формування значних обчислювальних витрат і дозволяють результативно виявляти аномалії трафіку обчислювальної мережі.

Ця робота фінансується проектом HATO SPS Project CyRADARS (Cyber Rapid Analysis for Defense Awareness of Real-time Situation - CyRADARS) - номер грантової угоди: G5286.

Література

1. V. V. Lytvynov, N. Stoianov, I. S. Skiter, O. V. Trunova, and A. G. Grebennyk, “Analysis of systems and methods for detecting unauthorized intrusions in computer networks,” *Mathematical Machines and Systems, vol. 2*, pp. 45–56, 2017 (In Ukraine)

2. L. E. Jim and M. A. Gregory, “A review of Artifical Immune System Based Security Frameworks for MANET,” *Int. J. Communications, Neywork and System Sciences,* vol. 9, pp.1-18, 2016 [*Published Online January 2016 in SciRes. http://www.scirp.org/journal/ijcns http://dx.doi.org/10.4236/ijcns.2016.91001*]

3. D. Dasgupta, S. Yu and F. Nino, “Recent Advances in Artificial Immune Systems: Models and Applications,” *J. Applied Soft Computing,* vol. 11, issue 2, March 2011, pp. 1574-1587.

4. T. Kohonen, *Self-Organizing Maps* (trans. of the third English edition) M.:Laboratoria Znaniy, 2017, 660 p. (in Russian)

5. D. Dasgupta and F. Nino, *Immunological Computation: Theory and Applications.* Auerbach Publications Reference , 2008, 296 p.

A. G. Mustafaeva, "Neural network system for detecting computer attacks based on network traffic analysis," Voprosy bezopasnosti // *vol. 2*, pp. 1–7, 2016 (in Russian)

УДК 004.942

ПОБУДОВА ЙМОВІРНІСНОЇ МОДЕЛІ СКЛАДНОЇ ПРОГРАМНО-АПАРАТНОЇ СИСТЕМИ НА БАЗІ ДІАГРАМ UML

А.Акименко, О.Башинська, В.Казимир

Чернігівський національний технологічний університет, Україна

При розробці безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) однією з важливих задач є проектна оцінка як БпАК в цілому, так і його системи керування. При побудові узагальнюючої моделі БпАК, що є складною програмно-апаратною системою, потрібно враховувати факт існування ненадійних вхідних даних та можливого існування несумісних задач.

Теорія ймовірностей забезпечує регулярний математичний апарат для визначення кількісної оцінки ймовірностей, а також для управління можливими невизначеностями. Для моделювання процесів, що використовують багато змінних з невизначеністю використовуються баєсівські мережі довіри (БМД) [1].

БМД є потужним інструментом для обробки багатьох форм невизначеностей, включаючи моніторинг, діагностику, оцінку ризиків та підтримку прийняття рішень.

Для створення об'єктної моделі БпАК використовується універсальна мова моделювання UML, що дозволяє розробити модель БпАК, його системи керування та зафіксувати вимоги до об'єкта дослідження.

Діаграми UML [2] описують поведінку системи як з точки зору зовнішнього спостерігача, визначаючи загальні границі системи керування БпАК (СК БпАК) та її відносини з навколишнім середовищем, так і внутрішні особливості реалізації функціоналу СК БпАК. Це дозволяє дослідити питання про відповідність властивостей програмно-апаратного комплексу до запланованих значень системних показників.

Побудова БМД для оцінки якості СК БпАК виконується у наступній послідовності:

1. Розробка об'єктно-орієнтованої моделі, що описує СК БпАК, за допомогою UML.

2. Формування XML-документа для розробленої UML-моделі СК БпАК.

3. Завантаження отриманого XML-документа до програмного додатку(«Converter UMLtoBN»), який виконує обробку діаграм UML та формує структуру БМД.

4. Завантаження/заповнення таблиць умовних вірогідностей для кожного вузла сформованої БМД.

5. Формування XML-документа, що описує БМД системи керування БпАК.

Описана концепція може бути представлена у вигляді інформаційної технології формування БМД для СК БпАК, схема якої наведена на рис.1.

Отриманий XML-документ може бути імпортовано до програмного продукту Netica, призначеного для роботи з мережами Баєса [3].

Рисунок 1 – Схема інформаційної технології формування БМД для СК БпАК

Література

1. Castillo, E., Gutierrez, J.M., Hadi, A.S.: Expert Systems and Probabilistic Network Models. Springer (1997).

2. Нестеренко С., Акименко А. UML-модель системи управління безпілотним авіаційним комплексом // Вісник Чернігівського національного технологічного університету: зб. – Чернігів: ЧНТУ, 2017. – №1 (7). – с.116-124. – (Сер. Технічні науки та технології).

3. Norsys Software Corporation. (2007). Netica 6.04 Bayesian Network Software from Norsys. Retrieved in 2017. [Online]. Available: http://www.norsys.com

УДК 00.004

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЧНИХ ТЕСТІВ ДЛЯ ТЕСТУВАННЯ ВЕБ ДОДАТКІВ НА БАЗІ СКРИПТОВИХ МОВ

А.А. Беляєва
Київський Політехнічний Інститут ім. Ігоря Сікорського, Україна

Анотація. Робота присвячується питанням вдосконалення методів автоматичного тестування веб-додатків, розроблених на базі скрипкових мов.

У сучасних системах автоматичного тестування не можливо виконати UI-тестування і в повній мірі покрити тестами вимоги зазначені в специфікаціях .

В даній роботі розглянуто підхід до вирішення цієї проблеми, який базується на аналізі вихідного коду веб-сторінок (модулів) додатку, їх DOM моделі та використанні особливостей коду веб-додатків, для створення UI та функціональних автоматичних тестів.

Розглядаються можливості застосування автоматичного тестування, для отримання результуючої інформації про якість додатку без необхідності використання ресурсів мануального тестування. Також описано впровадження використання методології тестування та формування результатів. Склад методології розподіллено на наступні задачі:

- аналіз структури DOM вихідного документу веб-додатку
- контроль процесу автоматичного тестування із фіксацією змін DOM
- аналіз протоколів автоматичного тестування
- отримання результатів автоматичного тестування

1. Вступ

Автоматичне тестування це частина процесу тестування на етапі контролю якості в процесі розробки програмного забезпечення. Воно використовує програмні засоби для виконання тестів і перевірки результатів виконання, що допомагає скоротити час тестування і спростити його процес.

Як правило процес розробки програмних додатків включає в себе постійні зміни до їх коду. Ці зміни зумовлені виправленням попередніх помилок, розширенням або зміною інтерфейсу та функціональності додатку. Тому контроль якості додатків є критичною та актуальною проблемою для команд розробників. Особливо це стосується веб-додатків, де архітектура додатків є розподіленою та запакованою на розподілених серверах та технологіях

Веб-додаток – це будь який додаток, який взаємодіє з користувачем за допомогою веб-інтерфейсу. На відміну від звичайних додатків у веб-додатках відображення інтерфейсу користувача відбувається у веб-браузері.

UI (англійською: User Interface) це інтерфейс користувача, що забезпечує передачу інформації між користувачем-людиною та програмно-апаратними компонентами комп'ютерної системи

DOM (англійською: Document Object Model) це об'єктна модель документа, яка представляє собою інтерфейс, який не залежить від платформи та мови програмування, і дозволяє програмним засобам отримати доступ до контенту, структури та оформлення документів, представлених у форматах HTML, XHTML- або XML.

2. Архітектура веб-додатків

Веб-додаток — це розподілений клієнт-серверний додаток, в ролі клієнта якого виступає веб-браузер, що надсилає запити до веб-сервера та приймає і відображує його відповіді, в свою чергу веб сервер виконує обробку запиту та формування відповіді. При цьому веб-сервер реалізує основні функції системи, включно із зберіганням та обробкою даних користувача, а головною функцією клієнта є взаємодія із користувачем шляхом UI.

Більшість мов програмування, які використовуються для розробки веб-додатків є скриптовими. Головною мовою для керування додатку є JavaScript, та похідні від нього фреймворки. Для реалізації серверу використовую такі мови програмування як Java, JavaScript, PHP, Perl, ASP, JSP, VBScript, Cold Fusion, більшість з яких також є інтерпретованими.

Оскільки в скрипкових, інтерпретованих мовах програмний код є відкритим, то це дозволяє додати до нього спеціальні модулі для автоматизації тестування без перебудови системи.

3. Можливі підходи для тестування веб-додатків

На сьогоднішній день істотну роль в тестуванні веб додатків грають мануальне та автоматизоване тестування. Обидві методики тестування мають свої переваги і недоліки, їх ми розглянемо нижче.

Мануальне тестування можна розглядати як взаємодію професійного тестувальника (QA) і програмного забезпечення з метою пошуку помилок. Мануальне тестування, може зайняти багато часу, але в короткостроковій перспективі може заощадить гроші та ресурси

Також до переваг мануального тестування можна віднести те, що тестування відбувається в реальному часі, незначні зміни можуть бути досліджені відразу, без написання коду і його виконання. Ручне тестування надає можливість дослідного тестування, метою якого є перевірка

різноманітних можливостей програми. Важливо, що використовуються не заздалегідь складені тест-кейси, а придумані на льоту сценарії.

Мінуси ручного тестування очевидні: людський фактор, трудоємність, тривалість.

Автоматизоване тестування - це написання коду, за допомогою якого очікувані сценарії порівнюються з тим, що отримує користувач, вказуються розбіжності. Автоматизоване тестування грає важливу роль в важких додатках з великою кількістю функцій.

Перевагами автоматизованого тестування є можливість навантажувального тестування, можна досить швидко змоделювати велику кількість користувачів. Другим фактором є економія часу, сценарії пишуться лише один раз і можуть використовуватися під час всього циклу життєдіяльності системи багато разів.

До мінусів автоматизованого тестування можна віднести те що не можливо виконати тестування в повній мірі і покрити вимоги до призначеного для користувача інтерфейсу, а також відсутність «людського погляду». Можливе існування помилок, які помітить тільки людина. Саме методи мінімізації цих недоліків і розглянуті в даній роботі.

4. Аналіз структури DOM вихідного коду веб-сторінок (модулів) додатку для генерації автоматичних тестів

Обробка HTML-документів передбачає аналіз DOM та створення DOM-об'єктів, на основі вихідного коду веб сторінки. За допомогою додаткових програмних засобів є можливість дослідження властивості кожного з них.

5. Тестування веб-сторінок в залежності від різних типів об’єктів

Результатом аналізу є структурований hash-масив, кожним об’єктом якого є елементом UI. Базуючись на типах та властивостях кожного з них, засоби для автоматичної генерації тестів дозволяють отримати коди для автоматичного тестування веб додатку.

6. Контроль процесу автоматичного тестування

Контроль процесу тестування відбувається шляхом автоматичного документування змін, що відбуваються в структурі DOM документу та запису до протоколів.

7. Отримання результатів

Аналізу протоколів змін структури DOM елементів надає тестувальнику звіт про повний перелік функцій модуля, що тестується, та порівняти його із специфікаціями вимог.

Література

1. Канер Сэм. Тестирование программного обеспечения - Издательство «ДиаСофт», 2001. — 544 с.

James Whittaker. How to Break Web Software - Addison-Wesley Professional, 2 лют. 2006 р. - 240 стор.

УДК 004.942:004.715

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЙ ПРИ НАГРУЗОЧНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ НА СЕРВИСЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

А.М. Хошаба

Национальный технический университет, Винница, Украина

Описание проблемы

В настоящее время все большую популярность приобретает создание новых и усовершенствование существующих подраз- делений по определению производительности вычислительных систем в ИТ-компаниях. Вместе с тем, существует и ряд проблем, которые встречают специалисты данных подразделений. К основным проблемам, возникающих при анализе предметной области относятся: формирование цели исследования, формализация и постановка задачи, моделирование процессов производительности нагрузочных воздействий в вычислительных системах [1,2].

Основы метода определения состояний при нагрузочных воздействиях

Метод определения состояний при нагрузочных воздействиях на сервисы вычислительной системы позволяет определить состояние объекта исследования (сервисы) исходя из разработанных критериев и стандарту ITIL [3] (табл. 1).

Таблица 1.Критерии определения состояний при нагрузочных воздействиях

Название состояния	Характеристика критерия	Терминология по стандарту ITIL
Стабильное (нормальное)	Отсутствие очереди запросов, отсутствие ошибок	Нормальная работа

Нагрузочное	Появление очереди запросов, отсутствие ошибок	Проблема (снижение качества работы сервиса)
Стрессовое	Появление ошибок, потеря запросов	Инцидент (приостановка нормальной работы сервиса)

Исходя из критериев определения состояний при нагрузочных воздействиях построим алгоритм моделирования метода (рис. 1).

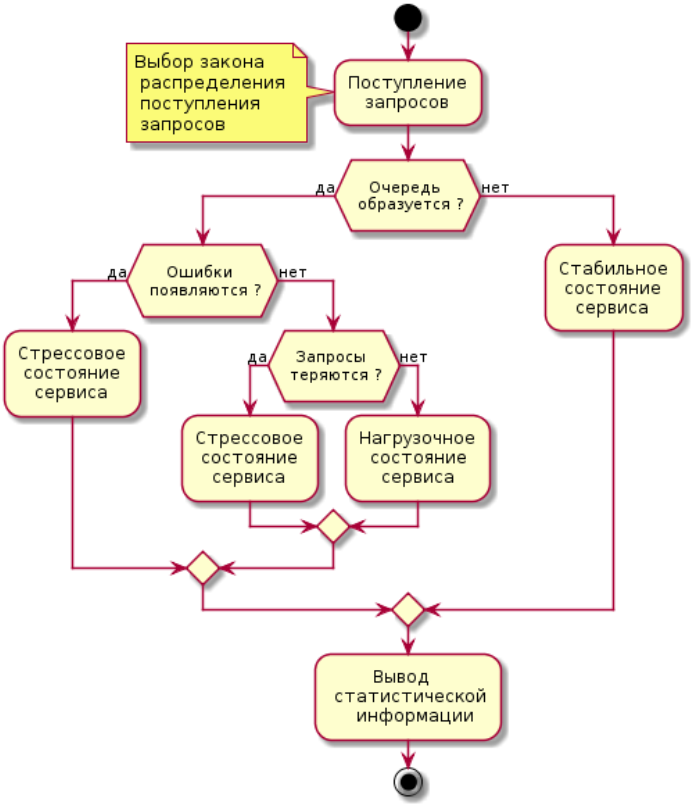


Рисунок 1 - Алгоритм моделирования состояний при нагрузочных воздействиях на сервисы вычислительной системы

Данный метод может быть связан с показателями производительности вычислительных систем [4], к примеру, с показателями утилизации или доступности (табл. 2).

Пример использования метода определения состояний нагрузочных воздействий

Приведем пример использования метода определения состояний нагрузочных воздействий при изучении веб сервисов. Эксперименты проводились с использованием операционной системы Centos 7, на ядре 3.10.0-693 и виртуальных машинах под управлением KVM, аппаратное обеспечение: процессор i7-3770K@3,50GHz, 32GB ОЗУ.

Таблица 2.Связь метода определения состояний при нагрузочных воздействиях с показателями производительности вычислительных систем

Название состояния	Утилизация запросов	Доступность сервиса
Стабильное	Низкая	Отсутствие нарушения доступности
Нагрузочное	Средняя	Нарушения доступности (частичная доступность)
Стрессовое	Высокая	Нарушения доступности (появление признаков недоступности)

Нагрузочное и стрессовое тестирование выполнялось с помощью утилиты httperf на стандартной тестовой странице веб-сервера Apache 2.4.33.stable.

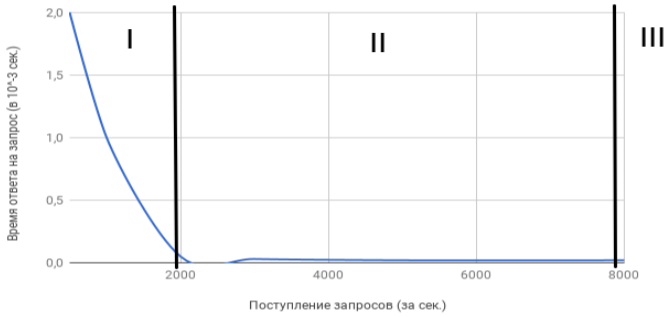


Рисунок 2 - График нагрузочных и стрессовых воздействий на тестовую страницу веб-сервера Apache 2.4.33.stable

Результаты экспериментов и найденные области состояний при нагрузочных воздействиях на объект исследования - веб сервис показаны римскими цифрами на графике рис. 2.

Моделирование состояний нагрузочных воздействий

В результате проведенных экспериментов, используя метод нагрузочных воздействий проводится моделирование (рис. 3) с помощью инструмента имитационного моделирования AnyLogic [5].

Рисунок 3 - Общая схема моделирования состояний нагрузочных воздействий на сервисы вычислительной системы

С помощью данного инструмента моделировали метод нагрузочных воздействий: на вход генератора (элемент generator) подавали различное количество запросов в секунду, определяли наличие и количество запросов, которые находились в очереди (нагрузочное состояние), исходя из потерянных элементов на выходе диаграммы (элемент sink) делали выводы о наличии стрессового состояния в зависимости от количества созданных запросов.

Литература

1. Хошаба О.М. Автоматизация проведения нагрузочных воздействий на прикладные сервисы для моделирования вычислительных систем // III Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених "Інформаційні технології в моделюванні" : Збірник матеріалів конференції.-Вінниця, 2018.-С.94-96.

2. Хошаба А.М. Имитационное моделирование процессов в вычислительных системах с использованием теории конечных автоматов // XII Міжнародна науково-практична конференція "Математичне та імінаційне моделювання систем": Тези допов.-Чернігів, 2017.-С. 321-325.

3. Основные процессы и принципы работы службы «Service Desk» / [Електронний ресурс] – Режим доступу: URL www.pronet.ua/core/upl_data/ServiceDesk.pdf - Название с екрана.

4. Хошаба А.М. Концептуальная модель производительности вычислительных систем // XI Міжнародна науково-практична конференція "Математичне та імінаційне моделювання систем": Тези допов.-Жукин, 2016.-С. 417-420.

5. AnyLogic / [Електронний ресурс] – Режим доступу: URL https://www.anylogic.com - Название с екрана.

UDC 004.02

STRUCTURAL METHODS OF SIGNAL AND IMAGE PROCESSING USING VARIABLE RESOLUTION

Anton Sharypanov, Vladimir Kalmykov
IMMSP, prosp. acad. Glushkova 42, 03680, Kiev 187, Ukraine

The aim of our research is to introduce new method for processing signals and images to get their structural description for further classification and comparison, in particular, to develop a new algorithm for segmenting experimental curves suitable for automated signal processing based on these methods and finally, to apply this algorithm to one-dimensional signals distorted by interference.

The digital string model of halftone image allows presenting the halftone image as a set of experimental one dimensional curves measured across horizontal and vertical lines of the image where brightness level in specific point is considered as a measurement result.

In 70s of the last century, neurophysiologists discovered changes in sizes of receptive fields' excitatory zones in the visual system neurons, which was investigated and confirmed later [1]. If at the beginning of visual act receptive field consists of maximum number (tens, sometimes hundreds) of receptors, then by the end of visual act this amount decreases to minimum possible amount - 1-2 receptors. Thus, we can assume that: 1) for visual system, there exists a variable resolution that is changing during visual act and is determined by size of excitatory zone of neuron receptive field at each moment of time; 2) the receptive field of neuron is a discrete analogue of neighborhood of point in a continuous 2-dimensional space.

To analyze continuity of a function in continuous two-dimensional space, the classical definition of continuity of a function in $\varepsilon-\delta$ form is successfully used: if for each $\varepsilon > 0$ there exists such $\delta(\varepsilon) > 0$ that for any value of variable x that belongs to δ -neighborhood of point c the values of function $f(x)$ belong to ε -neighborhood of $f(c)$. Pay attention to how the continuity of function is checked at a point. Starting with a certain value $|x_1 - c|$, the neighborhood of point c decreases ($|x_1 - c| > |x_2 - c|$, $|x_2 - c| > |x_3 - c|$, ...) tending to 0. $f(x)$ is assumed to be continuous at point c if the neighborhood of $f(c)$ also tends to 0 ($|f(x_1) - f(c)| > |f(x_2) - f(c)|$, $|f(x_2) - f(c)| > |f(x_3) - f(c)|$, ...). So, to analyze the continuity of a function at a point, changing neighborhood of this point is used.

The decrease in the size of receptive field excitatory zone can be considered as a decrease in proportions of point neighborhood at the center

of the receptive field. The process, which is used in the analysis of continuity of a function at a point in classical mathematical analysis, is repeated in visual system of human and animals each visual act. The essential difference between resolution changes in visual system from analysis of continuity of a function at a point is that the elements of the receptive field are objects of a discrete space. Similarly, the classical definition is unsuitable for analyzing continuity of experimental curves, since they are representations of unknown functions and are identified as sequences of values, which in turn are sets of points in some discrete space. However, at the initial moments of visual act, the excitatory zones of neurons contain many points (receptors) and until the receptor sets in the excitatory zones of the receptive fields are not empty, the definition of continuity can be applied to the brightness function determined in the discrete space of receptors and it does not contradict to classical theory of discontinuity. Thus, the above phenomenon of resolution changes in human visual system can be used to create new method of signal processing based on the concept of variable resolution.

At the moment, the idea to consider initial data with variable resolution is used by researchers and developers spontaneously, most often to effectively solve problems of large computational complexity that arise when processing the visual representation of signals. In [2], a review of methods from the field of signal processing that use the idea of variable resolution to save computational resources is presented. The original image is considered with several reduced resolutions in each of them.

In the automated processing of noisy images, preliminary processing of the input image using different filters is used to eliminate undesirable details. In the simplest case, a Gaussian filter is applied and the processing algorithm receives a blurred image on the input. Such a procedure is used, for example, in the Canny algorithm [3]. The result of his work depends on the unknown parameter σ - "blur", which has the meaning of dispersion. In general, if you use a filter to preprocess a noisy image, the result will depend on the size of the filter aperture. It was shown in [2] that the artificial blurring of the original image allows solving the task of recognizing text on a textural background, which in principle can not be solved by traditional methods of recognition, but nothing has been said about the sufficient degree of blurring.

As you can see, regardless of the purpose for which the idea of variable resolution is applied, the exact resolution at which it is necessary to consider this or that image has not yet been evaluated.

For the first time, an algorithm for segmenting an experimental curve using a variable resolution has been developed and implemented as a computer program (Figure 1). Fig.1 a.1, b.1 shows the numbers of samples of the experimental curve along the abscissa axis and the number of

resolutions at which the experimental curve is investigated on the ordinate axis. The segments in Fig. 1 a.1, b.1 correspond to the intervals in the region of the exact samples on which discontinuities in the continuity of the experimental curve are found. Figure 1b.1 shows that information on the available jumps in the experimental curve obtained at low resolutions makes it possible to exclude from consideration regions at maximum resolution in which jumps are detected due to the presence of noise.

With minor additions, the algorithm was also applied in the cardiac signal segmentation application, and was tested on more than 100 samples. The results of segmentation for the 90-second cardiac signal are shown in Fig. 2.

The automatic separation of the cardiac signal into cardiac cycles usually occurs along the R-wave, the amplitude of which is usually much greater than the amplitude of the other components of the cycle. This assumption can't be applied to the signal on Fig. 2 due to the presence of interference, which causes the drift of the zero-level isoline from cycle to cycle. The proposed algorithm, based on the concept of variable resolution, made it possible to perform segmentation in this case.

Thus, the segmentation of the experimental curve can be carried out as a search for the points of discontinuity of unknown piecewise smooth function that generates it. In the proposed algorithm the processing results for all used resolution values are taken in consideration when making decision on segmentation.

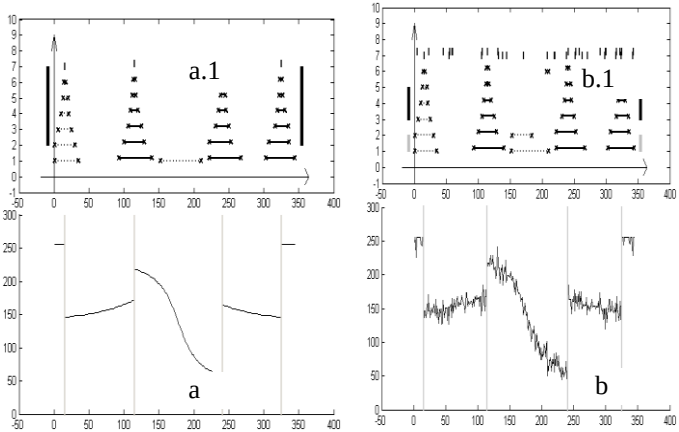


Figure 1 - Segmentation example of normal (a) and noisy (b) lines of images based on variable resolution concept.

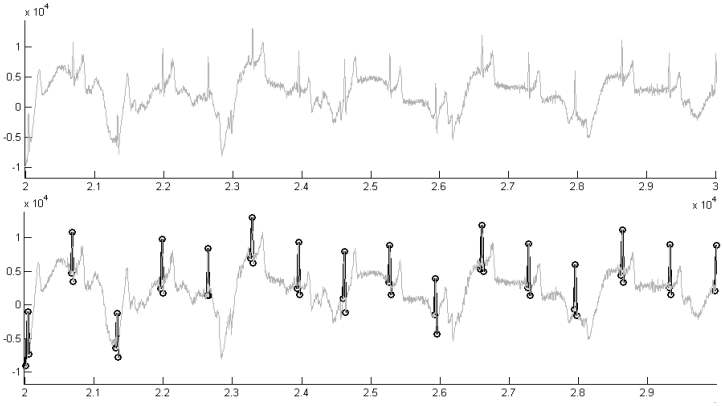


Figure 2 - Segmentation of distorted cardiac signals

For the first time [4] it was proposed and experimentally verified curve segmentation algorithm that used variable resolution in the decision-making process. Similar principle was found and studied in the visual system of animals [1]. Using the “coarse-to-fine" principle it is possible to successfully execute segmentation of experimental curves distorted by noise, which are the implementations of piecewise smooth functions.

It was shown that proposed algorithm was capable of obtaining results of segmentation based on artificially acquired information about graph resolution. No additional a priori information about noise level was used while processing graphs distorted by noise.

These solutions will be used in the development of new methods for halftone image processing.

References

1. Ruksenas O, Bulatov A, Heggelund P. Dynamics of Spatial Resolution of Single Units in the Lateral Geniculate Nucleus of Cat During Brief Visual Stimulation. J Neurophysiol 97:1445-1456. - 2007. – P. 1445 – 1456.

2. A. Sharypanov, A. Antoniouk, V. Kalmykov. Joint study of visual perception mechanism and computer vision systems that use coarse-to-fine approach for data processing // International Journal “Information content & processing”. – Sofia. – 2014. – v. 1, № 3 – P.287-300.

3. J. F. Canny, “A computational approach to edge detection,” IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell., vol. PAMI-8, no. 6, pp. 679–698, 1986.

4. V. Kalmykov, A. Sharypanov. Segmentation of Experimental Curves Distorted by Noise // Journal of Computer Science Systems Biology Volume 10, Issue 3 OMICS International. – 2017. - p. 50 – 55.

УДК 004.054

МЕТОДЫ ПРИОРИТИЗАЦИИ ЗАДАЧ В ГИБКИХ МЕТОДОЛОГИЯХ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

И.В. Богдан

Черниговский национальный технологический университет, Украина

Гибкие методологии разработки программного обеспечения, такие как Scrum, Kunban и другие на данный момент являются одними из самых популярных при разработке программного обеспечения. Каждая из этих методологий предвидит приоритизацию задач, необходимых к выполнению в рамках проекта: какие пользовательские истории будут выпущены в первой версии продукта, какие – в последующих, а какие задачи могут быть оставлены на последок.

На данный момент существует множество различных методов приоритизиации задач, которые используются отдельно или в комплексе. Практически все из них относятся к одной из двух возможных категорий:

- методы, основанные на использовании входных данных изнутри команды разработчиков.
- методы, основанные на использовании количественной оценки (экспертное мнение, метрики, классификации и тд).

К первой категории принадлежит метод User story mapping [1], который основан на построении бэклога – расставленного по приоритету списка пользовательских историй, которые необходимо реализовать команде в рамках спринта. Согласно данному методу изначально формируется представление о потенциальном пользователе создаваемого программного обеспечения, а также о тех действиях, которые он сможет выполнять над ним. Эти действия составляют так называемый хребет карты историй. Сформулированные действия описываются на отдельных карточках и выстраиваются в последовательность в соответствии с тем, как чаще всего происходит их выполнение. Под каждым действием по приоритету размещаются связанные с ним пользовательские истории. Далее слева на право рисуется горизонтальная линия и все те истории, которые оказались над линией, попали в текущий релиз, а те, которые под – не попали. По такому принципу можно выполнять разбиение сразу на несколько релизов. В рамках отдельного релиза пользовательские истории лучше всего выполнять слева на право сверху вниз.

Данный метод чаще всего используется при долгосрочном планировании. Основными его достоинствами является визуализация и простота понимания, формирование у команды общего представления о проекте и о ходе его реализации. Среди недостатков метода User story mappin значительные временные затраты на построение бэклога и сложность его поддержки в динамической среде, а также не целесообразность использования для больших проектов по причине большого количества пользовательских историй.

Также к методам, основанным на использовании данных от команды, принадлежит метод Джиро Кавакита под названием Проактивное совершенствование [2]. Метод заключается в приоритизации задач внутри организации или команды. Для использования данного метода необходимо наличие двухцветных стикеров, а также одного большого помещения со свободными стенами. Изначально определяется и озвучивается для всех членов команды актуальный вопрос, после чего применяется мозговой штурм – все возможные идеи и варианты решения этого вопроса записываются на стикеры. Далее каждая идея озвучивается, а соответствующий стикер клеится на стене. Затем, стикеры с похожими по сути идеями переклеиваются рядом, обозначая группу, а рядом с ними клеится стикер с названием группы. После чего каждый участник команды получает бумажные точки в количестве от трех до пяти и голосует наклеиванием этих точек на стикеры за наиболее актуальные идеи. Чем больше точек собирает идея, тем выше ее приоритет.

Данный метод чаще всего используется для принятия быстрых решений внутри команды разработчиков.

Основным достоинством метода Проактивное совершенствование является простота использования для решения конкретного возникшего вопроса. В тоже время данный метод сложен в использовании, если актуальных вопросов, подлежащих решению, множество.

К методам, основанным на количественной оценке, принадлежат модель Кано [3]. Модель Кано была создана в 80-х годах профессором Нориаки Кано и суть ее состоит в анализе удовлетворённости пользователей продуктом. Согласно данного подхода все функции программного продукта можно разбить на пять основных групп: базовые или же ожидаемые, основные или же желаемые, восхищающие или же воздействующие, нейтральные и нежелательные.

К базовым функциям принадлежат те, которые должны присутствовать в программном обеспечении обязательно, то есть их наличие подразумевается как само собой разумеющееся. Основными же являются те функции, которые на прямую влияют на удовлетворенность пользователя. К восхищающим функциям относятся те, которые являются

неожиданными для пользователя. Нейтральными являются функции, наличие или отсутствие которых в программном продукте никак не влияет на удовлетворенность пользователей. Нежелательные – это функции, наличие которых в программном обеспечении отрицательно сказывается на удовлетворенности пользователей.

Принадлежность функций к той или иной группе определяется путем получения ответа от потенциальных пользователей на два основных вопроса:

- На сколько Вам понравится наличие такой функции в программном обеспечении?
- Как Вы отнесетесь к тому, что данная функция в конечном продукте будет реализована частично или вобще будет отсутствовать?

На оба вопроса возможны пять различных вариантов ответов: нравится, ожидаю, отношусь к этой функции нейтрально, могу терпеть наличие и не нравится указанная функция.

Реализации изначально подлежат базовые функции, затем основные, восхищающие, после чего нейтральные, а потом не желательные.

Данный метод чаще всего используется на этапе анализа требований в процессе создания нового продукта.

Среди основных достоинств данного метода помощь в анализе удовлетворенности пользователей, а также определении потенциальных типов пользователей создаваемого программного обеспечения. К основным недостаткам данного подхода принадлежит необходимость постоянной перегруппировки функций для получения актуального результата, поскольку те функции, которые в один момент времени являются восхищающими, в следующий момент уже будут ожидаемыми, а ожидаемые со временем становятся базовыми.

К методам, основанным на количественной оценке, принадлежит и метод Theme scoring [4]. Данный подход состоит в приоритизации задач, подлежащих реализации, путем согласования набора критериев оценки со всеми заинтересованными лицами. Согласно данному методу изначально определяются от пяти до девяти критериев, которые помогут выяснить, какие задачи являются важными для реализации в текущем спринте. Среди возможных критериев:

- важность функции для пользователей;
- прибыль, которую можно получить от реализации функции;
- важность функции для решения последующих задач;
- риски, связанные с реализацией данной задачи.

Затем выбирается задача, которая вероятнее всего будет реализована в рамках данного спринта и которая является максимально понятной для всех членов команды. Данная задача считается базовой и все

рассматриваемые задачи будут оцениваться по каждому выбранному критерию относительно данной задачи.

В результате строится таблица, где по вертикали указываются критерии, а по горизонтали – задачи. В том случае, если важность критериев не одинакова, то в первом столбце в процентах указывается важность каждого критерия. Далее задачи оценивается по тому или иному критерию и если задача важнее базовой, то в соответствующей ячейке указывается +1, если менее важна -1. Если важность задачи равна базовой, то устанавливается значение 0. После того, как все задачи оцениваются по всем критериям, происходит подсчет суммарной важности задачи по всем критериям. Полученное число и является приоритетом задачи.

Данный метод чаще всего используется при высокоуровневом планировании.

Среди достоинств этого метода масштабируемость и простота в использовании, недостатками же являются субъективность выбора критериев для оценки и высокая вероятность реализации в рамках одного спринта частей различных функций разрабатываемого программного обеспечения.

Приоритизация задач в рамках выполняемого проекта – достаточно сложная задача. Однако, на данный момент существует достаточно много различных методов, использование которых по отдельности или в комплексе поможет быстро и эффективно решить вопрос, связанный с приоритизацией.

Литература

1. Jeff Patton. User Story Mapping: Discover the whole story,build the right product / Jeff Patton, Peter Economy. – O'Reilly Media, Inc., 2014. – 277 с.

2. Белла Мартин. Универсальные методы дизайна / Белла Мартин, Брюс Ханингтон. – СПб.: Питер, 2014. — 208 с.

3. Kano N., Seraku N., Takahashi F., Tsuji S. Attractive Quality and Must-be Quality. The Journal of the Japanese Society for Quality Control, 1984, 14 (2). - pp. 147-156.

4. Theme scoring [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mountaingoatsoftware.com/tools/theme-scoring.

UDC 004.54; 004.77

SIMULATION OF NETWORK OPERATION ISSUES IN QA PROCESS

John N. Davies[1], Mariya Verovko[2], Alina Posadska[2]
1 Creative and Applied Research for the Digital Society (CARDS), Glyndŵr University, Wrexham, UK
2 Dept. of Information and Computer Systems, Chernihiv National University of Technology, Ukraine

Usage of software and networks in almost all areas of modern life significantly increases the importance of the stability of their operation and hence the quality of the performance. A tight QA process is a powerful instrument in improving the elimination of system failures. However, providing a high-quality level requires considering the impact of all system components. Current investigation is dedicated to the issues of testing in a real time environment under conditions similar to the problems experienced by the end users.

QA in such an environment is determined as a cyclic process formed by the detection of the differences in real and described system operation [1]. This includes:

- software verification
- defect identification
- produces error (bug) report
- sending bug report to developers
- bug fixing
- verification of modified software.

The whole QA process is completed when the results obtained corresponds to the specified requirements.

There are two main approaches to QA in software development. The first approach is a QA process integrated at each stage of the software development viz. analysis of requirements, design, implementation and integration. The second approach is QA after implementation to detect problems before integration i.e. during testing. By comparing these approaches, a conclusion can be made that the first approach is most widely used for big projects due the complexity and higher cost involved, but better coverage of possible test cases and problems. Second approach is typical for small projects because of lower cost (money, time, resources) and covers a smaller number of test cases [2].

However even huge number of testing tools and testing does not guarantee a high level of system quality if it's only performed in laboratory conditions using 'pure' testing servers and standard settings. System performance characteristics obtained using the black-box technique of testing are often far from

the results obtained in real conditions. It's almost a rule that testing in real conditions (also often used on post-production stages) will provide many defects not discovered in the testing environment.

There are a variety of problems that appear in a real environment because of the features of network operation. The most widely met issues are problems encountered during resource loading, slow data processing and data loses. Low system performance is often the reason for the appearance of unexpected scenarios of user behavior that hasn't been predicted during the QA processes under the lab conditions.

To prevent failures due to these reasons additional QA scenarios, which includes different network settings, should be undertaken during the QA process. Adopting such an approach allows the discovery of possible "bottle necks" and so the processes involved in handling them can be undertaken at the development stage without waiting for the failures to occur in operational software [3].

The possible results of such a QA approach are:

- disabling of UI components after data submission or before necessary data obtaining
- optimization of network requests (asynchronous techniques, static data caching and preload etc.)
- implementation of alternative operation scenarios for different percentage of loaded data
- preparation of user instruction to reduce network impact (i.e. deactivate graphics).

A task to simulate different network performance during the QA process is not typical for and not implemented in the most available testing tools. Only some of them have option to manage settings of certain browsers to simulate different loading process [4].

There are some approaches that can be used to implement this task. These methods are based around changing the network performance settings of a client side. These are:

- usage of external proxy-server as an intermediate point between client side and remote servers with the deployed system to test
- establishing VPN connection with controlled data channel settings
- usage of intermediate network devices (routers, switches) with different settings.

The methods listed above allow the network performance to be managed by including additional delays. Delay values can vary from a few milliseconds up to 60 seconds. These methods can be used to identify key values of delay, which will create problems in system operation. The map of key

delay values and the corresponding system problems is a good source for further analytical performance issues aimed at improving the overall system operation.

Exhaustive testing before system release can help to make significant savings in the area of software maintenance [5]. Having studied a number of IT projects Pressman [6] concluded that the financial cost of fixing problems in the field is likely to be of the order of 100 greater than fixing the same problem much earlier in the cycle. Fig. 1 indicates the relative costs found.

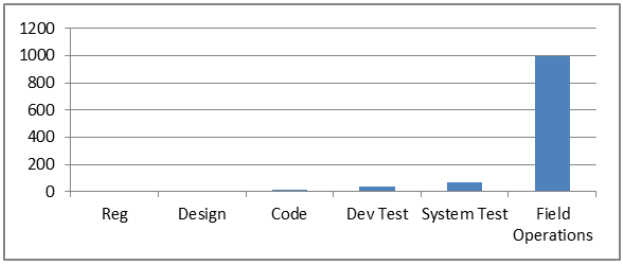


Fig. 1. Relative Cost of Correcting an Error

Savings can relate not only to the financial part but also there are hidden costs. The Quality Iceberg can be seen in Fig. 2, depicted by an iceberg having a larger area under the waterline than above. It shows a set of issues that are not obvious and so are often not considered during calculation of the cost of failures [7].

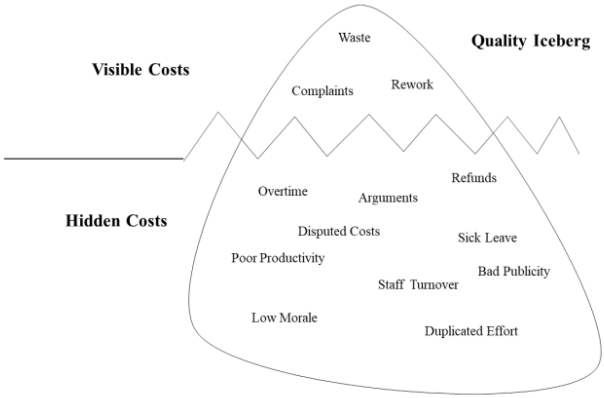


Fig. 2. Hidden cost of system failures

Considering the fact that not all providers of external services (Cloud, internet etc.) provides the quality of service on the level determined in agreements, the conclusion can be made that real time testing of the system is essential to ensure high quality level of its operation.

References

1. Ian Sommerville (2015), Software Engineering, Pearson, ISBN: 13:978-1-292-09613-1.

2. European Union, 2018, ICEBERG Report Summary, How to estimate costs of poor quality in a Software QA project: a novel approach to support management decisions, 2016 Project ID: 324356 Funded under: FP7-PEOPLE [Online]. - Available: https://cordis.europa.eu/result/rcn/184376_en.html. Accessed 6/6/2018.

3. P. Potena et al.: “Creating a Framework for Quality Decisions in Software Projects”, ICCSA (5) 2014: 434-448, LNCS.

4. Selenium - Web Browser Automation [Online]. - Available: https://www.seleniumhq.org/ Accessed 09.04.2018.

5. M. Cinque et al.: “On the Impact of Debugging on Software Reliability Growth Analysis: A Case Study”, ICCSA (5) 2014: 461-475, LNCS.

6. Roger Pressman (2014), Software Engineering: A Practitioner's Approach, McGraw Hill, ISBN 13-978-0-07-802212-8.

Arne Buthmann (2018) [Online]. - Available: https://www.isixsigma.com/implementation/financial-analysis/cost-quality-not-only-failure-costs/ Accessed 06.06.2018.

УДК 003.26.09

ЗАСТОСУВАННЯ ПОДВІЙНОГО ШИФРУВАННЯ В КРИПТОСИСТЕМІ AJPS

Д. В. Ядуха

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Фізико-технічний інститут

Національний інститут стандартів і технологій (NIST) у 2017 році оголосив конкурс постквантових алгоритмів шифрування з відкритим ключем [1], у якому взяли участь 69 кандидатів. Одним із запропонованих алгоритмів є криптосистема AJPS [2], яка використовує арифметику за модулем числа Мерсенна. Метою даної роботи є аналіз криптосистеми AJPS та побудова модифікації алгоритму шифрування для зменшення кількості вразливих значень відкритого ключа.

У запропонованій криптосистемі AJPS [2] використовуються відкриті параметри $M_n=2^n-1$ - число Мерсенна, α - параметр захищеності, заданий під час побудови криптосистеми, і h - фіксоване значення, яке задовольняє умовам $4h^2 < n$ та $C_{n-1}^{h-1} \geq 2^{\alpha}$. Будемо позначати функцію знаходження ваги Хеммінга як *Ham*. Нехай $HM_{n,h} = \{x : Ham(x \bmod M_n) = h\}$, тобто $HM_{n,h}$ - множина чисел, які за модулем числа Мерсенна мають вагу Хеммінга h. Числа F та G обираються незалежно та рівноймовірно з множини $HM_{n,h}$. Значення G є особистим ключем отримувача, F - таємний параметр криптосистеми. Відкритий ключ H обчислюється за формулою

$$H = \frac{F}{G} \bmod M_n . \tag{1}$$

Криптосистема дозволяє зашифрувати один біт, тобто відкритим текстом є значення $b \in \{0,1\}$. Шифротекст C обчислюється як $C=(-1)^b(A \cdot H+B) \bmod M_n$, причому числа A, B обираються незалежно і рівноймовірно з множини $HM_{n,h}$. Для розшифрування спочатку обчислюється значення $d=Ham(C \cdot G \bmod M_n)$, потім біт b визначається за співвідношенням:

$$b = \begin{cases} 0, & якщо \quad d \leq 2h^2 \\ 1, & якщо \quad d \geq n - 2h^2 \\ \perp (помилка), & інакше. \end{cases} \tag{2}$$

Коректність розшифрування за формулою (2) слідує з наступної леми [2]:

Лема 1. Нехай $M_n=2^n-1$ та $A,B \in \{0,1\}^n$, тоді виконуються наступні співвідношення:

1. $Ham(A + B(\bmod M_n)) \leq Ham(A) + Ham(B)$;
2. $Ham(A \cdot B(\bmod M_n)) \leq Ham(A) \cdot Ham(B)$;
3. Якщо $A \neq 0^n$, то $Ham(-A(\bmod M_n)) = n - Ham(A)$.

Навіть відносно стійкі криптосистеми, які використовуються на практиці, часто мають вразливості при деяких значеннях параметрів, тим самим створюючи ситуації, коли криптосистема є нестійкою. Така проблема вирішується формуванням обмежень на вибір відкритих та/або секретних параметрів. Вразливі значення відкритого ключа криптосистеми AJPS описані у наступній лемі.

Лема 2. ([3]) У криптосистемі AJPS при значенні відкритого ключа H такому, що $Ham(H) \leq 1$ або $Ham(H^{-1} \bmod M_n) \leq 1$, можна однозначно визначити повідомлення без знання особистого ключа.

Таким чином, для запобігання атак, які використовують вразливість, описану у лемі 2, потрібно обирати відкритий ключ H так, щоб виконувались умови [3]:

1. $Ham(H) \neq 1$;
2. $Ham(H^{-1} \bmod M_n) \neq 1$.

Іншим шляхом запобігання атак є застосування схеми подвійного шифрування, у якій шифротекст, отриманий у результаті першого шифрування, використовуються як відкритий ключ при другому шифруванні.

Лема 3. Нехай у криптосистемі AJPS для шифрування біту b використовуються параметри H - відкритий ключ та G - особистий ключ. Тоді, якщо шифротекст буде обчислений як

$$C = (-1)^b (A_2 \cdot H_C + B_2), \qquad (3)$$

де $H_C = (-1)^{b^*} (A_1 \cdot H + B_1)$ та $A_1, A_2, B_1, B_2 \in HM_{n,h}$, а $b^* \in \{0,1\}$, то не існує вразливих значень H, при яких є можливим дешифрування повідомлення без знання особистого ключа.

Доведення: При шифруванні біту b за формулою (3) отримуємо шифротекст C:

$$C = (-1)^b (A_2 (-1)^{b^*} (A_1 H + B_1) + B_2) = (-1)^{b+b^*} A_2 (A_1 H + B_1) + (-1)^{b_2} B_2.$$

Потрібно розглянути *4* випадки при різних значеннях бітів b та b^*, а саме:

1. $b=0,\ b^*=0;$
2. $b=1,\ b^*=0;$
3. $b=0,\ b^*=1;$
4. $b=1,\ b^*=1.$

Доведемо відсутність обмежень на $Ham(H)$ та $Ham(H^{-1} \bmod M_n)$ лише для першого випадку, для інших випадків доведення виконується аналогічно. У випадку $b=0,\ b^*=0$ шифротекст C буде обчислюватись за формулою $C = (A_1 H + B_1) A_2 + B_2$.

Знайдемо значення $Ham(H)$, при якому можливо б було однозначно розшифрувати шифротекст C без знання G. У цьому випадку маємо

$$d = Ham(C \cdot G \bmod M_n) = Ham(((A_1 \cdot H + B_1) \cdot A_2 + B_2) \cdot G \bmod M_n) =$$

$$= Ham((A_1 \cdot H + B_1) \cdot A_2 \cdot G + B_2 \cdot G \bmod M_n).$$ Використовуючи лему 1 та умову $Ham(A_1) = Ham(A_2) = Ham(B_1) = Ham(B_2) = Ham(G) = h$, отримуємо: $d = Ham((A_1 \cdot H + B_1) \cdot A_2 \cdot G + B_2 \cdot G \bmod M_n) \leq$

$\le (h \cdot Ham(H)+h)\cdot h^2 + h^2 = h^2(h \cdot Ham(H)+h+1)$. Для однозначного розшифрування потрібно, щоб $h \cdot Ham(H)+h+1 \le 2$, тобто $h \cdot Ham(H) \le 2-h-1$. Таким чином отримуємо $Ham(H) \le \frac{1}{h} - 1.$

Оскільки за умовою криптосистеми *h* значно більше за *0*, то $\frac{1}{h} - 1 \le 0$, тоді отримуємо умову для ефективного дешифрування $Ham(H) \le 0$. Але значення функції *Ham* є невід'ємними, тобто отримана умова *Ham(H)=0*, а таке значення *H* неможливе за умовою криптосистеми. Таким чином, не існує значення *Ham(H)*, при якому можна було б розшифрувати *C*, не використовуючи значення *G*.

Для випадку ваги Хеммінга оберненого елемента до *H* відносно операції множення за модулем числа Мерсенна, потрібно з формули (1) представити особистий ключ через відкритий ключ, а саме:

$$G = H^{-1} \cdot F \bmod M_n. \tag{4}$$

Тоді, використовуючи формулу (4), маємо:

$$\begin{aligned} d &= Ham((A_1 \cdot H + B_1)\cdot A_2 \cdot G + B_2 \cdot G \bmod M_n) = \\ &= Ham((A_1 \cdot H + B_1)\cdot A_2 \cdot H^{-1} \cdot F + B_2 \cdot H^{-1} \cdot F \bmod M_n) = \\ &= Ham((A_1 + B_1 \cdot H^{-1})\cdot A_2 \cdot F + B_2 \cdot H^{-1} \cdot F \bmod M_n) \le \\ &\le (h + h \cdot Ham(H^{-1} \bmod M_n)\cdot h^2 + h^2 \cdot Ham(H^{-1} \bmod M_n)) = \\ &= h^2 \cdot (h + h \cdot Ham(H^{-1} \bmod M_n) + Ham(H^{-1} \bmod M_n)) \end{aligned} \tag{5}$$

З формули (5) отримуємо, що для однозначного дешифрування біту b=0 необхідно, щоб виконувалось співвідношення $h + h \cdot Ham(H^{-1} \bmod M_n) + Ham(H^{-1} \bmod M_n) \le 2,$ тобто $Ham(H^{-1} \bmod M_n)\cdot(h+1)+h \le 2.$ Таким чином, отримуємо:

$$Ham(H^{-1} \bmod M_n) \le \frac{2-h}{h+1} = \frac{-h-1+1+2}{h+1} = \frac{-(h+1)+3}{h+1} = \frac{3}{h+1} - 1.$$

Оскільки значення h досить велике, то $\frac{3}{h+1} - 1 \le 0.$ Отже, отримуємо $Ham(H^{-1} \bmod M_n) \le 0.$ Враховуючи, що функція Ham додатньовизначена та $Ham(H^{-1} \bmod M_n) \ne 0,$ бачимо, що не існує значення $Ham(H^{-1} \bmod M_n)$, при якому можна було б виконати дешифрування повідомлення, не використовуючи значення особистого ключа. Лему доведено.

Таким чином, не існує вразливих значень H, при яких можна однозначно розшифрувати повідомлення без знання особистого ключа.

Зауваження: Біт b^* для формування нового відкритого ключа можна обирати будь-який.

Отже, при застосуванні підходу подвійного шифрування у криптосистемі AJPS вдається уникнути обмежень на значення відкритого ключа, тим самим зменшуючи кількість необхідних перевірок значень параметрів при реалізації криптосистеми.

Література

1. Post-Quantum cryptography standardization NIST [Електронний ресурс]. - 2017. - Режим доступу: https://csrc.nist.gov/projects/post-quantum-cryptography/post-quantum-cryptography-standardization.

2. A New Public-Key Cryptosystem via Mersenne Numbers [Електронний ресурс] / D.Aggarwal, A. Joux, A. Prakash, M. Santha. - 2017. - Режим доступу: https://eprint.iacr.org/2017/481.

3. Побудова обмежень на значення відкритого ключа криптосистеми AJPS / Д.В.Ядуха - Теоретичні і прикладні проблеми фізики, математики та інформатики. // Матеріали XVI Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, 26-27 квітня 2018 року, м.Київ, Україна – том 2, ст.81

УДК 004.9:004.75

ЭКСПЕРТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МОДЕЛИРОВАНИИ СИСТЕМ

Ю.М. Лисецкий
ДП «ЭС ЭНД ТИ УКРАИНА»

Моделирование является мощным инструментом исследования систем [1]. При моделировании системы, мы осуществляем прогнозирование за счет решения задач идентификации неизвестных зависимостей и их оптимизации на основе статистической и экспертной информации [2]. Моделирование систем является информационно-аналитическим процессом, который базируется на ретроспективных данных, статистической информации о подобных системах, результатах прогнозирования или оценках экспертов, использование которых объясняется, как сложностью исследуемых систем, так и отсутствием надежных экспериментальных данных (рис.1).

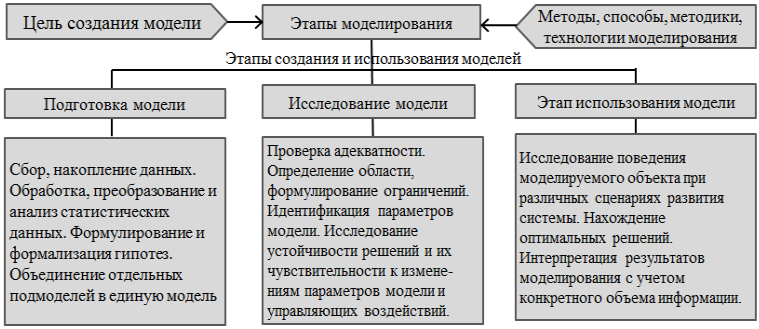


Рисунок 1 – Моделирование систем

В таких случаях экспертные процедуры являются эффективным, а иногда и единственным средством решения задач и требуют привлечения группы высокопрофессиональных специалистов [3]. Основное преимущество групповой оценки заключается в возможности разностороннего анализа как количественных, так и качественных аспектов решаемой проблемы. Но групповая оценка может считаться достаточно надежной только при условии хорошей согласованности мнений участвующих в экспертизе специалистов. Поэтому обработка информации, полученной от экспертов, должна включать в себя оценку степени согласованности мнений и выявление причин их неоднородности [4].

Это можно сделать с помощью статистической обработки информации, полученной от экспертов [5]. В этом случае полученные от экспертов оценки могут рассматриваться как случайная переменная и поэтому для анализа разброса и согласованности оценок применяются следующие статистические характеристики:

– среднее значение оценок (точечная оценка для данной группы экспертов), которое характеризует обобщённое мнение экспертов по альтернативам;

– среднее квадратичное отклонение, характеризующее разброс мнения отдельных экспертов относительно среднего значения;

– коэффициент вариации, характеризующий вариабельность, рассчитываемую в виде отношения среднего квадратичного отклонения оценки к средней арифметической.

С точки зрения математической статистики оценки, существенно отличающиеся от среднего значения могут считаться случайными. Поэтому было введено понятие противоречивости мнения эксперта k

обобщённому мнению всех экспертов, которое основывается на допущении, что мнение y_k эксперта k является крайним среди мнений m экспертов. Анализ противоречивости мнения эксперта k проводится с использованием оценки анормальности результатов при неизвестной генеральной дисперсии.

Для оценки меры сходства мнений экспертов используются коэффициенты ассоциации (по Устюжанинову), с помощью которых учитывается лишь число совпадающих или несовпадающих ответов и не учитывается их последовательность .

Для более точной оценки согласованности мнений экспертов используем методы ранговой корреляции:

1. Коэффициент ранговой корреляции Кендалла, как одну из выборочных мер зависимости двух случайных величин (признаков) X и Y, основанную на ранжировании элементов выборки $(X_1, Y_1),..., (X_n, Y_n)$. Коэффициент ранговой корреляции Кендалла [7] относится к ранговым статистикам и как любая ранговая статистика может использоваться для обнаружения зависимости двух качественных признаков, если только элементы выборки можно упорядочить относительно этих признаков.

2. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена, который также является мерой зависимости двух случайных величин, основанной на ранжировании независимых результатов наблюдений, с помощью которого коэффициент вычисляется проще и быстрее.

При анализе оценок, полученных от экспертов, часто возникает необходимость выявить согласованность их мнений по нескольким альтернативам, оказывающим влияние на один конечный результат. В этом случае согласованность мнений экспертов оценивается с помощью коэффициента конкордации W– общего коэффициента ранговой корреляции для группы, состоящей из m экспертов.

Для того, чтобы оценить значимость коэффициента конкордации, пользуются критерием χ^2. Найденное значение должно быть больше табличного χ^2, определяемого числом степени её свободы и уровнем доверительной вероятности. Это подтверждает значимость коэффициента конкордации.

Для ускорения определения согласованности и достоверности экспертных оценок предлагается технология анализа экспертных заключе-

ний путем применения последовательности методов выявления неоднородности мнений экспертов. Сущность технологии заключается в следующем.

В первую очередь необходимо оценить согласованность мнений экспертов с помощью коэффициента конкордации. Если коэффициент конкордации значим, то мнения группы экспертов согласованы и дальнейший анализ можно не проводить.

Если мнения экспертов окажутся не согласованными, то для оценки меры сходства мнений каждой пары экспертов надо рассчитать коэффициенты ассоциации по Устюжанинову.

Для более точной проверки согласованности мнений экспертов необходимо использовать метод ранговой корреляции Спирмена, с помощью которого коэффициент вычисляется проще и быстрее, чем коэффициент ранговой корреляции Кендалла.

При наличии несогласованности мнений экспертов продолжить анализ для выявления причин их неоднородности и провести проверку на противоречивость мнений, в ходе которой выявляются эксперты, мнения которых существенно отличаются от обобщенного мнения группы.

Предложенная технология анализа экспертных заключений путем применения последовательности методов выявления неоднородности мнений экспертов может быть алгоритмизирована, и алгоритм содержит такие шаги:

Шаг 1. Расчет коэффициента конкордации.

Шаг 2. Оценка значимости коэффициента конкордации.

Шаг 3. Расчет коэффициентов ассоциации.

Шаг 4. Оценка мер сходства мнений пар экспертов.

Шаг 5. Расчет коэффициентов ранговой корреляции.

Шаг 6. Оценка согласованности мнений экспертов.

Шаг 7. Расчет обобщенного мнения группы экспертов.

Шаг 8. Проверка мнения эксперта на противоречивость обобщенному мнению группы.

Данный алгоритм был программно реализован на языке C++ [6]. С помощью программной реализации проводились практические исследования, которые экспериментально подтвердили эффективность предложенной технологии.

Таким образом, недостаточные полнота и достоверность информации часто не позволяют применить математические методы для решения задач моделирования. В этих условиях применение экспертных технологий для построения моделей позволяет существенно повысить их адекватность, исследуемым системам. Очевидно, что ответственным этапом в этих случаях, является анализ мнений экспертов, который

включает проверку их согласованности и достоверности. Несмотря на то, что это достаточно трудоемкий процесс, его качественное проведение возможно, с помощью предложенной технологии анализа экспертных заключений, которая позволяет ускорить определение их согласованности и достоверности.

Литература

1.Томашевский В. М. Моделирование систем / Томашевский В. М. − К.: “Вид.гр.БХВ “, 2005. − 352 с.

2. Лисецкий Ю. М. Некоторые подходы к построению моделей сложных систем / Ю. М. Лисецкий // Восьма міждунар. наук.-практ. конф. «Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС’2013», (Київ – Жукин, 24–28 червня 2013 р.). – Київ – Жукин, 2013. – С. 326–330.

3. Китаев Н. Н. Групповые экспертные оценки / Китаев Н. Н. – М.: Экономика, 1975. – С. 64.

4. Литвак Б. Г. Экспертная информация: Методы получения и анализа / Литвак Б. Г. – М.: Радио и связь, 1984. – С. 118.

5. Бешелев С. Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.

6. Лисецкий Ю. М. Об автоматизации экспертных оценок / Ю. М. Лисецкий, Н. П. Каревина // Математичні машини і системи. – 2008. – № 1. – С. 151–162.

УДК 004.773.2

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ МОНІТОРИНГ ДРУКОВАНИХ ТЕКСТІВ

М.С. Голуб

Черкаський державний технологічний університет

Потреба автоматизації процесу обробки інформації, яку містять друковані тексти, роблять актуальними дослідження в області їх інтелектуального моніторингу. Більшість із завдань моніторингу в цій предметній області можна формалізувати як задачі класифікації тексту, крім цього актуальними є задачі структурної та параметричної ідентифікація , прогнозування та інші. Таким чином реалізовуються завдання із пошуку текстів заданої тематики чи заданого змісту, заданого автора, чи групи авторів.

Результати інформаційного пошуку методів та засобів розв’язання завдань інтелектуального моніторингу друкованих текстів дозволяє зробити висновки, що найбільш перспективною технологією інтелектуального аналізу тексту (Text mining) є машинне навчання нейромереж,

поліноміальних, еволюційних та гібридних моделей. Перелік цих завдань та їх поєднання залежить від потреб ППР, цілями, що досягає особа, що приймає рішення (ОПР), предметною галуззю, де використовується інформація, яка тримана із друкованих текстовий повідомлень. Найчастіше метою класифікації текстових повідомлень є їх групування за авторством, певними характеристиками стану автора (вік, стать, освіченість, фізичне та психологічне здоров'я, належність до певної спільноти).

Одним із потужних інструментів, що здатні розв'язувати подібні задачі, є технології інформаційного моніторингу. Значна популярність МІС пов'язана із задоволенням інформаційних потреб військових, бізнесу, народного господарства, медицини, екології та інших галузей.

Інформаційна технологія багаторівневого моніторингу застосовується у випадках, коли необхідно забезпечити процеси прийняття рішень інформацією, яку треба здобувати «по крихтах» із багатьох різнорідних джерел [1]. Однією із складових цієї технології є методи інтелектуального аналізу текстів (Text Mining).

На сьогодні існує кілька класів задач, що розв'язуються методами інтелектуального аналізу текстів. Класифікація і кластеризація текстів [2] використовується для здобування ключових слів, реферування, тематичне індексування. Поєднання в єдину технологію методів класифікації та структурно-параметричної ідентифікації дозволяє розв'язати задачі виявлення та аналізу зв'язків між поняттями, пошуку ключових фраз для навігації по текстам. На сьогодні не до кінця усвідомлені можливості використання методів прогнозування в процесі інтелектуального аналізу текстів.

Багаторівневий інформаційний моніторинг реалізується шляхом формування глобальної функціональної залежності – функціонала, який перетворює результати різнорідних спостережень у відомості про властивості об'єктів. Властивості описують здатність об'єкта реагувати на зовнішні впливи. Ці властивості враховуються в процесі формування управлінських рішень — послідовності керуючих впливів, що забезпечують перехід об'єкта із даного стану в запланований. Природньо, що кожна МІС будується під індивідуальні потреби особи, що приймає рішення (ОПР).

Процеси пошуку інформації заданого змісту, пошуку текстів, авторами яких є задані категорії осіб, виявлення текстів, що несуть в собі ворожий для України зміст та виконання багатьох інших завдань є функціями технологій інформаційного моніторингу [3].

Результати класифікації текстів залежать від інформативності МВД. Носієм інформації є ознаки. Вдале формування словника ознак забезпечує можливість існуючими інструментами синтезатора моделей побудувати вирішуюче правило у вигляді поліноміальної або іншої подібної моделі, яка дозволяє максимально адекватно класифікувати тексти. При недостатній інформативності МВД збільшують кількість інформативних ознак шляхом обробки текстів до їх перетворень або після них. Одним із засобів підвищення інформативності МВД є перетворення текстів за словником ознак і побудова точок спостереження шляхом обробки частотних характеристик показників із словника текстових повідомлень. Недостатньо дослідженими залишаються процеси побудови точок спостережень. Невирішеними залишаються завдання виявлення впливу процесу побудови точок спостереження на результати класифікації текстів.

В цій роботі подані результати досліджень нового методу класифікації друкованих текстів, що поєднує типові процеси багаторівневого моделювання в моніторингових інформаційних системах (МІС) із методами глибинної декомпозиції друкованих текстів для формування словника інформативних ознак та розрахунку їх чисельних характеристик, що входять до масиву вхідних даних (МВД) [4].

Новий метод класифікації друкованих текстів машинним навчанням поліноміальних моделей містить такі етапи:

1) декомпозицію текстів на ділянки однакової довжини (вікна);

2) формування словника ознак;

3) розрахунок показника інформативності ознак;

4) формування точок спостереження у багатовимірному просторі ознак. Точка спостереження має вигляд строчки у матриці чисельних характеристик (ознак) тексту;

5) формування масиву вхідних даних шляхом поєднання окремих точок спостереження різних текстів у класи;

6) побудова правила групування точок спостереження у класи. Правило групування має вигляд моделі-класифікатора, що отримується шляхом машинного навчання нейромереж, синтезу поліноміальних моделей МГУА та інших еволюційних методів;

7) побудови інформаційної технології класифікації текстів шляхом поєднання методів визначення інформативності ознак, відбір та поєднання у словники сукупності інформативних ознак, методів формування точок спостереження різних текстів та поєднання їх в масив вхідних даних, методів синтезу моделі-класифікатора, методів формування сукупності моделей-класифікаторів та одночасного їх використання в процесі інтелектуального аналізу текстів.

Крім того інформаційна технологія класифікації текстів повинна містити результати розв'язання задачі координації – узгодження взаємодій різних методів, що забезпечує максимальну кількість вірно класифікованих текстів та їх частин.

Для кожного із етапів цієї ІТ необхідно знайти спільну стратегію розв'язку задач параметричної оптимізації локальних процесів перетворення інформації. Параметрична оптимізація кожного із локальних процесів повинна покращувати результати глобального процесу класифікації тексту – збільшувати кількість вірно класифікованих текстів.

Була сформульована гіпотеза про те, що адаптивність МВД забезпечується шляхом оптимізації довжини вектору ознак , довжини вікна, виявлення переліку ознак необхідної інформативності, підвищення інформативності масиву вхідних даних вцілому шляхом побудови точок спостереження,. Інформативність ознаки тим вища, чим частіше ця ознака використовується у тексті.

Для розрахунку інформативності окремої ознаки в цій роботі застосовувався імовірнісний критерій [5]:

$$K_i = \frac{\gamma_i}{\sum_{i=1}^{n} \gamma_i} 100\%, \quad (1)$$

де Кі – показник інформативності і-ї ознаки; - частість і-ї ознаки (кількість разів, що використана і-та ознака у окремому вікні), n – кількість ознак у МВД.

Для експериментальної перевірки цієї гіпотези розв'язувалась задача класифікації текстів за гендерною ознакою автора. Було задано 2 класи: 1- жінки; 2- чоловіки. В якості АСМ використовувався багаторядний алгоритм МГУА [6].

В процесі планування експерименту за критерій якості моделі використовувався показник кількості вірно розпізнаних вікон у тексті. Було сплановано двофакторний експеримент. Досліджувався вплив зміни розміру вікна та мінімальної інформативності ознак, що були відібрані із словника, на результати класифікації текстів. Частість застосування кожної ознаки у одному вікні утворюють строчку в МВД – точку спостереження у багатовимірному просторі ознак. Кількість вікон, перелік ознак та їх частість дозволяють сформувати МВД.

Досліджувались 20 текстів, отриманих із журналістських інтернет-публікацій. За результатами цього дослідження виявлені залежності зміни кількісті вірно класифікованих точок спостереження при зростанні інформативності ознаки, що розрахована за критерієм (1) при декомпозиції тексту на вікна різної довжини. Закономірності зміни кількості вірно класифікованих точок спостереження для вікон різної довжини різні.

Зростання значення показника інформативності приводить до збільшення кількості вірно класифікованих точок тільки на окремих ділянках. Результати класифікації точок спостереження, отримані для значень показника інформативності 5% і 7% дозволяють стверджувати, що підвищення індивідуальної інформативності ознаки не завжди дозволяє отримати підвищення інформативності всього масиву. При зростанні інформативності ознак кількість вірно класифікованих точок зменшується. Це може бути спричинено зростанням впливу на результат моделювання суміщених ознак при зростанні їх інформативності [7] та впливом факторів, які не ввійшли до плану експерименту.

При значенні показника інформативності ознак 1,5% і 3% в умовах експерименту вдалось отримати максимальну кількість вірно розпізнаних точок за умови, що довжина вікна буде 2000 знаків. Але при цьому при застосуванні переліку ознак, що мають імовірність застосування у вікні 1,5 % їх кількість – 151, а при застосуванні переліку ознак із 3% імовірністю застосування, їх кількість 34, тобто зменшується більше ніж в 4 рази. Це дозволяє зменшити кількість комп'ютерних ресурсів, зокрема часу, на побудову окремої моделі, підвищивши таким чином ефективність методу. Оскільки параметрична оптимізація в цій технології реалізується шляхом багаторазового синтезу та випробування моделей, зменшення часу синтезу окремої моделі є показником значимим.

Аналізувались залежності зміни кількості вірно класифікованих точок від довжини вікна тексту при різних показниках імовірності застосування ознаки у вікні, що є показником інформативності цієї ознаки. Виявлено, що оптимальною довжиною вікна для розв'язку задачі класифікації текстів за гендерною ознакою в цих умовах доцільно вважати 2000 знаків. Отриманий результат у 100% вірно класифікованих точок спостереження дозволяє класифікувати текст за однією точкою.

Для підвищення інформативності МВД була сформульована гіпотеза, що закономірність зміни значення дисперсії ознаки при зростання кількості елементів, за якою ця дисперсія розрахована є індивідуальною характеристикою кожного класу.

Для перевірки цієї гіпотези був проведений експеримент.

Точка спостереження формувалась шляхом розрахунку дисперсії ознаки у фіксованій кількості вікон. ПО тексту формувався шляхом розрахунку частості використання ознаки у кожному вікні. Послідовне поєднання вікон утворює масив чисельних характеристик. Запропоновано розбити масив даних ПО на ділянки по z вікон (строчок) і розрахувати дисперсію кожної ознаки в цих z вікнах. Результати розрахунків утворюють точку спостереження МВД. Кількість точок спостереження у МВД буде в z разів менше в порівнянні з первинним описом. Після

цього розв'язується типова задача синтезу моделі-класифікатора, визначення розділяючої поверхні для класів, та його випробування на тестовій послідовності точок. Тестова послідовність точок спостереження не використовувалась в процесі синтезу моделі-класифікатора.

Для формування МВД була проведена декомпозиція текстів на вікна з розміром 500 знаків. Всі тексти були розділені на 2 класи: 1 – Жінки, 2- Чоловіки. Для дослідження вибрані тексти авторів, що були задіяні в попередніх дослідженнях.. Моделі-класифікатори синтезувались за багаторядним алгоритмом МГУА [6].

Результати досліджень дозволяють стверджувати, що перевага нового методу побудови точок спостереження забезпечується на кожному рівні експерименту і складає від 19,29% до 161,51%. Це означає, що сформульована гіпотеза експериментально підтверджена.

Таким чином підвищення інформативності масиву вхідних даних при розв'язання задачі класифікації текстів досягається шляхом параметричної оптимізації процесу формування МВД та обробкою результатів моделювання кількох ділянок текстів.

Запропоновано новий метод класифікації текстових повідомлень, що передбачає формування словника інформативних ознак, декомпозицію тексту на ділянки однакової довжини, перетворення тексту на масив його характеристик, побудову моделей-класифікаторів, випробування цих моделей на текстах, що не використовувались при їх створенні. На відміну від існуючих методів запропоновано для кожної задачі формувати індивідуальний перелік інформативних ознак і індивідуально підбирати довжину вікон – ділянок, на які розбиваються тексти перед перетворенням.

Для масивів вхідних даних із недостатньою інформативністю запропоновано удосконалити новий метод класифікації текстів шляхом застосування процедури обробки результатів моделювання кількох вікон, на основі яких формуються точки спостереження в МВД. Новий метод побудови точок спостереження переважає існуючий в цих умовах дослідження на (19,29 – 161,51)%.

Недослідженими залишаються випадки, коли система не забезпечує надійного розв'язку поставленої задачі, наприклад на передостанньому рівні експерименту із мінімальною інформативністю ознак 5%.

Література

1. Голуб С.В. Консолідація моделей в процесі багаторівневого опрацювання даних / С.В. Голуб Інформація, комунікація, суспільство 2014: матеріали 3-ї Міжнар. наук. конференції ICS-2014. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. – С. 162-163.

2. Плескач В.Л., Затонацька Т.Г. Інформаційні системи і технології на підприємствах. К.: Знання, 2011. –718 с..

Голуб С.В. Багаторівневе моделювання в технологіях моніторингу оточуючого середовища. Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2007. – 220 с..

3. Голуб С.В. Відображення властивостей текстового документа в багатовимірних моделях інформаційних систем комп'ютерного моніторингу / С.В. Голуб // Інформація, комунікація, суспільство 2013: Матеріали 2-ї Міжнародної наукової конференції ICS-2013. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – С. 180-181.

4. Голуб С.В. Формування показників масиву вхідних даних для ідентифікації авторства текстових повідомлень / С.В. Голуб, О.В. Константиновська, М.С. Голуб // Системи обробки інформації : збірник наукових праць. – Х.: Харківський університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба, 2014. – Вип. 2 (118). – С. 89-92..

5. Ивахненко А.Г. Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем / Ивахненко А.Г. – К.: Наукова думка, 1981. – 296 с..

6. Голуб С.В. Зниження суміщеності сигналів в методах синтезу індуктивних моделей / С.В. Голуб // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2007. – № 1(29). – С.150-152.

УДК 004.415.2.043

ПОДАННЯ ВНУТРІШНЬОГО УЯВЛЕННЯ АВТОМАТНОЇ МОДЕЛІ

В.І. Салапатов

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, Україна

В разі створення автоматної моделі програми важливо визначити форму внутрішнього її подання, щоб в подальшому автоматизувати перехід від моделі до програми на будь-якій процедурній мові програмування. Оскільки модель програм передбачається створювати у вигляді недетермінованого скінченного автомату [1], а в кожному стані мають виконуватись певні дії, то структура такого автомату має наступний вигляд: $A = (S, S_0, I, F, O, P)$. Ці позначки означають наступне. S – кінцева множина станів, S_0 – множина початкових станів із S, I – множина припустимих вхідних даних, F – функція перетворення даних, O – множина припустимих значень вихідних даних функції F, P – функція поміток переходів у черговий стан, яка визначає перехід з поточного стану в один із станів із S в залежності від значення O. Функція F визначає послідовність дій, які мають виконуватись у

кожному стані. Таким чином, при описі моделі для кожного її стану функції F, множини вихідних даних O та функції поміток P визначають усі можливі пов'язані між собою шляхи виконання конкретного алгоритму. При визначенні параметрів F, O та P для кожного стану моделі програми будемо фактично мати повний її опис. В подальшому такий опис буде достатнім для перетворення у послідовність операторів процедурної мови програмування. При цьому для визначення кожного стану автоматної моделі достатньо функції F, припустимих вхідних даних та функції поміток для переходу у наступні стани. Внутрішнє подання автоматної моделі починається з подання її початкових станів. Припустимі вхідні дані O можуть бути задані або як множина даних у вигляді таблиці, або аналітично у вигляді нерівностей. Функція F для кожного стану моделі являє собою послідовність арифметичних або логічних дій у вигляді формул. Функція поміток P має забезпечувати перехід за визначеною умовою у наступний стан. Кожен стан, таким чином, повинен мати ім'я щоб забезпечити перехід за допомогою функції P. Функція P має визначати значення неприпустимих вихідних даних і забезпечити перехід у стани для обробки помилкових ситуацій. Така форма опису одночасно встановлює дані певного типу у кожному стані, які мають бути сформовані у розділі даних. Параметр кожного стану визначається його позицією у внутрішньому поданні. Так подання стану має починатись з його імені, дали має слідувати опис обмеження на вхідні дані. При цьому в разі обмеження на іменовану таблицю окремо задати список елементів таблиці. Формули F можуть застосовувати змінні та константи певних типів. Їх перша поява доповнює розділ даних моделі. Формування даних внутрішнього подання має відбуватися при обробці опису автоматної моделі. Наступним параметром повинен бути опис припустимих значень функції F у вигляді обмежень і таблиць. Функція поміток має завершувати опис стану автоматної моделі і визначає перехід у наступний стан моделі. Внутрішнє подання в подальшому буде використовуватись як вхідні дані для перетворення його у програму на певній будь-якій процедурній мові програмування. Внутрішнє подання формується із опису моделі програми в спеціальному вигляді. В разі коректного опису алгоритму програми буде сформовано внутрішнє уявлення, яке буде відповідати опису. В такому разі верифікація моделі не потрібна, оскільки вона повністю відповідатиме коректному її опису. Остаточне налагодження програми при її тестуванні зводиться для остаточної можливої корекції типів даних та їхньої відповідності у формулах F. Такий підхід розробки програм має просунути інженерний підхід процесу створення програм.

Література

1. Карпов Ю.Г. MODEL CHECKING. Верификация параллельных и распределенных программных систем. /Ю.Г. Карпов – СПб.; БХВ-Петербург, 2010.- 560 с.

УДК 510.635:004.891(045)

ВІДНОВЛЕННЯ ТЕКСТОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ З ФОРМАЛЬНИХ ЛОГІКО-ЛІНГВІСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

А.І. Вавіленкова

Національний авіаційний університет, Україна

Логіко-лінгвістична модель [1] є засобом, що дозволяє формалізувати тексти природної мови за єдиним принципом. У свою чергу, аналіз таких моделей дає змогу зробити зворотну операцію – відновити текст. Формальний апарат трансформації тексту у логіко-лінгвістичну модель і навпаки виступає єдиним засобом автоматизації процесу обробки текстової інформації.

Змістовна компонента аналізу електронних документів містить у собі поєднання бази правил, що створена на основі досліджень лінгвістів, та методів обробки масивів текстової інформації [2].

Нехай деякий текстовий фрагмент задано такими логіко-лінгвістичними моделями, з яких потрібно відновити текст:

$$\{L^{S_1} = p_1(x_1, g_1, y_{11}, q_{11}, z_1, r_1, 0) \,\&\, p_1(x_1, g_1, y_{12}, q_{11}, z_1, r_1, 0) \,\&$$

$$p_1(x_1, g_1, y_{11}, q_{12}, z_1, r_1, 0) \,\&\, p_1(x_1, g_1, y_{12}, q_{12}, z_1, r_1, 0),$$

$$L^{S_2} = [p_2(x_2, 0, y_{21}, x_1, 0, 0, 0) \,\&\, p_2(x_2, 0, y_{22}, 0, z_{21}, 0, 0) \,\&$$

$$p_2(x_2, 0, y_{23}, q_{22}, 0, 0, 0)] \rightarrow p_2'(y_{11}, 0, y_2', 0, 0, 0, 0)\},$$

{ L^{S_1} = застосовуються (мережі, нейронні, компаніями, різноманітними, технологій, інтелектуальних, 0) &

застосовуються (мережі, нейронні, центрами, різноманітними, технологій, інтелектуальних, 0) &

застосовуються (мережі, нейронні, компаніями, інноваційними, технологій, інтелектуальних, 0) &

застосовуються (мережі, нейронні, центрами, інноваційними, технологій, інтелектуальних, 0),

L^{S_2} = [залежить (те, 0, направленості, мереж, 0,0,0)&

залежить (те, 0, алгоритмів, 0, роботи,0,0)&

залежить (те, 0, результатів, наочних, 0,0,0)]→

матиме (клієнт, 0, користь,0,0,0,0)}.

1) Кількість атомарних предикатів, що описують частини речення S, які відображають закінчений зміст, дорівнює $v^{S_1} = 4$, $v^{S_2} = 4$.

2) Множини, що входять до логіко-лінгвістичної моделі містять такі елементи:

$P^{S_1} = \{застосовуються\}$; $X_p^{S_1}(h) = \{мережі\}$; $G_p^{S_1}(x,h) = \{нейронні\}$; $Y_p^{S_1}(x,g,h) = \{компаніями,\ центрами\}$; $Q_p^{S_1}(x,g,y,h) = \{різноманітними,\ інноваційними\}$; $Z_p^{S_1}(x,g,y,q,h) = \{технологій\}$; $R_p^{S_1}(x,g,y,q,z,h) = \{інтелектуальних\}$;

$P^{S_2} = \{залежить,\ матиме\}$; $X_p^{S_2}(h) = \{те,\ клієнт\}$; $Y_p^{S_2}(x,g,h) = \{направленості,\ алгоритмів,\ результатів,\ користь\}$;

$Q_p^{S_2}(x,g,y,h) = \{мереж,\ наочних\}$; $Z_p^{S_2}(x,g,y,q,h) = \{роботи\}$.

3) Кортеж логічних операцій речення S_1 містить такі елементи: $O(S_1) = [\&,\&,\&]$, для речення S_2 – $O(S_2) = [\&,\&,\rightarrow]$.

4) Потужності множин $\left|P^{S_1}\right| = 1$; $\left|H_p^{S_1}\right| = \varnothing$; $\left|X_p^{S_1}(h)\right| = 1$; $\left|G_p^{S_1}(x,h)\right| = 1$; $\left|Y_p^{S_1}(x,g,h)\right| = 2$; $\left|Q_p^{S_1}(x,g,y,h)\right| = 2$; $\left|Z_p^{S_1}(x,g,y,q,h)\right| = 1$; $\left|R_p^{S_1}(x,g,y,q,z,h)\right| = 1$, $\left|P^{S_2}\right| = 2$; $\left|H_p^{S_2}\right| = \varnothing$; $\left|X_p^{S_2}(h)\right| = 2$; $\left|G_p^{S_1}(x,h)\right| = \varnothing$; $\left|Y_p^{S_2}(x,g,h)\right| = 4$; $\left|Q_p^{S_2}(x,g,y,h)\right| = 2$; $\left|Z_p^{S_2}(x,g,y,q,h)\right| = 1$; $\left|R_p^{S_2}(x,g,y,q,z,h)\right| = \varnothing$.

5) Потужності множин відношень та суб'єктів першого речення $\left|P^{S_1}\right| = 1$ і $\left|X_p^{S_1}(h)\right| = 1$, тому речення природної мови просте з однорідними додатками та означеннями.

6) Потужності множин відношень та суб'єктів другого речення $\left|P^{S_2}\right| = 2$ і $\left|X_p^{S_2}(h)\right| = 2$, тому речення природної мови складне.

7) Так як елементи множини відношень та суб'єктів другого речення природної мови містять як різні елементи, так і такі, що дублюються, то це свідчить про наявність однорідних членів в простих реченнях, які входять до складного. Операція імплікації між простими предикатами у логіко-лінгвістичній моделі вказує на те, що речення складнопідрядне.

8) Логіко-лінгвістична модель першого речення природної мови S_1 складається з чотирьох атомарних предикатів:

$\{L^{S_1} = p_1(x_1, g_1, y_{11}, q_{11}, z_1, r_1, 0) \& p_1(x_1, g_1, y_{12}, q_{11}, z_1, r_1, 0) \&$

$p_1(x_1, g_1, y_{11}, q_{12}, z_1, r_1, 0) \& p_1(x_1, g_1, y_{12}, q_{12}, z_1, r_1, 0).$

Словосполучення, відновлені з атомарного предикату $p_1(x_1, g_1, y_{11}, q_{11}, z_1, r_1, 0)$: «*нейронні мережі, застосовуються компаніями, різноманітними компаніями, компаніями для технологій, інтелектуальних технологій*».

Словосполучення, відновлені з атомарного предикату $p_1(x_1, g_1, y_{12}, q_{11}, z_1, r_1, 0)$: «*нейронні мережі, застосовуються компаніями, різноманітними центрами, центрами для технологій, інтелектуальних технологій*».

Словосполучення, відновлені з атомарного предикату $p_1(x_1, g_1, y_{11}, q_{12}, z_1, r_1, 0)$: «*нейронні мережі, застосовуються компаніями, інноваційними компаніями, компаніями для технологій, інтелектуальних технологій*».

Словосполучення, відновлені з атомарного предикату $p_1(x_1, g_1, y_{12}, q_{12}, z_1, r_1, 0)$: «*нейронні мережі, застосовуються компаніями, інноваційними центрами, центрами для технологій, інтелектуальних технологій*».

Логіко-лінгвістична модель другого речення природної мови S_2 також складається з чотирьох атомарних предикатів:

$L^{S_2} = [p_2(x_2, 0, y_{21}, x_1, 0, 0, 0) \& p_2(x_2, 0, y_{22}, 0, z_{21}, 0, 0) \&$

$p_2(x_2, 0, y_{23}, q_{22}, 0, 0, 0)] \to p_2'(y_{11}, 0, y_2', 0, 0, 0, 0)\}.$

Словосполучення, відновлені з атомарного предикату $p_2(x_2, 0, y_{21}, x_1, 0, 0, 0)$: «*залежить від направленості, направленості мереж*».

Словосполучення, відновлені з атомарного предикату $p_2(x_2, 0, y_{22}, 0, z_{21}, 0, 0)$: «*залежить від алгоритмів, алгоритмів роботи*».

Словосполучення, відновлені з атомарного предикату $p_2(x_2, 0, y_{23}, q_{22}, 0, 0, 0)$: «*залежить від результатів, наочних результатів*».

Словосполучення, відновлені з атомарного предикату $p_2'(y_{11}, 0, y_2', 0, 0, 0, 0)$: «*матиме користь*».

9) Відновлений порядок слів у реченні природної мови S_1 за схемою $g_{\delta_1}^{(\lambda)} \to x_{\delta_1}^{(\lambda)} \to p_{\delta_1}^{(\lambda)} \to q_{\delta_1}^{(\lambda)} \to y_{\delta_1}^{(\lambda)} \to r_{\delta_1}^{(\lambda)} \to z_{\delta_1}^{(\lambda)} \to h_{\delta_1}^{(\lambda)}$:

«нейронні мережі застосовуються різноманітними інноваційними компаніями та центрами для інтелектуальних технологій».

10) Відновлений порядок слів у реченні природної мови S_2 за схемою $g_{\delta_2}^{(\lambda)} \to x_{\delta_2}^{(\lambda)} \to p_{\delta_2}^{(\lambda)} \to q_{\delta_2}^{(\lambda)} \to y_{\delta_2}^{(\lambda)} \to r_{\delta_2}^{(\lambda)} \to z_{\delta_2}^{(\lambda)} \to h_{\delta_2}^{(\lambda)}$:

«те залежить від направленості мереж, алгоритмів роботи та наочних результатів, внаслідок чого клієнт матиме користь».

Оригінальний текстовий фрагмент, для якого були побудовані задані логіко-лінгвістичні моделі має вигляд: "*Нейронні мережі застосовуються різноманітними інноваційними компаніями та центрами для інтелектуальних технологій. Від їх направленості, алгоритмів роботи та наочних результатів залежить те, чи матиме користь клієнт"*.

Таким чином, аналіз логіко-лінгвістичних моделей текстових документів представляє собою складний процес отримання інформації про структуру та зміст тексту, що розглядається, на основі виявлення закономірностей і тенденцій синтаксичної, семантичної та лексичної побудови тексту. Результатом проведення аналізу логіко-лінгвістичної моделі текстового документу є відновлений текст [3].

Література

1. Вавіленкова А. І. Структуризація текстової інформації за допомогою логіко-лінгвістичного моделювання. *Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика*: зб. доп. наук.-практ. конф. з міжнар. участю (м. Київ, 5 червня 2017 р.). Київ: ІПММС НАНУ, 2017. С. 101 – 104.

2. Вавіленкова А. І. Логіка роботи системи порівняльного аналізу електронних текстових документів. *International Scientific Journal Acta Universitatis Pontica Euxinus. Special number for XIII international conference «Strategy of quality in industry and education»* (Varna, Bulgaria, 5 – 8 June 2017). Varna, Bulgaria, 2017. Vol. II. P. 393 – 396.

3. Вавіленкова А. І. Аналіз і синтез логіко-лінгвістичних моделей речень природної мови: монографія. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2017. 152 с.

UDC 004.412:519.237.5

THE NON-LINEAR REGRESSION MODELS TO ESTIMATE THE SOFTWARE SIZE OF INFORMATION SYSTEMS

S.B. Prykhodko, N.V. Prykhodko, A.V. Mandra
Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Ukraine

Software size is one of the most important internal metrics of software including software of information systems. The information obtained from estimating the software size are useful for predicting the software development effort by such well-known model as COCOMO II. This leads to the need to develop appropriate models to estimate the software size [1]. The paper [1] proposed the linear regression equations for estimating the software size of some programming languages, such as VBA, PHP and Java, for information systems. The proposed equations are constructed by multiple linear regression analysis on the basis of the metrics that can be measured from class diagram. However, there are four basic assumptions that justify the use of linear regression models, one of which is normality of the error distribution. But this assumption is valid only in particular cases. This leads to the need to use the non-linear regression models including for estimating the software size of information systems.

A normalizing transformation is often a good way to build the equations models, confidence and prediction intervals of multiply non-linear regressions [2-4]. According [2] transformations are used for essentially four purposes, two of which are: first, to obtain approximate normality for the distribution of the error term (residuals), second, to transform the response and/or the predictor in such a way that the strength of the linear relationship between new variables (normalized variables) is better than the linear relationship between dependent and independent random variables. Well-known techniques for building the equations, confidence and prediction intervals of multivariate non-linear regressions are based on the univariate normalizing transformations, which do not take into account the correlation between random variables in the case of normalization of multivariate non-Gaussian data. This leads to the need to use the multivariate normalizing transformations.

The goal of the paper is to construct the non-linear regression models for estimating the software size of information systems. The software size prediction results by constructed models should be better in comparison with other regression equations, both linear and nonlinear, primarily on such standard evaluations as the multiple coefficient of determination and mean magnitude of relative error. In this paper, we build the models, equations, confidence and prediction intervals of multivariate non-linear regressions for

estimating the software size of information systems on the basis of the Johnson multivariate normalizing transformation (the Johnson normalizing translation) with the help of appropriate techniques proposed in [3].

Suppose that there are bijective multivariate normalizing transformation of non-Gaussian random vector $\mathbf{P} = \{Y, X_1, X_2, \ldots, X_k\}^T$ to Gaussian random vector $\mathbf{T} = \{Z_Y, Z_1, Z_2, \ldots, Z_k\}^T$ is given by

$$\mathbf{T} = \boldsymbol{\psi}(\mathbf{P}) \tag{1}$$

and the inverse transformation for (1)

$$\mathbf{P} = \boldsymbol{\psi}^{-1}(\mathbf{T}). \tag{2}$$

It is required to build the non-linear regression model in the form $Y = Y(X_1, X_2, X_3, \varepsilon)$ on the basis of the transformations (1) and (2). Here Y is actual software size in KLOC, X_1 is the total number of classes, X_2 is the total number of relationships, X_3 is the average number of attributes per class, ε is the Gaussian random variable which defines residuals, $\varepsilon \sim N(0,1)$.

$$Z_Y = \hat{Z}_Y + \varepsilon = \overline{Z}_Y + \left(\mathbf{Z}_X^+\right)\hat{\mathbf{b}} + \varepsilon . \tag{3}$$

After that the non-linear regression model is built on the basis of the linear regression model (3) for the normalized data and the transformations (1) and (2). The non-linear regression model will have the form

$$Y = \psi_Y^{-1}\left[\overline{Z}_Y + \left(\mathbf{Z}_X^+\right)\hat{\mathbf{b}} + \varepsilon\right] . \tag{4}$$

After normalizing the data from [1] by the Johnson multivariate transformation the linear regression model is built for normalized data

$$Z_Y = \hat{Z}_Y + \varepsilon = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 Z_1 + \hat{b}_2 Z_2 + \hat{b}_3 Z_3 + \varepsilon . \tag{5}$$

Parameters of the linear regression model (10) were estimated by the least square method. Estimators for parameters of the equation (5) for the four-dimensional non-Gaussian data set from 30 information systems developed using the Java programming language with JSP, HTML and SQL are such: $\hat{b}_0 = 1.02 \cdot 10^{-5}$, $\hat{b}_1 = 0.56085$, $\hat{b}_2 = 0.42491$, $\hat{b}_3 = 0.05846$. Estimators for parameters of the equation (5) for the data set from 32 information systems developed using the PHP language are given in [5].

After that the non-linear regression model (4) is built

$$Y = \hat{\varphi}_Y + \hat{\lambda}_Y\left[1 + e^{-\left(\hat{Z}_Y + \varepsilon - \hat{\gamma}_Y\right)/\hat{\eta}_Y}\right]^{-1} . \tag{6}$$

where $Z_j = \gamma_j + \eta_j \ln \frac{X_j - \varphi_j}{\varphi_j + \lambda_j - X_j}$, $\varphi_j < X_j < \varphi_j + \lambda_j$, $j = 1,2,3$.

Table 1 contains the lower (LB) and upper (UB) bounds of the prediction intervals of linear and non-linear regressions for estimating the software size of Java-based systems of on the basis of univariate and multivariate transformations respectively for 0.05 significance level. Note the lower bounds of the prediction interval of linear regression from [1] are negative for the eight rows of data. All the lower bounds of the prediction interval of non-linear regressions are positive.

Table 1 – The bounds of the prediction intervals for Java-based systems

No	Bounds for linear regression		Bounds for non-linear regression					
			decimal logarithm univariate transformation		Johnson univariate transformation		Johnson multivariate transformation	
	LB	UB	LB	UB	LB	UB	LB	UB
1	-0.004	22.413	8.120	18.321	5.679	22.412	7.536	19.277
2	40.441	63.127	35.391	80.116	32.573	75.467	36.600	68.504
3	73.784	100.194	59.275	138.222	77.736	91.114	73.863	96.264
4	23.365	45.680	22.478	50.385	17.436	58.472	21.814	48.847
5	28.521	51.009	26.145	58.331	20.726	63.360	25.763	54.772
6	0.799	26.232	7.034	17.019	5.559	24.105	7.061	19.398
7	14.424	38.305	16.005	36.757	11.701	46.283	14.924	36.873
8	24.378	49.497	23.102	53.107	18.875	61.455	22.764	51.145
9	50.614	74.418	40.099	91.972	40.607	80.655	45.398	77.523
10	12.164	34.321	15.219	33.781	10.693	42.556	14.102	34.502
11	9.699	33.192	12.990	29.854	9.052	37.791	11.900	30.337
12	29.427	51.566	26.788	59.618	21.431	64.236	26.458	55.673
13	57.169	80.319	45.795	103.385	49.028	83.854	52.398	82.637
14	42.730	65.325	35.207	79.001	32.094	74.958	37.508	69.345
15	-2.759	19.733	6.678	15.143	4.920	18.108	6.290	15.899
16	56.425	84.914	41.058	95.661	51.026	85.596	52.840	84.458
17	28.727	50.935	25.736	57.458	20.068	62.454	25.536	54.455
18	53.275	77.527	41.847	94.874	43.924	81.998	48.094	79.560
19	33.105	57.082	28.374	65.541	25.246	70.052	29.796	61.411
20	-10.250	12.651	1.998	4.865	3.009	4.748	2.516	4.443
21	43.250	72.859	35.669	84.374	45.506	84.384	44.137	78.697
22	69.156	94.951	59.998	142.294	78.586	91.334	74.127	97.180
23	21.307	44.755	19.724	45.134	15.088	54.334	19.782	45.949
24	-5.754	17.138	5.155	12.104	4.077	13.054	4.988	12.419
25	-5.682	16.927	5.233	11.988	4.203	13.643	5.062	12.421
26	13.902	36.014	16.198	35.999	11.471	44.858	15.245	36.852
27	-10.316	12.711	2.466	5.842	3.048	5.105	2.834	5.520
28	7.380	30.503	11.715	27.340	6.446	29.640	9.577	26.119
29	-4.546	18.186	5.807	13.443	4.360	14.963	5.483	13.826
30	-2.942	21.438	4.599	11.199	4.206	14.773	4.601	11.617

The widths of the prediction interval of non-linear regression on the basis of the Johnson multivariate transformation are less for more data rows than for linear regression from [1] and non-linear regressions following the univariate transformations, both decimal logarithm and the Johnson.

The values of R^2, MMRE and PRED(0.25) equal respectively 0.962, 0.173 and 0.767 for linear regression equation from [1], and equal respectively 0.954, 0.144 and 0.867 for the model based on decimal logarithm, and equal respectively 0.957, 0.158 and 0.800 for the model (6) for the Johnson univariate transformation. The values of R^2, MMRE and PRED(0.25) are better for the model (11) for the Johnson multivariate transformation in comparison with all previous equations, and are 0.967, 0.139 and 0.867 respectively. Approximately the same results are obtained for models for estimating the software size of PHP-based systems.

The scientific novelty of obtained results is that the techniques to build the non-linear regression model for multivariate non-Gaussian data on the basis of the multivariate normalizing transformations is firstly proposed. The non-linear regression models to estimate the software size of information systems is constructed on the basis of the Johnson multivariate transformation for S_B family. The models, in comparison with other regression models (both linear and non-linear), have a larger multiple coefficient of determination, a smaller value of the mean magnitude of relative error, a larger value of percentage of prediction and smaller widths of the confidence and prediction intervals.

References

1. Tan H. B. K. Estimating LOC for information systems from their conceptual data models / H. B. K. Tan, Y. Zhao, H. Zhang // Software Engineering: the 28th International Conference (ICSE '06), Shanghai, China, May 20-28, 2006: proceedings. – P. 321-330.

2. Ryan T.P. Modern regression methods / T. P. Ryan. – New York: John Wiley & Sons, 1997. – 529 p.

3. Prykhodko S.B. Developing the software defect prediction models using regression analysis based on normalizing transformations / S. B. Prykhodko // Modern Problems in Testing of the Applied Software: The Research and Practice Seminar (PTTAS-2016), Poltava, Ukraine, May 25-26, 2016: abstracts. – P. 6-7.

4. Prykhodko S. Estimating the software size of open-source PHP-based systems using non-linear regression analysis / Sergiy Prykhodko, Natalia Prykhodko, Lidiia Makarova // Proceedings of International Conference

“Advanced Computer Information Technologies” (ACIT-2018), Ceske Budejovice, CZECH REPUBLIC, 1-3 June 2018. – P. 199-202.

УДК 004.056

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ СИНТЕЗУ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ ПІДВИЩЕНОЇ РОЗРЯДНОСТІ

А.В. Ярмілко, Р.Г. Немов

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, Україна

За останні кілька десятків років значною мірою було збільшено обсяг та інтенсивність обігу даних у інформаційних системах, і даний процес тільки набирає обертів. Очевидно, що розвитку набувають і методи захисту інформаційних систем від несанкціонованого доступу до даних. Одним із таких методів є крипто-шифрування на основі елементарних логічних функцій. Властивості методу синтезу функцій перестановок, керованих інформацією [1] підтверджують ефективність такого підходу. Тим не менш, для збільшення стійкості інформаційних систем метод крипто-шифрування на основі елементарних логічних функцій потребує постійного розвитку і вдосконалення. Одним із таких шляхів є підвищення розрядності логічних функцій, очікуваним наслідком якого є збільшення стійкості методу за рахунок розширення набору актуальних логічних функцій. Однак, значне зростання кількості елементарних функцій збільшує час їхньої обробки. Тому постає необхідність вирішення задачі модифікації традиційних алгоритмів синтезу елементарних логічних крипто-шифрувальних функцій з метою узгодження їхніх експлуатаційних характеристик з режимами функціонування прикладних інформаційних систем.

Метою дослідження є перевірка ефективності алгоритмів формування оптимальних наборів елементарних функцій за критерієм: часу їх обробки і криптографічної стійкості операцій, сформованих на основі цих функцій.

Для визначення зазначених характеристик було розроблено два алгоритми:

1. Формування наборів елементарних п’ятирозрядних функцій для вибору певного піддіапазону із подальшим синтезом функцій тільки у ньому.

2. Формування наборів елементарних п’ятирозрядних функцій за критерієм достатності у піддіапазонах з нефіксованими межами.

Алгоритм формування наборів елементарних п’ятирозрядних функцій на окремо взятому піддіапазоні із подальшим синтезом функцій тільки у ньому характеризується своєю простотою, оскільки для його

реалізації необхідно тільки дані про початкову і кінцеву границі піддіапазону. Однак, даний алгоритм має і свої недоліки, основним з яких є можливість того, що у вказаному піддіапазоні не буде знайдено потрібну кількість функцій, необхідних для формування криптографічних операцій. Також досить високою є ймовірність випадкового несанкціонованого вибору вказаного піддіапазону.

Мінімізувати зазначені недоліки дозволяє застосування алгоритму формування наборів елементарних логічних крипто-шифрувальних функцій за критерієм достатності у піддіапазонах із нефіксованими межами, описаного у [2]. Ефективність даного алгоритму полягає у можливості формувати набори логічних функцій до того моменту, поки їх не стане достатньо для формування необхідної кількості наборів криптографічних операцій.

У результаті дослідження вказаних алгоритмів встановлено:

1. Час, необхідний для синтезу елементарних логічних функцій у алгоритмі формування п'ятирозрядних наборів елементарних крипто-шифрувальних функцій за критерієм достатності у піддіапазонах з нефіксованими межами, може кардинально змінюватись, оскільки пошук актуальних функцій буде продовжуватись до моменту їх знаходження.

2. Час, необхідний для синтезу елементарних логічних функцій у алгоритмі формування наборів елементарних п'ятирозрядних функцій для вибору певного піддіапазону із подальшим синтезом функцій тільки у ньому, пропорційно залежить від розміру піддіапазону у якому відбувається пошук функцій.

3. Криптографічна стійкість алгоритму формування наборів елементарних п'ятирозрядних функцій для вибору певного піддіапазону із подальшим синтезом функцій тільки у ньому виявилась меншою, ніж у алгоритмі формування наборів елементарних п'ятирозрядних функцій за критерієм достатності у піддіапазонах з нефіксованими межами за рахунок того, що кількість піддіапазонів другого алгоритму зарані невідома і межі піддіапазонів обрані випадковим чином.

Зважаючи на отримані результати дослідження, можна стверджувати, що для подальшого застосування і впровадження ефективніше буде використовувати алгоритм формування наборів елементарних п'ятирозрядних функцій за критерієм достатності у піддіапазонах з нефіксованими межами. Запропонована модифікація базового алгоритму забезпечує можливість використання позитивних наслідків підвищення розрядності логічних функцій у системах з високими динамічними характеристиками інформаційних процесів.

Література

1. Рудницький В. М. Синтез елементарних функцій перестановок, керованих інформацією / В. М. Рудницький, Т. В. Миронюк, О. Г. Мельник, В. П. Щербина // Безпека інформації. – Т. 20, № 3. – К.: НАУ, 2014. – С. 242–247.

2. Немов Р. Г. Модифікація структури процедур вибору та діапазону пошуку логічних крипто-шифрувальних функцій при підвищенні їхньої розрядності / Р. Г. Немов, А. В. Ярмілко // Інформаційні технології в освіті, науці й техніці (ІТОНТ-2018): зб. тез. доп. IV Міжнар. наук.-практ. конф., (Черкаси, 17-18 травня). – Черкаси: ЧДТУ, 2018. – С. 121–123.

УДК 004.02:007

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗАДАЧІ СКЛАДАННЯ РОЗКЛАДУ РОБОТИ ФАХІВЦІВ МЕДИЧНОГО ЗАКЛАДУ З УРАХУВАННЯМ ЗМІНИ

В.О. Вітер, А.Г. Гребенник, О.В. Трунова
Чернігівський національний технологічний університет

Складання розкладу для кожного медичного закладу є важким завданням, в якому доводиться зустрічатися з великою кількістю особливих обмежень і вимог.

Розклад прийому пацієнтів у спеціалізованому медичному центрі є дуже складною системою всі елементи якої взаємопов'язані між собою безпосередньо або опосередковано. Крім великої кількості умов, які необхідно строго виконувати, потрібно оптимізувати величезну кількість параметрів, які впливають на якість розкладу. При цьому дуже важко отримати результат який би враховував усі особливості конкретного медичного закладу і задовольняв би всім обов'язковим вимогам. Ефективне складання розкладів дозволяє максимізувати потік пацієнтів, а також збільшити загальний прибуток медичної установи.

Саме тому, розробка алгоритмів оптимізації розкладу роботи, які враховують структурні особливості медичного закладу, є актуальним завданням. Для його вирішення пропонується використовувати композиційний алгоритм, заснований на структуризації вихідної інформації, адаптованих до неї операціях і структурному поданні об'єктів оптимізації [2].

Математична постановка. Модель визначення розкладу за половинами дня базується на тому, що більшість обмежень задано з урахуванням змін робочого дня: більшість лікарів мають змогу здійснювати

прийом лише в одну зміну, виконання окремих послуг здійснюються у відповідний час дня, тощо.

В якості вихідної інформації при складанні розкладу виступають: корпуси і кабінети, лікарі, що надають профільні послуги.

В якості цільової функції була обрана максимізація зайнятості кабінетів

$$max \sum_{t,k,d} {}^{d}C_t^k \ .$$

Нехай заданий набір кабінетів за корпусами $K = \{1,2,...,K\}$, кожен кабінет $k \in K$ належить одному і тільки одному корпусу $b \in B$. Для кожного кабінету $k \in K$ задана матриця B^k належності корпусам:

$$B^k = \begin{cases} B_b^k = 1, & \text{якщо кабінет } k \text{ належить корпусу } b; \\ B_b^k = 0, & \text{в іншому випадку.} \end{cases}$$

Відомий набір послуг $S = \{1,2,...,S\}$. Послуги поділяються на 2 типи:

– послуги $S_1 \subset S$, вимоги до частоти прийому яких задані по всій клініці в цілому. Для кожної послуги $s \in S_1$ задана кількість днів на тиждень, в які дана послуга має бути присутня $dw1_s^1$ в першу зміну, кількість днів на тиждень, в які дана послуга має бути присутня $dw1_s^2$ у другу зміну, і $dw1_s^0$ в обох разом. Ці три змінні введені для того щоб врахувати випадок, коли послуга може бути присутня в обох половинах дня. У такому випадку ми вважаємо $dw1_s^1 = dw1_s^2 = 0$, а $dw1_s^0$ вважаємо рівним кількості днів, в які послуга має бути присутня;

– послуги $S_2 \subset S$, вимоги до частоти прийому яких задані за корпусами. Для кожної послуги $s \in S_2$ задано кількість днів на тиждень, в які дана послуга має бути присутня в першу зміну в 1, 2,. . . , B корпусах відповідно $dw1_{s1}^1$, $dw1_{s2}^1$,…, $dw1_{sB}^1$; кількість днів на тиждень, в які дана послуга має бути присутня в другу зміну в 1, 2,. . . , B корпусах відповідно $dw2_{s1}^2$, $dw2_{s2}^2$,…, $dw2_{sB}^2$. Аналогічно в будь-якій половині $dw2_{s1}^0$, $dw2_{s2}^0$,…, $dw2_{sB}^0$.

Розглядаємо часовий горизонт планування $T = \{1,2,..,14\}$, що дорівнює одному тижню. Моменти часу 1, 2 – перша і друга зміна понеділка, 3, 4 – перша і друга зміна вівторка, …, 13, 14 – перша і друга зміна неділі.

Для кожного кабінету $k \in K$ заданий графік його роботи, тобто набір булевих змінних:

$$G_T^K = \begin{cases} g_t^k = 1, & \text{якщо кабінет } k \in K \text{ доступний в момент часу } t \in T; \\ g_t^k = 0, & \text{в іншому випадку} \end{cases}$$

Заданий набір лікарів $D = \{d_1, d_2, ..., d_{Nd}\}$, кожен лікар $d \in D$, характеризується однією або декількома спеціальностями, ця інформація міститься в масиві S^d розміру S,

$$S^d = \begin{cases} S_s^d = 1, & \text{якщо лікар } d \in D \text{ працює за фахом } s \in S; \\ S_s^d = 0, & \text{в іншому випадку.} \end{cases}$$

– має інтервали доступності. Для кожного лікаря тепер задано не загальні кількість часу, в яку він доступний, а конкретні моменти доступності $A_d = \{a_1^d, a_2^d, ..., a_T^d\}$, до того ж

$$A_d = \begin{cases} a_t^d = 1, \text{якщо} & \text{лікар } d \in D \text{ доступний в момент часу } t \in T; \\ a_t^d = 0, & \text{в іншому випадку.} \end{cases}.$$

– має булеву матрицю порівняльності кабінетів C^d розміру K,

$$C^d = \begin{cases} c_k^d = 1, \text{якщо} & \text{лікар } d \in D \text{ може приймати в кабінеті } k; \\ c_k^d = 0, & \text{в іншому випадку.} \end{cases}.$$

– визначає максимальну кількість прийомів на тиждень W_d.

в

Змінні. Задаєм масив змінних $x_{dtk} = 1$, якщо лікар $d \in D$ приймає кабінеті $k \in K$ в зміну $t \in T$.

Обмеження. Кількість прийомів лікаря на день має бути менше або дорівнює 1. Підсумовування проводиться за парними половинами дня.

$$\sum_{t=1}^{2} x_{dtk} \le 1, \ \forall d \in D, \ldots, \sum_{t=13}^{14} x_{dtk} \le 1, \ \forall d \in D.$$

Кількість прийомів на тиждень не повинна перевищувати максимальну: $\sum_{t=1}^{T} \sum_{k=1}^{K} x_{dtk} \le W_d, \ \forall d \in D$.

Лікар приймає тільки тоді, коли він доступний і займає не більше одного кабінету: $\sum_{k=1}^{K} x_{dtk} \le A_t^d \ , \ \forall d \in D, \ \forall t \in T$.

Кабінет має бути доступним, якщо в ньому планується прийом: $\sum_{d=1}^{D} x_{dtk} \le g_t^k \ \ \forall t \in T, \forall k \in K$.

Лікар повинен мати можливість приймати в даному кабінеті: $x_{dtk} \le C_k^d \ , \ \forall t \in T \ , \ \forall k \in K \ , \ \forall d \in D$.

Виконання вимог за спеціальностями.

Для тих послуг, для яких вимоги задані по медичному закладу в цілому.

Присутність лікаря в медичному закладі при необхідній кількості разів: $\sum_{k=1}^{K}\sum_{d=1}^{D}\sum_{t=1,3,..13} x_{dtk} \cdot x_{d(t+1)k} \cdot S_s^d \ge dw1_s^0 \ , \ \forall s \in S_1$.

Присутність лікаря в медичному закладі в першу зміну: $\sum_{k=1}^{K}\sum_{d=1}^{D}\sum_{t=1,3,..13} x_{dtk} \cdot S_s^d \ge dw1_s^1 \ , \ \forall s \in S_1$.

Присутність лікаря в медичному закладі в другу зміну: $\sum_{k=1}^{K}\sum_{d=1}^{D}\sum_{t=2,4,..14} x_{dtk} \cdot S_s^d \ge dw1_s^2 \ , \ \forall s \in S_1$.

Для тих послуг, для яких вимоги задані за корпусами, $\forall b \in B$.

Присутність лікаря при необхідній кількості раз: $\sum_{k=1}^{K}\sum_{d=1}^{D}\sum_{t=1,3,..13} x_{dtk} \cdot x_{d(t+1)k} \cdot S_s^d \cdot B_b^k \ge dw2_s^0 \ , \ \forall s \in S_2$.

Присутність у першу зміну: $\sum_{k=1}^{K}\sum_{d=1}^{D}\sum_{t=1,3,..13} x_{dtk} \cdot S_s^d \ge dw2_s^1 \ , \ \forall s \in S_2$.

Присутність у другу зміну: $\sum_{k=1}^{K}\sum_{d=1}^{D}\sum_{t=2,4,..14} x_{dtk} \cdot S_s^d \ge dw2_s^2 \ , \forall s \in S_2$.

Важливим етапом при створенні розкладу є вибір між використанням уже готових реалізацій оптимізаційних методів і створенням влас-

ного обчислювального блоку. Частина з них є некомерційними проектами з відкритим вихідним кодом, існують також і платні продукти [1]. Для даної роботи було створено власний програмний продукт.

Література

1. Дзяк Г. Підходи до управління якістю медичного обслуговування в Україні / Г. Дзяк, В. Лехан, Я. Березницький // Здоров'я України. – 2010. – № 8 (237). – С. 24-25.

2. Fei H., Meskens N., Chu C. A planning and scheduling problem for an operating theatre using an open scheduling strategy // Computers & Industrial Engineering. – 2010. – Vol. 58, no. 2. – P. 221-230. – Scheduling in Healthcare and Industrial Systems.

УДК 004.6, 004.4

СТИСНЕННЯ ТЕКСТУ НА ОСНОВІ СЛОВНИКУ

О.Л. Ляхов, М.А. Мельник

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Вступ. У сучасних умовах повсюдної інформатизації суспільства обсяг даних у цифровому поданні в останні десятиріччя зростає експоненціально від 4,4 Зетабайт у 2013 р. до прогнозованого на 2020 рік 44 Зетабайт [1]. Усвідомлення критичності ситуації привело до появи й бурхливого розвитку нової інформаційної технології Big Date [2-3], як набору спеціальних методів та засобів передачі, зберігання та оброблення даних, обсяг яких виходить за межі спроможностей типових баз даних.

Одним з основних об'єктів Big Data є тексти, як найбільш поширена форма збереження інформації. На даний час існує багато алгоритмів стискання даних. Спільним у них є те, що всі вони базуються на надлишковості даних.

Проте, відомо, що змістовний і вичитаний текст має найменшу надлишковість з поміж інших типів даних (графічні, відео-, аудіо й т. і.), що суттєво зменшує ефективність відомих методів стиснення даних. Більше того, дані у стиснутому вигляді не придатні до їх подальшого використання, або оброблення без спеціальних процедур розгортання до первісного стану, а на величезних обсягах текстів ефективність алгоритмів оброблення часто стає неприпустимо малою. У якості прикладу можна навести ситуацію, добре знайому користувачам текстових редакторів, коли при перевірці орфографії програма повідомляє про припинення роботи алгоритму у наслідок занадто великої кількості помилок.

У даній роботі пропонується розглядати процес стискання та подальшого оброблення текстів, як єдиний процес, у якому стискання є своєрідним «препроцесом», у результаті чого обсяг даних зменшується без втрат інформації, а подання забезпечує підвищення ефективності алгоритмів оброблення.

Ідея. Є текст – скінченна множина речень, які складаються із слів у тій чи іншій граматичній формі (словоформа) над словником природної мови. Ідея очевидна – стискання полягає у заміні словоформи словами сталої і меншої довжини деякого коду, зокрема бінарного. Відповідна кодова таблиця може зберігатися або на комп'ютері користувача, або у «хмарному» сховищі.

Аналітичні мови. Відомо, що англійська мова відноситься до класу аналітичних мов [4] і є однією з найбільш компактних мов з точки зору довжини слів. Розглядаємо такий текст як найгірший випадок для запропонованого підходу до стиснення. При використанні таблиці ASCI кожна літера англійської мови займає 1 байт у пам'яті комп'ютера . Таким чином, слово "Text" займатиме 4 байти пам'яті, а слово "Information" – 11 байтів.

Один з найбільш повних, Оксфордський словник містить 600 тис англійських слів [5]. Легко отримати оцінку, що для стиснення англомовного тексту на підставі Оксфордського словника достатньо використати бінарний код, довжина слова якого лише 3 байти. Отже, словам "Text" й "Information" будуть замінені на три байтові слова, що й ілюструє запропоноване.

При цьому, коефіцієнт стиснення лінійно зростає при збільшенні довжини слова (рисунок 1).

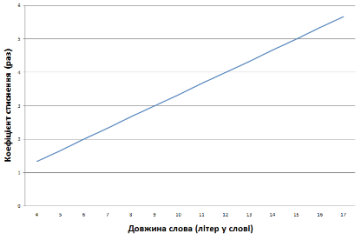


Рисунок 1. Залежність коефіцієнту стиснення від довжини слова

Синтетичні мови. У синтетичних мовах словоформа утворюється за рахунок додавання до кореня слова суфіксів, префіксів та ін. Отже, довжина слів таких мов більша за слова аналітичних мов. До таких мов відносяться, на сам перед, слов'янські мови, крім болгарської. Якщо у середньому довжина слів англійської мови п'ять букв, то, наприклад,

української – сім. Отже для української мови і для синтетичних мов загалом, запропонований метод буде ще більш ефективним, ніж для аналітичних мов.

Потужність базового словника української мови близько 180 тисяч слів, проте множина усіх словоформ налічує 3,4 млн слів [6 - 7]. Легко показати, що і для української мови над таким словником також достатньо використовувати код зі сталою довжиною слів у три байти.

У даний час найбільш поширеним є використання таблиці Юнікод, що передбачає виділення у пам'яті комп'ютера двох байтів для кожного символу. Отже, запропонований спосіб стиснення тексту буде ефективним вже при довжині слова у 3 літери.

Ефективність алгоритмів обробки текстів. Однією з поширених й відносно простих задач оброблення текстів є пошук слова у тексті. Якщо розглядати увесь текст, як рядок з **N** одно байтових символів, а довжина слова **M** , то сигнальна часу у найкращому випадку ~ N – M + 1, а при наявності багатьох часткових збігів ~ N · M [8]. Природно, що при використанні для стискання трибайтового коду ефективність пошуку зростає, відповідно, у три й дев'ять разів.

Література

1. The Digital Universe of Opportunities: Rich Data and the Increasing Value of the Internet of Things. EMC Digital Universe with Research & Analysis by IDC. Режим доступу: http://www.emc.com/leadership/digital-universe/2014-iview/index.htm.April2014.

2. Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity / J. Manyika, M. Chui, B. Brown et al. – May 2011. –www.mckinsey.com/

3. Некоторые программные среды аналитики больших данных / А.А. Урсатьев // Управляющие системы и машины. — 2016. — № 3. — С. 29-42. — Бібліогр.: 33 назв. — рос.

4. Маркус С. Теоретико-множественные модели языков. – М.: Наука. – 1970. – 332 с.

5. Oxford English Dictionary (OED) – Official site. Режим доступу: http://www.oed.com/

6. Параметризована база даних як інструмент дослідження корпусу текстів / О. Зубань // Лексикографічний бюлетень: Зб. наук. пр. — К.: Ін-т української мови НАН України, 2006. — Вип. 13. — С. 37-43. — укр.

7. Технологічні аспекти реалізації онлайнової лексикографічної системи „Словники України" / Н.М. Сидорчук // Проблеми програмування. — 2005. — N 4.— С. 95-105. — Бібліогр.: 15 назв. — укр.

Окулов С. М. Алгоритмы обработки строк. — М.: Бином, 2013. — 255 с.

УДК 004.94

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ ГЛИБОКИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

П.Ю. Якобчук, М.П. Комар, А.О. Саченко,
Д.І. Загородня, Г.М. Гладій
Тернопільський національний економічний університет, Україна

Одним із найважчих завдань розпізнавання образів є задача розпізнавання (класифікації) зображень. Воно виникає в таких сферах як розпізнавання рукописного тексту, дорожніх знаків, номерів автомобілів, облич людей. Відмінною особливістю цього завдання є величезна розмірність вхідного простору, що спричиняє ускладнення розпізнавання і обчислювальні труднощі. При застосуванні відомих підходів до розпізнавання зображень пропускають вхідні дані через фільтр, який проектує вхідний вектор на простір істотно меншої розмірності, після чого розбивають проміжні вектори на класи за допомогою стандартних розпізнавачів [1].

Актуальність роботи полягає в моделюванні нейронної мережі для розпізнавання зображень. Метою роботи є дослідження підходів до розроблення моделей розпізнавання зображень та вибір найкращого способу реалізації запропонованої моделі.

У даний час прийнята наступна парадигма для навчання глибоких нейронних мереж. Якщо навчальна вибірка є великою, тобто її розмірність набагато більша, ніж кількість параметрів, що налаштовуються мережею, то використовується метод стохастичного градієнта (SGD) з ректифікаційною функцією активації (ReLU) нейронних елементів. Якщо розмірність навчальної вибірки можна порівняти з кількістю параметрів, що налаштовуються мережею, то застосовується попереднє навчання нейронної мережі на основі RBM і алгоритм зворотного поширення помилки для точного налаштування синаптичних зв'язків мережі (fine-tuning) [2-3].

Авторами запропоновано використати функція активації ReLU та її модифікації, які зазвичай застосовуються в усіх шарах глибокої нейронної мережі, за винятком останнього шару. При використанні вказаної функції активації (рис. 1) для навчання глибокої нейронної мережі не обов'язково використовувати попереднє навчання шарів нейронних елементів. У цьому випадку можна застосувати стандартний алгоритм зворотного поширення помилки для навчання мережі [1].

Для функції активації ReLU вихідне значення нейронного елемента має вигляд:

$$y_j = F(S_j) = \begin{cases} S_j, S_j > 0; \\ kS_j, S_j \le 0, \end{cases} \quad (1)$$

де $k = 0$ або приймає невелике значення, наприклад, $k = 0{,}01$ або $k = 0{,}001$, буде:

$$\frac{\partial y_j}{\partial S_j} = F(S_j) = \begin{cases} 1, S_j > 0; \\ k, S_j \le 0, \end{cases} \quad (2)$$

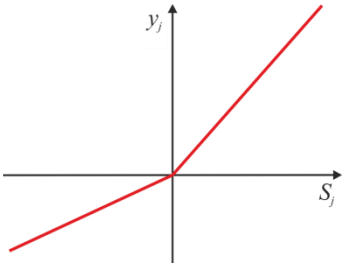


Рисунок 1 – Функція активації ReLU

В області позитивних значень зваженої суми похідна ректифікаційної функції активації дорівнює одиниці, що дає змогу нейтралізувати проблему зникаючого градієнта.

Блок-схема запропонованої структури нейронної мережі представлена на рис. 2.

Для реалізації був вибраний фреймворк Caffe, який реалізований з використанням мови програмування C++ та має додатки з Python і MATLAB. Caffe можна запустити під операційними системами Linux і OS X, також є неофіційний порт на Windows [4].

Для навчання нейронної мережі був вибраний набір даних MNIST (база даних рукописних цифр), створений дослідниками Національного інституту стандартів і технологій (mixed National Institute of Standards and Technology, MNIST) для порівняння різних алгоритмів [5]. Основна перевага полягає в тому, що для тестування власного алгоритму чи програмної системи можна скористатися готовим набором даних MNIST і порівняти результати з раніше опублікованими для інших систем.

Процес навчання нейронної мережі тривав 30 епох і завершився при досягненні заданої точності навчання (рис. 3), де по осі Y представленні

епохи навчання (1-30), а по осі X – середньоквадратична похибка навчання (0,01-0,0001).

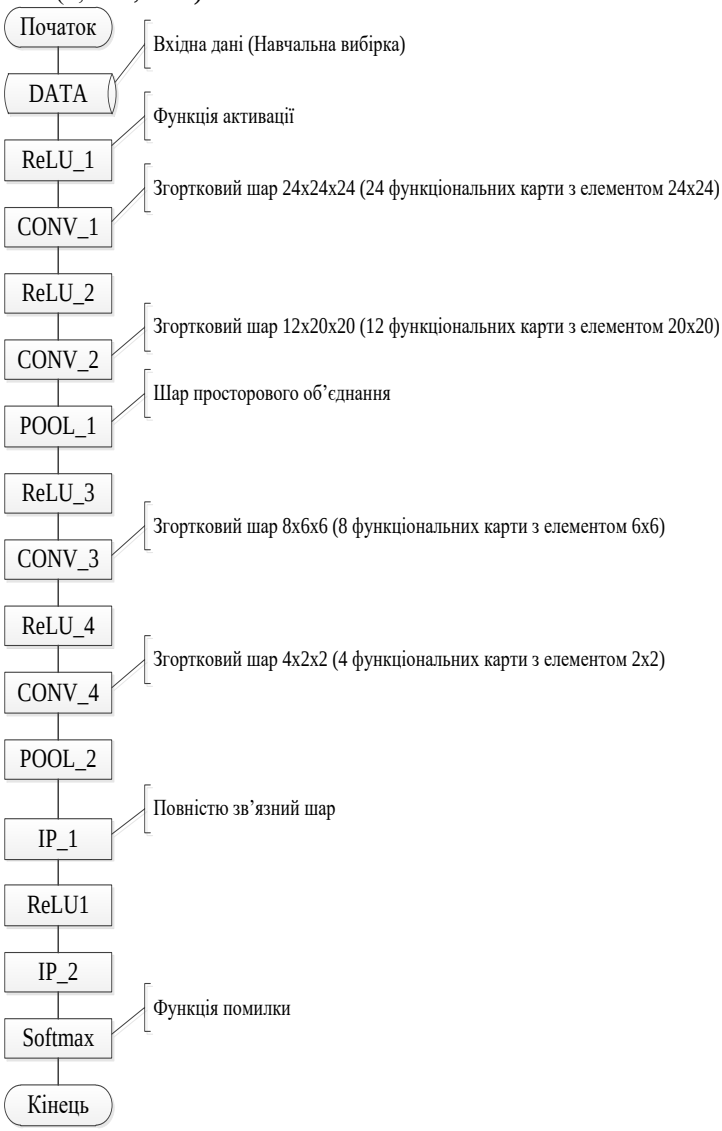


Рисунок 2 – Блок-схема запропонованої структури нейронної мережі

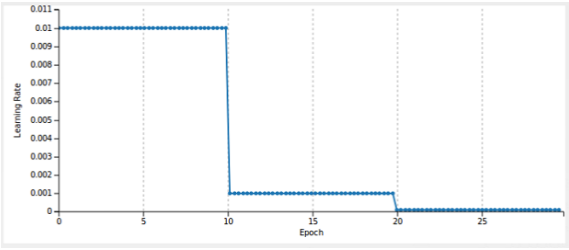


Рисунок 3 – Процес навчання нейронної мережі

Результати навчання показано на рис. 4, де по осі X представлені епохи навчання (0-30). По правій стороні відображено шкалу точності навчання. На рисунку видно, що точність поступово наближається до 100%. Зліва по осі Y представлена похибка втрати нейронної мережі, котра прямує до 0.

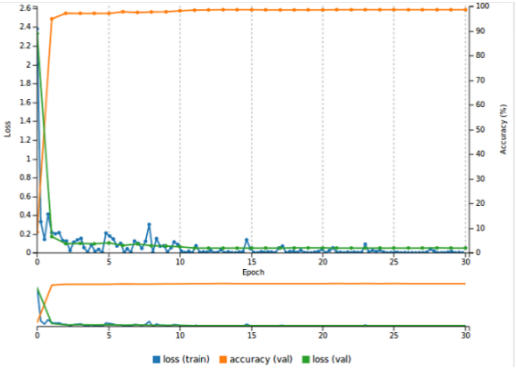


Рисунок 4 – Результати навчання нейронної мережі

Отже, в роботі розроблена та реалізована модель глибокої нейронної мережі для розпізнавання зображень, вибрано фреймворк Caffe для її реалізації та обґрунтовано застосування набору даних MNIST. Проведені експериментальні дослідження, показали, що точність розпізнавання образів становить 99%.

Література

1. Golovko V. [and oth.] A Learning Technique for Deep Belief Neural Networks // Neural Networks and Artificial Intelligence. – Springer, 2014. – Vol. 440 – P.136–146.

2. Golovko V. [and oth.] The Nature of Unsupervised Learning in Deep Neural Networks: A New Understanding and Novel Approach // Optical

Memory and Neural Networks (Springer Link). – 2016. − Vol.25. – №3. – P.127–141.

3. Golovko V. [and oth.] Deep Neural Networks: A theory, application and new trends // Proceedings of the 13th International Conference on Pattern recognition and Information Processing, Minsk, 3–5 October 2016. – P.33–37.

4. Caffe [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://caffe.berkeleyvision.org/.

5. THE MNIST DATABASE [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://yann.lecun.com/exdb/mnist/.

УДК 004.492.3 : 519.222

ВИЗНАЧЕННЯ НЕШТАТНОЇ ПОВЕДІНКИ МЕТОДАМИ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ

І.С. Скітер, В.В. Нехай

Чернігівський національний технологічний університет, м. Чернігів, Україна

Ключові слова: розподілені інформаційні системи, трафік, аномалія, захист інформації, статистичний аналіз трафіку

Глобалізація процесів в усіх сферах діяльності суспільства призвела до значного зростання динамічності та складності систем діяльності людини, що значно збільшує їх ентропію та зменшує їх стійкість до змін внутрішнього та зовнішнього середовищ.

Беззаперечним є факт, що інформація сьогодні є одним із ключових елементів який впливає на функціонування будь-якої організації та здійснює системний вплив на діяльність всіх інституцій, тому питання захисту розподілених інформаційних систем (РІС) від зовнішнього негативного впливу в кібернетичному просторі є досить актуальним.

Наявність у сучасних комп'ютерних системах та РІС великої кількості мережевих сервісів, апаратного та програмного забезпечення породжує них значну різноманітність трафіків.

Ефективний моніторинг трафіку дає змогу відслідковувати його аномалії, що підвищує безпеку мережі у використанні з іншими методами захисту. Для реалізації цього завдання використовуються системи виявлення вторгнень (Intrusion Detection System – IDS) та системи попередження вторгнень (Intrusion Prevention System – IPS) вторгнень [1-3].

Принцип роботи таких систем в основному базується на: зборі, аналізі та обробленні інформації; формуванні баз даних параметрів трафіку мережі, яка досліджується; моніторингу мережної активності за заданими моментами інтервалів та проміжків часу; формуванні рішень на

основі аналізу про аномалії мережі, їх класифікації та вибору методів протидії [4]. Вирізняючи з загальної класифікації параметрів безпеки мережі два класи – вторгнення та аномальна поведінка, – слід зазначити, що всі системи виявлення та попередження вторгнень базуються на використанні сигнатурних методів, а системи, які проводять аналіз аномальної поведінки (Anomaly-Based Intrusion Detection and Prevention Systems), – на статистичному аналізі трафіку [4].

Статистичний аналіз трафіку включає в себе такі етапи [5]:

1. Формування профілю системи. Проводиться на основі первинного спостереження за параметрами активності показників мережі протягом заданого періоду. На основі результатів спостережень за поведінкою показників трафіку визначаються числові часові характеристики, які формують нормальний режим роботи мережі.

2. Визначення порогових параметрів. Формування або оцінка статистичних критеріїв, які характеризують відхилення від «нормального профілю», наприклад, порогового значення та його допустимих меж. На цьому етапі розробляються статистичні критерії оцінювання «нормального режиму» роботи мережі та параметри переходу її в аномальний режим.

3. Формування бази даних параметрів мережі в режимі реального часу (оцінка мережі). Проводиться збір даних стосовно параметрів мережі у встановленому діапазоні часу та обраних пристроях системи. 4. Перевірка статистичних гіпотез. Проводиться порівняння та оцінювання на однорідність масивів інформації «нормального» профілю системи та профілю, який досліджується. Встановлюються критичні параметри відхилень від «нормальності», довірчі межі відхилень та частоти відхилень (критична кількість перевищень).

5. Аналіз поточного мережевого трафіку. Проводиться аналіз динамічних рядів спостережень за реальним трафіком, визначаються точки перевищень порогових значень, їх частота та ідентифікація аномалій.

6. Прийняття рішень. Проводиться оцінювання критичності стану мережі та блокування доступу за необхідністю.

Перевагою статистичних методів аналізу комп'ютерних мереж є можливість динамічного аналізу трафіку в режимі реального часу. Крім того, може проводитись так зване «навчання» системи та її переналаштування на основі оновлених статистичних даних про поточний профіль трафіку. До того ж процедура переналаштування «нормального» профілю трафіку може проводитись періодично за відсутності вторгнень з корегуванням порогових величин та критеріїв прийняття рішень. Крім того, на відміну від сигнатурних методів, статистичні дають можливість

на основі аналізу і порівняння профілів трафіку виявляти невідомі атаки та вторгнення в мережу.

Процедура порівняння профілів комп'ютерної мережі – «нормального» та реального – з погляду статистичного підходу повинна трактуватись як процес перевірки їх на належність до тієї ж самої генеральної сукупності, що передбачає використання статистичних критеріїв такого оцінювання. Крім того, чисельні характеристики трафіку комп'ютерної мережі з вибраних параметрів за діапазон часу являють собою масив випадкових величин однакового порядку, формуються під впливом зовнішнього середовища, що вносить стохастичну складову в їх розподіл та величину.

Вказані припущення дають змогу сформулювати обмеження та вимоги до завдання дослідження параметрів трафіку статистичними методами, а саме:

− масив випадкових величин (параметрів трафіку) повинен мати нормальний розподіл;

− випадкові величини є незалежними;

− жоден із зовнішніх впливів або внутрішніх факторів, які формують трафік, не повинні бути домінуючими. На основі приведених вище припущень, масиви вхідних даних спостережень за динамічними рядами даних, які оцінюють профіль мережі, будуть адекватно оцінювати стан мережі за умови, коли трафік у мережі можна вважати статистично однорідним.

Ефективність роботи комп'ютерної мережі значною мірою залежить як від надійності передачі інформації, так і від параметрів трафіку в ній. Аномалії трафіку можуть бути наслідком як технічних або технологічних збоїв у роботі обладнання, так і зовнішніх дій користувачів. Таким чином, своєчасне виявлення аномалій дає змогу користувачу або особі, яка приймає рішення, забезпечити надійність передачі даних у мережі. Для забезпечення надійної передачі даних у мережі необхідне використання адекватних методів виявлення аномалій, які дадуть змогу не тільки виявляти аномальний мережний трафік, але й оцінювати величину аномалії, її параметри, частоту виникнення та рівень загрози мережі та її усунення.

Найбільш розповсюдженими засобами для виявлення аномалій є засоби виявлення атак, які проводять ідентифікацію аномальної поведінки мережі та реагують на неї. Сенсори чи датчики таких засобів спрацьовують у тому випадку, коли поведінка трафіку відрізняється від стандартизованої чи «ідеальної», яка визначена на основі довгострокового аналізу параметрів мережі.

Одним із заходів та методів, які використовують під час аналізу трафіку з метою виявлення його аномальної поведінки, можна використовувати статистичний метод. Статистичний аналіз ґрунтується на розрахунку стандартного відхилення і контролі перевищення допустимих значень, серед яких виділяють: числові (кількість переданих даних за різними протоколами, кількість файлів, до яких здійснений доступ тощо); категоріальні (імена файлів, команди користувача, відкриті порти тощо)

Висновок про аномалію (атаку) проводиться на основі обробки динамічних рядів даних.

Аналіз джерел [6, 7] дає можливість зробити висновки, що запропонований статистичний підхід включав у себе припущення про нормальний розподіл мережевого трафіку і не пропонував алгоритм вибору оптимального значення параметрів профілю, а це не дає можливості розрахувати такі характеристики варіації, як вибіркове середнє, дисперсія, можливість врахувати динаміку параметрів трафіку та профілю загалом.

Динамічний характер масиву даних, сформованих на великих часових діапазонах, крім того, включає в себе такі характеристики ряду, як наявність тренду та сезонної (циклічної) складової. Тому для коректного використання методів статистичного аналізу необхідні напрацювання аналізу наборів параметрів трафіку мережі з урахуванням його стохастичної природи та циклічності. Одним з перспективних методів статистичного аналізу трафіку, який представлений у вигляді динамічних рядів даних, є метод ковзного експоненціального згладжування. EWMA-статистика (Exponentially Weighted Moving Average) [8], що являє собою методологію розрахунку ковзного середнього з експоненціальним розподілом ваг і використовується для контролю процесів, в яких відбувається визначення середніх значень вибірки, до того ж вага кожного наступного значення асимптотично зменшується з часом.

Таким чином, використання методики EWMA за запропонованим алгоритмом дає змогу на основі статистичної обробки даних про вхідний трафік мережі проводити виявлення аномальної поведінки мережі. Розглянута методика дає змогу відмовитися від вимоги нормального закону розподілу масиву даних про вхідний трафік у мережі. Запропонований спосіб оцінки оптимального значення чутливості методики EWMA шляхом визначення мінімального середнього значення квадратичної похибки. На основі визначення оптимальної чутливості методу дозволяє оцінити оптимальну величину інтервалу згладжування, що дає змогу скоротити час виявлення аномалій у вхідному потоці.

Список використаних джерел:

1. Ушаков Д. В. Развитие принципов функционирования систем обнаружения сетевых вторжений на основе модели защищенной распределенной системы : дис. канд. техн. наук : спец. 05.13.19 / Д. В. Ушаков. – М., 2005. – 175 с.

2. Brian Caswell, Jay Beale, Andrew Baker. Snort Intrusion Detection and Prevention Toolkit [Електронний ресурс] / Brian Caswell, Jay Beale, Andrew Baker. – Syngress Media, U.S., 2006. – Режим доступу : http://www.lehmanns.de/shop/sachbuch-ratgeber/21797174-9780080549279–snortintrusion-detection-and-prevention-toolkit#drm1.

3. Design and Implementation of an Anomaly Detection System: an Empirical Approach [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://luca.ntop.org/ADS.pdf.

4. NIST Special Publication 800-94. Guide to Intrusion Detection and Prevention Systems (IDPS). Computer Security Division Information Technology Laboratory National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg. – 127 pages (February 2007).

5. Методи аналізу та моделювання безпеки розподілених інформаційних систем [монографія] / В. В. Литвинов, В. В. Казимир, І. В. Стеценко та ін. ; за заг. ред. проф. С. М. Шкарлета. – Чернігів : Чернігів. нац. технол. ун-т, 2017. – 206 с.

6. Иванов В. В. Статистическая модель информационного трафика : ав- тореф. дис. … канд. физ.-мат. наук : спец. 05.13.18 «Математическое модели- рование, численные методы и комплексы программ» / В. В. Иванов. – Дубна, 2009. – 30 с.

7. Шефе Г. Дисперсионный анализ : пер. с англ. / Г. Шефе. – 2-е изд. – М. : Наука, 1980. – 512 с.

8. Бельков Д. В. Статистический анализ сетевого трафика / Д. В. Бельков, Е. Н. Едемская, Л. В. Незамова // Наукові праці ДонНТУ Серія «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка». – 2011. – Вип. 13(185). – С. 66–68.

УДК 004.681.3

ОЦІНКА ІНЖЕНЕРНО-КРИПТОГРАФІЧНИХ ЯКОСТЕЙ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ТЕМАТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КРИПТОСИСТЕМ

Г.М. Гулак

Інститут проблем математичних машин і систем, Україна

Сучасні апаратні засоби криптографічного захисту інформації (ЗКЗІ) є за суттю складними комплексами, які в багатьох практичних випадках реалізовані з використанням елементної бази, принципів побудови та архітектури комп'ютерної техніки (рис. 1). Водночас з перевагами такого підходу до побудови ЗКЗІ, вони успадковують вразливості, що притаманні звичайним комп'ютерам, а саме: потенційні можливості впровадження на етапі розробки в їх програмне забезпечення «лазівок» (trap door) або його ураження шкідливими кодами на етапі експлуатації цих засобів [1]. Навіть невелика ймовірність відмов електронних компонентів може утворювати потенційну загрозу катастрофічних наслідків для безпеки інформації, яка захищається. Застосування у якості транспорту захищеної інформації глобальних мереж створює передумови для проведення кібератак на елементи віртуальної захищеної мережі, включаючи DDoS атаки.

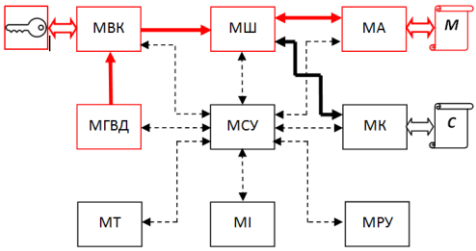


Рис. 1 Типова функціональна схема засобу КЗІ

Зазначене підкреслює актуальність проблеми забезпечення безпеки ЗКЗІ на всіх етапах їх життєвого циклу, включаючи етап проведення їх тематичних досліджень, метою яких є оцінка фактичного рівня криптографічних, інженерно-криптографічних і спеціальних якостей цих засобів.

У багатьох випадках регулювання рівнів безпеки та характеристик ЗКЗІ переважно повністю або частково визначають перераховані вище якості (вимоги), крім криптографічних, оскільки останні за прямим визначенням або за умовчанням передбачають властивості криптографічних алгоритмів, що мають статус схвалених (затверджених) компетентними структурами.

Зважаючи на те, що захист сучасних інформаційно-телекомунікаційних систем забезпечується за допомогою комплексів криптографічного захисту інформації, що у якості технологічної основи для виконання певної сукупності безпекових та інших функцій використовують апаратні та програмні платформи звичайних комп'ютерних систем, які характеризуються певними характеристиками відмовостійкості та надійності, на наш погляд раціонально використовувати таку характеристику систем та засобів КЗІ, як їх гарантоздатність.

Виходячи з усталеного визначення гарантоздатності для обчислювальних систем [2,3], гарантоздатністю систем (засобів) КЗІ доцільно вважати комплексну характеристику, що визначає їх здатність надавати потрібні послуги, яким виправдано можна довіряти.

Первісними складовими гарантоздатності є такі:

Безвідмовність (reliability) – властивість безперервно надавати коректні послуги;

Готовність (availability) – властивість доступності ресурсів засобу КЗІ для надання потрібних послуг;

Живучість (survivability) властивість мінімізувати зниження та зберігати у припустимих межах обсяг і якість послуг, що надаються, в погіршених умовах функціонування;

Функціональна безпека (safety) – властивість виключати або мінімізувати шкідливі наслідки у разі відмов для користувачів та систем, у складі яких вони працюють;

Цілісність (integrity) – властивість виключати непередбачувані зміни криптосхеми та послуг, які надаються;

Конфіденційність (confidentiality) – властивість уникати несанкціонованого доступу до чутливих параметрів і даних, а також про послуги, які надаються;

Достовірність (high confidence) – властивість вірно оцінювати коректність послуг, що надаються, тобто визначати степінь довіри до них;

На етапі аналізу криптосхеми ЗКЗІ, як сукупності взаємодіючих криптографічних перетворень, що забезпечують виконання завдань за призначенням та безпеку засобу, формуються вихідні вимоги для наступного етапу тематичних досліджень – інженерно-криптографічного аналізу (ІКА). Метою ІКА є виявлення вразливостей реалізації ЗКЗІ з точки зору можливості виявлення помилкових дій операторів ЗКЗІ та адміністраторів безпеки, несанкціонованого втручання у роботу криптосхеми, достатності заходів щодо виявлення збоїв та відмов програмної та апаратної платформ, які можуть мати катастрофічні наслідки для безпеки інформації, яка захищається з їх допомогою (функціональна безпека).

З урахуванням викладеного, уявляється доцільним замість рівняння шифрування у загальному вигляді:

$$C = E(M, K),$$

використовувати рівняння:

$$C = E_r(M, K, \Psi), \quad (1)$$

де M, C – відповідно відкрите і зашифроване повідомлення, K – ключ криптографічного перетворення, $E(M, K)$ – криптоалгоритм, $E_r(M, K, \Psi)$ – фактично реалізоване в ЗКЗІ перетворення, Ψ – випадкова величина – індикатор безпеки.

Нехай: $T_{\text{м}}$ – мінімальний час (сек), протягом якого має бути забезпечена безпека відкритої інформації та/або ключа шифрування, $W_{\text{н}}$ – максимальна прогнозована потужність обчислювальної техніки потенційного порушника безпеки (елементарних операцій в сек), $|K|$ – еквівалентна довжина ключа в бітах, $V_{\text{A}} < 2^{|K|}$ – складність найкращого алгоритму криптоаналізу, який може бути застосований у випадку виникнення відмови А, тоді визначимо випадкову величину $\Psi \in [0,1]$, наступним чином:

$$\Psi = \begin{cases} 0, \text{якщо ЗКЗІ справний або відмова не впливає на безпеку;} \\ W_{\text{н}} \cdot T_{\text{м}} / V_{\text{a}} \leq 1, \text{у випадку впливу відмови на безпеку;} \\ 1, \text{ якщо } W_{\text{н}} \cdot T_{\text{м}} / V_{\text{a}} > 1. \end{cases}$$

Визначена таким чином випадкова величина Ψ характеризує ймовірність розкриття криптографічної системи у випадку настання відмови А. При цьому, для $\Psi \neq 0$ реалізоване криптографічне перетворення $E_{\text{р}}$ фактично трансформується в менш складне $\tilde{E}$.

Складність криптографічного перетворення в сучасних блокових симетричних алгоритмах забезпечується шляхом циклічного повторення певних базових перетворень:

$$E = \underbrace{\underbrace{E_1 \cdot \ \dots \ \cdot E_L}_{L} \cdot \ \dots \ \underbrace{\cdot E_1 \cdot \ \dots \ \cdot E_L}_{L}}_{R}. \quad (2)$$

де L - кількість базових перетворень в одному циклі (раунді), R – кількість циклів в сумарному перетворенні (наприклад, для алгоритма ДСТУ ГОСТ 28147:2009 [4] $R = 32, L = 4$).

При цьому операції с базовими перетвореннями визначені Шенноном [5], як добуток перетворень:

$$E = E_1 \cdot E_2 = E_2(E_1(\dots, \dots)), \quad (3)$$

або зважена сума:

$$E = E_1 \boxplus E_2 = \gamma \cdot E_1 + \bar{\gamma} \cdot E_2, \quad (4)$$

де $\gamma = 1$ з ймовірністю p або $\gamma = 0$ з ймовірністю q.

Виходячи з наведених операцій по Шеннону можна бачити, що у випадку добутку в (3) трьох перетворень E_j, E_{j+1}, E_{j+2}, якщо у разі відмови певних електронних компонентів друге перетворення буде тотожнім $E_{j+1} = 1$, загальна складність перетворення (2) зменшується, тобто $\Psi > 0$, але точна оцінка суттєво залежить від конкретного набору базових перетворень. Наприклад, в згаданому алгоритмі ДСТУ ГОСТ 28147:2009, критичним є перетворення, що забезпечує зсув півблока вліво на 11 біт.

Для зваженої суми критичним буде випадок, коли одне з перетворень є лінійним та обирається з ймовірністю близькою до 1.

Таким чином, подання криптографічного перетворення у вигляді (1) дозволяє формалізувати процедуру виявлення у ході ІКА критичні стани ЗКЗІ, що обумовлені відмовами електронних компонентів.

Література

1. Гулак Г.Н. Моделирование на этапе оценки безопасности шифраторов конфиденциальной информации / Гулак Г.Н. // Науково-практичний журнал «Сучасна спеціальна техніка», – 2011, № 1(24), с.73-81

2. Харченко В.С. Гарантоспособность и гарантоспособные системы: элементы методологии / В.С. Харченко // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2006. № 5(7), с.7-19

3. Гулак Г.М. Формування вимог щодо забезпечення гарантоздатності автоматизованих систем переробки інформації й управління критично-важливими об'єктами інфраструктури. / Гулак Г.М., Складанний П.М. // ІІ Всеукраїнська науково-практична конференція «Кібербезпека в Україні: правові та організаційні питання» (Одесса, 17 листопада 2017 р.). – Одесса: ОДУВС, – 2017. с.12-14.

4. Панасенко С.П. Алгоритмы шифрования. Специальный справочник. – Спб.: БХВ-Петербург. – 2009, 576с.

5. Шеннон К. "Работы по теории информации и кибернетике". Перевод В.Ф.Писаренко, – М.: ИЛ, 1963, с.333-369.

УДК 517.9:004.3

УДОСКОНАЛЕННЯ ТРИВИМІРНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТІВ

О.Ф. Тарасов, Л.В. Васильєва, О.В. Алтухов
Донбаська державна машинобудівна академія, Україна

Для автоматизації проектування виробів, оптимізації технологічних процесів отримання деталей з необхідними властивостями шляхом вибору раціональних параметрів конструкцій і технологічних процесів ефективно використовувати інтегровані САПР на базі промислових CAD/CAE/CAM-систем [1]. При моделюванні в CAE-системах об'єктів у процесі навантаження, в тому числі у процесах обробки металів тиском, важливим є візуалізація розподілених по об'єму параметрів об'єктів, таких як інформація про напружено-деформований стан (НДС) в об'ємі заготовок. Ці дані можуть бути більш ефективно використані при розробці та вдосконаленні технологічних процесів або конструктивних рішень за рахунок більш інформативної демонстрації і наглядної візуалізації у 3D просторі.

В більшості відомих способів розрахунку НДС в CAE - системах при демонстрації інформація про НДС прив'язана до поверхні, яка належить об'єкту, або прив'язана до його заданого перетину [2, 3]. Це звужує можливості аналізу розподілу НДС в об'ємі об'єкта. Використання кольорової шкали для демонстрації параметрів НДС дозволяє швидко виконати якісний аналіз змінення НДС в процесі деформування, але не дуже зручно для аналізу кількісної інформації.

Авторами поставлено задачу підвищення якості тривимірної демонстрації параметрів НДС при зміненні його форми в процесі моделювання за рахунок вдосконалення способу візуалізації НДС в об'ємі об'єкта. Важливим є також підвищення можливостей керування процесом демонстрації даних на пристрої відображення, що забезпечить підвищення якості аналізу процесів деформування, розробки або вдосконалення інших технологічних процесів або конструктивних рішень.

Поставлена задача вирішується за рахунок представлення процесу змінення геометрії вибраного перетину та НДС у 3D-вимірному просторі, який створений вертикальною площиною, у якій розташований перетин і віссю часу, яка перпендикулярна цій площині. На перетині вибираються точки для розгляду, в процесі демонстрації виконується переміщення перетину вздовж вісі часу та демонструються траєкторії зміщення точок у часі. Одночасно виконуються проекції траєкторій точок

на горизонтальну площину, яка утворена віссю часу та перпендикулярна площині розміщення перетину і показують значення вибраного для демонстрації параметра НДС від проекції траєкторії перпендикулярно горизонтальній площині.

Для реалізації пропонованого алгоритму демонстрації параметрів НДС моделювали процес пластичного деформування заготовки в CAE - системі. При цьому тривимірну модель заготовки розбивали на скінченні елементи і отримували каркасне оптичне зображення сітки, що зв'язує точки (вузли) в об'ємі заготовки. Параметри НДС обчислювали для кожного скінченного елемента з шагом обробки даних за часом розрахунку. Отриману інформацію зберігали у вигляді даних, прив'язаних до всієї множини координат вузлів сітки об'єкта та відповідно до дискретних моментів часу розрахунку. У початковий момент часу t_0 візуалізації об'єкта, який представлений на рисунку, виконували перетин 1 заготовки вертикальною площиною та розміщували отриманий перетин у координатному просторі (y, z, t) з двома просторовими осями 2 (y), 3 (z) та однією часовою 4 (t). Потім на перетині 1 у вибраних точках (вузлах сітки) об'єкта розміщували маркери A_1, B_1, C_1.

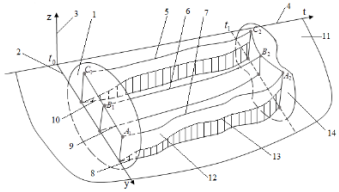


Рисунок – Спосіб тривимірної демонстрації напружено-деформованого стану об'єктів

Далі перетин 1 з точками A_1, B_1 та C_1 переміщували у просторі вісей 2, 3, 4 відповідно до моментів отримання даних у часі та фіксували положення маркерів у просторі протягом часу моделювання до t_1 (положення маркерів A_2, B_2, C_2). Форма перетину 1 заготовки в результаті деформування приймала вигляд 14. При цьому з'єднували відповідні положення маркерів у просторі кривими 5, 6, 7 та виконували їх проекцію 8, 9, 10 на горизонтальну площину 11, створену осями 2, 4 (y, t). Точки у просторі та їх відповідні проекції створювали утворюючу для поверхні 12, на якій вони розташовані і яка перпендикулярна горизонтальній площині 11 (y, t). Потім на цій поверхні 12 для вибраних точок (A_1, C_1) демонстрували значення вибраного для візуалізації параметра НДС. Значення цього параметра показували від проекцій траєкторій 8, 10 точок A_1, C_1 на площу 11 у вигляді просторових кривих 13. Таким

чином отримували представлення на екрані дисплею траєкторій зміни заданого параметра НДС у вибраних точках від початкового положення A_1, C_1 до кінцевого положення A_2, C_2.

Застосування пропонованого способу тривимірної демонстрації НДС об'єктів дозволяє підвищити якість демонстрації та аналізу НДС по перетину об'єкта при зміненні його форми в процесі деформування та можливостей керування процесом показу даних. При наявності такої моделі вона може аналізуватися із застосовуванням технологій та технічних засобів віртуальної або доповненої реальності.

Література

1. Тарасов О. Ф. Автоматизоване проектування і виготовлення виробів з застосуванням CAD/CAM/CAE-систем : монографія / О. Ф. Тарасов, О. В. Алтухов, П. І. Сагайда, Л. В. Васильєва, В. Л. Аносов. – Краматорськ : ЦТРІ «Друкарський дім», 2017. – 239 с. – ISBN 978-966-379-772-4.

2. Carbon/Epoxy Woven Composite Experimental and Numerical Simulation to Predict Tensile Performance /Haidar F. AL-Qrimli, Fadhil A. Mahdi, Firas B. Ismail. Advances in Materials Science and Applications. June 2015, Vol. 4 Iss. 2, PP. 33-41.

3. Пат. 122254 Україна, МПК G01M 7/00 G06N 5/04. Спосіб тривимірної демонстрації напружено-деформованого стану об'єктів / О.Ф. Тарасов, С.К. Добряк, О.В. Алтухов, Л.В. Васильєва. – № u 2017 07823; заявл. 25.07.2017; опубл. 26.12.2017, бюл. № 24/2017.

УДК 004.514.6

МОДЕЛІ ДОСТУПУ ДО ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ В МЕРЕЖІ INTERNET

В.В. Казимир, А.Ю. Солдатов

Чернігівський національний технологічний університет , Україна

В наш час з'являється все більше і більше web-ресурсів, контент яких є недопустимим на всій території України в цілому або в деяких регіонах нашої країни, особливо в тих регіонах, де великого значення відіграє інформаційна війна.

Згідно з указом президента Петра Порошенка №133 від 15 травня 2017 року про заборону використання в Україні російських ЗМІ і соцмереж, українські провайдери та оператори мобільного зв'язку повинні заблокувати російські ресурси.

Одними із методів блокування ресурсів на певній території являється блокування ресурсів за їхньою IP-адресою, блокування URL-адреси або на рівні DNS. В даних методах блокування відбувається на мережевому рівні моделі OSI, а саме в заміні IP адреси заблокованого ресурсу на IP адресу сайту заглушки.

Загальна модель при використанні методів, описаних вище, виглядає наступним чином:

1) Провайдер формує список IP-адрес заблокованих ресурсів.
2) Користувач вводить в браузер необхідний йому ресурс.
3) Провайдер Інтернет-послуг даного користувача перевіряє IP адресу запитуваного web-ресурсу.
4) При необхідності замінюється IP адреса в пакеті даних IP протоколу.
5) Користувач перенаправляється на сайт-заглушку від провайдера.

В даній моделі є ряд недоліків:

1) Потрібно кожен день моніторити Internet для обновлення списку заблокованих IP-адрес, адже будь-який сайт може змінити свою адресу, після чого він стане доступним.
2) За однією IP-адресою може знаходитись декілька ресурсів, в тому числі і не заблоковані, що суперечить правам людини.
3) Третім недоліком являється низька ефективність даного методу завдяки тому, що її можна досить легко при використанні VPN, Tor або Proxy-серверів.

VPN розшифровується як Virtual Private Network (приватна віртуальна мережа). Підключення до такої мережі відбувається поверх вашого звичайного з'єднання з інтернетом. Це означає, що для підключення до VPN-мережі потрібно мати функціональне домашнє з'єднання з інтернетом. Основна відмінність між VPN і звичайним підключенням полягає в шифруванні. Всі дані, передані по VPN, піддаються шифруванню, та недоступні для перегляду третім особам.

VPN-з'єднання завжди складається з каналу типу «точка-точка», також відомого під назвою «тунель». Тунель створюється в незахищеній мережі, в якості якої найчастіше виступає Інтернет. Кожен «peer»(вузол даного з'єднання) відповідає за шифрування даних до того, як вони потраплять в тунель, і розшифрування цих даних відбудеться після того, як вони покинуть тунель.

Після підключення до VPN-сервера всі дані починають передаватися між вашим ПК і сервером в зашифрованому вигляді. Уже з VPN-сервера всі дані передаються до зовнішніх ресурсів, які ви запитуєте. На блокуванні ресурсів за їхньою IP-адресою означає, що провайдер не зможе

відслідкувати запитуваний web-ресурс, тому що дана інформація зашифрована, а сам запит до запитуваного web-ресурсу передає VPN-сервер. Він же відповідає за отримання та передачі відповіді в зашифрованому вигляді від заблокованого сайту до користувача.

В даному випадку можна отримати дані від розробників VPN-серверів, але це тривалий процес, і не завжди успішний.

Найбільш ефективна модель блокування web-ресурсів – DPI(Deep Packet Inspection).

DPI - технологія накопичення статистичних даних, перевірки і фільтрації мережевих пакетів по їх вмісту. На відміну від брандмауерів, Deep Packet Inspection аналізує не тільки заголовки пакетів, а й повний вміст трафіку на рівнях моделі OSI з другого і вище. Deep Packet Inspection здатне виявляти і блокувати віруси, фільтрувати інформацію, що не задовольняє заданим критеріям.

Deep Packet Inspection може приймати рішення не тільки по вмісту пакетів, але і за непрямими ознаками, властивим певним мережевим програмами і протоколам.

Технологія DPI, як правило, встановлюється на кордоні мережі провайдера, тим самим, весь трафік, який залишає або входить в мережу провайдера, проходить через DPI, що дає можливість його моніторингу та контролю.

DPI виявляє підозрілу послідовність запитів до web-ресурсу, аналізує вміст пакетів на вміст визначених факторів, які властиві конкретним видам інтернет-активності. При використанні даної технології можна відслідкувати повну активність будь-якого користувача мережі. DPI може відслідкувати використання VPN-програм. На даний момент дана технологія найбільш ефективна, але дуже дорога для впровадження в нашій країні.

В наш час існує боротьба між методами блокування web-ресурсів та методами їх обходу. Так, наприклад, технологію DPI також можна обійти. В залежності від того, як була налаштована дана технологія, в деяких випадках можна змінити регістр символів в запиті, що приведе до того, що DPI Не розпізнає даний запит як підозрілий. VPN-з'єднання можна маскувати, наприклад, використовуючи протокол передачі даних 443, який використовується при HTTP з'єднанні DPI також буде не в змозі заблокувати, тому що доведеться блокувати весь HTTP-трафік. Але дана технологія являється найбільш ефективною і її можна вдосконалювати для відстеження VPN-трафіку.

Література

1. Столлингс В. Основы защиты сетей. Приложения и стандарты = Network Security Essentials. Applications and Standards. — М.: «Вильямс», 2002. — С. 432. — ISBN 0-13-016093-8.
2. Иванов М. А. Криптографические методы защиты информации в компьютерных системах и сетях. — М.: КУДИЦ-ОБРАЗ, 2001. — 368 с.
3. Інтернет ресурс: Requirements for deep packet inspection in Next Generation Networks (Y.2770)
4. Інтернет ресурс : https://blog.themarfa.name/kak-rabotaiet-vpn-i-pochiemu-eto-luchshie-tor-ili-proxy/
5. Інтернет ресурс: https://nv.ua/techno/it-industry/openvpn-protiv-dpi-2468387.html.

УДК 517.957

АРХІТЕКТУРА МОДЕЛЕЙ СИСТЕМИ БЕЗПЕКИ МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ НА БАЗІ ОС ANDROID

В.В. Казимир, І.І. Карпачев, С.В. Литвин ,А.М. Усік
Чернігівський національний технологічний університет, Україна

Інтернет речей - це глобальна мережа комп'ютерів, датчиків (сенсорів) і виконавчих пристроїв (актуаторів), що зв'язуються між собою з використанням інтернет протоколу IP (Internet Protocol). Наприклад, для вирішення певної задачі комп'ютер зв'язується через публічний інтернет з невеликим пристроєм, до якого підключений відповідний датчик (наприклад, температури) [1].

Оскільки системи взаємодіють один з одним, важливо мати узгоджений стандарт сумісності, який безпечний і дійсний [2]. Яскравим прикладом такого стандарту можна вважати «Стандарт оцінювання відповідності безпеки додатків - ASVS (Application Security Verification Standard)» [3]. Цей стандарт встановлює вимоги щодо оцінювання журналів реєстрації помилок, захисту даних, безпеки комунікацій, конфігурацій безпеки HTTP, контролю за шкідливими програмними засобами, внутрішньої безпеки, бізнес-логіки, файлів і ресурсів, та окремо вимоги до оцінювання мобільних додатків і веб-служб. Загально, конфігурації, що створюються, повинні забезпечити наявність в оцінюваному додатку наступного:

- сучасних бібліотек і платформ;
- безпечних за замовчанням конфігурацій;

- належного посилення, при якому внесення користувачем змін у конфігурації за промовчанням не обов'язково створює чи розкриває слабкі сторони системи безпеки або базових систем.

Google випустив операційну систему Android Things 1.0 для пристроїв Інтернету речей [4]. И хоча ця версія отримала префікс стабільної, вона потребує дослідження питань безпеки додатків. Втім, використовуючи Android Things, можна повторно використовувати знання Android, щоб створити додаток Android Things, використовуючи майже ті ж API.

Виходячи з вимог стандартів, набір моделей, що повинні забезпечити потрібний рівень безпеки, повинен, як мінімум, включати:

- модель прав доступу;
- модель роботи застосувань;
- модель API-викликів;
- модель привілеїв.

Література

1. Интернет вещей: учебное пособие / А.В. Росляков, С.В. Ваняшин, А.Ю. Гребешков. – Самара: ПГУТИ, 2015. – 200 с.

2. Internet of Things (IoT): Security, Privacy and Safety. https://datafloq.com/read/internet-of-things-iot-security-privacy-safety/948 [Електронний ресурс].

3. Стандарт оцінювання відповідності безпеки додатків 3.0 OWASP. https://www.owasp.org/images/5/50/ASVS_3_0_Ukrainian_Beta.pdf [Електронний ресурс].

4. Google выпустила стабильную версию IoT-системы Android Things 1.0 с трехлетней поддержкой обновлений. https://itc.ua/news/google-vyipustila-stabilnuyu-versiyu-iot-sistemyi-android-things-1-0-s-trehletney-podderzhkoy-obnovleniy/ [Електронний ресурс].

УДК 517.957

АДАПТАЦІЯ ЗАСТОСУНКІВ В ХМАРНОМУ СЕРЕДОВИЩІ НА ОСНОВІ МОДЕЛЕЙ РОЗГОРТАННЯ

В.В. Казимир, В.В. Супрун, Д.М. Сиса

Чернігівський національний технологічний університет, Україна

Парадигма хмарних обчислень знайшла широке застосування протягом останніх двох років. Використання хмарних ресурсів виявилось зручним в багатьох відношеннях. Вони дозволяють справлятися з сервісами різного часо-ресурсного попиту та пікових навантажень, а також

уникати високих початкові інвестиції в IT інфраструктуру, так як ресурси можуть динамічно виділятися, навіть якщо попит невідомий заздалегідь [1].

Однак для того, щоб отримати перевагу від гнучкості ресурсів, які надані хмарними обчисленнями, застосунки повинні бути побудовані належним чином. Клієнти мають обмежений погляд на інфраструктуру виконання, в той час як, провайдери хмарного середовища, мають доступ до потрібної інформації з додатку, можуть включати деталі інфраструктури низького рівня, що дозволить зробити адаптацію більш ефективною та успішною. Щоб забезпечити ці можливості, розробники додатків повинні мати змогу створювати моделі, що описують адаптивні можливості їх застосунків разом із цілями адаптації, що визначають їх уподобання.

Основними обов'язками що виникають в процесі роботи хмарного застосунку є: забезпечення необхідною інфраструктурою, розгортка застосунку і контроль та адаптація на етапі його роботи. Забезпечення інфраструктурою включає в себе: налаштування віртуальних машин, встановлення та налаштування необхідного ПО і запуск хмарних сервісів, як: розподільники навантаження, бази даних, постійна пам'ять або кеш. Самостійне (ручне) інфраструктурне забезпечення — громіздке та нестійке до помилок, а також обмежує можливість повторного використання, таке як налаштування ідентичного середовища для розробки та тестування. Більш того, належна зміна керування інфраструктури просто неможлива. Модельно-орієнтований підхід до інфраструктурного забезпечення, допомагає подолати ці обмеження.

Але дослідження виявили складні підходи для адаптації топології застосунків та розподілу ресурсів, наприклад, часу виконання, енергозатрат, а також для планування виконання робочих процесів на основі кінцевого терміну [2]. На практиці, провайдери хмарних середовищ наразі не надають механізмів подальшого управління додатком під час виконання. Пропонується використовувати моделі, що дозволяють розробникам застосунків створювати точки керування для провайдерів. При цьому розробники застосунків зможуть використовувати моделі конфігурації, щоб визначати цілі для контролю за програмами, позбавивши їх від складних механізмів контролю, які пропонує провайдер. Провайдери хмарних середовищ, у свою чергу, хоча і мають більш глибоке розуміння адаптації застосунків, але також зможуть оптимізувати використання ресурсів, накопичувати досвід і дані з аналогічних застосунків для покращення контролю та адаптації.

Моделі вже використовуються для покращення розгортання застосунків в хмарному середовищі. Наприклад, сервіс Amazon під назвою

CloudFormation має предметно-орієнтовану мову програмування (DSL) для визначення неохідної для додатка інфраструктури, та яка може бути забезпечена в один крок [3]. CloudFormation компанії Amazon надає сервіс для створення шаблонів інфраструктур, що були використані для створення колекції схожих ресурсів інфраструктур та розгортання їх в автоматичному режимі. Ці моделі можуть бути легко використані повторно і поширені за допомогою репозиторіїв інфраструктурних шаблонів, допомагаючи встановити та розповсюдити найкращі практичні рішення для різних видів застосунків. Розгорнуті ресурси, наприклад віртуальні машини, все ще потребують належного налаштування, для встановлення всього необхідного ПО для коректної роботи застосунка, а також зв'язків між системними компонентами. Для того, щоб уможливити передбачувані і повторювані процеси, моделі розгортання використовуються з метою увімкнення автоматизованих конфігурацій сервера за схемою завчасно визначених специфікацій.

Популярні рішення для розгортки модельного ПО включають в себе системи керування конфігурацій (англ. CM - configuration management), наприклад, Chef, Puppet чи cfengine [3]. Налаштування ресурсів змодельовано з використанням зазначених постачальником DSL, що вказують на необхідне ПО та бібліотеки, а також необхідні файли налаштувань та параметри для підтримки застосунків, для їх розгортання та розгортання всіх їх компонентів. Системи контролю конфігурацій намагатимуться привести всі ресурси до стану вказаного їх конкретною роллю, встановленням пакетів, розгортанням файлів налаштування, та перезапуску потрібних сервісів.

Вхідні запити розподіляються між декількома інтерфейсними вебсерверами за допомогою служби балансу завантаження провайдера[4]. Веб-сервери отримують доступ до інфраструктури, використовуючи балансуюче навантаження середнього рівня, що рівномірно розподіляє навантаження на доступні сервери додаткових серверів. Сервери застосунків виконують бізнес-логіку та отримують доступ до кластеру баз даних. Екземпляри веб та прикладних серверів можуть бути додані або видалені відповідно до їх поточного та прогнозованого завантаження в майбутньому. Індивідуальний адаптаційний компонент контролює якість обслуговування, виконуючи коригувальні дії для всіх служб застосунків відповідно до певних цілей поведінки, реалізованих у вигляді автономної контрольної петлі. Наприклад, при збільшенні трафіку поступово збільшуватиметься час закінчення терміну дії кеша фрагмента до певного порогового значення на веб-серверах[5]. Аналогічним чином, модуль рекомендацій, запущений у прикладах сервера застосунків, буде

лише повертати рекомендації з кешованої групи користувачів або список найбільш придбаних продуктів замість персоналізованих рекомендацій у відповідь на високі обсяги замовлень. Це зменшить навантаження на базу даних, а також сервери застосунків та негайний запуск нових екземплярів стане не потрібним. Аналогічно, коли завантаження програми є низьким, веб-сервери завжди будуть показувати свіжий вміст, а модуль рекомендацій завжди забезпечить персоналізовану рекомендацію. Оскільки ці дії адаптації впливають на якість послуг і, отже, на взаємодію з користувачем, клієнт буде використовувати функцію корисності в компоненті адаптації, щоб визначити, коли змінити якість обслуговування та коли масштабувати.

Література

1. Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R., Konwinski, A., Lee, G., Patterson, D., Rabkin, A., Stoica, I., and Zaharia, M. (2009). Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing Cloud Computing. Technical report, RAD Lab.

2. Ateniese, G., Fu, K., Green, M., and Hohenberger, S. (2006). Improved proxy re-encryption schemes with applications to secure distributed storage. ACM Trans. Inf. Syst. Secur., 9(1):1–30.

3. Ates, M., Ravet, S., Ahmat, A. M., and Fayolle, J. (2011). An Identity-Centric Internet: Identity in the Cloud, Identity as a Service and Other Delights. ARES 2011, 555–560.

4. Bauer, M., Meints, M., and Hansen, M. (2005). D3.1: Structured Overview on Prototypes and Concepts of Identity Management System. FIDIS.

5. Bertino, E. and Takahashi, K. (2011). Identity Management: Concepts, Technologies, and Systems. Artech House.

УДК 004.9

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ БАЗОВОЙ КУЛЬТУРЫ КИБЕРНЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

М.М. Войцеховская, И.В. Бальченко

Черниговский национальный технологический университет

Развитие «искусства» создания вредоносных кодов привело ко вспышке вирусных атак шифровальщиков типа WannaCry и Petya-A, ставших причинами потерь уникальных информационных массивов государственного значения. Механизм заражения машины-жертвы вре-

доносным кодом был основан на, ставшей классической, уловке – фишинговом письме с прикрепленным текстовым документом. Открытие документа запускало цепочку процессов, которые более не нуждались в участии пользователя. Подобная уязвимость применялась также и с целью установления кейлоггеров с последующим накоплением и отправкой пользовательских логинов и паролей [1].

Проблемы безопасности конечного пользователя стали причиной усиленного внимания к вопросу персональной культуры ИБ со стороны правительства США. На протяжении 14 лет Президентом США инициирована национальная программа по повышению осведомленности в области кибербезопасности. В рамках национальной ежегодной кампании National Cyber Security Awareness Month, проходящей в октябре, Калифорнийский университет SANTA CRUZ (SANTA CRUZ THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA) [2] представил акцию под девизом «Lock Down Your Login». Цель акции – распространение базовых знаний персональной кибербезопасности. Основное внимание уделено вопросам безопасной авторизации в сети Интернет, основам интернет-безопасности в соцсетях, противодействия фишинговым атакам, генерации «сильных» паролей и способам их надежного хранения.

С целью выявления начального уровня культуры кибербезопасности была предложена модель, которая охватывала наиболее широко распространенные аспекты, присутствующие в повседневной деятельности пользователей ИКТ. Так, внимание направлено на обеспечение защиты аккаунтов, персональных гаджетов, а также ОС. Таким образом, было сформировано 9 вопросов, логически сгруппированные в три блока.

Рассматривая культуру кибербезопасности как составляющую персональной культуры информационной безопасности, предложенная лингвистическая модель является лишь фрагментом модели КИБ, а также предложенная лингвистическая модель базовой культуры кибербезопасности не претендует на полноту и окончательность.

Поскольку в такой предметной области, как культура информационной безопасности, крайне сложно получить точные или хотя бы числовые входящие переменные, а также установить формальные зависимости между входами и результирующей переменной, решено воспользоваться преимуществами, которыми обладают методы нечеткой логики, построенные на Мамдани-алгоритме.

Для формирования нечеткой системы оценки базового уровня персональной культуры кибербезопасности конечного пользователя воспользуемся пакетом Fuzzy Logic Toolbox вычислительной среды MATLAB. При формировании нечеткой модели решено прибегнуть к иерархическому принципу построения, что дает возможность сократить

количество правил и легко оперировать зависимостями промежуточных переменных от нескольких входов [3]. Данная модель представлена тремя подсистемами, которые соответствуют тематическим тройкам входящих переменных, и результирующей подсистемой на основе трех выходов упомянутых подсистем более низкого иерархического уровня (рисунок 1).

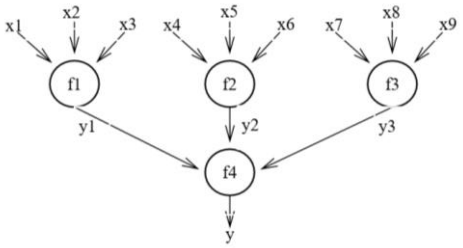


Рисунок 1 – Иерархическая нечеткая база знаний

На рисунке 1 приведена иерархической системы, моделирующей зависимость y=f(x1,x2,x3,x4,x5,x6,x7,x8,x9) с помощью трех баз знаний. Эти базы знаний описывают такие зависимости: y1=f1(x1,x2,x3), y2=f2(x4,x5,x6), y3=f3(x7,y8,y9) и y=f4(y1,y2,y3).

Литература

1. Олег Иванов. Киберпреступники используют последние уязвимости Microsoft Office / Anti-Malware.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: https://www.anti-malware.ru/news/2018-01-22-1447/25308.

2. Lock Down Your Login / Santa Cruz The University of California [Электронный ресурс] – Режим доступа к ресурсу: https://its.ucsc.edu/security/lockdown.html#billy.

3. Штовба, С.П. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/4_6.php.

УДК 005.8

КРОСС-БРАУЗЕРНЕ ТЕСТУВАННЯ

О.О. БОРОДІНА, Д.М. КРИВИЦКИЙ
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Україна

Під кросбраузерністю мають на увазі властивість сайту відображатися та працювати у всіх браузерах ідентично. Під ідентичністю розуміється відсутність розвалів верстки та здатність відображати матеріал з однаковим ступенем читабельності [1].

Зазвичай організація тестування кросбраузерності та кросплатформеності відбувається наступними способами, або поєднанням декількох з нижченаведених способів:

1. Тестування на фізичних пристроях. Цей спосіб може бути не завжди зручним, оскільки постійно доводиться працювати на новій машині, для якої може не існувати звичного програмного забезпечення, необхідного в процесі тестування. Тестування на фізичних пристроях є найбільш дорогим. До переваг даного способу варто віднести те, що він забезпечує найбільш точні результати тестування.
2. Самостійна емуляція необхідних пристроїв. Цей спосіб є значно дешевшим за попередній, оскільки витрачаються тільки людино-години для емуляції необхідних платформ. Компанії не потрібно буде регулярно купувати нові пристрої чи відводити окрему кімнату під них. Недоліками даного способу є те, що ми перевіряємо все ж на емуляторах, а не на фізичних машинах і тому іноді результат тестування може бути невалідним.
3. Третій спосіб — це використання онлайн-сервісів, що надають доступ до фізичних пристроїв чи емуляторів необхідних платформ [2].

На практиці зазвичай обмежуються тільки найпопулярнішими браузерами, що суттєво може скоротити час на розробку сайту. В даний момент існує безліч браузерів, найпопулярніші з них:

- Google Chrome (48,71% ринку);
- Internet Explorer (18,91% ринку);
- Mozilla Firefox (16,53% ринку);
- Safari (10,21% ринку);
- Opera (1,63% ринку);
- Інші (4,01% ринку) [1].

Основні моменти для тестування: верстка (колір, шрифти, розташування графічних картинок та динамічних елементів) й JavaScript.

Слід зазначити, що кросбраузерності тестування необхідно виконувати коли система стабільна й весь функціонал налагоджений, інакше будуть виникати помилки, які не є кросбраузерності [3].

При тестуванні кросбраузерності ми перевіряємо в першу чергу верстку програми або сайту, що включає в себе перевірку коректності розташування елементів на сторінці, правильність відображення шрифтів і кольору та інше, а також перевіряємо як виконуються сценарії JavaScript [4].

Найпопулярніші браузери (Google Chrome, Mozilla Firefox) мають додаткові включають в себе такі інструменти для веб-майстрів, які можуть стати в нагоді й при тестуванні:

- веб-інспектор;
- диспетчер завдань;
- відладчик JavaScript [1].

Литература

1. Гаврилей Н. В.,Маянская Ю. В., Ляхов О.Л., Бородіна О.О. Навчальний посібник «Методи тестування та оцінки якості програмного забезпечення із застосуванням Pairwise тестування» для студентів денної та заочної форми навчання – Полтава: ПолтНТУ, 2016. – 391 с.

2. Internetdevels [електронний ресурс] Тестування кросбраузерності та кросплатформенності за допомогою BrowserStack URL: https://internetdevels.ua/blog/using-browserstack-for-cross-browser-and-cross-platform-compatibility-testing

3. Software-Testing [електронний ресурс] – Кроссбраузерное тестирование (Cross-browser testing) URL: https://software-testing.org/testing/krossbrauzernoe-testirovanie-cross-browser-testing.html

4. Xbsoftware [електронний ресурс] – Кроссбраузерное и мультиплатформенное тестирование URL: https://xbsoftware.ru/testirovanie-po/polnij-tsykl/cross-browser-cross-platform-test/

УДК 005.8

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАСОБАМИ ФРЕЙМВОРКІВ

О.О. БОРОДІНА, О. І. ПЕДЧЕНКО

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка,Україна

Тестування програмного забезпечення – процес технічного дослідження, призначений для виявлення інформації про якість продукту відносно контексту, в якому він має використовуватись. Тестування поділяють на ручне та автоматизоване.

Ручне тестування є витратним за часом, трудомістким й часто монотонним процесом. Яке проводиться до виникнення проблем, особливо при обмежених ресурсах й жорстких термінах. Якщо потрібно поліпшити тестування додатків для перевірки коректності їх роботи, важливо рухатися у бік автоматизації всіх ручних задач тестування.

Автоматизоване тестування програмного забезпечення – частина процесу тестування на етапі контролю якості в процесі розробки програмного забезпечення. Яке використовує програмні засоби для виконання тестів та перевірки результатів виконання, що допомагає скоротити час тестування й спростити його процес [1].

Однак, не варто думати, що автоматичне тестування зможе повністю позбавити IT- індустрію від ручного тестування. Адже код не вміє критично мислити або глибоко досліджувати продукт, на відміну від тестувальника, який може вийти за рамки сценарію роботи.

Існує два основних підходи до автоматизації тестування [2]:

– тестування на рівні коду – відносять зокрема, метод тестування програмного забезпечення, який полягає в окремому тестуванні кожного модуля коду програми;

– GUI-тестування – імітація дій користувача за допомогою спеціальних тестових фреймворків.

Найпоширенішою формою автоматизації є тестування додатків через графічний інтерфейс користувача. Популярність такого виду тестування пояснюється двома факторами:

– по-перше, додаток тестується тим же способом, яким його буде використовувати людина;

– по-друге, можна тестувати додаток, не маючи при цьому доступу до вихідного коду.

GUI-автоматизація відносять [2]:

– ***Утиліти запису і відтворення*** – записують дії тестувальника під час ручного тестування. Вони дозволяють виконувати тести без прямої участі людини. У той же час, будь-яка мала зміна ПЗ, що тестується вимагає перезапису ручних тестів. Тому це перше покоління інструментів не ефективне й не масштабоване.

– ***Сценарії*** – форма програмування на мовах, спеціально розроблених для автоматизації тестування ПЗ – пом'якшує багато проблем утиліт запису й відтворення. Скрипти найбільше підходять для тестування GUI й не можуть бути впровадженими, пакетними або взагалі будь-яким чином об'єднані в систему.

– ***Data-driven testing*** – методологія, яка використовується в автоматизації тестування. Особливістю є те, що тестові скрипти виконуються

й верифікуються на основі даних, які зберігаються в центральному сховищі даних або БД. Data-driven testing – об'єднання декількох взаємодіючих тестових скриптів та їх джерел даних в фреймворк, який використовується в методології.

– ***Keyword-based*** автоматизація передбачає поділ процесу створення кейсів на 2 етапи: етап планування та етап реалізації.

Фреймворк автоматизованого тестування – набір припущень, концепцій та інструментів, які забезпечують підтримку для автоматизованого тестування програмного забезпечення. Основною перевагою такої структури є низька вартість обслуговування. Якщо є зміни в будь-якому тест-кейсі, то необхідно оновити тільки тестовий файл тест-кейса, а сценарій драйверів й сценарій запуску залишиться у старому файлі. В ідеалі, немає необхідності оновлювати скрипти в разі внесення змін у додаток.

Види фреймворків [2]:

- Лінійний;
- Структурований;
- Рухомий даними;
- Рухомий ключовим словом;
- Гібридний;

До функцій фреймворка відносять [2]:

- визначення формату, який відображає очікування;
- створення механізму для підключення або виконання для продукту, що тестується;
- виконання тестів;
- звітність про результати.

Розглянемо основні фреймворки [2]:

✓ Selenium – найпопулярніший фреймворк з відкритим вихідним кодом, призначеним для автоматизації тестування веб-додатків. Підтримується основними ОС та браузерами. Скрипти для Selenium створюються на Java, Groovy, Python, C#, PHP, Ruby та Perl.

✓ Katalon Studio – ефективний інструмент для автоматизації процесу тестування веб-додатків, мобільних додатків та веб-сервісів. Вирізняється легкістю в написанні скриптів.

✓ UFT – надає повний набір функцій для тестування API, веб-сервісів, а також для тестування графічного інтерфейсу десктопних, мобільних й веб-додатків на всіх існуючих платформах. Для написання скриптів використовується Visual Basic Scripting Edition.

Таким чином, автоматизоване тестування дозволяє автоматизувати процес за допомогою програмних сценаріїв. Даний вид тестування найбільш підходить у випадку, коли проводиться тестування продуктів з великим функціоналом до якого часто вносяться правки.

Література

1. Test Automation [Електронний ресурс].– Режим доступу:: https://en.wikipedia.org/wiki/Test_automation#Framework_approach_in_automation

2. Selenium Documentation [Електронний ресурс].– Режим доступу: https://www.seleniumhq.org/docs/

3. 3 misconception about test automation [Електронний ресурс].– Режим доступу: http://www.abodeqa.com/3-misconceptions-test-automation/

УДК 369.013

ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЧНОГО РЕФЕРУВАННЯ ТЕКСТІВ

О.О. БОРОДІНА, М.О. ЗОЗУЛЯ

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Україна

Розвиток цивілізації є причиною неухильного зростання обсягу накопичених людством знань. Вже існують електронні версії багатьох книг, популярні друковані видання виходять як в паперовому, так і в електронному вигляді, кількість документів у мережі Інтернет зростає експоненціально.

У зв'язку з цим виникає багато проблем, таких як класифікація, аналіз, пошук інформації, вирішення яких пов'язане з інтелектуальною обробкою великих масивів природномовних текстів.

До кола проблем автоматичного опрацювання інформації входить автоматичне реферування текстів. Адже зберігати на електронних носіях усе, що зроблено людиною, немає сенсу, технічні описи застарівають, про них достатньо лише залишити зовнішню інформацію: автор, тема, що зроблено. Цей клас проблем є одним з найскладніших серед інших задач автоматичної обробки текстів, оскільки потребує глибокого лінгвістичного аналізу, який має виявити найінформативніші, найважливіші частини змісту тексту. А це компетенція складних інтелектуальних систем. Найпростішим прийомом стиснення тексту є автоматичне видобування з тексту тих речень, які містять одне або більше ключових слів чи словосполучень, що є свого роду «піками» у розподілі

смислової інформації тексту. Ці речення, виведені комп'ютером на екран у послідовності їх слідування, утворюють машинний реферат або анотацію документа.

Процес реферування здійснюється у три етапи: аналіз початкового тексту, визначення його характерних фрагментів, формування відповідного виводу. Більшість сучасних робіт концентруються навколо розробки технології реферування одного документа.

Існує велика кількість методів автоматичного реферування, але ми розглянемо модель лінійних вагових коефіцієнтів (Naive-bayes Method), що припускає виконання послідовності обчислень частоти і операцій зіставлення рядків або шаблонів.

Цей метод, який використовують системи реферування Inxight, придатний для текстів різних стилів, але для цього користувачі повинні мати в своєму розпорядженні повні тексти і відповідні реферати для кожного стилю. Головна перевага моделі лінійних коефіцієнтів полягає в простоті її реалізації. Проте виділення речень (або параграфів), яке не враховує взаємозв'язків між ними, призводить до формування незв'язних рефератів. Деякі речення можуть бути пропущені або в них можуть траплятися слова або словосполучення, що «висять» (тобто слова або фрази, які неможливо зрозуміти без іншого слова або фрази). Наприклад, якщо в тексті представлено обґрунтування якогось поло- ження, що складається з декількох фраз, а до реферату потрапляє тільки одна з них, значення може бути втрачено. Можна навести текстовий фрагмент, який ілюструє цю проблему. «Біл Діксон прийшов на роботу в Procter & Gamble в 1994 році. У 1996 році він став її віце-президентом». У цьому фрагменті можна вказати два слова, що потенційно «висять», це слова «він» і «її», які не мають змісту без попередньої фрази, з якої стає зрозумілим, що «він» – це Діксон, а «її» – це компанія Procter & Gamble. Якщо в рефераті перша фраза буде пропущена, текст втратить свою інформативність. Є багато робіт, здійснюються спроби вирішити цю проблему, переважно за допомогою різного роду «латочок». У ряді підходів створюється спеціальне вікно для попереднього речення реферату, за допомогою якого можна визначити наявність смислового розриву або слова, що «висить». У інших випадках речення, що містять слова, які «висять», вилучаються з реферату, або за допомогою короткого лінгвістичного аналізу здійснюються спроби знайти згадку про об'єкт. За такого підходу ступінь стиснення зменшується, оскільки в реферат вноситься стороння інформація. Крім того, коли основний реферат вже сформовано, важко відновити початковий відсоток стиснення.

Огляд літератури, аналіз методу лінійних вагових коефіцієнтів автоматичного реферування показує, що для розв'язання цієї задачі важливим моментом є виділення ключових слів, словосполучень, інформаційно насичених речень тексту, штучно побудованих речень, які характеризують основний зміст тексту.

Література

1. Леонов Б. П. О методах автоматического реферирования (США 1958–1974 гг.) /Б. П. Леонов // Научно-техническая информация, сер.2. – 1975. – № 6. – С. 16–20.

2. Севбо И. П. Структура связного текста и автоматизация реферирования / И П. Севбо. – М.: Наука, 1969. – 135 с.

3. Пащенко Н. А. Проблемы автоматизации индексирования и реферирования / Н. А. Пащенко, Л. В. Кнорина, Т. В. Молчанова и др. // Итоги науки и техники. Сер. Информатика. – М.: ВИНИТИ, 1983. – Т.7. – С. 7–164.

УДК 369.013

ПІДГОТОВКА ТЕКСТІВ ДО ПЕРЕКЛАДУ (КОНВЕРТАЦІЯ)

О.О. БОРОДІНА, О.В.КУЦ

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Україна

Початок XXI століття ознаменувався комп'ютерним прогресом, удосконаленням інформаційного простору в різних галузях наук з урахуванням важливості професії перекладача. У зв'язку з цим, особливо актуальним є питання конвертації електронних текстів, а також їх підготовка до перекладу враховуючи особливості цього процесу.

Проблемні питання конвертації текстів знайшло жваве обговорення на сторінках навчальної та наукової літератури. Особливу увагу вивченню та дослідженню проблеми конвертації текстів було приділено такими вченими, як, О. О. Гуменюк [1, с. 247, 249], А. О. Білощицький, О. В. Діхтяренко, Т. О. Лященко [2, с. 143], О. М. Хавкіна [3, с. 261] та ін.

Важливість дослідження питання конвертації електронних текстів полягає у тому, що завдяки появі нового програмного забезпечення вирішується проблема щодо покращення ефективності та швидкості перекладацької діяльності, наприклад у випадках, коли є потреба перекласти текст з друкованого видання яке немає електронного примірника. Мова йде про те, що у деяких випадках, коли до перекладача звертаються

особи з необхідністю виконати роботу зі здійснення перекладу відповідного джерела з певної мови, може бути низка ускладнень, наприклад, щодо перекладу старинної книги, колекційного видання та інших подібних джерел, що не мають електронного варіанту.

Варто зазначити, що для ефективного здійснення перекладу з урахуванням вищезазначених можливих ускладнень, на сьогодні існує відповідне програмне забезпечення, призначення якого полягає у конвертації різних типів файлів (текстових, графічних та ін.) у різні формати. Значення застосування у перекладацькій діяльності різних комп'ютерних програм (наприклад, Format Factory, XMedia Recode та ін.) полягає у тому, що це дозволить підвищити ефективність та оперативність діяльності перекладача у випадках, коли є потреба здійснити переклад, наприклад історичної пам'ятки, яка існує лише в друкованому (рукописному) варіанті, а також є необхідність відобразити здійснений переклад у відповідному текстовому файлі на електронному носії інформації. Тому, для ефективного застосування перекладачем вищеназваних комп'ютерних програм, необхідно також, щоб вказаний суб'єкт мав змогу мати доступ до багатофункціональних пристроїв (далі – БФП), однією з функцій яких є сканування текстів.

Після того як відповідне джерело, яке потребує перекладу, відскановано за допомогою БФП і в результаті цього знайшло своє відображення у відповідному типі файлу (наприклад, JPG, PNG та ін.) на електронному носії інформації, істотно допомогти перекладачу здійснити переклад зазначених типів файлів зможе використання комп'ютерної програми Format Factory. Це дозволить перекладачу здійснити швидку конвертацію типу файлу, який підлягає перекладу. Для здійснення вказаного завдання необхідно у вікні програми Format Factory обрати параметр фото, потім вибрати який формат файлу необхідно отримати в результаті конвертації та після цього обрати той файл, який підлягає конвертації. У підсумку здійснення цього алгоритму, можна отримати файл бажаного формату, що дозволить завдяки використанню іншої комп'ютерної програми (Fine Reader), вказане зображення з текстом, який підлягає перекладу, перенести у відповідний текстовий файл, який буде значно зручніше використовувати під час перекладу.

На підставі вищезазначеного, на нашу думку, користь застосування комп'ютерних програм (наприклад, Format Factory), які призначені для здійснення конвертації файлів різних типів (форматів), не викликає сумніву, оскільки завдяки їх використанню перекладач зможе раціонально використати свій час з оперативного здійснення перекладу та надати клієнту, який звернувся з необхідністю виконати цю роботу, відповід-

ний текстовий файл, який може бути відкритий та переглянутий за допомогою офісного програмного забезпечення, наприклад комп'ютерної програми Microsoft Word.

Література

1. Гуменюк О. О. Проблемні питання комп'ютерного перекладу (німецька та українська мови). Літературознавчі студії. 2013. Вип. 40 (1). С. 244–254. URL: http://philology.knu.ua/files/library/lit_st/40-1/34.pdf

2. Білощицький А. О., Діхтяренко О. В., Лященко Т. О. Перетворення файлів різних типів до єдиного формату. Управління розвитком складних систем, 2014, № 18. С. 140–144. URL: http://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-18/25.pdf

3. Хавкіна О. М. Особливості перекладу двокомпонентних термінологічних словосполучень підмови цифрового відеомонтажу. Вісник Запорізького національного університету. Філологічні науки. № 1, 2010. С. 259–263. URL: http://web.znu.edu.ua/herald/issues/2010/fil_2010_1/259-263.pdf

УДК 369.013

ІСНУЮЧІ МЕТОДИ АВТОМАТИЧНОГО РЕФЕРУВАННЯ ТЕКСТУ

О.О. БОРОДІНА, Д.С.ЦЮМАН

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Україна

Автоматичне реферування або квазіреферування – виявлення в тексті первинного документа фрагментів, що містять заздалегідь заявлені змістові аспекти. Найвищого розвитку формалізації методів реферування набула з автоматизацією цього виду аналітико - сінтетічної обробка документів. Необхідність реферування щораз більших обсягів документів й при цьому зменшення суб'єктивізму в наданні інформації з умов впровадження в реферування електронних технологій.

Методи автоматизованого реферування базуються на можливості виявлення в тексті первинного документа фрагментів, що містять заздалегідь заявлені змістові аспекти, і на формуванні з них рефератів-екстрактів. Фрагменти тексту первинного документа вибирають за формальними ознаками, а саме за частотою вживання слів, обраних як змістові критерії. На жаль, таких підхід не завжди гарантує відбір з тексту найважливіших відомостей, тому такі реферати виконують переважно пошукову і комунікативну функції. Щоб відрізнити автоматичні реферати від інтелектуальних, перші часто називають квазірефератами, а процес

автоматизованого реферування квазіреферуванням. Методи автоматизованого реферування поділяються на:

- ✓ статистичні;
- ✓ позиційні;
- ✓ індикативні.

Характеристика методів автоматизованого реферування

Суть статистичних методів, що засновані на статистичному аналізі текстів, – це методики російських вчених В. Аграєва, Б. Бородіна та В. Пурто. Перші двоє запропонували методику, згідно з якою вибрані з тексту речення виявляються пов'язаними між собою. Найбільш зв'язаними, а тому такими, що мають бути включені до реферату, вважаються речення, які містять найбільшу кількість однаково значущих слів. В. Пурто розробив метод оцінки та відбору речень за кількістю інформації, яку вони містять. У цьому випадку тексти підлягають статистичному аналізу для виявлення частоти вживання слів. Словами, що найчастіше вживаються у науково-технічній літературі, є терміни. Дослідник стверджує: чим важливіший термін, тим частіше він зустрічається у тексті, а відібрані речення міститимуть максимальну кількість цих термінів. Відбираючи речення до реферату, для кожного з них визначають значущість або змістову вагу. Чим більше слів, що часто трапляються в одному реченні, тим суттєвішу інформацію воно містить і тому має бути включене до реферату. Тобто у разі використання статистичного методу реферування обсяг і якість рефератів повністю залежать від статистичних характеристик тексту, тому речення, що містять найважливішу інформацію (наприклад, висновки у наукових статтях) можуть бути взагалі не виділені та не ввійти до реферату. Проте визначені недоліки певною мірою компенсуються завдяки простоті аналізу й однорідності рефератів, які готуються за допомогою ЕОМ.

Позиційні методи вдосконалюють відбір найбільш значущих речень з текстів первинних документів з використанням складного математичного апарату. Відбір здійснюється на засадах чотирьох взаємопов'язаних методів: натяку, ключових слів, заголовка, локалізації. Сутність методу натяку полягає у використанні під час відбору речень списку слів, в якому заздалегідь виділено слова з позитивною та негативною змістовою вагою, а також «нульові» (нейтральні) слова. При відборі враховуються тільки слова, що передають позитивну й негативну оцінку.

При використанні методу ключових слів розглядаються слова, відібрані за частотним принципом та за цією ознакою визначені ключовими, що є аналогічним до запропонованого Г. Луном підходу.

У методі заголовка головна роль відводиться словнику термінів, відібраних із заголовка та підзаголовків, які мають більшу «вагу», ніж

слова з інших речень тексту. До реферату відбираються речення, де трапляються терміни, котрі наявні у словнику. Метод локалізації ґрунтується на припущенні, що найсуттєвіша інформація концентрується на самому початку або наприкінці певного уривка чи параграфа тексту.

Зіставлення всіх чотирьох методів показало, що метод ключових слів забезпечує повноту відбиття змісту первинного документа на 15-40 %, метод заголовка – на 30-40 %, а спільне використання методів натяку, заголовка та локалізації – на 30-60 %. Подальшого розвитку цей підхід набув під час розробки індикативних методів реферування, порівняно з якими статистичні та позиційні методи відіграють допоміжну роль.

Індикативні методи дають змогу на основі синтаксичного аналізу формалізувати виклад основного змісту первинного документа в рефераті телеграфного стилю. Синтаксичному аналізу може підлягати як увесь текст, так й його окремі фрагменти, що містять типові маркери. Показником для виділення значущих елементів правлять розділові знаки в середині речення. Обсяг одержанних рефератів становить у середньому до 35 % обсягу першоджерела.

Система автоматичного реферування. Одним з класичних завдань комп'ютерної лінгвістики є побудова систем автоматичного реферування наукових, технічних, політичних, ділових текстів. Актуальність цього завдання значно зростає у зв'язку з появою на інформаційному ринку повнотекстових баз даних. Ці бази містять у вигляді документів не реферати, а тексти наукових статей. Якщо ж ідеться про іншомовні бази, то треба, очевидно, прагнути до побудови систем, які інтегрують 3 основні функції: пошук, переклад і реферування. Розробка системи автоматичного реферування є можливою на основі експериментально-семантичного дослідження міжфразової структури тексту, з наступною реалізацією ІС, що володіють спроможністю гіперсинтаксичного «розуміння» текстів.

Література

1. Информационный процесс. Обработка информации [Електронний ресурс]. – Електронні дані. – Media Limited,2012. – Режим доступу: World Wide Web. –URL: http://www.bestreferat.ru/referat-73913.html.

2. Основні методи автоматизованого реферування [Електронний ресурс].–Електронні дані. – World Wide Web. – URL: http://uadocs.exdat.com/docs/index-140602.html

3. Куделько З. Вісник: Проблеми української термінології. Автоматичне реферування текстів [Текст] / З. Куделько. – Львів: Національний університет «Львівська політехніка». – № 453. – розділ 2. –2002.- 554 с.

УДК 519.85

ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ КОМБІНАТОРНОЇ ЗАДАЧІ З ЛІНІЙНОЮ ФУНКЦІЄЮ ЦІЛІ

А.М. Нагірна

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, Київ

На сьогодні, комбінаторні методи все більше застосовуються в різних прикладних сферах, таких як, криптографія, військова справа, хімія, економіка, кристалографія, агротехніка, біологія, і т.п.

З практичної точки зору, математична модель оптимізаційної задачі з лінійною функцією цілі є найбільш типовою, оскільки більшість задач нелінійного моделювання намагаються звести до даного типу. Тому зростає необхідність у створенні нових методів і алгоритмів розв'язання даних задач, з урахуванням комбінаторної природи допустимої множини. Досить наглядно представлення множини перестановок в її графічній інтерпретації, - у вигляді графа.

В [1-7] представлено результати досліджень в даному напрямі. В даній роботі запропоновано новий підхід до розв'язання оптимізаційної задачі з лінійною функцією цілі на множині перестановок.

Розглядається оптимізаційна задача з цільовою функцією максимізації $F(x): X \to R$ на комбінаторній множині перестановок $P_n(A)$ та додатковими лінійними обмеженнями, які утворюють опуклу многогранну множину $D \subset R^n$ наступного вигляду: $D = \{x \in R^n \mid Gx \le b\}$, де $G \in R^{m \times n}$, $b \in R^m$.

Послідовність перестановок, згідно методу їх генерування, інтерпретується як граф G_n, вершини якого відповідають точкам множини перестановок $P_n(A)$ [2].

Підхід до розв'язання полягає у виконанні наступних кроків.

Першочергово здійснюється нормалізація додаткового обмеження, згідно цільової функції на множині перестановок. Далі, користуючись алгоритмом [4], отримуємо першу граничну точку переставного многогранника $X_1(x_1^1, x_2^1, x_3^1, ..., x_j^1, ..., x_i^1, ..., x_m^1) \in G_n$, що задовольняє перше додаткове обмеження $g_1(x_1^1, x_2^1, x_3^1, ..., x_m^1) \le b_1$, і знаходимо значення цільової функції $f_1(x_1^1, x_2^1, x_3^1, ..., x_m^1)$ в даній точці. Перевіряємо виконання умови $g_2 \le b_2$. Розглядаємо відображення $\Phi u_1 : N \to C$ [4]:

$$\Delta u_1 = \begin{matrix} \text{ж} & x_1^1 & x_2^1 & \dots & x_m^1 & \text{ц} \\ \text{з} & & & & & \text{ч} \\ \text{з} & & & & & \text{ч} \\ \text{и} & u^{-1}(1) & u^{-1}(2) & \dots & u^{-1}(m) & \text{ш} \end{matrix} \quad (1)$$

З урахуванням $u^{-1}(i) \to \max$, де $u^{-1}(i) > u^{-1}(j)$, $i, j \in N_m$ $\left(u^{-1}(i), u^{-1}(j) \in (u^{-1}(1), u^{-1}(2), \dots, u^{-1}(m))\right)$, знаходимо $x_i^1 > x_j^1$ $\left(x_i^1, x_j^1 \in (x_1^1, x_2^1, x_3^1, \dots, x_m^1)\right)$.

$$\Delta g_1 = \Delta g_{12} - \Delta g_{11} =$$

$$\left(x_i^1 * u^{-1}(j) + x_j^1 * u^{-1}(i)\right) - \left(x_j^1 * u^{-1}(j) + x_i^1 * u^{-1}(i)\right) \Rightarrow g_2 = g_1 + \Delta g_1 \quad (2)$$

За рахунок перестановки x_i^1 на x_j^1 отримуємо новий оптимальний розв'язок $X_2(x_1^2, x_2^2, x_3^2, \dots, x_i^2, \dots, x_j^2, \dots, x_m^2) \in G_n$.

У випадку не виконання умови $g_2 \le b_2$, розглядаємо наступну перестановку $x_{i^*}^1 > x_j^1$, при $u^{-1}(i) \to \max$ і повторюємо (1).

Якщо ж неможливо здійснити перестановку при $u^{-1}(i) \to \max$, то розглядаємо можливість перестановки $u^{-1}(i')$, за умови їх лексикографічного упорядкування за спаданням, тобто $u^{-1}(i) > u^{-1}(i')$ і повторюємо (1).

Знаходимо зростання цільової функції f_1:

$$\Delta u_1' = \begin{matrix} \text{ж} & x_1' & x_2' & \dots & x_n' & \text{ц} \\ \text{з} & & & & & \text{ч} \\ \text{з} & & & & & \text{ч} \\ \text{и} & u(1) & u(2) & \dots & u(n) & \text{ш} \end{matrix} \quad (3)$$

$$\Delta f_1 = \Delta f_{12} - \Delta f_{11} =$$

$$\left(x_i' * u(j) + x_j' * u(i)\right) - \left(x_j' * u(j) + x_i' * u(i)\right) \Rightarrow f_2 = f_1 + \Delta f_1 \quad (4)$$

Далі повторюємо розрахунок формул (1)-(4) при виконанні відповідних умов.

Вище описаний підхід розв'язання оптимізаційної задачі з лінійною функцією цілі та додатковими обмеженнями на комбінаторній множині перестановок дозволяє знайти оптимальний розв'язок, за рахунок побудови найкоротшого шляху в графах та під графах переставного многогранника.

Слід відмітити, що початковою точкою є гранична точка обмеження. Перехід від граничної точки до інших відбувається за рахунок перевірки

умови виконання обмежень та безпосереднього зростання функції цілі. Навіть, якщо умова обмеження виконується, але функція цілі спадає, то даний розв'язок не можна вважати оптимальним, тому подальший пошук здійснюється з попередньої точки переставного многогранника.

В даному напрямі будуть продовжені дослідження з метою побудови нових методів розв'язання даного класу оптимізаційних задач на інших комбінаторних множинах, застосування котрих буде підтверджено проведенням відповідних обчислювальних експериментів із поступовим зростанням потужності комбінаторних множин.

Література

1. Донець Г.П. Нагірна А.М. Оптимізація квадратичної функції на множині розміщень // Теорія оптимальних рішень. – 2017. − С. 15−21.
2. Донец Г. А. Колечкина Л.Н. Построение гамильтонова пути в графах перестановочных многогранников // Кибернетика и системный анализ. – 2010. – № 1. – С. 10-16.
3. Донец Г.А., Колечкина Л.Н. Локализация значений линейной функции заданной на перестановках // Радиоэлектроника и информатика. – 2009. − № 1. – С. 50-61.
4. Донець Г.П. Нагірна А.М. Умовна оптимізація лінійної функції на перестановках // Теорія оптимальних рішень. – 2014. − С. 16−23.
5. Донец Г. А. Колечкина Л.Н. Об одной задачи оптимизации дробно-линейной функции цели на перестановках // Проблемы управления и информатики. – 2010. − № 2. – С. 12−16.
6. Донец Г. А. Колечкина Л.Н. Об одном подходе к решению комбинаторной задачи оптимизации на графах / Управляющие системы и машины. – 2009. − № 4. – С. 36−42.
7. Донец Г. А. Колечкина Л.Н. Алгоритм поиска значений линейной функции на лексикографически упорядоченных перестановках // Теорія оптимальних рішень. – 2009 –С. 3−8.

УДК 004.82, 004.89, 004.853, 004.855

ТЕХНОЛОГІЯ БАГАТОРІВНЕВОГО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ. ПОБУДОВА БАЗ МОДЕЛЬНИХ ЗНАНЬ В SMART-СИСТЕМАХ

І.А. Жирякова, С.В. Голуб
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, Україна

Теорії штучного інтелекту існують з 1950 років. Проте, широке функціональне застосування більшість з них отримали лише в останні кілька десятиліть, що пов'язано з удосконаленням алгоритмів та методів навчання для інтелектуалізації систем, збільшенням обчислювальних потужностей та широким використанням хмарних технологій (cloud computing). З іншого боку, технологічна глобалізація суспільства також сприяє розвитку нових теорій штучного інтелекту та, як наслідок, удосконаленню інтелектуальних систем, адже саме завдяки їй відбувається тотальна інформатизація та, як наслідок комп'ютеризація (ubiquitous computing / pervasive computing) всіх сфер людського життя, що має на меті підвищення ефективності роботи та інфраструктури будь-якої галузі за рахунок впровадження «розумних» середовищ (smart environments) в рамках оточуючого інтелектуального простору (ambient intelligence) [1]. Отже, формулювання основних принципів моделювання знань та формування баз модельних знань (БМЗ) для «розумних» середовищ взагалі та smart-систем зокрема є актуальною науковою задачею, яка потребує вирішення.

Знання, самі по собі, є вкрай специфічним ресурсом, вони важко ідентифікуються, погано вимірюються (як якісно, так і кількісно) і формалізуються. Крім того, знання в заданій предметній області можливо сформувати лише на основі консолідації та наступного комплексного аналізу великих масивів даних, що стає можливим лише завдяки створенню знання-орієнтовних моделей, які за словами Ньюелла [2] мають бути основним засобом інтелектуалізації систем підтримки прийняття рішень.

Основним недоліком існуючих знання-орієнтовних моделей, які на момент своєї появи застосовувались при проектуванні вузькоспеціалізованих прикладних експертних систем, а пізніше для діалогових систем типу «питання-відповідь» [3], природно-мовних діалогових систем [4] та для інтелектуальних розв'язувачів задач і систем управління [5-7] є підтримка актуальності бази знань у відповідності до нових задач. Отже, предметом даного дослідження є створення БМЗ на основі поєднання кількох глобальних функціональних залежностей, кожна з яких розв'язує свою задачу моніторингу в певній предметній області, завдяки чому

утворюється єдине інформаційне «розумне» середовище, яке здатне комплексно описувати будь-який його об'єкт і прогнозувати поточний стан об'єкта, в який той перейде в наслідок застосування до нього керуючих впливів. БМЗ сформована в такий спосіб дасть можливість усунути недоліки існуючих знання-орієнтовних моделей та спростить спосіб збереження та актуалізації знань в рамках будь-якої предметної області. В свою чергу, здатність розв'язувати задачі класифікації станів, прогнозування, виявлення впливів, тощо є ознакою інтелектуального моніторингу, який виступає об’єктом даного дослідження.

На рис. 1 представлена архітектура БМЗ smart-системи, що являє собою багаторівневу систему обробки інформації із ієрархічним управлінням.

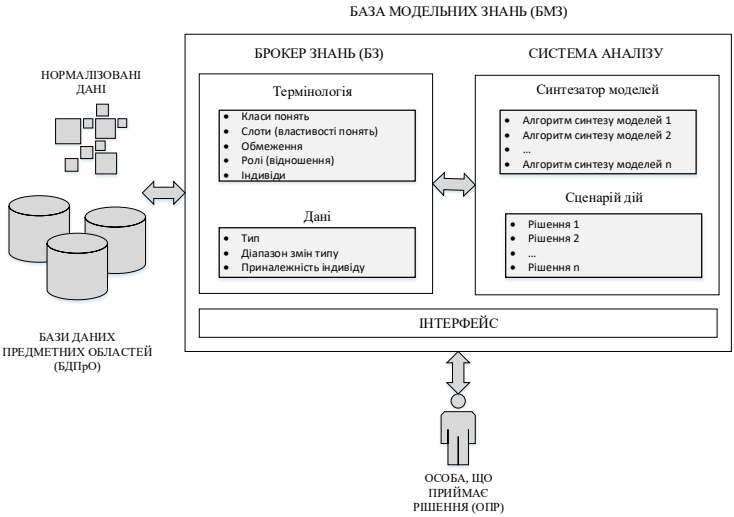


Рис. 1. Архітектура БМЗ.

Якщо проаналізувати призначення знання-орієнтовних моделей для «розумних» середовищ, то можна зробити висновок, що подібне моделювання має на меті, виходячи з різних сполучень властивостей досліджуваних об’єктів з будь-яких предметних областей, сформувати формальну концептуалізацію даної предметної області в рамках схеми знань про неї. Згідно сформованої схеми відбувається категоризація об’єктів (розподіл по класам понять), кожному з яких відповідатиме певний набір моделей, на основі яких можна описати тенденцій зміни їх

поточного стану та врахувати особливості об'єктів в класах, а саме: частотність, тобто міру їх схожості (k), та віддаленість, тобто міру їх розбіжності (f). Частотність та віддаленість в свою чергу пов'язані наступним співвідношенням:

$$\boldsymbol{f = 1 - k} \tag{1}$$

Особливістю БМЗ спроектованої за такими принципами є автоматична перебудова її структури в залежності від результатів моніторингу, завдяки чому вона буде актуальною в будь-який момент часу. Даний підхід припускає інші принципи збереження знань, що в свою чергу дають можливість створення нових більш ефективних засобів для автоматичного наповнення знаннями smart-систем, як різновиду адаптивних системи управління. Такий підхід до моделювання знань базується на використанні основних положень теорії ієрархічних багаторівневих систем [8], зокрема положенні про координацію елементів складної системи, та методі багаторівневого моделювання складних систем за даними спостережень в умовах неповноти інформації [9], що повною мірою відповідає архітектурі відкритих, розподілених і децентралізованих «розумних» середовищ взагалі та smart-систем зокрема. У якості логічних формалізмів для представлення знань про досліджувані класи об'єктів у вигляді онтологій пропонується застосовувати дескрипційні логіки [10].

Структурування із масиву вхідних даних інформації для аналізу будемо розглядати як індуктивний синтез знань, що реалізується в результаті автоматичної генерації класифікаційної багатопараметричної моделі на основі спеціально підготовлених тестових (навчальних) даних. Навчальні вибірки, як правило, являють собою невеликі набори даних, відповідні описам уже відомих об'єктів знань. А індуктивна модель виглядає як сукупність зразків (реалізацій) даних, за якими ідентифікується подібний об'єкт. Кожна модель на етапі синтезу дає можливість її випробування для визначення показників впливовості кожної із характеристик на вивчає мий об'єкт, проаналізувавши яку можна зробити певні висновки щодо його контексту. Складність комбінацій моделей на кожному рівні обробки інформації зростає в залежності від кількості нових образів, які враховуються в процесі синтезу моделі. Отримані ієрархічні структури, являтимуть собою фрагменти знань (образи). В результаті, на кожному рівні відбуватиметься висхідний синтез елементів структури знань, який породжуватиме образ. Кожен образ – це дедалі складніша комбінація нових знань про досліджуваний об'єкт. Кожен рівень ієрархії буде відображати вплив змін стану об'єкту на структуру моделей та фактично генеруватиме множину нових знань необхідних для формування

сценарію дій для розв'язання поставленої задачі та вагові коефіцієнти (частинні похідні моделей по кожній змінній).

Така форма подання знань легко читається, і аналітик завжди може простежити шлях, по якому рухалася інтелектуальна система прийняття рішень при побудові остаточної класифікації і відборі методів управління.

Література:

1. Nakashima H., Aghajan H., Augusto J.C. Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments: A State of the Art. – New York: Springer, 2010. – P. 19-21.

2. Newell A. The Knowledge Level // Artificial Intelligence. – 1982. – V. 18(1). – P. 87–127.

3. Белоногов Г.Г., Кузнецов Б.А. Языковые средства автоматизированных информационных систем. – М.: Наука, 1983. – 288 с.

4. Попов Э.В. Искусственный интеллект: [в 3 кн.] / под ред. Э.В. Попова. – М.: Радио и связь, 1990. – Кн. 1: Системы общения и экспертные системы: справочник. – 1990. – 464 с.

5. Нильсон Н. Принципы искусственного интеллекта. – М.: Радио и связь, 1985. – 376 с.

6. Поспелов Д.А. Логико-лингвистические модели в системах управления. – М.: Энергоиздат, 1981. – 385 с.

7. Минский М. Фреймы для представления знаний. – М.: Энергия, 1979. – 151 с.

8. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Д. Мако, И. Такахара. – М.: Мир, 1973. – 344 с.

9. Голуб С.В. Багаторівневе моделювання в технологіях моніторингу оточуючого середовища / С.В. Голуб. – Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2007. – 220 с.

The description logic handbook: Theory, implementation, and applications. – New York: Springer, 2010. – 500 p.

СЕКЦІЯ 4
СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЗРАЗКІВ ТЕХНІКИ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

УДК 677.053.27

МОДЕЛЮВАННЯ КРИТИЧНИХ ШВИДКОСТЕЙ БОБІНОТРИМАЧА ПЕРЕМОТУВАЛЬНОЇ МАШИНИ БП-340

Акимов О.О[1], Манойленко О.П[2], Оборский І.Л.[2], Завертанний Б.С.[2]
Державний науково-випробувальний центр ЗС України[1]
Київський національний університет технологій та дизайну[2]

При конструюванні та модернізації намотувальних механізмів для намотування текстильних ниток важливою характеристикою є критичні швидкості бобінотримача. Намотування пакування веде до збільшення інерційних параметрів ротора, переміщення його центра мас, що приводить до утворення за цикл намотування діапазону критичних швидкостей які обмежують діапазон робочих швидкостей роторів механізму.

При створенні високошвидкісних намотувальних механізмів достатньо знання перших двох критичних швидкостей бобінотримача, які повинні бути віддалені від діапазону робочих швидкостей не менше ніж на 30% [1].

Математичну модель побудуємо на основі методу “напівжорсткого” шпинделя, що дає значення чотирьох критичних швидкостей ротора за допомогою рівнянь Лагранжа другого роду. Вирази кінетичної та потенційної енергій аналогічні [2].

Особливості динамічної моделі, які не були враховані в попередніх дослідженнях:

1.Пакування, нитконосій та елементи механізму фіксації мають конусну форму;

2.Поверхня пакування контактує з укочуючим роликом, що притискується до бобінотримача з певною силою.

Схема розбивки пакування на елементи наведена на рисунку 1.

Зв’язок між геометричними розмірами пакування та товщиною тіла намотування визначаються з рисунку1 та співвідношень [3].

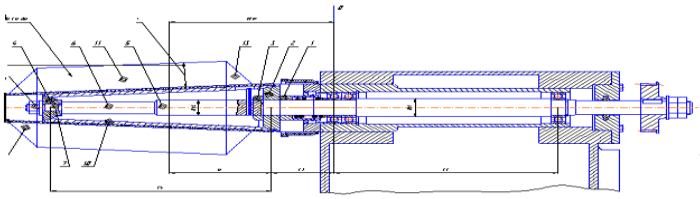


Рисунок 2 – Розрахункова схема для визначення параметрів бобінотримача

Жорсткість пружної системи визначається пружністю валу, опор ротора [1] та пружними властивостями тіла намотування:

$$m_{1\eta}=\frac{\delta_{22}}{\Delta^2};\quad m_{2\eta}=\frac{\delta_{12}}{\Delta^2};\quad m_{3\eta}=\frac{\delta_{11}}{\Delta^2},\quad \Delta^2=\delta_{11}\delta_{22}-\delta_{12}^2, \tag{1}$$

$$m_{1\varsigma}=m_{1\eta}+C_n;\quad m_{2\varsigma}=m_{2\eta}+h\cdot C_n;\quad m_{3\xi}=m_{3\eta}+h^2\cdot C_n. \tag{2}$$

де $m_{1\eta}, m_{2\eta}, m_{3\eta}, m_{1\zeta}, m_{2\zeta}, m_{3\zeta}$ коефіцієнти жорсткості механічної системи в горизонтальному та вертикальному напрямках.

Коефіцієнти впливу визначаються наступним чином:

$$\delta_{11}=\frac{d^2\cdot\left(l_1+3\cdot l_3\right)+l_3{}^2\cdot\left(l_3+3\cdot d\right)}{3\cdot E\cdot I}+\frac{k_1\cdot d^2+k_2\cdot c^2}{k_1\cdot k_2\cdot\left(c+d\right)^2}, \tag{3}$$

$$\delta_{12}=\delta_{21}=\frac{2\cdot d\cdot\left(l_1+3\cdot l_3\right)+3\cdot l_3{}^2}{6\cdot E\cdot I}+\frac{k_1\cdot d-k_2\cdot c}{k_1\cdot k_2\cdot\left(c+d\right)^2}, \tag{4}$$

$$\delta_{22}=\frac{l_1+3\cdot l_3}{3\cdot E\cdot I}+\frac{k_1-k_2}{k_1\cdot k_2\cdot\left(c+d\right)^2}, \tag{5}$$

де d – відстань від передньої опори до центра мас, м;

l_1 – відстань між опорами, м;

l_3 – відстань від передньої опори до місця закріплення в корпусі машини, м;

E – модуль пружності (для сталі 45 E=2,2·10^{11} Н/м^2);

I – полярний момент інерції валу, м^4;

k_1, k_2 – відповідно жорсткість першої та другої пружної опори, Н/м;

c – відстань від задньої опори до центра мас, м.

Математична модель вільних коливань бобінотримача з опорами має наступний вигляд:

$$\begin{cases} M\ddot{\eta}+m_{1\eta}\eta-m_{2\eta}\alpha=0 \\ M\ddot{\zeta}+m_{1\zeta}\zeta-m_{2\zeta}\beta=0 \\ A\ddot{\alpha}+C\dot{\beta}\cdot\omega-m_{2\eta}\eta+m_{3\eta}\alpha=0 \\ A\ddot{\beta}-C\omega\cdot\dot{\alpha}-m_{2\zeta}\zeta+m_{3\zeta}\beta=0 \end{cases} \tag{6}$$

де M, A, C - інерційні параметри бобінотримача;

$\varphi, \eta, \varsigma, \alpha, \beta$ - узагальнені координати;

Визначення значень частот власних коливань приводить до розв'язання стандартної задачі:

$$A\bar{y} = \lambda\bar{y} \tag{7}$$

Матриця інерційних коефіцієнтів має вигляд:

$$M = diag(M_0, M_0, A_0, A_0) \tag{8}$$

Матриці коефіцієнтів жорсткості та гіроскопічних коефіцієнтів мають вигляд:

$$K = \begin{vmatrix} m_{1x} & 0 & -m_{2x} & 0 \\ 0 & m_{1y} & 0 & -m_{2y} \\ -m_{2x} & 0_1 & m_{3x} & 0 \\ 0 & -m_{2y} & 0 & m_{3y} \end{vmatrix}, \qquad C = \begin{vmatrix} 0000 \\ 0000 \\ 000C \\ 00C0 \end{vmatrix}, \tag{9}$$

Розрахунок проведено за допомогою стандартної процедури Mathcad.

В таблиці 1 наведені значення критичних швидкостей бобінотримача.

Таблиця 1 –Значення критичних швидкостей бобінотримача

Процес намотування, позначення		Значення критичних швидкостей, рад/с
Початок процесу намотування	$\omega_{1,}$	622
	$\omega_{2,}$	7062
Закінчення процесу намотування	$\omega_{1,}$	345
	$\omega_{2,}$	5177

Аналіз одержаних результатів показав:

- друга критична швидкість має лише теоретичне значення;

- робоча зона бобінодержателя обмежена зверху кутовою швидкістю 435 рад / с;

- врахування жорсткості підшипників призводить до невеликого збільшення першої критичної швидкості бобінотримача у вертикальній площині (3,2%), яким можна знехтувати;

- врахування жорсткості пакування призводить до невеликого збільшення першої критичної швидкості в горизонтальній площині (2,4%), яким можна знехтувати.

Модель дозволяє визначити вплив помилки розміщення пакування на валу на критичні швидкості бобінотримача. Відстань від центру маси пакування від переднього підшипника знаходиться в межах допуску 002 м призводить до зниження першої критичної швидкості на 3,2%, а наближення до підшипника на те ж значення - збільшення критичної швидкості на 2,8%, що є незначним.

-при зміщенні центра мас пакування на Δ=0,002 м від початкового положення в напрямку конуса і зміщенні центра мас фіксуючого пристрою до осі обертання.

-при зміщенні центра мас пакування на Δ=0,002 м від початкового положення в протилежному напрямку конуса, і зміщенні центра мас фіксуючого пристрою від осі обертання.

Аналізуючи отримані результати встановлено, що зі зміщенням бобіни змінюється і критична швидкість системи. При зміщенні центра мас від початкового положення в напрямку конуса критична швидкість зростає, тобто збільшується робочий діапазон мотальної головки, і навпаки при зміщенні від початкового положення в протилежному напрямку конуса робочий діапазон швидкостей зменшується.

Література

1 Прошков А.Ф. Расчет и проектирование машин для производств химических волокон [Текст]: / учебник для студ. вузов А.Ф. Прошков – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1982 – 402 с.

2 Коритысский Я.И. Динамика упругих систем текстильных машин [Текст] :монография / Я.И. Коритысский. – М . : Лег. и пищ .цром-сть, 1982. – 272 с.

5 Фаворин М.В. Моменты инерции тел [Текст] Справочник / под ред. М.М. Гернета. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1977 – 511 с.

УДК 001.57:004.942:519.876.5

МАТЕМАТИЧНЕ ТА ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У ПРОЦЕСІ РОЗРОБКИ ТА ВИПРОБУВАНЬ ТЕХНІКИ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В.Г. Башинський

Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України, м. Чернігів, Україна

Випробування військової техніки і техніки подвійного призначення здійснюються для забезпечення силових структур держави якісною спецттехнікою. Випробуванню підлягають усі зразки нової і модернізованої техніки, яка приймається на озброєння.

Усі випробування поділяються на наступні види:

- попередні (заводські) випробування;
- визначальні відомчі випробування (ВВВ);
- державні випробування (ДВ).

Мета проведення випробувань спецтехніки - визначення та оцінка бойових, технічних і експлуатаційних характеристик представлених зразків.

Випробування об’єктів можуть проводитись двома методами:

1. **Експериментальним методом -** шляхом натурних випробувань об'єкту в певних умовах функціонування для його вивчення (тобто, активним спостереженням).

2. **Моделюванням об'єкту -** шляхом складання моделі, як аналога об'єкта, та її вивчення; при цьому можна значно розширювати кількість параметрів моделювання і задавати різноманітні моделі впливу на об'єкт (іноді навіть за межами реальних можливостей).

В процесі розробки та випробувань використовуються різні види моделювання:

1. **Математичне моделювання**, при якому взаємодія елементів системи записується у вигляді функціональних математичних співвідношень.

2. **Імітаційне моделювання**, як відтворення процесу функціонування моделюємої системи в часі (особливо це зручно для складних систем).

3 **Статистичне моделювання -** моделювання методом статистичних випробувань (наприклад, метод Монте-Карло).

Під час моделювання спецтехніки використовуються поширені середовища моделювання - математичні пакети програм (MathCAD, MatLab, Maple і інші) та інженерні пакети САПР (ANSYS, SolidWorks, Catia, ProEngineer), а також програми спеціального призначення.

Як правило, в процесі випробувань результати математичного та імітаційного моделювання спецтехніки підтверджуються експериментально (тому що критерієм істини завжди є практика). При цьому абстрактні моделі по-можливості максимально уточнюються і конкретизуються, що є запорукою підвищення їх адекватності.

Математичне та імітаційне моделювання об'єктів є важливою складовою розробки спецтехніки, яке суттєво розширює можливості проектування, виробництва і випробування принципово нової техніки, створенної на основі сучасних технологій.

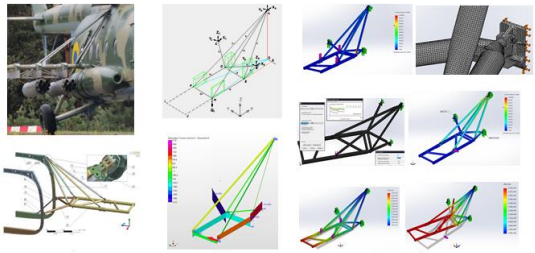
Основні переваги використання моделювання наступні:

1. Перенесення реальних випробувань у віртуальне середовище.
2. Розширення спектру параметрів випробувань.
3. Імітація різноманітних впливів на об'єкт .
4. Скорочення термінів випробувань.
5. Зменшення загальних витрат на випробування.

Наведемо приклади використання математичного та імітаційного моделювання об'єктів спецтехніки.

1. Математичне моделювання, розрахунок на міцність при випробуваннях ферми 8МТ-8700.000 вертольоту Ми-8МСБ-В (рис.1).

Аналітичне знаходження максимальних сил в стрижнях виконувалось в пакеті MathCAD шляхом розв'язку систем з ***n*** рівнянь.



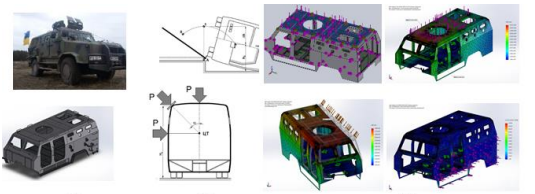
а) б) в)

Рис.1. Моделювання ферми 8МТ-8700.000
а) загальний вид і 3D-модель ферми; б) стрижнева модель і епюри сил в стрижнях; в) розрахункова модель ферми і варіанти моделювання напружень в матеріалі і деформацій (переміщень) конструкції

Для розрахунку напружень і деформацій конструкції використовувався метод скінчених елементів, який реалізований в програмах WinMachine і CosmosWorks.

Моделюванням і наступними експериментальними дослідженнями під час випробувань доведено, що умови міцності виконуються для усіх елементів ферми в основних режимах польоту.

2. Математичне моделювання при випробуваннях з оцінки міцності капсули багатоцільового тактичного автомобіля (БТА) "Козак" (варіант перекидання автомобіля) (рис.2).



а) б) в)

Рис.2. Моделювання БТА "Козак"
а) загальний вид бронеавтомобіля і 3D-модель капсули;
б) схема перекидання і варіанти навантажень автомобіля;
в) розрахункова модель і варіанти моделювання капсули

Моделювання виконувалось за методом скінчених елементів в пакеті SolidWorks Simulation.

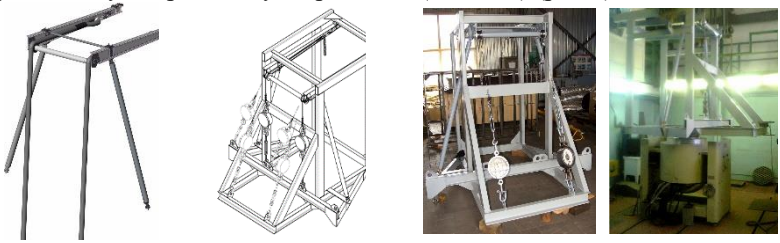
При перекиданні автомобіля розрахувались такі варіанти прикладення навантаження: варіант 1 - на бік (борт) капсули; варіант 2 - на ребро корпусу капсули; варіант 3 - на дах корпусу капсули. При цьому визначались критичні зони підвищених напружень шляхом зондування.

Також розраховувались величини деформацій конструкції під дією навантажень.

Моделюванням доведено, що міцність корпусу капсули БТА “Козак” при його перекиданні достатня, Правила №66 ЄЕК ООН по збереженню життєвого простору для екіпажу та десанту виконуються.

3. Імітаційне моделювання при випробуваннях комплекту знімного бортового обладнання безпарашутного десантування (КБЗО БД) “Канат”.

Дослідний зразок комплекту проходив випробування на спеціальному стенді і універсльному вібростенді («бочка») (рис.3).



а) б) в)

Рис.3. Моделювання КБЗО БД “Канат”

а) загальний вид (3D-модель) комплекту в зборі; б) конструкція спеціального випробувального стенду; в) імітаційні моделювання комплекту на спеціальному стенді та на вібростенді («бочка»)

При цьому відбувалась імітація усіх максимальних статичних і динамічних навантажень на систему. Моделювання КБЗО БД “Канат” на стендах показало, що необхідна міцність конструкції забезпечується, а власні частоти конструкції не співпадають з частотами вертольоту.

Також можливість виконання безпарашутного десантування і евакуації особового складу десантних підрозділів на вертольотах типу Ми-8 за допомогою КБЗО “Канат” підтверджена результатами реальних льотних випробувань з десантуванням особового складу.

Таким чином, як показують наведені приклади, математичне та імітаційне моделювання технічних об’єктів забезпечує значне підвищення ефективності розробки і випробування військової техніки і техніки спеціального призначення.

УДК 629.73.018

ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНИХ КРИТЕРІЇВ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ ОСНАЩЕНОГО СИСТЕМОЮ ЗАХИСТУ, ЯК СКЛАДНОЇ ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ

І.В.Телевний, А.Г.Козир

Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України

Досвід вирішення задач моделювання показує, що при моделюванні літального апарату оснащеного системою захисту від керованих ракет з інфрачервоними головками самонаведення, як складної технічної системи, найбільш ефективними [1, 2, 3] є так звані комбіновані критерії, які об'єднують в собі два або більше критеріїв оцінки на одному рівні вибору.

Відомі наступні види комбінованих критеріїв:

1. Для моделей алгебраїзму (поліноміальних), які використовуються для ідентифікації об'єкту, який не містить аргумент часу, рекомендується комбінований критерій "мінімуму зміщення плюс регулярності":

$$\rho_1 = \sqrt{n_{см}^2 + \Delta^2(B)} \to \min.$$

2. Для гармонічних та алгебраїчних моделей, які призначені для довгострокового прогнозу, який містить аргумент часу, рекомендується комбінований критерій "мінімум зміщення плюс баланс змінних":

$$\rho_2 = \sqrt{n_{см}^2 + B^2} \to \min.$$

3. Для диференційних (кінцево-різнісних) моделей, в яких довгостроковий прогноз отримується за допомогою багатокрокового інтегрування, рекомендується комбінований критерій "мінімуму зміщення плюс збіжність процедури покрокового прогнозу":

$$\rho_3 = \sqrt{n_{см}^2 + i^2(N)} \to \min.$$

Комбіновані критерії не тільки забезпечують стійкість і єдиний прогноз, але й роблять його вибір "гостріше". Індивідуальні критерії часто не дають достатньо гострого мінімуму. Введенням коефіцієнтів ваги λ

та $(2-\lambda)$ перед доповненнями комбінованих критеріїв можливо реалізувати ідеї Парето про багатокритеріальний вибір рішення.

Таким чином, основною метою застосування комбінованих критеріїв є попередження багатозадачності вибору моделі. Якщо перебір по одному критерію може зупинитись десь в локальному мінімумі одного, індивідуального критерію, то при двох критеріях така подія менш достовірна: комбіновані критерії забезпечують однозначність результату перебору.

Література:

1. Башинський В.Г. Методичний підхід до оцінювання захищеності літального апарату як складної технічної системи з урахуванням внесків різноманітних систем захисту/ В.Г. Башинський, Д.Г. Васильєв, В.Г. Юрєнєв // Харків. Науково-технічний журнал. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. № 1(1). 2013. – с. 39-42.

2. Гребеников А.Г. Методология интегрированного проектирования и моделирования сборных / А.Г. Гребеников. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2006. – 532 с.

3. Ильичев А.В. Эффективность проектируемых элементов сложных систем: [учебное пособие] / Ильичев А.В., Волков В.Д., Грущанский В.А. – М.: Высш. школа, 1982. – 280 с.

УДК 623:331.015

СУЧАСНІ МЕТОДИ ЕРГОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ ДОСЛІДНИХ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ В ХОДІ ВИПРОБУВАНЬ

А.Г.Павленко, А.Г.Козир, О.В.Андрієнко

Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України

Оцінка ергономічних властивостей дослідного зразка озброєння та військової техніки (далі – ОВТ) передбачає визначення широкого спектру характеристик, які об'єднуються у два класи. Це ергономічні характеристики системи "людина – машина" (далі – СЛМ) та ергономічні характеристики діяльності і функціонального стану оператора.

Відмінність фізичної природи означених властивостей обумовлює відмінність методичних підходів, що використовуються для досліджень, у тому числі в ході випробувань.

На відміну від ергономічних характеристик СЛМ – середовище і її складові, які можуть бути визначені автономно, поза функціонуванням СЛМ, вказані характеристики допускають достовірну оцінку тільки при виконанні людиною-оператором поставленого завдання в реальних або

психологічно адекватних реальним умовах. [1] Дійсно, оцінити відповідність рівня активації організму оператора допустимому нормативу можна тільки в процесі виконання оператором поставленого завдання. При оцінці ергономічних характеристик даного класу вирішальне значення має організація ергономічного експерименту.

Число факторів, що впливають на ефективність і надійність діяльності оператора і у зв'язку з цим, підлягають урахуванню в процесі ергономічного супроводу СЛМ, обчислюється сотнями. [2]

На практиці, при розробці конкретного типу СЛМ, виходячи з аналізу діяльності людини і умов її протікання, в системі виділяється обмежений склад значущих ергономічних характеристик. Найбільш ефективним при вирішенні цих завдань є метод поетапного моделювання, що визначає процедуру оптимізації людино-машинного контуру управління, послідовним наближенням на базі тренажно-моделюючого комплексу характеристик технічних засобів діяльності до відповідності психофізіологічним і професійним якостям оператора. Важливим джерелом вихідних даних для моделювання є результати випробувань.

Як свідчить світова практика, результати випробувань включають дані в наступних категоріях [3]:

1. Дані, зібрані для опису відповідних характеристик респондентів (учасників випробувань). Уніфікація даних у цій області є необхідною, тому провідний інженер з випробувань може більш точно використовувати результати попередніх випробувань для прогнозування продуктивності для різних систем, формування сукупності умов випробувань тощо;

2. Вимірювання завантаженості оператора. Важливо зрозуміти які можливості оператора необхідні для реалізації задовільних характеристик системи;

3. Вимірювання продуктивності людини. Апаратне забезпечення системи може відповідати всім ергономічним критеріям та подобатись операторам та обслуговуючому персоналу, але очікувані характеристики мають бути підтверджені при задовільному виконанні важливих завдань, як при нормальних, сприятливих умовах, так і в несприятливих умовах;

4. Оцінка сприйняття користувачами системи. Навіть система, яка добре розроблена для забезпечення продуктивності та безпеки людини, може мати характеристики, які негативно оцінюються користувачами, що як наслідок, призводить до обмеження продуктивності системи;

5. Вимірювання характеристик обладнання. Визначенню підлягають фізичні характеристики системи, які впливають на продуктивність, а

саме: розмір, вага, рівень освітленості, рівень шуму, розташування робочої зони екіпажу, забезпечення входу і виходу, температура, вібрація, яскравість, чіткість і маркування дисплеїв, а також розміщення, конфігурація та необхідна сила для органів керування.

У залежності від методу, який застосовується, методики з оцінки ергономіки розділяють на: експертні; експериментальні; розрахункові; комбіновані.

При цьому, не вирішеною проблемою методології експертного оцінювання авіаційної техніки залишається проблема ергономічної достовірності льотчика-випробувача, як експерта. [4]

Основна частина будь-якої експериментальної установки для проведення ергономічних досліджень – це модель керованого об'єкту або процесу.

Дослідники ергатичних систем (далі – ЕС) в даний час почали оперувати оцінками, отриманими в процесі експериментування з подібними моделями. Такі моделі є однією з форм опису ЕС. Вони іноді мають переваги навіть перед математичними моделями, оскільки дозволяють судити про поведінку даної ЕС в реальних ситуаціях. Створення самих моделюючих стендів є одним з проблемних завдань, що вирішуються у тому числі і в рамках ергономіки.

Зараз розвивається функціональний метод дослідження ЕС. При цьому використовується системний підхід: математичні методи теорії інваріантності і модульного управління. Це дозволяє визначити деякі вимоги до математичного опису "узагальненої характеристики оператора". Вона вказує на ті умови в системі, при яких оператор знаходиться в так званому квазістійкому функціональному стані. Правда, умови функціонування в цьому методі розглядаються односторонньо, оператор є всього лише ланкою системи управління. Інші ергономічні властивості і параметри, які характеризують умови роботи оператора, залишаються поза увагою.

Ефективність планування та організації експерименту для визначення основних характеристик систем і обґрунтування доцільності введення тих або інших змін в параметри окремих елементів з метою підвищення надійності функціонування ЕС в цілому залежить від досконалості застосованих математичних методів серед яких важливе місце посідають методи теорії подібності.

Базові положення теорії подібності дають можливість вибору параметрів для виміру та реєстрації в ході експерименту, з точки зору їх інформативності, а також дозволяють сформувати сукупність методів для обробки результатів експерименту.

Встановлення критеріальних залежностей в рамках теорії подібності за результатами експерименту дозволяє розповсюдити результати досліджень однієї ЕС на деякий клас ЕС, їй подібний, не проводячи експериментального дослідження кожного разу після введення в них яких-небудь змін.

Таким чином, апарат теорії подібності, має певний рівень універсальності для досліджень в межах одного класу ЕС.

Література:

1. Мунипов В.М., Зинченко В.П. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды: Учебник. – М.: Логос, 2001. – 356 с.: ил.

2. MIL-STD-1472G, Department of Defense design criteria standard, Human engineering, 2012

3. RTO-TR-021AC/323(HFM-018)TP/19, NATO Guidelines on Human Engineering Testing and Evaluation, 2001

4. Горбунов В.В. Эргономическая достоверность летчика-испытателя – человеческий фактор “серийной” летной безопасности // Пробрлемы безопасности полетов. – 2014. – вып. 4 – С.15-27.

УДК 517.957

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ РУХУ СКЛАДЕНОЇ СИСТЕМИ БПЛА І МУЛЬТИСЕНСОРІВ ПІД ЧАС МОНІТОРИНГУ ЗОНИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

О.І. Лисенко

Інститут телекомунікаційних систем НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

С.М. Чумаченко

Державна установа "Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України", Україна

О.М. Тесленко

Український науково-дослідний інститут цивільного захисту, Україна

Для моніторингу потенційно небезпечних об’єктів (ПНО) і зон надзвичайних ситуацій (НС) доцільно використовувати роботизовані системи моніторингу, здатні в реальному масштабі часу передавати органам управління ДСНС України інформацію для прийняття оперативних і адекватних заходів у випадку загрози або виникнення НС.

Перспективним напрямком розвитку систем і технічних засобів, призначених для попередження, виявлення та ліквідації наслідків

надзвичайних ситуацій може стати система безперервного цілодобового локального моніторингу територій на базі квадрокоптера.

Квадрокоптер використовується як літаюча платформа, на якій розташовані ракетні контейнери, що запускаються, усередині яких у свою чергу розташовані мультисенсори для моніторингу в зоні НС (рис. 1).

а) б)

Рис. 1 – Система моніторингу територій в зоні НС на базі безпілотного варіанта квадрокоптера: а) вигляд зверху, б) старт ракети з квадрокоптера

Для забезпечення безперервного моніторингу територій у зоні НС необхідно розташувати мультисенсори оптимальним чином з точки зору покриття зони контролю, а також безперебійної передачі інформації про її стан.

Це буде залежати від оптимального вибору координат і моменту часу запуску контейнерів, а також від оптимального способу руху літаючої платформи до точки запуску та оптимального переміщення контейнерів до цілі після запуску. Для цього система моніторингу території на базі квадрокоптера повинна діяти як єдине ціле і дії кожного окремого її елемента повинні бути спрямовані на одержання найбільшого групового ефекту. З цією метою пропонується систему моніторингу територій розглядати як складену динамічну систему.

Під складеною динамічною системою будемо розуміти сукупність об'єктів (квадрокоптер; контейнери, що запускаються; мультисенсори), об'єднаних у систему за фізичним змістом. Траєкторії таких складених динамічних систем називаються розгалуженими, тому що складаються з ділянок спільного руху складових частин і ділянок їхнього індивідуального руху до цілі, тобто руху по окремих гілках траєкторії.

Ефективність використання цього класу систем залежить від найкращого, оптимального вибору координат і моменту часу поділу складеної динамічної системи (СДС), а також від оптимального способу руху СДС до точки поділу та оптимального переміщення підсистем до цілі по гілках траєкторії після поділу (рис. 2).

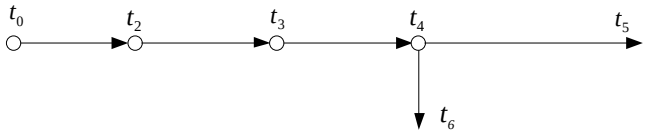


Рис. 2 – Приклад схеми розгалуженої траєкторії: t_i – моменти часу структурних перетворень СДС; стрілки умовно показують напрямок руху підсистем СДС.

Рух підсистем по гілках траєкторії СДС описується диференціальною системою виду

$$\dot{x} = f(x, u, y, v, t), t \in [t_0, t_f] \tag{1}$$

де $x \in E^n$, $u \in \cap \subset E^m$; $x, u, y, v; t$ – фазові координати, v – керування інших підсистем зі складу СДС, що впливають на рух розглянутої підсистеми; t_0, t_f – моменти часу початку та кінця руху підсистеми по розглянутій гілці траєкторії.

На траєкторію підсистеми (1) накладаються скалярні обмеження виду [3, 4, 5]

$$g_i(x(t_0), y(t_0), t_0; x(t_f), y(t_f), t_f) \begin{cases} = 0, & \overline{i = 1, k_g} \\ \le 0, & \overline{i = k_g + 1, n_g} \end{cases}; \tag{2}$$

$$q_i(x(t), u(t), t_0; y(t), v(t); t) \begin{cases} = 0, & \overline{i = 1, k_q} \\ \le 0, & \overline{i = k_q + 1, n_q} \end{cases}, \tag{3}$$

де $t \in [t_0, t_f]$.

Критерій, що оцінює ефективність функціонування СДС, описується виразом [2]

$$P = \Pi(\cdot) + \rho_{\sum} \to \min, \tag{4}$$

де $\Pi(\cdot)$ – термінальна складова критерію, що залежить від фазових координат підсистем у моменти часу структурних перетворень СДС і самих моментів часу; $\rho_{\sum}$ – інтегральна складова критерію, що складається із суми частинних інтегральних складових типу

$$\rho_{\Sigma} = \int_{t_0}^{t_f} h(x(t), u(t); y(t), v(t); t)\, dt \tag{5}$$

відповідних окремим гілкам траєкторії СДС.

Таким чином, задача (1) – (5) оптимізації траєкторії СДС полягає в пошуку оптимальних управлінь і траєкторій руху підсистем по ділянках розгалуженої траєкторії, що мінімізують критерій (4), а також у пошуку оптимальних моментів часу та фазових координат, у яких відбуваються структурні перетворення СДС.

Розв'язок цієї задачі зазначеного завдання передбачається виконати в три етапи: спочатку здійснити перехід від станів динамічної системи до розривної динамічної системи зі змінним розміром векторів стану управління; потім оптимізувати розривну систему і, нарешті, повернутися до вихідної задачі, виразивши результат оптимізації розривної системи через позначення, прийняті в початковому формулюванні завдання.

Методика перетворення складеної динамічної системи в розривну динамічну систему зі змінним у моменти структурних перетворень розміром векторів стану та управління полягає в такому [1 – 3]:

- виходячи з фізичних міркувань функціонування СДС, вибудовується схема розгалуженої траєкторії, складаються рівняння руху підсистем уздовж гілок траєкторії, записуються обмеження, що діють безупинно на підсистеми та у граничних точках, формулюється критерій;

- встановлюється хронологічна послідовність моментів часу структурних перетворень СДС;

- в інтервалах часу між структурними перетвореннями СДС вводяться розширені вектори стану X_i та управління U_i ($i=\overline{1,N}$), де $N+1$ – кількість структурних перетворень СДС із урахуванням структурного перетворення, пов'язаного з початком руху СДС ($i=0$), що складаються відповідно з векторів стану та управління динамічних підсистем (блоків), що переміщаються по гілках траєкторії в заданому інтервалі часу.

Література

1. Ащепков Л. Т. Оптимальное управление разрывными система / Л. Т. Ащепков. – Новосибирск : Наука, 1987. – 226 с.

2. Бертсекас Д. Условная оптимизация и методы множителей Лагранжа / Д. Бертсекас. – М. : Радио и связь, 1987. – 400 с.

3. Брайсон А. Прикладная теория оптимального управления / А. Брайсон, Хо Ю-Ши. – М. : Мир, 1972. –554 с.

4. Гурман В. И. Принцип расширения в задачах управления / В. И. Гурман. – М. : Наука, 1985. – 288 с.

5. Кротов В. Ф. Метолы и задачи оптимального управления / В. Ф. Кротов, В. И Гурман. – М. : Наука, 1973. – 448 с.

UDC 62-1/-9:620.1:623-9

MODERN METHODS OF MODELLING IN TESTING AND SERTIFICATION OF SPECIAL TECHNIQUE

V.A.Dmytriyev, V.M.Chupryna, E.K.Chimbanga
State Scientific Research and Test Center of Armed Forces of Ukraine

Testing of the special equipment, namely an armament, military equipment and the dual-purpose equipment, is carried out to provide the defensive forces of Ukraine with high quality machinery. The important part in the life cycle of the machinery is its testing. It is an integral part of the process of production and modernization of the special purpose machinery. All kinds of new and upgraded machinery which are accepted for supplying Ukrainian Armed Forces are tested. Tests are divided into preliminary, determinative departmental and governmental.

The purpose of testing is to determine and to evaluate the appropriateness of the military, technical and operational specifications of provided special purpose machinery samples for customer's requirements.

The main testing Authority in Ukraine is State Scientific Research and Test Center of Armed Forces of Ukraine, which is planned to be converted into a State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certifications.

The center provides:

- reasoning, developing and realization of the methodological and organizational bases for realization of the military equipment policy in a field of armament and military machinery testing;
- direct testing of all types of samples of military equipment and dual-purpose equipment; providing further recommendations for equipment's acceptance and approving of it for serial production;
- development and approval of programs and methods of State (determinative departmental, interdepartmental, specialized, control, flying, research, preliminary, standard) testing of new and modernized samples (complexes, systems) of armament of the military equipment;
- scientific and technical (methodical) support of research and development proceedings of all types of testing, flight-methodical support of procedures within aviation;
- reasoning, developing and realization of ways for development and usage of the training field, laboratory and experimental training base of the Armed Forces of Ukraine;

− certification and production of aviation equipment;

− preparation and certification of flight, engineering testing composition of parachute testers, aviation rescue team and diving specialists;

− development and improvement of the general technical requirements, normative, legal and methodological documentation which conducts tests.

− scientific and technical expertise conduction.

Testing of technical objects may be conducted in two methods:

1. Experimental method - full-time testing of an object in certain conditions of functioning for its studying (in other words, active observation).

2. Object modeling - assembling of a model or object's analog and studying it; herewith one may significantly amplify a number of settings for modeling as well as set various types of impacts on an object (sometimes even beyond realistic capabilities).

At the modern stage of development of calculating machinery more and more attention is brought to modeling. During the process of development and testing various types of modeling are used:

1. Mathematical modeling, in which the interaction of elements of the system is fixed in the form of functional mathematical relations.

2. Simulation, as a reproduction of the modeling system's operation in time (especially convenient for complex systems).

3. Statistical simulation - simulation of tests through statistical methods (for example, the Monte Carlo method).

During modeling of special equipment common simulation environments are used. Those are mathematical software packages and engineering packages, as well as special-purpose programs. As a rule, in the process of testing the results of mathematical and simulation modeling of special equipment are confirmed experimentally (as the criterion of truth is always practice). In this case, abstract models are specified as much as possible in order to guarantee the increase of their adequacy. Mathematical and simulation modeling of objects is an important component of the development of special equipment, which significantly expands the capabilities of design, production and testing of fundamentally new technology, created on the basis of modern technology. The main advantages of using modeling are as follows:

- transferring real tests to the virtual environment;
- expanding spectrum of test parameters;
- imitation of various influences on the object;
- reduction of testing times;
- test's total cost reduction.

In general, mathematical and simulation modeling of technical objects provides a significant increase in the efficiency of development and testing of military equipment and special-purpose equipment.

Due to planned approximation of Ukraine's military standards to NATO standards, a gradual transition to weapons and warfare testing as well as certification schemes adopted in the West will be planned at the State Scientific Research and Test Center of Armed Forces of Ukraine.

УДК 621.314

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ В СИСТЕМІ СТАБІЛІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ПОЛЬОТУ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ (БПЛА)

Ю.О. Денисов, д. т. н., проф.,
О.Л. Шаповалов
Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України

Здатність БПЛА якісно виконувати функції, що покладаються на нього, залежить від низки факторів, найважливішим з яких є якість енергетичних і динамічних характеристик систем електроприводів, що керують режимами його польоту.

Основним фактором, що обмежує тривалість польоту БПЛА, є обмежена ємність акумулятора, від якого живляться силові і інформаційні компоненти систем електроприводів. Для збільшення тривалості польоту БПЛА запропоновано оптимізувати процеси енергоживлення за допомогою якісного керування з урахуванням взаємозалежності енергетичних та інформаційних режимів.

З метою стабілізації кутів квадрокоптера для кожної з осей обертання (крен, тангаж, рискання) розроблені системи електроприводів на основі безколекторних двигунів постійного струму (БДПС). Кожна з таких систем складається з трьох контурів з контролем струму, що надходить від акумулятора, контролю швидкості обертання і кута крену. Головний контур системи відпрацьовує помилку за кутом за результатами вимірювання відхилення його поточного значення від заданого. До головного контуру додані датчики швидкості і кута крену. Керування БДПС здійснюється від широтно-імпульсного модулятора з синусоїдальним законом керування. Роль датчиків поточних значень швидкості і кутів для відповідної осі виконує інерціально-вимірювальна система, що включає до себе трьохосьові акселерометр і гіроскоп, а також трьохосьовий магнітометр.

Внутрішній контур струму визначає темп і характер процесу споживання струму від акумулятора, здійснює його обмеження на рівні

струмової уставки, що призводить до економного витрачення енергоресурсу акумулятора. В процесі синтезу регулятора контуру струму за критерієм швидкодії встановлена його структура (ПІ) і параметри елементів, що дозволило реалізувати процес нарощування струму без перерегулювання за один такт. За таким самим критерієм синтезовані регулятори контурів швидкості і кута крену.

В системі Matlab-Simulink розроблені математичні моделі окремих блоків системи електроприводу – безколекторного двигуна постійного струму, комутатора за схемою трьохфазного мостового інвертора, широтно-імпульсного модулятора, датчиків, тощо. Проведено математичне моделювання розробленої трьох контурної системи стабілізації кута крену квадрокоптера, яке дозволило уточнити параметри налаштування регуляторів окремих контурів. Обробка за результатами моделювання процесів енергоспоживання показала, що запропоновані рішення дозволяють збільшити час польоту квадрокоптера на (8÷10)% порівняно з не оптимізованим варіантом системи його керування.

УДК 623.74

ДО ПИТАННЯ АНАЛІЗУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ТА БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН

В.М.Голуб, М.М.Жданюк, В.Т.Бояров, Е.Ф.Сідін, В.М.Чуприна
Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України

Серед завдань, які вирішує авіація Збройних Сил України, особливе місце займає проблема забезпечення високого рівня експлуатаційної надійності та безпеки польотів. З соціальної точки зору безпека польотів зачіпає перш за все безпеку людини, яка експлуатує авіаційну техніку.

З економічної точки зору експлуатаційна надійність характеризує здатність об’єкта виконувати потрібні функції в заданих режимах та умовах застосування, технічного обслуговування, зберігання та транспортування.

Надійність авіаційної техніки оцінюється показниками[1]:

- наліт на відмову, яка приводить до невиконання бойового польотного завдання, $T_{інц}$;
- наліт на відмову та пошкодження, які виявились у польоті, $T_{п}$;
- наліт на відмову та пошкодження, які виявились у польоті та на землі, $T_{с.}$.

Актуальним є питання - який з цих показників, за своєю суттю, може оцінювати експлуатаційну надійність, а який - безпеку польотів.

Збір, аналіз та подання інформації про несправність авіаційної техніки, проводиться відповідно до рекомендацій [2].

Експлуатаційна надійність - властивість повітряного судна (ПС), що визначена та забезпечена нормами, реалізованими в його конструкції та в межах значення всіх параметрів, які характеризують здатність виконувати потрібні функції в заданих режимах, що дозволяють забезпечувати безпечний політ у межах встановлених експлуатаційних обмежень, визначених режимах та умовах технічного обслуговування, зберігання та транспортування.

Безпека польотів - стан авіаційної системи повітряного судна, при якому ризик заподіяння шкоди особам або майну, які перебувають на повітряному судні, не перевищує прийнятного рівня та підтримується на цьому шляхом безперервного процесу виявлення джерел небезпеки, їх усунення та контролю за факторами ризику.

Сутнісний аналіз вище наведених визначень, дає підставу для наступних висновків:

- кількісним показником, який дає оцінку рівню експлуатаційної надійності, слід вважати показник - наліт на відмову та пошкодження, які виявились у польоті та на землі $Т_{с.}$.

- кількісним показником, який дає оцінку рівню безпеки польотів, слід вважати показник - наліт на відмову та пошкодження, які виявились у польоті $Т_{п.}$.

Найважливішою задачею є забезпечення високого рівня безпеки польотів при виконанні бойового польотного завдання за відповідного рівня експлуатаційної надійності повітряного судна, тобто такого стану його авіаційної системи, при якому ризик заподіяння шкоди особам або майну, які перебувають на повітряному судні, не перевищує прийнятного рівня та підтримується на цьому або на більш високому рівні шляхом безперервного процесу виявлення джерел небезпеки, їх усунення та контролю за факторами ризику.

Проведений аналіз статистичних даних несправностей, що зареєстровані на різних типах ПС, дозволив виявити наступне:

- середній показник експлуатаційної надійності вертольотів склав у 2016 році 333 години нальоту на одну несправність;

- середній показник експлуатаційної надійності літаків склав у 2016 році 123 год. нальоту на одну несправність;

- за показником експлуатаційної надійності для систем різної спеціальності на всіх типах вертольотів та літаків найменш експлуатаційно надійними є системи за спеціальністю РЕО;

- середній показник безпеки польотів вертольотів склав у 2016 році 1206 годин нальоту на одну несправність;

- середній показник безпеки польотів літаків склав у 2016 році 597 годин нальоту на одну несправність;

- найбільш ефективним видом підготовок при технічному обслуговуванні вертольотів та літаків являється передпольотна підготовка, при якій усувається 35% від загального числа несправностей.

Для підвищення експлуатаційної надійності та безпеки польотів повітряних суден Державної авіації необхідно проводити поступове оновлення їх складу.

Література

1. Правила інженерно - авіаційного забезпечення державної авіації України (ПРіАЗ 2016) [Текст]. Наказ Міністра оборони України від 05.07.2016 №343 - Київ – 2016.

2. Методичні рекомендації державної авіації щодо збору, аналізу і подання інформації про несправності авіаційної техніки (МРДА-02/16) [Текст] – Київ – 2016 – С.104.

ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ХАРАКТЕРИСТИК ДАЛЬНОСТІ ТА ТРИВАЛОСТІ ПОЛЬОТУ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

В.М. Феденько

Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України

Визначення характеристик дальності та тривалості польоту є найбільш об’ємним процесом льотної частини випробувань літальних апаратів. При цьому необхідно дослідити весь діапазон висот і швидкостей польоту з певним кроком та трьохкратним повторюванням при всьому діапазоні польотних мас та варіантів озброєння. За результатами випробувань відпрацьовується Керівництво з визначення дальності та тривалості польоту літального апарату. В Державному науково-випробувальному центрі Збройних Сил України розроблені математичні моделі та методика ідентифікації характеристик дальності та тривалості польоту, що дозволяють значно скоротити об’єм випробувань по визначенню характеристик дальності та тривалості польоту літального апарату.

Для зменшення часу та витрат на випробування в методику ідентифікації характеристик дальності та тривалості польоту включено планування багатофакторного експерименту та застосування методу віток та границь при побудові польотного завдання.

Для прикладу наведемо регресійну математичну модель витрати пального в крейсерському польоті.

При прямолінійному рівномірному горизонтальному русі без ковзання в швидкісній системі координат рівняння сил має вигляд:

$$\begin{cases} kp_H M^2 S\left(C_{Xo} + C_{Xi}\right) = P\cos\alpha_c, \\ P\sin\alpha_c + kp_H M^2 S C_{ya} = mg. \end{cases} \quad (1)$$

де k – числовий коефіцієнт, який залежить від системи одиниць виміру.

p_H – атмосферний тиск на висоті, Па;

M – число Маха;

S – площа крила, м^2;

P – тяга двигунів, Н;

C_{X0} –коефіцієнт опору при нульовій підйомній силі;

C_{Xi} – індуктивний коефіцієнт опору;

C_{ya} –коефіцієнт аеродинамічної підіймальної сили;

α_c – кут між двигунами та будівельною віссю літального апарату;

m – маса літального апарату;

g – прискорення вільного падіння, м/с^2.

Нехтуючи залежністю прискорення вільного падіння від висоти, широти і довготи, а також враховуючи, що кут між векторами тяги і швидкості польоту малий, і припускаючи правомірність представлення коефіцієнта лобового опору у вигляді:

$$C_{Xa} = C_{Xo} + \frac{\partial C_{Xa}}{\partial C_{ya}^2}, \quad (2)$$

система рівнянь (1) прийме вигляд:

$$\begin{cases} kp_H M^2 S\left(C_{Xo} + \dfrac{\partial C_{Xa}}{\partial C_{ya}^2}\right) = P, \\ kp_H M^2 S C_{ya} = mg. \end{cases} \quad (3)$$

Силу тяги двигуна, використовуючи закон збереження енергії, можна записати у вигляді:

$$P = l\bar{q}G_{np}p_H \ , \quad (4)$$

де l – коефіцієнт, який залежить від $\bar{q}$, G_{np} і M;

$\bar{q}$ – відносна кілометрова витрата пального;

$G_{пр}$ – приведена вага літака.

Коефіцієнт l може бути представлений у вигляді ступеневої регресії:

$$\begin{cases} l = (\overline{f}'\ \overline{\alpha}'), \\ f' = (1;\ \bar{q}G_{пр}M;\ M;\ M^2;\ \bar{q}^2G_{пр}M^2;\ \bar{q}M^2G_{пр}), \\ \overline{\alpha}' = (\alpha_1',\ \alpha_2',\ \ldots,\alpha_5',\ \alpha_6'), \end{cases} \tag{5}$$

де $\overline{\alpha}'$ – вектор числових коефіцієнтів в розкладанні l;

$\overline{f}'$ – вектор базисних функцій в розкладанні l.

Приймемо до уваги (2-5) і розглядаючи крейсерський політ на дозвуковій швидкості польоту, система (1) прийме вигляд:

$$\begin{cases} \left(\tilde{\tilde{\varphi}}\ \tilde{\tilde{\beta}}\right) + \dfrac{\partial C_{Xa}}{\partial C_{ya}^2}\dfrac{G_{пр}}{p_c^2k^2M^4S^2} = (\overline{f}\ \overline{\alpha}), \\ C_{ya} = \dfrac{G_{пр}}{p_ckM^2S}, \\ \tilde{\tilde{\varphi}} = \left[1;\ \lambda_3'(M-M_2)^2;\ \lambda_3'\left(M_2^3 - 3M_2^2M + M^3\right);\ \lambda_3'\left(3M_2^4 - 4MM_2^3 + M^4\right)\right], \\ \overline{f} = \left[\bar{q}G_{пр}/M^2;\ \bar{q}^2G_{пр}^2/M^2;\ \bar{q}G_{пр}/M;\ \bar{q}G_{пр};\ \bar{q}^3G_{пр}^2;\ \bar{q}^2G_{пр}^2\right] \\ \tilde{\tilde{\beta}} = (\tilde{\beta}_1,\ \tilde{\beta}_2,\ \tilde{\beta}_3,\ \tilde{\beta}_4), \\ \overline{\alpha} = (\alpha_1,\ \alpha_2,\ \ldots,\ \alpha_5,\ \alpha_6), \\ \lambda_3' = 0 \ \text{ при } M \le M_2, \\ \lambda_3' = 1 \ \text{ при } M > M_2, \end{cases} \tag{6}$$

де $\tilde{\tilde{\varphi}},\ \tilde{\tilde{\beta}}$ – вектори базисних функцій і числових коефіцієнтів, відповідно, в розкладенні C_{Xo} для дозвукової області чисел М;

$\overline{f},\ \overline{\alpha}$ – вектори базисних функцій і числових коефіцієнтів, відповідно, в розкладенні l, з врахуванням виконаних перетворень;

$\lambda_3', \tilde{\beta}_1,\ \ldots,\ \tilde{\beta}_4,\ \alpha_1,\ \ldots,\ \alpha_6$ – числові коефіцієнти.

Після проведених досліджень для параметричної ідентифікації, зупинилися на ідентифікації по методу максимальної правдоподібності, який в даному випадку зводиться до методу найменших квадратів (МНК-метод) і заключається в виборі такого набору коефіцієнтів регресійної моделі, що імовірність збіжності теоретичних і експериментальних значень вихідних змінних максимальна.

Дана методика дозволяє скоротити польотний час та витрати палива до 30 відсотків.

УДК 629.7.018.77

МОДЕЛЮВАННЯ НЕСУЧОЇ СИСТЕМИ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ ВЕРТОЛІТНОГО ТИПУ

В.О. Шлапацький
Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України

На сьогоднішній день в Збройних Силах України проводяться роботи щодо визначення можливості застосування безпілотних авіаційних комплексів (БпАК), в тому числі і таких, що мають в своєму складі безпілотні літальні апарати (БпЛА) вертолітного типу. В 2015 році в НАТО було розпочато роботу щодо формування угоди про стандартизацію STANAG 4702, результатом якої став випуск першої версії видання В стандарту AEP-80, який став Національним стандартом щодо вимог льотної придатності до БпАК вертолітного типу. Такий стандарт передбачає проведення широкого кола льотних та наземних випробувань БпАК, де часто стають необхідними у нагоді характеристики несучої системи БпЛА вертолітного типу.

Характеристики несучої системи БпЛА вертолітного типу дозволяють вирішити наступні задачі:

визначити або оцінити показники якості функціонування БпАК, що випробовуються, в визначених умовах його застосування;

зробити вибір найвигідніших режимів застосування об’єктів або найкращих характеристик його властивостей;

побудувати математичну модель функціонування БпАК та оцінити параметри математичної моделі;

відібрати суттєві фактори, що впливають на показники якості функціонування БпАК.

Задача визначення характеристик несучої системи БпЛА вертолітного типу реалізовується шляхом числового моделювання. При цьому використовується числовий метод визначення квазістаціонарних нелінійних аеродинамічних характеристик елементів несучої системи.

Елементи несучої системи БпЛА вертолітного типу розглядаються у вигляді тонких несучих поверхонь, які задаються як функції координат та безрозмірного часу $S_i(x,y,z,t) = 0$, де i – номер елементу. Кожна точка несучої поверхні представляється у вигляді радіуса-вектора.

Вектор абсолютної швидкості часток рідини у рухомій системі координат, пов'язаній з цією поверхнею, являє собою геометричну суму незбуреної (чи переносної), та збуреної швидкостей. Вектор незбуреної швидкості обтікання визначається як взята з протилежним знаком геометрична сума векторів швидкості рухомого початку координат, обертального руху та вектора відносної швидкості переміщення точки у рухомій системі координат.

Вважаючи поле збурених швидкостей потенційним усюди, за виключенням тонких несучих поверхонь, якими моделюються аеродинамічні поверхні, та поверхонь вихрових шарів σ_{ij}, можна записати рівняння нерозривності для потенціалу збурених швидкостей $\Delta\varphi = 0$, де Δ – оператор Гамільтона, яке є виконанням умови збереження маси стосовно нестисливої рідини.

Для знаходження швидкості в будь-якій точці навколо елементів несучої системи БпЛА вертолітного типу необхідно знайти потенціал швидкостей, що задовольняє рівнянню Лапласа та наступним граничним умовам:

– на непроникних несучих поверхнях умові непротікання, яка у зв'язаній з S_i системі координат полягає в рівності нулю нормальних складових швидкості рідини;

– на нескінченності умові убувань збурень;

– на *n* вільних вихрових пеленах σ_{ij}, j=1…n, кінематичній умові сумісності течії (безперервності нормальної компоненти швидкості на σ_{ij}) і умові відсутності перепаду тиску.

Граничні умови доповнюються початковою умовою про величину циркуляції швидкості, що взята по будь-якому контуру, який охоплює несучі поверхні та вихровий слід. При моделюванні нестаціонарних процесів початковою умовою обирається такий стан системи, коли повністю відсутня взаємодія несучих поверхонь із середовищем, тобто дорівнює нулю переносна швидкість. В такому разі циркуляція швидкості, що взята по контуру, який охоплює розрахункову схему буде дорівнювати нулю. Рівність циркуляції швидкості по контуру, який охоплює розрахункову схему і вихровий слід, її початковому нульовому значенню є виконанням теореми Кельвіна про незмінність за часом циркуляції швидкості – Г, що взята по будь-якому замкненому контуру у баротропній нев'язкій рідині.

Практична реалізація інтегрального рішення для потенціалу збурених швидкостей здійснена для моделювання обтікання елементів несучої системи БпЛА на ЕОМ шляхом переходу від безперервних за часом та простором процесів до їх дискретних аналогів [1, 2].

Дискретизація за часом полягає у тому, що граничні умови змінюються стрибкоподібно у розрахункові проміжки часу, для яких розраховуються параметри потоку. Дискретизація у просторі полягає у заміні безперервно розподіленого шару диполів системою чотирикутних площадок, в межах яких швидкість диполів постійна. Площадка з безперервно розподіленим шаром диполів постійної швидкості гідродинамічно еквівалентна замкненій вихровій рамці з постійною за периметром цієї площадки циркуляцією. Інтегральне рішення для потенціалу та швидкості у будь-якій точці простору можна представити як суму потенціалів від окремих вихрових рамок несучих поверхонь.

Крайова задача зводиться до розв'язання системи лінійних алгебраїчних рівнянь, за допомогою яких знаходяться невідомі циркуляції приєднаних вихорів. Після визначення положення і напруженості вихрових рамок, що моделюють аеродинамічні поверхні і вихровий слід, визначається швидкість і потенціал швидкості у будь-якій точці простору. Інформація про швидкість обтікання перерізів елементів несучих поверхонь дає змогу визначити місцеві кути атаки перерізів, що дозволяє поєднати в числовому методі підходи квазістаціонарної вихрової теорії гвинта в нелінійній постановці з теорією елемента лопаті, тобто використати аеродинамічні характеристики профілів, що складають несучі поверхні системи. Такий підхід дозволяє в рамках моделі ідеального середовища врахувати вплив сил в'язкості та стисливості середовища на аеродинамічні характеристики та ввести поправку на уточнення величин навантажень на несучих поверхнях, яка не враховується моделлю ідеальної нестисливої рідини.

У свою чергу, це дозволяє визначити аеродинамічну компоненту навантаження на поверхнях несучої системи БпЛА вертолітного типу, а також тиск в незбуреному потоці, які розраховуються за допомогою інтеграла Коші-Лагранжа.

Отже, запропонований підхід дозволяє виконати моделювання несучої системи БпЛА вертолітного типу та визначити її характеристики і вище перелічені задачі.

Література

1. Белоцерковский С.М. Отрывное и безотрывное обтекание тонких крыльев идеальной жидкостью / С.М. Белоцерковский, М.И. Ништ. – М.: Наука, 1978. – 352 с.

2. Апаринов В.А. Метод дискретных вихрей с замкнутыми вихревыми рамками / В.А. Апаринов, А.В. Дворак // Труды ВВИА им. Н.Е. Жуковского. – М., 1986. – Вып. 1313. – С. 424-432.

УДК 004.9

РОЗВИТОК АВТОМАТИЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ В СЕКТОРІ БЕЗПЕКИ І ОБОРОНИ

Гречанінов В.Ф., Лопушанський А.В.,
Інститут проблем математичних машин і систем НАН України

Поява ситуаційного управління та його інструментів – ситуаційних центрів (далі – СЦ) у структурах сектору безпеки обумовлена тим, що наявність і належне функціонування таких центрів є ключовим елементом інструментарію стратегічного управління у сфері національної безпеки, його інтелектуального супроводу. Великий досвід відносно створення і успішного функціонування СЦ мають США, де вони розглядаються як ключовий елемент підтримки управлінських рішень на стратегічному рівні управління. Аналогічні підходи щодо стратегічного планування та управління здійснені в Російській Федерації, країнах Євросоюзу тощо. Технологічний розвиток людства змінив наше уявлення про можливості автоматизованих інформаційно-аналітичних систем, що стали головним механізмом забезпечення дієвості управління та оцінки його ефективності.

Сучасні СЦ як автоматизовані інформаційно-аналітичні системи управління отримують в розвинених країнах своє визнання у сфері інформаційно-аналітичного забезпечення діяльності, контролю сфер національної безпеки, оцінки можливого розвитку подій і підтримки прийняття рішень з метою виявлення потенційних загроз.

Ведеться прогнозування стану національної безпеки з використанням методів оцінки ризиків шляхом економіко-математичного, імітаційного, когнітивного та геопросторового моделювання з метою запобігання виникненню НС, що загрожують як об'єктам критичної інфраструктури та їх функціям так і в цілому безпеці держави.

Зовнішньополітична та соціально - економічна ситуація в Україні формує низку нових викликів, що спричиняють необхідність реформування системи забезпечення національної безпеки і оборони та перегляду підходів щодо створення ефективної державної системи аналізу стану справ, управління та кризового реагування.

Історія розвитку ситуаційного управління в Україні сягає минулого століття, коли найбільша катастрофа людської цивілізації – аварія на Чорнобильській АЕС змусила державних діячів, науковців та інших

осіб, задіяних у ліквідації наслідків цієї катастрофи застосувати, чи не вперше в історії радянського управління, так зване, "ситуаційне управління", яке здійснювалось в рамках діяльності оперативного штабу, створеного на кшталт сучасного СЦ.

Про СЦ, як механізм державного управління, в Україні вперше зайшла мова в 1994 році. Розпорядженням Президента України було започатковано створення СЦ при Президентові України; функції замовника СЦ були покладені на Секретаріат Ради національної безпеки при Президентові України. Однак, окрім затвердження концепції створення указаного СЦ, на той час Україна, нажаль, далі не просунулася.

Нові виклики національної безпеки та альтернативи соціально-економічного розвитку на фоні активного використання СЦ економічно розвиненими країнами світу поставили Україну перед необхідністю знову звернути свою увагу на заснування СЦ та визначити створення і організацію роботи СЦ як пріоритетний напрям розвитку наукових досліджень [1]. На сьогодні в Україні в окремих органах державної влади існує кілька центрів та інформаційно-аналітичних систем, що виконують або мали б виконувати ті чи інші функції, які дещо схожі на функціональні можливості СЦ.

Автоматизовані інформаційні системи (далі – АІС), що створені в державних органах України, на жаль не працюють, або ж працюють не на повну (проектну) потужність. Здається, що невдачі, які переслідують Україну на шляху запровадження ситуаційного управління та СЦ, лежать лише в площині фінансового забезпечення, адже створення технічного та програмного комплексу сучасного СЦ націленого на вирішення завдань державного управління є коштовним заходом. Але, як показує досвід використання АІС в Україні, фінансові аспекти створення таких систем відходять на другий план у зв'язку з, нажаль, недостатньою готовністю системи державного управління до сучасних методів інформаційно-технічного, комунікативного та науково-експертного супроводження процесу управління.

Керівництвом країни визнано низьку ефективність системи забезпечення національної безпеки як однієї з найбільших загроз національній безпеці України. Серед пріоритетних завдань держави щодо усунення цієї загрози визначено, зокрема, необхідність удосконалення державної системи стратегічного планування, створення єдиної системи моніторингу, аналізу, прогнозування та прийняття рішень у сфері національної безпеки і оборони. Її метою є своєчасне виявлення і запобігання загрозам національній безпеці, визначення порядку дій у кризових ситуаціях у межах єдиного комплексу заходів політичного, воєнного, економічного, інформаційного та іншого характеру. Необхідність формування

єдиної системи прогнозування та планування у сфері національної безпеки обумовлена комплексним характером сучасних загроз і докорінними змінами безпекового середовища. Безліч нових проблем, з якими стикаються суспільство і держава, вимагають прийняття спільних узгоджених рішень на основі постійної оперативної взаємодії і чіткої координації зусиль.

Започатковано реформу системи національної безпеки України що містить наступне, концептуально нове положення: «серед головних заходів реалізації реформи національної безпеки та оборони має бути створення ефективної державної системи кризового реагування (мережі СЦ центральних органів виконавчої влади (ЦОВВ) за провідної ролі Ради національної безпеки і оборони України)» [2].

Усе з наведеного вище, в тій чи іншій мірі, передбачає використання АІС як найбільш надійного та оперативного інструмента забезпечення інформування, прогнозування, моделювання, організації різнорівневої координації та взаємодії і, як результат, підтримки прийняття оптимальних рішень. Дуже важливо для ефективної роботи СЦ правильно розробити спеціальне математичне і програмне забезпечення.

У керівництва нашої держави є розуміння необхідності інтелектуального забезпечення державного управління різними сферами життя суспільства загалом та національною безпекою зокрема. Про це свідчить ряд документів, що набули чинності в останні три роки. Наприклад:

Концепція розвитку сектору безпеки і оборони України [2];

Розпорядження Кабінету Міністрів України від 04.03.2015 року № 213 Про затвердження плану заходів з виконання Програми діяльності Кабінету Міністрів України та Стратегії сталого розвитку “Україна-2020” у 2015 році [3];

Розпорядження Кабінету Міністрів України від 03.04.2017 року № 275-р, яким затверджено Середньостроковий план пріоритетних дій Уряду до 2020 року [4].

Одним з кроків на шляху до підвищення ефективності і якості управлінських рішень у цій сфері, реагування на кризові і надзвичайні ситуацій повинна стати науково-експертна, інформаційно-аналітична підтримка управлінських процедур і процесів, що дозволить виконати необхідні вимоги щодо оперативного аналізу, моделювання, прогнозування сценаріїв розвитку таких ситуацій і динамічно реагувати на них, виробляючи ефективні управлінські рішення. Яскравим прикладом такого розуміння є Національний ситуаційний центр реалізований на

базі Апарату Ради національної безпеки та оборони України, обладнаний усіма сучасними програмно-технічними можливостями ситуаційного управління.

В затвердженій Указом Президента України від 14.03.2016 року № 92/2016 Концепції визначено систему поглядів на розвиток безпекових та оборонних спроможностей України у середньостроковій перспективі, сформованих на основі оцінки безпекового середовища та фінансово-економічних можливостей держави.

Для виконання завдань, визначених Концепцією, необхідно перш за все:

- удосконалити систему управління силами оборони всіх рівнів та створити ефективну систему оперативного (бойового) управління;
- впровадити ефективні моделі планування в секторі оборони та державного резервування.

Взагалі, завдання, визначені Концепцією, необхідно реалізувати зробивши ефективну систему управління сектором безпеки і оборони як цілісну функціональну систему та об'єднання оперативних спроможностей складових сектору для забезпечення своєчасного і адекватного реагування на ситуації, які загрожують національній безпеці. З цією метою Кабінет Міністрів України повинен розробити план заходів щодо реалізації зазначеної Концепції.

Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 04.03.2015 року № 213 затверджено План заходів з виконання Програми діяльності Кабінету Міністрів України та Стратегії сталого розвитку "Україна – 2020" у 2015 році, яким передбачено "Створення ефективної державної системи кризового реагування (мережі СЦ ЦОВВ) за провідної ролі Ради національної безпеки і оборони України".

Мережа ситуаційних центрів дасть можливість забезпечити координацію і контроль дій ЦОВВ в реагуванні у режимі он-лайн на можливі кризові ситуації та переводити на Головний ситуаційний центр держави управління силами і засобами сектору безпеки і оборони, необхідними для нормалізації ситуації, а також підтримувати прийняття рішень в ЦОВВ з інших питань.

Література:

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 07.09.2011 р. № 942 Про затвердження переліку пріоритетних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2020 року [Електронний ресурс] : – Режим доступу : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/942-2011-п.

2. Указ Президента України від 14.03.2016 р. № 92/2016 Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 4 березня 2016 року “Про Концепцію розвитку сектору безпеки і оборони України” [Електронний ресурс] : – Режим доступу : http://www.president.gov.ua/documents/922016-19832.

3. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 04.03.2015 р. № 213 Про затвердження плану заходів з виконання Програми діяльності Кабінету Міністрів України та Стратегії сталого розвитку “Україна-2020” у 2015 році [Електронний ресурс] : – Режим доступу : http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/213-2015-р.

4. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 03.04.2017 р. № 275-р Про затвердження середньострокового плану пріоритетних дій Уряду до 2020 року та плану пріоритетних дій Уряду на 2017 рік [Електронний ресурс] : – Режим доступу : http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/275-2017-р.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

МАТЕМАТИЧНЕ ТА ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ МОДС 2018

ТРИНАДЦЯТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
(КИЇВ-ЧЕРНІГІВ-ЖУКІН, 25 - 29 ЧЕРВНЯ 2018 р.)

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

Головний редактор	І. С. Скітер
Технічний редактор	М. М. Войцеховська
Комп'ютерна верстка	В. В. Нехай

Формат 60х84/16.Ум. друк. арк. 22,8.
Тираж 120 пр. Замовлення № 424/18.

Чернігівський національний технологічний університет
14035, м. Чернігів, вул. Шевченка, 95.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 4802 від 01.12.2014 р.