

Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

«ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИКИ ТА КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ»

(ПІКТ – 2018)

Праці VII-ї Міжнародної науково-практичної конференції

**«ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНОЙ
ТЕХНИКИ»**

(ПІКТ – 2018)

Труды VII-ой Международной научно-практической конференции

**Proceedings of the Seventh International Conference on
«INFORMATICS AND COMPUTER TECHNICS PROBLEMS»**

(PICT – 2018)

**ЧЕРНІВЦІ
11 – 14 ЖОВТНЯ, 2018**

**МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИКИ ТА КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ».**

Праці конференції. – Чернівці: Видавничий дім «Родовід», 2018. – 136 с.

Програмний комітет:

Співголови

Сергієнко І.В., проф. (Україна, Київ)
Кунцевич В.М., проф. (Україна, Київ)
Мельничук С.В., проф. (Україна, Чернівці)

Члени комітету

Ангельський О.В., проф. (Україна, Чернівці)
Анісімов А.В., проф. (Україна, Київ)
Азаров О.Д., проф. (Україна, Вінниця)
Байер Г., проф. (Німеччина, Цвікау)
Балмуш І., проф. (Молдова, Кишинів)
Виклюк Я.І., проф. (Україна, Чернівці)
Володарський Є.Т., проф. (Україна, Київ)
Гарашенко Ф.Г., проф. (Україна, Київ)
Граур А., проф., (Румунія, Сучава)
Гребеннік І.В., проф. (Україна, Харків)
Григорків В.С., проф. (Україна, Чернівці)
Дейбук В.Г., проф. (Україна, Чернівці)
Дивак М.П., проф. (Україна, Тернопіль)
Крістіа Д., проф., (Румунія, Ясси)
Мельник А.О., проф. (Україна, Львів)
Мохунь І.І., проф. (Україна, Чернівці)
Наконечний О.Г., проф. (Україна, Київ)
Остапов С.Е., проф. (Україна, Чернівці)
Пікієвич П., проф., (Польща, Д. Гурніча)
Поморова О.В., проф. (Україна, Хмельницький)
Савула Я.Г., проф. (Україна, Львів)
Сопронюк Ф.О., проф. (Україна, Чернівці)
Ситніков В.С., проф. (Україна, Одеса)
Станушек М., проф., (Польща, Краків)
Тарасенко В.П., проф. (Україна, Київ)
Ткач М.В., проф. (Україна, Чернівці)
Федасюк Д.В., проф. (Україна, Львів)
Хаас В., проф., (Чехія, Прага)
Харченко В.С. (Україна, Харків)
Хіромото Р., (США, Айдахо)
Царков Є.Ф., проф. (Латвія, Рига)
Чикрій А.О., проф. (Україна, Київ)
Шрайнер В., проф., (Австрія, Лінц)
Ясній П.В., проф. (Україна, Тернопіль)
Якоб Ф., проф., (Словакія, Кошіце)

Організаційний комітет:

Голова

Сопронюк Ф.О., проф.

Заступники голови

Остапов С.Е., проф.,
Дейбук В.Г., проф.

Члени оргкомітету

Руснак М.А. – вчений секретар,
Баловсяк С.В.,
Валь О.Д.,
Воробець Г.І.,
Воробець О.І.,
Дрінь Я.М.
Лазорик В.В.,
Скрипський М.І.,
Сопронюк Є.Ф.,
Спіжавка Д.І.,
Стецько Ю.П.,
Танасюк Ю.В.,
Фратавчан В.Г.,
Яковлєва І.Д.

© Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНІ ЗАСІДАННЯ	8
СОПРОНЮК Ф.О., СОПРОНЮК О.Л.	8
ЧИСЛОВІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ СИГНАЛІВ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ ЗІ ЗМІНОЮ ВИМІРНОСТІ ФАЗОВОГО ПРОСТОРУ	8
БАЛОВСЯК С.В., БОРЧА М.Д., ФОДЧУК І.М.	11
КОНЦЕПЦІЯ БАГАТОРІВНЕВОГО ОБРОБЛЕННЯ ЕЛЕКТРОННО-ДИФРАКЦІЙНИХ ТА Х-ПРОМЕНЕВИХ СИГНАЛІВ	11
МАЛИК І.В., ЯСИНСЬКИЙ В.К.	13
КЛАСТЕРИЗАЦІЯ НА ОСНОВІ ГРАНИЧНИХ ЕВОЛЮЦІЙ	13
ЖИХАРЕВИЧ В.В., ОСТАПОВ С.Е.	15
КЛІТИННО-АВТОМАТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ САМОРЕПЛІКАЦІЇ	15
СЕКЦІЯ 1	18
БЕЙКО І.В., ФУРТЕЛЬ О.В.	18
ОПТИМІЗАЦІЯ МОДЕЛЕЙ ОПТИМАЛЬНО ВЗАЄМОДІЮЧИХ ПРОЦЕСІВ ІЗ ЗОСЕРЕДЖЕНИМИ ТА РОЗПОДІЛЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ	18
VERGUNOVA I.M.	20
FINITE ELEMENT METHOD FOR MODELING THE SURFACE POLLUTION DISTRIBUTION IN THE SYSTEM OF HYDROTECHNICAL RAMPART-TERRACE	20
ХОМЕНКО М. П., ВИВРОТ Т. М.	22
СТРУКТУРА $\mathcal{S}_0$ -ГРАФІВ	22
Горбатюк Є.В., Горбатюк М.Є.	24
АЛГОРИТМ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РОЗПУШУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ	24
ГОРБАЧУК В.М.	26
ПРО НАБЛИЖЕННЯ СЛАБКИХ РОЗВ'ЯЗКІВ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО-ОПЕРАТОРНИХ РІВНЯНЬ	26
КНІГНІЦЬКА Т.В., МАЛИК І.В., ЛУКАШІВ Т.О.	27
АЛГОРИТМИ ЗНАХОДЖЕННЯ ВІДСТАНЕЙ МІЖ ЧАСОВИМИ РЯДАМИ	27
ЛУКАШІВ Т.О., ВИНТУ Ю.В.	29
СТІЙКІСТЬ ТА РОБАСТНЕ КЕРУВАННЯ ДЛЯ СИСТЕМ З МАРКОВСЬКИМИ ПАРАМЕТРАМИ ТА НЕВИЗНАЧЕНОСТЯМИ	29
ПАРАЩУК А.І., ПАРАЩУК О.І.	30
АЛГОРИТМ БІТ-РЕВЕРСІЇ РОЗМІЩЕННЯ ВІДЛІКІВ ШВИДКОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є (ШПФ)	30
ПЕРМЯКОВ В.І., РЯБУШКО А.В.	32
ОБҐРУНТУВАННЯ ЕРГОДИЧНОСТІ АКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ ПРИ ПОДРІБНЕННІ МАТЕРІАЛУ	32
СЕМЕНЮТА М.Ф., ШУЛЬГІН В.А.	34
ГРАФОВІ МОДЕЛІ НА ОСНОВІ D-ДИСТАНЦІЙНОЇ МАГІЧНОЇ РОЗМІТКИ	34
ТИМОФІЄВА Н.К.	35
ФРАКТАЛЬНА СТРУКТУРА ПРИРОДНИХ СИГНАЛІВ	35

ФІЛІПЧУК М.П., ФІЛІПЧУК О.І.	37
ПРО ОБЧИСЛЕННЯ ОДНІЄЇ ФУНКЦІЇ НА МАШИНІ З НЕОБМЕЖЕНИМИ РЕГІСТРАМИ	37
IGOR CHEREVKO, ANDREW DOROSH, TARAS DRIN	39
MODELING OF BOUNDARY VALUE PROBLEMS FOR DELAY INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATIONS	39
СЕКЦІЯ 2	41
АНТОНЮК С.В., СОТНІКОВ С.В.	41
МЕТОДИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ВЕЛИКОГО ОБСЯГУ ДАННИХ	41
ГОСПОДАРЧУК О.Ю., БОНДАР С.О., КОРШУНОВ М.В., ТИЧМИШИН Р.М., БОРОВИК В.О.	42
ЗАСТОСУВАННЯ ГРУПП БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ СПОСТЕРЕЖЕННЯ І ВИКОНАННЯ РІЗНОМАНІТНИХ ЗАВДАНЬ ЦИВІЛЬНОГО НАПРЯМКУ	42
БОЙЧУК М.В., ЛАЗОРИК В.В.	44
ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗВИТКУ СТАТИЧНОЇ МІЖГАЛУЗЕВОЇ ЕКОНОМІКИ ІЗ ІНВЕСТИЦІЙНИМ ЗАПІЗНЕННЯМ	44
ЯКУБІВ І.В., МАЛИК І.В.	46
РОЗРОБКА ОНЛАЙН-СИСТЕМИ МЕНЕДЖМЕНТУ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ	46
СЕКЦІЯ 3	48
КИРИЧЕНКО О.Л., ОСТАПОВ С.Е., КАНОВСЬКИЙ І.Я.	48
ПРОВЕДЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ СТРУКТУРИ ДЕЯКИХ ЗОН ВЕБ-ПРОСТОРУ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ K-CORE DECOMPOSITION	48
ЖИРОВА Т.О., КОТЕНКО Н.О.	51
VBA ДЛЯ МАЙБУТНІХ ПРОГРАМІСТІВ	51
ПАЛАГУТА К.О.	52
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОДУКТИВНОСТІ МОВ ПРОГРАМУВАННЯ JAVA І PYTHON	52
СЕКЦІЯ 4	54
ГАРАШОВ П. В.	54
ПРОГРАМНІ МЕРЕЖЕВІ ГОНКИ «CHALLENGE OF PURSUIT»	54
ЖАБІН В.І., ЖАБІНА В.В.	55
ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ АРИФМЕТИЧНИХ ПРИСТРОЇВ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ В НАДЛИШКОВІЙ СИМЕТРИЧНІЙ СИСТЕМІ ЧИСЛЕННЯ	55
ІВАСЮК О. В.	57
СИСТЕМА РЕЗЕРВНОГО КОПІЮВАННЯ ДАНИХ ВЕБ-РЕСУРСІВ	57
ЛИСАК Ю.В., ДЕЙБУК В.Г.	58
СИНТЕЗ ЗВОРОТНОГО/КВАНТОВОГО ЛІЧИЛЬНИКА ТРІЙКОВОЇ ЛОГІКИ	58
СВЯТНИЙ В.А., МІРОШКІН О.М., МАРГІЄВ Г.Е.	59
АРХІТЕКТУРА РОЗПОДІЛЕНОГО ПАРАЛЕЛЬНОГО МОДЕЛЮЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ СКЛАДНИХ ДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ З МЕРЕЖНОЮ ТОПОЛОГІЄЮ	59
РАССАМАКІН В.Я., ГНАТЧЕНКО Д.Д., ГНАТЧЕНКО Т.О.	61
АПАРАТНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ	61

УХИНА А.В., АФАНАСЬЕВ И.С., СИТНИКОВ В.С.	63
ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕУГОЛЬНИКА УСТОЙЧИВОСТИ ДЛЯ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ФУНКЦИЙ НЕЧЕТНЫХ СТЕПЕНЕЙ	63
СЕКЦІЯ 5	66
КРИВОРУЧКО О. В., ДЕСЯТКО А. М., ЦЮЦЮРА С. В., ЦЮЦЮРА М. І.	66
МОДЕЛЮВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТОРГОВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ МЕРЕЖ ПЕТРІ	66
ЛЮБА Д.В., ПЕРМЯКОВ В.І.	68
ВИЗНАЧЕННЯ ВЛАСНОЇ ЧАСТОТИ КОЛИВАНЬ СПОРУДЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ АНАЛІЗУ КІНОГРАМ	68
СЕКЦІЯ 6	70
VASYL BARANETS	70
THE COMPUTER SYSTEM OF THE PATTERN RECOGNITION BY COMPARISON WITH THE PROTOTYPE	70
АБАБИЙ В., СУДАЧЕВСКИ В., ЛАЗУ В., МУНТЯНУ С., УНГУРЯНУ В.	71
ОРГАНИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ПОИСКА ИНФОРМАЦИИ В НЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТАХ	71
БАЛОВСЯК С.В., ДОВГАНЮК В.О., ПШЕНИЧНИЙ О.О.	74
РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ СИМВОЛІВ ЗА РАДІАЛЬНИМИ РОЗПОДІЛАМИ ЇХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СПЕКТРІВ	74
БАЛОВСЯК С.В., ОДАЙСЬКА Х.С., ФОЧУК О.В.	76
РОЗПАРАЛЕЛЮВАННЯ ОБЧИСЛЕНЬ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ РІВНЯ ГАУСОВОГО ШУМУ НА ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕННЯХ	76
БЕЖЕНАР О.О., КИРИЧЕНКО О.Л.	78
ВИКОРИСТАННЯ .NET CORE ДЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ХМАРНОЇ СИНХРОНІЗАЦІЇ У МОБІЛЬНОМУ ДОДАТКУ	78
БЕЗКОРОВАЙНИЙ В.А., ДЕЙБУК В.Г.	80
СИНТЕЗ ЗВОРОТНИХ ТРІЙКОВИХ ВІДМОВСТІЙКИХ ЛОГІЧНИХ ПРИСТРОЇВ	80
БУРАЧЕК В.Р., КОРОП М.М.,	81
SIP-ТЕЛЕФОНІЯ ЯК НОВИЙ ТИП КОМУНІКАТИВНОГО РЕСУРСУ	81
ГАЗДЮК К.П., ЖИХАРЕВИЧ В.В., ОСТАПОВ С.Е.	83
РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ	83
Д'ЯЧЕНКО Л. І.	84
ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ МЕРЕЖЕВОЇ АКАДЕМІЇ CISCO У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ КАФЕДРИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ	84
ДРУЖКО Ю.В., КИРИЧЕК Г.Г.	85
СИСТЕМА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ВИНИКНЕННІ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ	85
КОБАСА І.М., БАБ'ЮК Д.П., МОТОВИЛІНА Я.М.	86
МОДЕЛЮВАННЯ МЕТОДАМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ХІМІЇ ПОВЕДІНКИ ДЕЯКИХ ПОЛІМЕТИНОВИХ БАРВНИКІВ	86
МАРУХНО О.С., СЕРДЮК П. В.	87
ПРОГНОЗУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ІТ-ПРОЕКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	87

ПІГАЛЬ Т.І.	89
РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЛАТФОРМИ FIREBASE ML KIT	89
ПРОНІНА О. І.	91
МОДЕЛЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОСЛУГ БЕЗПОСЕРЕДНЬО МІЖ КЛІЄНТОМ ТА ВИКОНАВЦЕМ	91
РЗАЄВА С.Л., РЗАЄВ Д.О.,	93
<i>ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ «1С:ІТІЛ» ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ОБЛІКОМ РОБОЧОГО ЧАСУ ПРАЦІВНИКІВ КОМПАНІЇ</i>	93
НАЗАРОВА І.А., РИБКА Д.Є.	95
ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕАЛІЗАЦІЇ ПАРАЛЕЛЬНИХ МЕТОДІВ СОРТУВАННЯ НА ГРАФІЧНИХ ПРОЦЕСОРАХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ NVIDIA CUDA	95
ТОДЕРЕНЧУК Б.К., КОЦУР М.П.	97
РОЗРОБКА ПРОГРАМИ В ІГРОВОМУ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОМУ ЗАСОБІ UNITY 3D З ТЕХНОЛОГІЄЮ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ	97
ЧАЙКОВСЬКА Є.Є., ПОСТОЛОВ М. Ю., СМІРНОВА О.Т	99
ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОНАСОСНОГО ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ	99
ЯВДОШНЯК Р. Я. СПІЖАВКА Д. І.	101
ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄДНАНОЮ ТЕРИТОРІАЛЬНОЮ ГРОМАДОЮ	101
КУРАЙ В.І., КИРИЧЕК Г.Г.	103
СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ	103
СЕКЦІЯ 7	105
ІЛАЩУК Б.М., СОПРОНЮК Ф.О.	105
РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОГО ОФОРМЛЕННЯ ЗАЯВКИ НА ВІДПУСКУ	105
АНДРІЙ КОНЮК	107
БРАУЗЕРНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРОЕКТАМИ	107
ОРЛОВСЬКИЙ О.В., ЖИХАРЕВИЧ В.В.	108
ОПОРНІ ПАРАМЕТРИ ДЛЯ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПО ОПТИМАЛЬНОМУ РОЗПОДІЛУ ЗАДАЧ МІЖ УЧАСНИКАМИ КРАУДСОРСИНГОВИХ СИСТЕМ	108
ПАРАСІНЧУК Ю.С., РУСНАК М.А.	110
РОЗРОБКА СИСТЕМИ ТРАНСЛЯЦІЇ 3D МОДЕЛЕЙ	110
РЕПЧУК М. С.,СОПРОНЮК О.Л.	111
ПРОГРАМНИЙ ДОДАТОК КЛІЄНТ-СЕРВЕРНОЇ АРХІТЕКТУРИ ДЛЯ ПРОХОДЖЕННЯ ІСПИТІВ НА ПОСВІДЧЕННЯ ВОДІЯ	111
СУХАР Д. І.	112
ЧИСЕЛЬНО-АНАЛІТИЧНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ДИНАМІКИ ПРОСТОРОВО-РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ	112
ФРАТАВЧАН В.Г., ФРАТАВЧАН Т.М., ТКАЧУК С.І.	114
ДОПОМІЖНІ ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ	114

СЕКЦІЯ 8	116
БАЛОВСЯК С.В., ВОРОПАЄВА С.Л., ЛЕТУЧИЙ С.О., ОДАЙСЬКА Х.С.....	116
АПАРАТНО-ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ВИБОРУ ПАРАМЕТРІВ ВІДЕОКАМЕР З ВИКОРИСТАННЯМ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ	116
ТАНАЩИЩЕНА І.Є., ЯНУШЕВСЬКИЙ С.В., ВАЛЬ О.Д.	118
ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ АСИНХРОННИХ КЛІТИННИХ АВТОМАТІВ У ЗАДАЧАХ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ	118
ІВАНСЬКА М. І.	120
ПРОГРАМНИЙ ДОДАТОК ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ВІЗИТНИХ КАРТОК НА БАЗІ ОС ANDROID	120
КОПАЧ О. В., КАНАК А. І., ХАЛАВКА Ю. Б., ФОЧУК П. М.	121
АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПРОФІЛЮ ПЕЧІ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ КРИСТАЛІВ НАПІВПРОВІДНИКІВ	121
ПЕРМЯКОВ В.І., ЧЕРНЕНКО Д.В.	123
РОЗПІЗНАВАННЯ КОЛІРНОГО ТОНУ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ	123
РЕПЧУК І. О.	125
ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ПОБУДОВИ ІНТЕГРАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ДИНАМІКИ ПРОСТОРОВО-РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ	125
ТОНЮК М. М.	126
ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ЗВУКУ НА БАЗІ ОС ANDROID	126
ФОСТІЙ О. О.	127
СИСТЕМА ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКИХ ОПЕРАЦІЙ НА БАЗІ ОС ANDROID	127
ШОВА Г. І.	128
УНІВЕРСАЛЬНИЙ МОДУЛЬ МУЛЬТИФУНКЦІОНАЛЬНОГО ВИБОРУ ВАРІАЦІЙ ЕЛЕКТРОННОГО МАГАЗИНУ WOOCOMMERCE	128
СЕКЦІЯ 9	130
ПАШОРІН В.І.....	130
АНАЛІЗ ЗАГРОЗ БЕЗПЕКИ ПРИ ТРАНСАКЦІЯХ І ЗБЕРЕЖЕННІ КРИПТОВАЛЮТИ	130
М. RUSNAK, Y. KASIYANCHUK, B. KRAMER , P. FOCHUK, M. KASIYANCHUK	132
THE ERGONOMICS OF THE INSTRUMENT IN TERMS OF MEDICAL NAVIGATION CLINICAL TRIALS	132
ЯКОВЛЄВА І.Д., ЦУРИК В.Є.	133
СИНТЕЗ ТА АНАЛІЗ ПАРАЛЕЛЬНИХ АЛГОРИТМІВ СОРТУВАННЯ ВЕЛИКИХ РОЗМІРІВ	133
ШЕВЧУК С.В., ВОРОБЕЦЬ Г.І., МЕЛЬНИЧУК С.В.	134
МОДЕЛЬ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УНІВЕРСАЛЬНОГО СЕРВІСУ УПОРЯДКУВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ	134

ПЛЕНАРНІ ЗАСІДАННЯ

УДК 519.725

СОПРОНЮК Ф.О., СОПРОНЮК О.Л.

ЧНУ імені Юрія Федьковича (Україна)

ЧИСЛОВІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ СИГНАЛІВ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ ЗІ ЗМІНОЮ ВИМІРНОСТІ ФАЗОВОГО ПРОСТОРУ

Наведено динамічні моделі систем, які описуються звичайними диференціальними рівняннями зі зміною вимірності фазового простору. Дано практичні рекомендації побудови фільтрів цифрової обробки сигналів і початкового розташування відліків в системах цифрової обробки.

Нехай динаміка об'єкта описується системою звичайних диференціальних рівнянь

$$\frac{dx^{(i)}(t)}{dt} = f^{(i)}(x^{(i)}(t), t), \quad t \in \tau_i = (t_{i-1}, t_i), \quad i = \overline{1, N}, \quad (1)$$

де $x^{(i)T}(t) = (x_1^{(i)}(t), x_2^{(i)}(t), \dots, x_{n_i}^{(i)}(t))$ – вектор фазового стану системи розмірності n_i , $f^{(i)}(x^{(i)}(t), t)$ – вектор-функції розмірності n_i , які задовольняють умови теореми існування і єдиності розв'язку, $i = \overline{1, 2, \dots, N}$, T – знак транспонування.

Припустимо, що вектор фазового стану в момент t_{i-1} змінює свою структуру у відповідності зі співвідношеннями

$$x^{(i)+}(t_{i-1}) = \varphi^{(i)}(x^{(i-1)-}(t_{i-1}), t_{i-1}). \quad (2)$$

Тут $x^{(i)+} = x^{(i)}(t_{i-1} + 0)$, $x^{(i-1)-} = x^{(i-1)}(t_{i-1} - 0)$, $\varphi^{(i)}(\cdot, \cdot)$ – вектор-функції розмірності n_i , диференційовані за всіма аргументами, причому $\varphi^{(1)}(x^{(0)}(t_0), t_0) = x_0^{(1)}$. Співвідношення (2) називатимемо умовами зміни вимірності фазового стану системи (1).

Моменти t_i , які визначають зміну одного диференціального рівняння іншим, називають моментами перемикання і в загальному випадку їх можна знайти з умов

$$\psi_i(x^{(i)-}, t_i) = 0, \quad (3)$$

де $\psi^{(i)}(\cdot, \cdot)$ – скалярні функції, неперервно диференційовані за сукупністю своїх аргументів.

Нехай задано початковий стан фазового вектора системи (1) за умов (2)

$$x^{(1)}(t_0) = x^{(1)+}(t_0) = x^{(1)+}(t_0) = x_0^{(1)}, \quad (4)$$

Якщо функції $f^{(i)}(x^{(i)}, t)$, взаємно однозначні функції $\varphi^{(i)}(x^{(i-1)-}, t_i)$ мають вище визначені властивості, а також задані деякі функції $\psi_i(x^{(i)-}, t_i)$, які однозначно визначають моменти t_i перемикання, то можна побудувати сім'ю розв'язків $x^{(i)} = x^{(i)}(t)$, $t_{i-1} < t < t_i$, $i = \overline{1, 2, \dots, N}$, системи (1) за умов (2), (3).

Тут розглядається й випадок, коли, використовуючи (3), можна одержати розбиття $\tau = \{\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_N\}$, $\tau_i = [t_{i-1}, t_i)$, $i = \overline{1, N-1}$, $\tau_N = [t_{N-1}, t_N]$, відрізка $[T_0, T_1]$, тобто $t_0 = T_0 < t_1 < t_2 < \dots < t_{N-1} < t_N = T_1$.

У цьому випадку на відріжку $[T_0, T_1]$ з розбиттям τ розглядається динамічна система

$$\frac{dx^{(i)}(t)}{dt} = A_i(t)x^{(i)}(t) + B_i(t), \quad t \in \tau_i, \quad i = \overline{1, N} \quad (5)$$

за умов зміни вимірності фазового простору

$$x^{(i)}(t_{i-1}, \alpha) = C_i x^{(i-1)}(t_{i-1} - 0) + D_i, \quad i = \overline{1, N}. \quad (6)$$

В (5) $A_i(t)$ – квадратні матриці порядку n_i , $B_i(t)$ – вектори розмірності n_i , для яких розв'язок системи (5) існує і єдиний для всіх $t \in \tau_i$, $x^{(i)}(t)$ – вектор фазового стану системи (5) розмірності

n_i , а у (6) C_i – матриці розмірності $n_i \times n_{i-1}$, причому $C_1 = E_1$, E_1 – одинична матриця розмірності $n_1 \times n_1$ і матриці C_i такі, що $\det(C_i^T C_i) \neq 0$, D_i – сталі вектори розмірності n_i і крім цього D_1 – нульовий вектор розмірності n_1 .

Виявляється, що за умов, яким задовольняють сталі матриці C_i та вектори D_i , розв’язок системи (5), (6) існує та єдиний.

Систему (5) за умов (6) називатимемо лінійною системою, яка змінює вимірність фазового простору в моменти t_i , $i = \overline{1, N-1}$.

У реальних ситуаціях зміна одного рівняння іншим описується більш складними співвідношеннями, які можна отримати з попереднього аналізу задачі.

Знайдемо тепер загальний вигляд розв’язків систем лінійних звичайних диференціальних рівнянь, залежних від параметрів і зі зміною вимірності фазового простору.

Позначимо через $X_i(t, s)$ – нормовану за моментом s фундаментальну матрицю системи

$\frac{dx^{(i)}(t)}{dt} = A_i(t)x^{(i)}(t)$, яка є розв’язком наступної матричної задачі Коші:

$$\frac{dX_i(t, s)}{dt} = A_i(t)X_i(t, s), \quad X_i(s, s) = E_i, \quad s \leq t, \quad t \in \tau_i, \quad i = \overline{1, N}, \quad (7)$$

де E_i – одинична матриця порядку n_i , $i = \overline{1, N}$.

Визначимо матричні функції

$$W_{ij}(t, t_j) = X_i(t, t_{i-1})C_i X_{i-1}(t_{i-1}, t_{i-2})C_{i-1} \dots X_j(t_j, t_{j-1})C_j \quad (8)$$

для $1 \leq i \leq j \leq N$.

Тоді розв’язок системи (5) за умов (6), який задовольняє початкову умову $x^{(1)}(t_0) = x_0^{(1)}$, має вигляд, який визначається твердженням наступної теореми

Теорема 1. Розв’язок (5) за умов (6) має вигляд

$$x^{(i)}(t) = W_{i1}(t, t_1)x_0^{(1)} + \int_{t_{i-1}}^t X_i(t, s)B_i(s)ds + \sum_{j=1}^{i-1} W_{ij+1}(t, t_{j+1}) \int_{t_{j-1}}^{t_j} X_j(t_j, s)B_j(s)ds + \\ + \sum_{j=1}^i W_{ij+1}(t, t_{j+1})D_j, \quad t \in \tau_i, \quad i = \overline{1, N}. \quad (8)$$

де $W_{i1}(t, t_0) = X_i(t, t_{i-1})C_i X_{i-1}(t_{i-1}, t_{i-2})C_{i-1} \dots X_1(t_1, t_0)C_1$, $j = 1, 2, \dots, i$, $t \in \tau_i$, $i = 1, 2, \dots, N$.

Доведення. Нехай $t \in \tau_1$. Маємо $x^{(1)}(t) = X_1(t, t_0)x_0^{(1)} + \int_{t_0}^t X_1(t, s)B_1(s)ds$,

тобто $x^{(1)}(t_1) = X_1(t_1, t_0)x_0^{(1)} + \int_{t_0}^{t_1} X_1(t_1, s)B_1(s)ds$.

Враховуючи умови щодо вектора D_1 та матриці C_1 , одержуємо

$$x^{(1)}(t_0) = x_1^{(0)} = C_1 x^{(1)}(t_0) + D_1.$$

Якщо $t \in \tau_2$, то

$$x^{(2)}(t) = X_2(t, t_1)x^{(2)}(t_1) + \int_{t_1}^t X_2(t, s)B_2(s)ds = X_2(t, t_1)C_2 X_1(t_1, t_0)x_0^{(1)} + X_2(t, t_1)C_2 \int_{t_0}^{t_1} X_1(t_1, s)B_1(s)ds + \\ + \int_{t_1}^t X_2(t, s)B_2(s)ds + X_2(t, t_1)D_2.$$

Отже,

$$x^{(2)}(t) = W_{21}(t, t_0)x_0^{(1)} + \int_{t_0}^{t_1} W_{21}(t, t_1)X_1(t_1, s)B_1(s)ds + \\ + \int_{t_1}^t X_2(t, s)B_2(s)ds + \sum_{k=1}^2 W_{2k+1}(t, t_k)X_k(t_k, t_{k-1})D_k. \quad (9)$$

Оскільки при $t = t_1$

$$x^{(2)}(t_1) = C_2 x^{(1)}(t_1 - 0) + D_2 = C_2 X_1(t_1, t_0) x_0^{(1)} + C_2 \int_{t_0}^{t_1} X_1(t_1, s) B_1(s) ds + D_2 ,$$

то, враховуючи (9), маємо

$$\begin{aligned} x^{(2)}(t_2) &= X_2(t_2, t_1) x^{(2)}(t_1) + \int_{t_1}^{t_2} X_2(t_2, s) B_2(s) ds = \\ &= W_{20}(t_2, t_0) x_0^{(1)} + \int_{t_0}^{t_1} W_{21}(t_2, t_1) X_1(t_1, s) B_1(s) ds + \\ &+ \int_{t_1}^{t_2} X_2(t_2, s) B_2(s) ds + \sum_{k=1}^2 W_{2k+1}(t_2, t_k) X_k(t_k, t_{k-1}) D_k . \end{aligned}$$

Переконуємося, що при $t \in \tau_2$, формула (8) справджується. Міркуючи аналогічно, при $t \in \tau_3$, одержимо

$$\begin{aligned} x^{(3)}(t_2) &= C_3 x^{(2)}(t_2 -) + D_3 = C_3 X_2(t_2, t_1) C_2 X_1(t_1, t_0) C_1 x_0^{(1)} + C_3 X_2(t_2, t_1) C_2 \int_{t_0}^{t_1} X_1(t_1, s) B_1(s) ds + \\ &+ C_3 \int_{t_1}^{t_2} X_2(t_2, s) B_2(s) ds + C_3 X_2(t_2, t_1) C_2 X_1(t_1, t_0) D_1 + C_3 X_2(t_2, t_1) D_2 + D_3 . \end{aligned}$$

Тому

$$\begin{aligned} x^{(3)}(t) &= X_3(t, t_2) x^{(3)}(t_2) + \int_{t_2}^t X_3(t, s) B_3(s) ds = \\ &= X_3(t, t_2) C_3 X_2(t_2, t_1) C_2 X_1(t_1, t_0) C_1 x_0^{(1)} + \\ &+ X_3(t, t_2) C_3 X_2(t_2, t_1) C_2 \int_{t_0}^{t_1} X_1(t_1, s) B_1(s) ds + \\ &+ X_3(t, t_2) C_3 \int_{t_1}^{t_2} X_2(t_2, s) B_2(s) ds + X_3(t, t_2) C_3 X_2(t_2, t_1) C_2 X_1(t_1, t_0) D_1 + \\ &+ X_3(t, t_2) C_3 X_2(t_2, t_1) D_2 + X_3(t, t_2) D_3 + \int_{t_2}^t X_3(t, s) B_3(s) ds . \end{aligned}$$

Отже,

$$\begin{aligned} x^{(3)}(t) &= W_{30}(t, t_0) x_0^{(1)} + \sum_{j=1}^2 \int_{t_{j-1}}^{t_j} W_{3j}(t, t_j) X_j(t_j, s) B_j(s) ds + \\ &+ \int_{t_2}^t X_3(t, s) B_3(s) ds + \sum_{j=1}^3 W_{3j+1}(t, t_j) X_j(t_j, t_{j-1}) D_j . \end{aligned}$$

Ми переконалися, що рівність (8) правильна при $t \in \tau_2$ і $t \in \tau_3$. Далі скористаємося методом математичної індукції. Припустимо, що (8) справджується при $i = p$

$$\begin{aligned} x^{(p)}(t) &= W_{p1}(t, t_0) x_0^{(1)} + \sum_{j=1}^{p-1} \int_{t_{j-1}}^{t_j} W_{pj}(t, t_j) X_j(t_j, s) B_j(s) ds + \\ &+ \int_{t_{p-1}}^t X_p(t, s) B_p(s) ds + \sum_{j=2}^p W_{pj+1}(t, t_j) X_j(t_j, t_{j-1}) D_j . \end{aligned} \quad (10)$$

Покажемо, що (8) справджуватиметься й при $i = p+1$.

Нехай $t \in \tau_{p+1}$. На основі (6) для $x^{(p+1)}(t_p)$ одержимо $x^{(p+1)}(t_p) = C_{p+1} x^{(p)}(t_p) + D_{p+1}$.

Для $x^{(p)}(t_p)$ використаємо (10)

$$x^{(p)}(t_p) = W_{p1}(t_p, t_0) x_0^{(1)} + \sum_{j=1}^{p-1} \int_{t_{j-1}}^{t_j} W_{pj}(t_p, t_j) X_j(t_j, s) B_j(s) ds +$$

$$\begin{aligned}
& + \int_{t_{p-1}}^{t_p} X_p(t_p, s) B_p(s) ds + \sum_{j=2}^p W_{pj+1}(t_p, t_j) X_j(t_j, t_{j-1}) D_j + \\
& + C_{p+1} \int_{t_{p-1}}^{t_p} X_p(t_p, s) B_p(s) ds + C_{p+1} \sum_{k=2}^p W_{pk+1}(t_p, t_k) X_k(t_k, t_{k-1}) D_k + D_{p+1}.
\end{aligned}$$

Тоді для $x^{(p+1)}(t)$ при $t \in \tau_{p+1}$ маємо $x^{(p+1)}(t) = X_{p+1}(t, t_p) x^{(p+1)}(t_p) + \int_{t_p}^t X_{p+1}(t, s) B_{p+1}(s) ds$. А значить

для $x^{(p+1)}(t)$, використовуючи вираз для $x^{(p)}(t_p)$, одержуємо

$$\begin{aligned}
x^{(p+1)}(t) = & X_{p+1}(t, t_p) C_{p+1} W_{p1}(t_p, t_0) x_0^{(1)} + X_{p+1}(t, t_p) C_{p+1} \sum_{j=1}^{p-1} \int_{t_{j-1}}^{t_j} W_{pj}(t_p, t_j) X_j(t_j, s) B_j(s) ds + \\
& + X_{p+1}(t, t_p) C_{p+1} \int_{t_{p-1}}^{t_p} X_p(t_p, s) B_p(s) ds + X_{p+1}(t, t_p) C_{p+1} \sum_{j=2}^p W_{pj+1}(t_p, t_j) X_j(t_j, t_{j-1}) D_j + \\
& + X_{p+1}(t, t_p) D_{p+1} + \int_{t_p}^t X_{p+1}(t, s) B_{p+1}(s) ds.
\end{aligned}$$

Отже,

$$\begin{aligned}
x^{(p+1)}(t) = & X_{p+1}(t, t_p) C_{p+1} W_{p1}(t_p, t_0) x_0^{(1)} + X_{p+1}(t, t_p) C_{p+1} \sum_{j=1}^{p-1} \int_{t_{j-1}}^{t_j} W_{pj}(t_p, t_j) X_j(t_j, s) B_j(s) ds + \\
& + X_{p+1}(t, t_p) C_{p+1} \sum_{j=2}^p W_{pj+1}(t_p, t_j) X_j(t_j, t_{j-1}) D_j + \int_{t_p}^t X_{p+1}(t, s) B_{p+1}(s) ds.
\end{aligned} \tag{11}$$

Тобто з формули (11) бачимо, що й для $j = p + 1$ формула (8) справджується. *Теорема 1* доведена.

Для розрахунку відліків сигналів, які є виходами систем зі зміною вимірності фазового простору, наведені формули розрахунку. Рекомендується індекси відліків розташовувати в біт-реверсивному порядку для відтворення такого сигналу в системах цифрової обробки за допомогою швидкого перетворення Фур'є.

УДК 004.921

БАЛОВСЯК С.В., БОРЧА М.Д., ФОДЧУК І.М.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича (Україна)

КОНЦЕПЦІЯ БАГАТОРІВНЕВОГО ОБРОБЛЕННЯ ЕЛЕКТРОННО-ДИФРАКЦІЙНИХ ТА Х-ПРОМЕНЕВИХ СИГНАЛІВ

Розроблено концепцію багаторівневого підходу до оброблення експериментальних цифрових електронно-дифракційних та Х-променевих сигналів, яка полягає в обчисленні й аналізі додаткових рівнів сигналів, комплексному обробленні сигналів множиною взаємопов'язаних методів. Запропоновані методи виконують неорієнтовану й орієнтовану фільтрацію сигналів, їх апроксимацію та аналіз спектрів, підвищення візуальної якості й обчислення усереднених профілів зображень, детектування положення об'єктів на зображеннях, оброблення сигналів із використанням засобів штучного інтелекту. Запропонований багаторівневий підхід забезпечує підвищення точності та (або) швидкодії вищевказаних методів на порядок.

Цифрове оброблення сигналів знаходить широке використання у промисловості, побуті, наукових дослідженнях і медицині [1]. Особливо важливу роль відіграє оброблення електронно-дифракційних та Х-променевих сигналів у комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних системах (КІВС). Проте на даний час існує проблема отримання максимально повної інформації про досліджувані зразки на основі експериментальних сигналів. Це пояснюється значними рівнями шумів і спотворень на таких сигналах, а також складністю отримання корисної інформації про досліджуваний об'єкт (складністю вирішення оберненої задачі). Існуючі методи

оброблення сигналів поділяються на однорівневі та багаторівневі. В багаторівневих методах, крім початкового сигналу, створюється множина додаткових рівнів, наприклад, додатковими рівнями може бути сигнал у зменшених масштабах. Аналіз існуючих методів оброблення електронно-дифракційних та Х-променевих сигналів показав, що перспективним напрямом підвищення точності і швидкості їх оброблення є застосування багаторівневого підходу, тому запропоновано узагальнену концепцію такого підходу.

Згідно із запропонованою концепцією спочатку вибирається задача цифрового оброблення певного типу сигналів, наприклад: обчислення рівня і видалення шуму, підвищення роздільної здатності, аналізу спектрів і обчислення профілів зображень, покращення візуальної якості зображень, детектування положення об'єктів на зображеннях, побудови карти просторого розподілу частот зображення, суміщення зображень об'єктів, вирішення оберненої задачі. Із врахуванням вибраної задачі уточнюються експериментальні умови отримання початкових сигналів, а також визначається множина найбільш інформативних параметрів сигналу.

На основі аналізу параметрів сигналу та з врахуванням задачі його оброблення визначається, які додаткові рівні сигналу потрібно створити. Додаткові рівні сигналу відрізняються від початкового сигналу та інших рівнів за такими характеристиками:

1. Масштабом – масштабування сигналу на додаткових рівнях здійснюється вздовж вибраних осей координат; створення додаткових рівнів сигналу з різними масштабами застосовується, наприклад, при обчисленні коефіцієнтів вейвлет-перетворення зображень.

2. Просторовими параметрами:

2.1. За локалізацією особливих точок зображення – на додаткових рівнях вказуються початки і кінці серії профілів, координати центрів перетинів смуг та ін.

2.2. За локалізацією ділянок зображення – на додаткових рівнях зображення ділиться на вікна (наприклад, прямокутної форми); кожному рівню сигналу відповідає певний розмір вікна, побудовані вікна можуть утворювати ієрархічні структури; вікна розміщуються без перекриття або з перекриттям; як додаткові рівні використовуються також контури.

3. Амплітудними параметрами – як додаткові рівні використовуються огинаючі мінімальних і максимальних значень яскравості зображення у межах вікон.

4. Частотними параметрами – на додаткових рівнях будується карта просторового розподілу середніх частот зображення.

5. Кутовими параметрами – на додаткових рівнях будується карта просторового розподілу орієнтації контурів або текстур зображення.

Сигнали кожного рівня оброблюються відповідними методами (наприклад, фільтрації у просторовій і частотній областях, апроксимації поліномами, підвищення контрасту та ін.). Вихідний сигнал отримується на основі множини сигналів всіх рівнів у результаті синтезу.

Розглянемо можливості запропонованого багаторівневого підходу при вирішенні задачі підвищення візуальної якості зображень шляхом збільшення їх локального контрасту і видалення неоднорідного фону. Розроблений багаторівневий метод на основі початкового зображення $f_n = (f_n(i, k))$, де $i = 1, \dots, M$; $k = 1, \dots, N$ (рис. 1а), створює додаткові рівні, які відрізняються за амплітудними параметрами. Як додаткові рівні використовуються огинаючі мінімальних g_{Dn} і максимальних g_{Up} значень яскравості зображення у межах вікон квадратної форми (розміром $M_w \times M_w$ пікселів), центри яких зміщені між собою за шириною і висотою на S_H пікселів (рис. 1в). Зображення-результат g обчислюється шляхом віднімання від f_n неоднорідного фону g_{Dn} та максимізації контрасту, який описується різницею g_{Up} та g_{Dn} (рис. 1б). Запропонований метод забезпечує значно вищу швидкість оброблення зображень, ніж методи-аналоги, оскільки локальні екстремуми знаходяться тільки для окремих вікон, а не для всіх пікселів. Встановлено, що корекція огинаючих сигналів дозволяє підвищувати локальний контраст зображень (до 5-8 разів) без появи помітних артефактів.

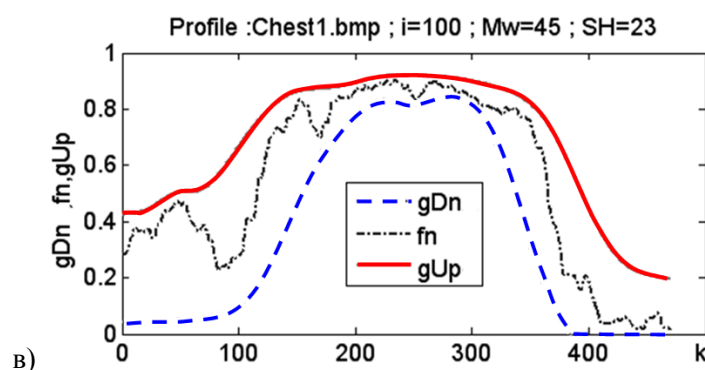
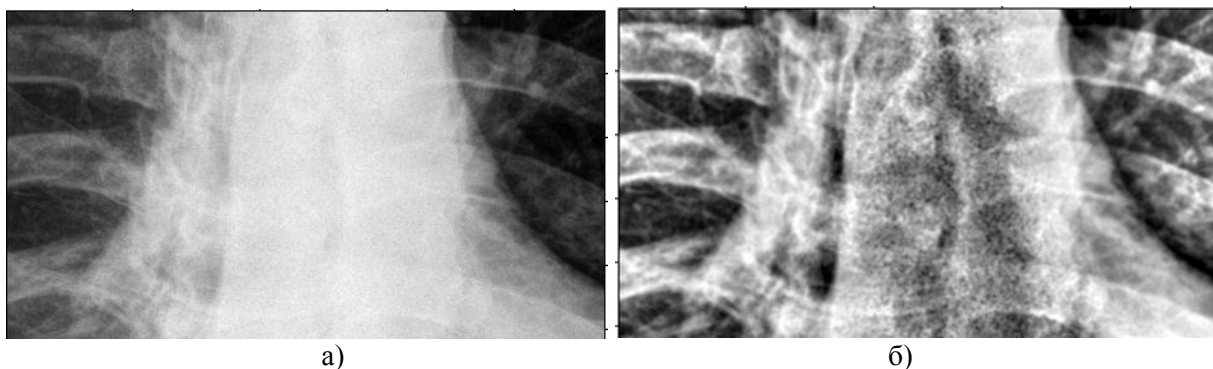


Рис. 1. Підвищення локального контрасту і видалення неоднорідного фону для X-променевого зображення хребта (розмір $M \times N = 260 \times 470$ пікселів) [2]: а) початкове зображення f_n ; б) результат g ; в) профілі розподілу інтенсивності зображення f_n та його огинаючих g_{Dn} , g_{Up}

На основі запропонованої концепції розроблено багаторівневі методи оброблення електронно-дифракційних та X-променевих сигналів, які призначені для неорієнтованої та орієнтованої фільтрації сигналів, їх апроксимації та аналізу спектрів, підвищення візуальної якості й обчислення усереднених профілів зображень, детектування положення об'єктів на зображеннях, оброблення сигналів із використанням засобів штучного інтелекту. Розроблені методи забезпечують підвищення точності та (або) швидкодії оброблення сигналів на порядок.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. – М. : Техносфера, 2006. – 616 с.
2. Баловсяк С. В. Многоуровневый метод повышения локального контраста и удаления неоднородного фона изображений / С. В. Баловсяк, И. М. Фодчук, Ю. Н. Соловей, Я. В. Луцик // Кибернетика и вычислительная техника. – 2015. – № 182. – С. 15-26.

УДК 519.7; 519.214

МАЛИК І.В., ЯСИНСЬКИЙ В.К.

ЧНУ імені Юрія Федьковича (Україна), Едмонтон (Канада)

КЛАСТЕРИЗАЦІЯ НА ОСНОВІ ГРАНИЧНИХ ЕВОЛЮЦІЙ

В роботі описано метод кластеризації складних динамічних систем, математичними моделями яких є марковські та напівмарковські випадкові процеси. На основі граничних еволюцій, отриманих в схемі усереднення та дифузійної апроксимації, розроблено метод кластеризації динамічних систем.

На даний час задача кластеризації складних математичних об'єктів, в тому числі часових рядів [2], випадкових процесів та об'єктів, представлених у вигляді графів, є однією з найбільш актуальних проблем машинного навчання та інтелектуального аналізу даних. Дана проблематика є актуальною з наступних причин: 1) математичними моделям багатьох реальних явищ є самі ці математичні об'єкти [5-7], про свідчать багато моделей економіки, біології тощо; 2) наївна

кластеризація на основі точок в R^T не враховує особливостей моделей процесів, що призводить до збільшення відсотка помилок при кластеризації.

Основою математичних моделей, які розглядаються нам, є напівмарковські процеси (НМП) [1]. Дані процеси є узагальненням кусково-сталих марковських процесів. НМП $\eta(t), t \geq 0$ характеризується процесом марковського відновлення

$$(\eta_n, \tau_n), n = 0, 1, 2, \dots,$$

де $\eta_n, n = 0, 1, 2, \dots$ є процесом відновлення що характеризує стрибки процесу у моменти відновлення τ_n . Дана характеристика пояснюється наступним співвідношенням, що визначає НМП $\eta(t), t \geq 0$:

$$\eta(t) = \eta_{v(t)},$$

де рахуючий процес $v(t), t \geq 0$ задається за допомогою рівності:

$$v(t) = \max\{n \geq 0: \tau_n \leq t\}.$$

Одну реалізацію НМП можна побачити на Рис. 1.

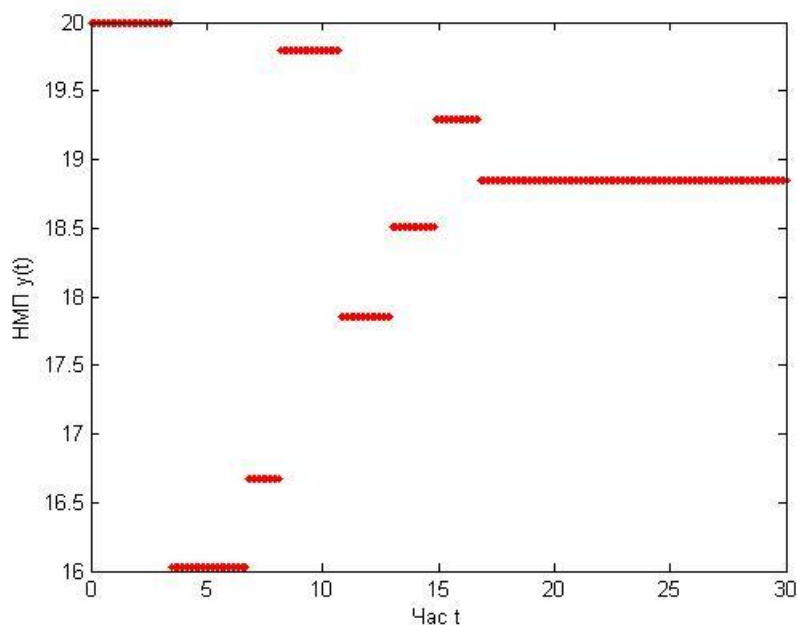


Рис. 1. Реалізація НМП у випадку дискретності τ_n .

Для кластеризації запропоновано використання граничних еволюцій, як об'єктів на основі яких буде будуватися матриця відстані та матриця подібності. Випадкові еволюції у схемі усереднення та дифузійної апроксимації у схемі серій $\varepsilon > 0$ мають наступний вигляд [3,4]:

$$u^\varepsilon(t) = \varepsilon \eta(\varepsilon^{-1}t),$$

$$z^\varepsilon(t) = \varepsilon^{-1}(\varepsilon^2 \eta(\varepsilon^{-2}t) - u^0(t)),$$

де $u^0(t)$ – гранична еволюція для $u^\varepsilon(t)$. В роботах [3-7] проведено детальний аналіз слабкої збіжності випадкових еволюцій у схемі усереднення для $u^\varepsilon(t), t \geq 0$ та у схемі дифузійної апроксимації для $z^\varepsilon(t), t \geq 0$ при $\varepsilon \rightarrow 0$. В даних роботах за допомогою компенсуючого оператора вдалося встановити, що граничні еволюції в схемі усереднення та дифузійної апроксимації мають відповідно вигляд:

$$du^0(t) = c(u^0(t))dt,$$

та

$$dz^0(t) = a(z^0(t), u^0(t))dt + b(u^0(t))dw(t),$$

де $w(t)$ – одновимірний стандартний вінерівський процес.

Таким чином випадкові еволюції $\eta_i(t), t \in [0, T], i = 1, \dots, N$, можна характеризувати за відповідними граничними еволюціями, а точніше за коефіцієнтами зносу та дифузії

$$(c_i(x), a_i(y, x), b_i(x)).$$

Використовуючи дані показники, неважко побудувати матрицю відстаней для випадкові еволюції $\eta_i(t)$:

$$d(\eta_i, \eta_j) = \|c_i - c_j\|_{L_1(X)} + \|a_i - a_j\|_{L_1(X)} + \|b_i - b_j\|_{L_2(X)},$$

де $X = [\min_{i \in 1, \dots, N, t \in [0, T]} \eta_i(t), \max_{i \in 1, \dots, N, t \in [0, T]} \eta_i(t)]$.

Таким чином, запропонований алгоритм дозволяє уникнути багатьох складних обчислень, які вимагає, наприклад, визначення процесу Діріхле та “налаштування” допоміжних параметрів в непараметричному байєсівському підході. Крім того даний підхід є більш зрозумілим з фізичної точки зору, оскільки відстань між моделями є сумою різницями між полями швидкості та полями дифузії різних процесів.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Koroliuk V.S., Limnios. N. Stochastic systems in Merging Phase Space. – Singapore: World Scientific Publishers, 2005 – 331 p.
2. Nieto-Barajas L.E., Contreras-Cristian A. A Bayesian Nonparametric Approach for Time Series Clustering// Bayesian Analysis, Is. 9, Number 1 (2014), P. 147–170.
3. Малик І.В. Збіжність у схемі усереднення диференціально-функціональних рівнянь нейтрального типу // Доповіді НАН України, №9 (2013), С. 51-56.
4. Малик І.В. Збіжність у схемі дифузійної апроксимації розв'язків диференціально-функціональних рівнянь нейтрального типу // Доповіді НАН України, №10 (2013), С. 41-46.
5. Царьков Е.Ф., Ясинський В.К., Малык И.В. Устойчивость в импульсных системах с марковскими возмущениями в схеме усреднений. 1. Принцип усреднения для импульсных марковских систем // Кибернетика и системный анализ, №6 (2010), С. 128-139.
6. Царьков Е.Ф., Ясинський В.К., Малык И.В. Устойчивость в импульсных системах с марковскими возмущениями в схеме усреднений. 3. Слабая сходимость решений импульсных систем // Кибернетика и системный анализ, №3 (2011), С. 127-146.
7. Ясинський В.К., Малык И.В. О непрерывности по параметру решений стохастических дифференциально-функциональных уравнений с пуассоновскими возмущениями // Кибернетика и системный анализ, №6 (2012), С. 45-61.

УДК 519.876.5

ЖИХАРЕВИЧ В.В., ОСТАПОВ С.Е.

ЧНУ імені Юрія Федьковича (Україна)

КЛІТИННО-АВТОМАТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ САМОРЕПЛІКАЦІЇ

В роботі проводиться огляд існуючих підходів щодо моделювання самореплікаційних структур та пропонується новий метод, заснований на рухомих клітинних автоматах.

Моделювання біологічних процесів та систем – один з найактуальніших та найперспективніших напрямків наукових досліджень. Механізми багатьох біопроцесів на даний час є невідомими. Таким чином, одна із задач, яка вирішується за рахунок моделювання – пошук відповідей на питання, що залишаються відкритими. До цих питань зокрема відносять пошук шляхів самоорганізації та еволюції живої матерії (Origin of Life).

Інструментарій, який використовується для побудови моделей біологічних об'єктів та їх динаміки досить різноманітний – від опису тих чи інших процесів в термінах теорії диференціальних рівнянь та їх чисельного розв'язку, до побудови імітаційних комплексних моделей, що відображають окремі складові відповідних процесів або систем. Клітинно-автоматне моделювання можна віднести саме до імітаційного підходу, що вже досить давно використовується для реалізації широкого спектру штучних біоподібних структур. Загалом цей напрямок моделювання отримав назву «Штучне життя» (Artificial Life), мета якого – розробка загальних підходів побудови штучних моделей живих організмів. При цьому використання клітинних автоматів як інструменту моделювання приваблює можливістю створення найпростіших моделей найскладніших систем.

Першим дослідником проблематики «Artificial Life» був Джон фон Нейман, який вивчав можливості реалізації самовідтворюваних структур із використанням, у тому числі, інструментарію клітинних автоматів. Здатність самовідтворення (самореплікації) – це унікальне характерне явище, властиве всім живим організмам. Нейман показав та описав [1] можливості побудови дискретного детермінованого самовідтворюваного автомата, що являє собою певний аналог машини Тьюринга, яка копіює вміст керуючої програми та фрагменти структури автомата. Найбільш простою клітинно-автоматною моделлю самореплікації є модель, запропонована Крісом Ленгтоном [2]. В автоматі Ленгтона клітина може знаходитися в одному з восьми можливих станів. Стан клітини в наступний момент часу визначається станом в теперішній момент та станом чотирьох сусідів. Автомат являє собою сигнальну стрічку, що знаходиться між двома стінками. Сигнальна стрічка несе інформацію, необхідну для створення копії автомата, яка отримується через 151 такт часу після запуску. Найбільш відомою континуальною моделлю, заснованою на диференціальних рівняннях для обчислення зміни неперервних параметрів системи у часі, є реакційно-дифузійна модель, запропонована Аланом Тьюрингом ще у 1952 році. Різноманітні модифікації цієї моделі, зокрема модель Грея-Скота та інші, використовують на сьогоднішній день для моделювання процесів самореплікації, ембріогенезу тощо [3].

Окремим напрямком досліджень проблематики самозародження та еволюції біоподібних структур є комп'ютерне моделювання хімічних процесів, що можуть призвести до подібної динаміки (Artificial Chemistry) [4, 5]. Зокрема авторам роботи [5] вдалося побудувати модель самореплікації клітиноподібних структур (так званих «Los Alamos Bugs»), які володіють не лише елементарним метаболізмом, але й спадковою генетичною інформацією. Модель передбачає функціональну взаємозалежність мембрани, метаболізму та самореплікацію генетичного біополімеру. При цьому дослідники стверджують, що модель закладає основи для першого інтегрованого просторово розподіленого комп'ютерного моделювання всього протоклітинного життєвого циклу. Як інструментарій для побудови досить простої моделі зв'язаних процесів дифузії, самозборки та хімічних реакцій, було використано метод моделювання динаміки тривимірних дисипативних частинок.

Аналізуючи наведені підходи щодо моделювання самореплікаційних структур, можна запропонувати метод, заснований на рухомих клітинних автоматах (РКА). Метод РКА, по-суті, слід вважати своєрідною гібридизацією автоматного підходу та методу молекулярної динаміки або дискретних елементів. Для побудови елементарної моделі процесу самореплікації клітиноподібної структури проводиться її декомпозиція на окремі складові елементи і кожен елемент представляється РКА із відповідною поведінкою, яка залежить від типу елемента та стану оточуючого середовища, тобто від стану сусідніх РКА. Таку штучну структуру ще називають «аніматом» (від Artificial Animal). Перевагами використання РКА при створенні аніматів є: можливість досить гнучкого формування довільної морфології штучної клітиноподібної структури та його органел, легкість імітації процесів синтезу та розкладання окремих фрагментів, задання широкого спектру функціональних властивостей фрагментів, множини яких утворюють відповідні частини структури (мембрани, фібри цитоскелету, цитоплазма тощо). Крім того, автоматний підхід дозволяє досить просто реалізовувати зміну станів молекулярних комплексів та імітувати таким чином процеси, подібні до блокування або активації окремих генів, що ініціюють ті чи інші регуляторні механізми в клітині.

Центральною проблемою побудови будь-якої клітинно-автоматної моделі довільного явища чи системи є задання правил автоматних взаємодій. В нашому випадку для моделювання самореплікаційних структур ми пропонуємо сформулювати досить широкий спектр різноманітних типів РКА та встановити між ними правила «гармонійного сусідства». Ці правила передбачають існування навколо окремих типів РКА конкретних бажаних наборів з інших типів. У таких випадках потенціал РКА є мінімальним, а структура, яку вони утворюють є стійкою. Якщо ж РКА не перебувають у позиціях зі своїм «гармонійним оточенням», то структура є нестабільною, а отже можна організувати її прямування до рівноважного стану. При цьому можливі два варіанти: або РКА дрейфують у напрямку зменшення потенціалу і таким чином реалізується процес самозборки (Self-Assembly), або РКА ініціюють вибудовування (синтезу) «гармонійного оточення» і таким чином реалізується процес саморегенерації. Можна також розглядати комбінацію цих двох варіантів. Далі правила взаємодій РКА можна доповнити можливістю активації різних підмножин або переходами від одних типів до інших, залежно від деяких неперервних параметрів (аналог притоку живлячих речовин). Таким чином буде реалізовано довільну періодичну динаміку, частковим випадком якої є самореплікація. Крім того, алгоритм

методу можна доповнити механізмом випадкового додавання нових типів РКА до модельованої клітиноподібної структури (аналог мутацій), що може призвести до підвищення стійкості її динаміки, або навпаки – протидіяти реплікації. І нарешті, створивши умови для природного добору, можна організувати еволюцію досліджуваних самореплікаційних клітиноподібних структур.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. J. von Neumann. The Theory of Self-Reproducing Automata. University of Illinois Press, Urbana, 1966, 408 p.
2. Langton C.G. Studying artificial life with cellular automata // Physica D: Nonlinear Phenomena. – 1986. – Vol. 22, № 1. – P. 120-149.
3. Tlidi M., Gandica Y. Self-Replicating Spots in the Brusselator Model // Entropy. – 2016. – Vol. 18, № 64. – P. 12-22.
4. Hutton T.J. Evolvable self-reproducing cells in a two-dimensional artificial chemistry // Artificial Life. – 2007. – Vol. 13, № 1. – P. 11-30.
5. Fellermann H., Rasmussen S., Ziock H.-J., Solé R. V. Life cycle of a minimal protocell – a dissipative particle dynamics study // Artificial Life. – 2007. – Vol. 13, № 4. – P. 319-345.

СЕКЦІЯ 1

УДК: 519.6

БЕЙКО І.В.¹, ФУРТЕЛЬ О.В.²

¹НТУУ «Київський політехнічний інститут імені І.Сікорського» (Україна),

²Кам'янець-Подільський національний університет імені І.Огієнка (Україна)

ОПТИМІЗАЦІЯ МОДЕЛЕЙ ОПТИМАЛЬНО ВЗАЄМОДІЮЧИХ ПРОЦЕСІВ ІЗ ЗОСЕРЕДЖЕНИМИ ТА РОЗПОДІЛЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Будуються методи оптимізації керування та параметрів математично-комп'ютерних моделей взаємодіючих процесів із зосередженими та розподіленими параметрами.

У даній роботі використовується метод розв'язуючих операторів для побудови алгоритмів оптимізації параметрів робочих моделей та побудови оптимального керування складними системами алгебро-інтегро-диференціальних рівнянь та нерівностей із частинними похідними. Відомо, що у випадку не опуклої множини допустимих фазових швидкостей може не існувати оптимального керування у класі кусково-неперервних функцій і тоді будемо узагальнено оптимальну фазову траєкторію. Основні труднощі побудови оптимального керування як функції багатьох змінних пов'язані із надмірним зростанням розмірності робочої математично-комп'ютерної моделей для керованої системи із частинними похідними, де оптимальне керування u може залежати не тільки від часу t , але й від просторових та деяких додаткових змінних $s \in R^{n_s}$, $(t, s) \in D \subset R \times R^{n_s}$, а залежність фазової траєкторії $x: D \rightarrow R^n$ від керування $u: D \rightarrow R^r$ описується на підмножинах $D_j^i(x, u, p) \subset D$ ij -го фазового стану параметричними kij -системами алгебро-інтегро-диференціальних рівнянь

$$\bar{f}_{ij}^k(t, s, x, u, p) \square f_{ij}^k(t, s, u(t, s), F_{ij}^k(x, t, s, p), p) = 0, \quad (t, s) \in D_j^i(x, u, p), \quad k = \overline{1, k_{ij}}, \quad (1)$$

та lij -системами нерівностей

$$\bar{g}_{ij}^l(t, s, x, u, p) \square g_{ij}^l(t, s, u(t, s), F_{ij}^l(x, t, s, p), p) \leq 0, \quad (t, s) \in D_j^i(x, u, p), \quad l = \overline{1, l_{ij}}. \quad (2)$$

Тут f_{ij}^k, g_{ij}^k - задані функції, $D_0^i(x, u, p) \square \{t_q^i(x, u, p), s_q^i(x, u, p)\}_{q=1}^{q_i} \subset D$ - задані множини, F_{ij}^k і F_{ij}^g - задані композиції операторів F_1, F_2 і F_3 , де F_1 є оператором диференціювання

$$F_1(x, t, s, \alpha, \beta) \square (x(t, s), \frac{\partial}{\partial t} x(t, s), \frac{\partial}{\partial s_1} x(t, s), \dots, \frac{\partial^{\alpha + \beta_1 + \dots + \beta_{n_s}}}{\partial t^\alpha \partial s_1^{\beta_1} \dots \partial s_{n_s}^{\beta_{n_s}}} x(t, s)),$$

F_2 є оператором інтегрування (за заданою функцією φ),

$$F_2(x, u, t, s, \varphi, \tilde{\Omega}, p) \square \iint_{\tilde{\Omega}(t, s, x, u)} \varphi(t, s, u(t, s), F_1(x, t + \tau, s + \sigma, \alpha, \beta), p) d\tau d\sigma,$$

а заданий за множиною $\Omega(t, s, p) \square \{t^i(t, s), s^i(t, s), \alpha^i, \beta^i, p\}_{i=1}^{n_\Omega}$ оператор F_3 відображає часові запізнення $t^i(t, s)$ у фазових залежностях

$$F_2(F_1, x, t, s, \Omega, p) \square (F_1(x, t + t^1(x, t), s + s^1(x, t), \alpha^1, \beta^1), \dots, \\ \dots, F_1(x, t + t^{n_\Omega}(x, t), s + s^{n_\Omega}(x, t), \alpha^{n_\Omega}, \beta^{n_\Omega})) =$$

$$= (x(t + t^1(t, s), s + s^1(t, s)), \dots, \frac{\partial}{\partial t^{\alpha^{n\Omega}} \partial s_1^{\beta_1^{n\Omega}} \dots \partial s_{n_s}^{\beta_{n_s}^{n\Omega}}} x(t + t^{n\Omega}, s + s^{n\Omega}))).$$

До параметрів $p = (p_1, p_2)$ входить зазвичай частина параметрів p_1 , які впливають на адекватність моделі і їх оптимальні значення значення p_1^* обчислюємо як мінімізатор значення B_p на множині отриманих даних спостережень $\bar{y} = (y_1, \dots, y_{n_c})$, де значення y_s надходить від системи спостережень

$$C_s(x^s, u^s, y_s, p) = 0, \quad s = 1, 2, \dots, n_s. \quad (3)$$

в умовах $x = x^s, u = u^s$.

Невідомі значення параметрів p_2 є або реалізаціями заданих випадкових величин або характеризуються геометричною неповнотою даних, де замість невідомого значення p_2 відома лише множина P_2 , до якої належить невідоме значення p_2 . У першому випадку оптимальне значення p_1^* обчислюємо за критерієм максимальної вірогідності для узагальненої системи (1)-(3), а у другому випадку значення p_1^* обчислюємо як мінімізатор максимального на множині $M \square \{(p_2, s) \mid p_2 \in P_2, s = 1, \dots, n_s\}$ значення вибраної для системи (1)-(3) нев'язки $\bar{B}_p(p, y_s, x^s, u^s)$, наприклад

$$\bar{B}_p(p, y_s, x^s, u^s) \square \max_{i,j,k,l} \max_{(t,s) \in D_{ij}^l(x,u,p)} \{\| \bar{f}_{ij}^k(t, s, x^s, u^s, p) \|, \\ \| C_s(x^s, u^s, y_s, p) \|, \max\{0, \bar{g}_{ij}^l(t, s, x^s, u^s, p)\}\}.$$

Якщо серед наявних даних спостережень немає всіх потрібних для обчислення $\bar{B}_p(p, y_s, x^s, u^s)$ значень $u^s(t, s), x^s(t, s)$, то за допомогою розв'язуючих операторів будемо алгоритми A_1 і A_2 для обчислення за деякими значеннями (u^1, x^1) таких значень $u^2 = A_1(u^1, x^1, p)$ $x^2 = A_2(u^1, x^1, p)$, щоб значення $u = (u^1, u^2)$ та $x = (x^1, x^2)$ були наближеним розв'язком системи (1),(2) при довільних допустимих значеннях (u^1, x^1, p) . Це дозволяє мінімізувати функціонал $\bar{B}_p$ за допомогою обчислення мінімізатора $(p_1^*, \bar{u}^1, \bar{x}^1)$ максимального на множині M відхилення

$$\| C_s((\bar{x}^{1s}, A_2(\bar{u}^{1s}, \bar{x}^{1s}, p)), (\bar{u}^{1s}, A_1(\bar{u}^{1s}, \bar{x}^{1s}, p)), y_s, p) \|.$$

Обчислення оптимального розв'язку (u^*, x^*) системи (1),(2) за критерієм мінімізації $B(x, u)$ зводимо до обчислення мінімізатора (u^{1*}, x^{1*}) для функціонала $B((x^1, A_1(u^1, x^1, p_1^*)), (u^1, A_2(u^1, x^1, p_1^*)))$ із наступним обчисленням значення $(u^{2*}, x^{2*}) = (A_2(u^{1*}, x^{1*}), A_1(u^{1*}, x^{1*}))$. Аналогічно обчислення узагальненої фазової траєкторії здійснюється на опуклій оболонці допустимої множини фазових швидкостей. Якщо ж на розв'язку $x(u, p_1^*)$ системи (1),(2) значення $A(u, p_1^*)$ дорівнює значенню $B(x(u, p_1^*), u)$, то обчислення u^* зводиться до розв'язування задачі безумовної мінімізації $A(u, p_1^*)$.

FINITE ELEMENT METHOD FOR MODELING THE SURFACE POLLUTION DISTRIBUTION IN THE SYSTEM OF HYDROTECHNICAL RAMPART-TERRACE

The presented research allows to solve the task of monitoring the process of water erosion in the system of hydraulic rampart-terraces. A two-dimensional model of the mass transfer of the pollutant in the aeration zone of the agrolandscape soil with the condition of instantaneous surface contamination is used. The nature of the surface of the rampart-terrace system caused the use of the finite element method and consideration of the optimization problem.

Determining the spread of anthropogenic pollution in the environment is an actual problem, therefore various tasks of mass transfer processes describing in several scientific publications. In them researchers use different methods to solve the problems of mass transfer in the study area. Among the works where authors discuss the problem of mass transfer for understanding the evolution of pollution distribution and soil erosion the most promising are the results obtained on the basis of economic finite-difference schemes and the finite element method. Since the redistribution of pollutants in the soil is associated with the redistribution of moisture in it, dynamic models of migration of contaminants associated with the movement of the groundwater.

In this paper, we develop the ways to solve the problem of mass transfer of a pollutant for agrolandscapes with a piecewise smooth surface where surface contamination occurred at some moment [1]. Solution of this problem makes it possible to estimate the propagation of pollutant in the soil agrolandscape aeration zone and to determine the presence and extent of erosion in this agrolandscape.

We investigated the problem of mass transfer in the zone of aeration of soil in the system of hydrotechnical rampart-terraces, therefore the process was considered taking into account its independence from the water regime of the soil. Our mathematical model has the following form:

$$\begin{aligned} Zu &\equiv \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} + Lu \equiv \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} + (A+B)u = \\ &\equiv \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} - \sum_{i=1}^2 \frac{\partial}{\partial x_i} \left(D(x) \frac{\partial u(x,t)}{\partial x_i} \right) + \sum_{i=1}^2 V \frac{\partial u(x,t)}{\partial x_i} = -\lambda u_0 \phi(x) \delta(t-0) \end{aligned} \quad (1)$$

$$u(x,0) = 0, \quad x \in \Omega, \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \left(-\sum_{i=1}^2 D(x) \frac{\partial u}{\partial x_i} + Vu \right) \Big|_{x \in \Gamma} &= k(\Gamma) c_0 q_0(x), \quad t \in [0, T], \\ \left(-\sum_{i=1}^2 D(x) \frac{\partial u}{\partial x_i} + Vu \right) \Big|_{x \in \partial\Omega \setminus \Gamma} &= 0, \quad t \in [0, T] \end{aligned} \quad (3)$$

in a limited area $Q = \Omega \times (0 \leq t \leq T)$, where $\Omega \subset R^2$ with a piecewise smooth border $\partial\Omega$; $D(x)$ – the function that is continuously differentiated in $\overline{\Omega}$, it is inalienable and limited in the relevant area; V – the constant, $V > 0$, λ – half-life coefficient (decomposition), $\phi(x)$ – the function that describes the surface of the shaft-terraces, that is, the upper boundary Γ of the area Ω , $\phi(x) \in L_2(\Omega)$; u_0 – surface contamination; $\delta(\cdot)$ – Dirac's δ -function; $k(\Gamma) = k \cos(\alpha(\Gamma))$, k – conductivity (absorption) coefficient for the surface, $\alpha(\Gamma)$ – slope of the segment of the surface of the terrace, Γ – piecewise smooth surface of the rampart; q_0 – the function that describes the flow of water with atmospheric precipitation with concentration of matter c_0 ; $u(x,t)$ – the concentration of substance at the point $x = (x_1, x_2) \in \overline{\Omega}$ at the moment t .

We considered the space H with the norm $\|u\|_H = \int_Q (u_t^2 + \sum_{i=1}^2 \left(\frac{\partial u}{\partial x_i} \right)^2) dQ$. Then for any $u \in H$ we

have:

$$\begin{aligned}
\|Zu\|_{H^*} &\leq c_1 \|u\|_H, \quad c_1 = \text{const} > 0; \\
\frac{\partial}{\partial t} \|u\|_{L_2(Q)} - \sqrt{2}V \|u\|_H &\leq \|f\|_{L_2(Q)}; \\
(Zu, u)_{L_2(Q)} &\leq c \|u\|_H^2, \quad c = \text{const} > 0; \\
(Au, u)_{L_2(Q)} &\leq c_D \|u\|_H^2, \quad c_D = \text{const} > 0; \\
(Bu, u)_{L_2(Q)} &\leq \sqrt{2}V \|u\|_{L_2(Q)} \|u\|_H \leq \tilde{c}(V) \|u\|_H^2, \quad \tilde{c}(V) = \text{const} > 0
\end{aligned}$$

$$\text{and } (Bu, u)_\Omega \leq \sqrt{2}V \|u\|_{L_2(\Omega)} \left\| \sum_{i=1}^2 \frac{\partial u}{\partial x_i} \right\|_{L_2(\Omega)} \leq \bar{c}(V) \|u\|_{W_2^1(\Omega)}^2, \quad \bar{c}(V) = \text{const} > 0 \text{ for any fixed } t \in (0, T).$$

Approximate solution of the problem (1) - (3) is presented as a function

$$U(t, \bar{x}) = u_h(t, \bar{x}) = \sum_{i=1}^n g_i(t) w_i(\bar{x}),$$

$\omega_i(\bar{x})$ - orthonormal basis in $L_2(\Omega)$, functions are twice continuously differentiable in $\bar{\Omega}$ and satisfy the condition (3) (which gives the stationary value of the function of the minimization task); functions $g_i(t)$ satisfy the initial condition (2) and the following system:

$$\begin{aligned}
\frac{dg_i(t)}{dt} + \sum_{j=1}^n (g_j(t)(A+B)w_i(\bar{x}), w_j(\bar{x}))_{L_2(\Omega)} &= (f, w_j(\bar{x}))_{L_2(\Omega)}, \quad j = \overline{1, n}, \\
g_i(0) &= 0, \quad i = \overline{1, n}.
\end{aligned} \tag{4}$$

The region $\bar{\Omega}$ is divided in such a way that layers of identical triangles with bases of length $h = \frac{1}{N}$ form the finite element grid, which consists of $3(N+1)$ nodes and $4N$ triangular elements.

Given the fact that the interpolation approximate solution $U(t, \bar{x})$ is selected triangular elements and requirements for functions $\omega_i(\bar{x})$, the quadratic case is considered, namely the second-order triangular elements selected. This leads to the need to identify 12 unknown coefficients for $\omega_i(\bar{x})$, $i = 1, 2$ for each triangular element and doubles the number of nodes (up to $6(N+1)$).

The system of equations (4) in this case, instead of each of two integrals over Ω , will have a sum of $4N$ integrals in the region bounded for each triangular element separately. But taking into account the numerical implementation of the δ -function [2] which included in the right-hand side, already at 3τ the integral of the right-hand side will be equal to 0 and the system of equations becomes homogeneous. Comparing the results of the application to solve the problem (1) - (3) of the finite element method and the economic difference scheme we have: The finite element method for a problem with the inclination of surface elements makes it possible to consider as Ω only a layer of soil belonging to the aeration zone, which is substantially less than the size of the grid area when using the difference scheme, but the method is slow compared to the implementation of the economic difference scheme.

The comparative analysis for obtained concentration values and control measurements on the terraces at the appropriate time allows to indicate the degree of water erosion in this agricultural landscape. The properties of the pollutant in the soil moisture, its passivity and soil cultivation without turning over the layers allow us to state, that the difference in the values of the concentrations of the pollutant in the preserved matrices and the practical measurements of the pollutant concentrations indicate the presence of water erosion in the system.

LIST OF REFERENCES

1. Vergunov, V. A. Cs Felhasznalasa masodlagos radioactiv szennyezod-desu Ukran, erdossztyeppes videk erozios folyamatainak vizsgalatara / V. A. Vergunov, I. N. Vergunova, M. B. Oncsik, J. Dombovary // Fizikai szemle. 2000. – N. 7. – P. 229-231.
2. Tornberg A.-K. Numerical approximations of singular source terms in differential equations / A.-K. Tornberg, B. Engquist // Journal of computational physics, 2004. - № 200. – P. 462-488.

СТРУКТУРА $\mathcal{S}_0$ -ГРАФІВ

У роботі будуємо теорію $\mathcal{S}_0$ -графів (примітивних графів за У. Таттом [1]; графів без 1-факторів) – графів одного класу 0-класифікації, запропонованої в 1972–73 рр. М. П. Хоменком сім'ї $\mathcal{K}$ -класифікацій, $\mathcal{K} = 0(1)n$ всіх простих скінченних графів порядку n з погляду неіснування чи існування 1-фактора в самому графі чи в певних його підграфах. Досліджена структура графів цього класу дає можливість побудувати всі такі графи довільного порядку.

Ідея $\mathcal{K}$ -класифікацій усіх простих скінченних графів порядку n , $\mathcal{K} = 0(1)n$ при $\mathcal{K} = 0$ започаткована в 1971 р. [2] авторами цієї роботи. У побудованій теорії $\mathcal{S}_0$ -графів значне місце посідає дослідження структурних властивостей графів. Установлені критерії належності графа до класу $\mathcal{S}_0$ -графів та деяких його підкласів. З проведених досліджень, як наслідки, впливають теорема Татта про множину особливих вершин $\mathcal{HS}_0$ -графа (гіперпримітивного графа; термін «гіперпримітивний граф» вперше ввів і досліджував У. Татт [1]) парного порядку (теорема III [1]) і класична теорема Татта про примітивність простого скінченного графа, тобто про необхідну і достатню умову, коли заданий граф є $\mathcal{S}_0$ -графом (теорема IV [1]). Дослідження проводимо створеним авторами цієї роботи загальним методом дослідження структурних властивостей графів різних класів кожної $\mathcal{K}$ -класифікації, $0 \leq \mathcal{K} \leq n$, усіх простих скінченних графів порядку n , названим нами методом локалізованих переміжних ланцюгів.

У класі простих (без петель і кратних ребер) скінченних неорієнтованих $\mathcal{S}_0$ -графів G , $G = (G^0, G^1)$, розглядаємо підклас $\mathcal{S}_0 1$ -графів, кожен з яких містить принаймні одну таку пару несуміжних вершин a_{i_1}, a_{i_2} , що при добавленні до графа G ребра $(a_{i_1} a_{i_2})$ з доповнюючого до нього графа $\hat{G}$ отримаємо уже не $\mathcal{S}_0$ -граф $G_{0, \neg 1}$, $G_{0, \neg 1} = G + (a_{i_1} a_{i_2})$, а граф, який, отожд, буде $\mathcal{K}_0$ -графом (непримітивним графом; графом, що містить 1-фактор). Властивості цих графів використовуємо для дослідження $\mathcal{S}_0$ -графів. Через $G \setminus (\{a_i, a_j\})$ позначаємо граф, одержаний видаленням з заданого графа G його вершин a_i, a_j разом з інцидентними їм в G ребрами, а 1-фактор графа G — через $f_{[1]}(G)$. Пару вершин a_i, a_j графа G називаємо $\mathcal{S}$ -парою чи $\mathcal{K}$ -парою в залежності від того, чи граф $G \setminus (\{a_i, a_j\}) \in \mathcal{S}_0$ -графом чи $\mathcal{K}_0$ -графом відповідно, це пара типу I чи пара типу II графа G [2].

Образ φ -перетворення [3]

$$\varphi: \left(\sum_{r=1}^{k+\kappa} K_{k+n_r}^{(r)}, \sum_{r=1}^{k+\kappa} K_k^{(r)} \right) \rightarrow \left(\mathcal{N}_{n,k,\kappa} \left(\{n_r\}_{r=1}^{k+\kappa} \right), K_k \right),$$

$\sum_{r=1}^{k+\kappa} n_r + k = n$, $n_r \geq 1$, $r = 1(1)(k + \kappa)$ називаємо $\mathcal{N}$ -графом $\mathcal{N}_{n,k,\kappa}$ порядку n з k центральними вершинами порядку зірчастості $k + \kappa$, $0 \leq k \leq n - 1$; при цьому $A = K_k^0 = \{a_{i_i}\}_{i=1}^k$ — множина центральних вершин графа $\mathcal{N}_{n,k,\kappa}$, $B = \{a_{i_j}\}_{j=k+1}^{2k+\kappa}$ — трансверсаль множин вершин 1-компонент графа $\mathcal{N}_{n,k,\kappa} \setminus (A)$. St -графом або складною зіркою $St_{n-k} \left(\{a_{i_i}\}_{i=1}^k \right)$ з k центрами a_{i_i} , $i = 1(1)k$, $1 \leq k \leq n - 1$ порядку зірчастості $n - k$ називаємо $\mathcal{N}$ -граф $\mathcal{N}_{n,k,\kappa} \left(\{n_r\}_{r=1}^{k+\kappa} \right)$ при $n_r = 1$,

$r=1(1)(k+\kappa)$. St -фактором графа G $St_{n-k}\left(\left\{a_i\right\}_{i=1}^k, G\right)$ називаємо складну зірку з центрами a_i , $a_i \in G^0$, $i=1(1)k$ і з тими ребрами графа G , кожне з яких інцидентне принаймні одному його центру [4, 5].

Ясно, що пара $\{a_{i_1}, a_{i_2}\}$, $(a_{i_1} a_{i_2}) \in \hat{G}^1$, вершин $\mathcal{S}_0 1$ -графу G є його $\mathcal{K}$ -парою. Ребро $(a_{i_1} a_{i_2})$ називаємо 0-факторизуючим ребром $\mathcal{S}_0 1$ -графу G , а множину $\mathcal{B}_{0,1}^*$, $\mathcal{B}_{0,1}^* = \{a_{i_t}\}_{t=1}^2$, вершин $\mathcal{S}_0 1$ -графу G – його 0-початком. Отже, $\mathcal{S}_0 1$ -граф містить незалежну множину потужності ≥ 2 . Нехай $f_{0,1} = f_{[1]}(G \setminus (\mathcal{B}_{0,1}^*))$. При цьому $f_{[1]}(G_{0,-1}) = f_{0,1}^1 + (a_{i_1} a_{i_2})$. Порядок n $\mathcal{S}_0 1$ -графу G задовольняє умови: $n \equiv 0(\bmod 2)$ і $n \geq 2$. $\mathcal{HS}_0$ -граф G порядку n , $n \equiv 0(\bmod 2)$ є $\mathcal{S}_0 1$ -графом. Кожен граф G порядку n , $n \equiv 1(\bmod 2)$ є $\mathcal{S}_0$ -графом, тому $\mathcal{HS}_0$ -графом порядку n , $n \equiv 1(\bmod 2)$ є повний граф K_n , тобто $\mathcal{N}$ -граф $\mathcal{N}_{n,n-1,2-n}$.

Теорема 1. Граф порядку n , $n \geq 1$ є $\mathcal{HS}_0$ -графом тоді і лише тоді, коли він є або $\mathcal{N}$ -графом $\mathcal{N}_{n,k,2}\left(\{n_r\}_{r=1}^{k+2}\right)$, $n_r \equiv 1(\bmod 2)$, $r=1(1)(k+2)$, $0 \leq k \leq (n-2)/2$, $n \equiv 0(\bmod 2)$, або $\mathcal{N}$ -графом $\mathcal{N}_{n,n-1,2-n}$, $n \equiv 1(\bmod 2)$.

Наслідком цієї теореми є теорема III [1].

Слід відмітити, що множиною Σ особливих вершин $\mathcal{HS}_0$ -графу порядку n , $n \equiv 0(\bmod 2)$ [1] є множина A центральних вершин $\mathcal{N}$ -графу $\mathcal{N}_{n,k,2}$, $n \equiv 0(\bmod 2)$ з теореми 1.

З теореми 1 випливає наступна структурна характеристика $\mathcal{S}_0$ -графів.

Теорема 2. Граф порядку n , $n \geq 1$ є $\mathcal{S}_0$ -графом тоді і лише тоді, коли він є факторграфом або $\mathcal{N}$ -графу $\mathcal{N}_{n,k,2}\left(\{n_r\}_{r=1}^{k+2}\right)$, $n_r \equiv 1(\bmod 2)$, $r=1(1)(k+2)$, $0 \leq k \leq (n-2)/2$, $n \equiv 0(\bmod 2)$, або $\mathcal{N}$ -графу $\mathcal{N}_{n,n-1,2-n}$, $n \equiv 1(\bmod 2)$.

Наслідком цієї теореми є теорема IV [1].

Множиною S [1] при $|G^0| \equiv 0(\bmod 2)$ є множина A центральних вершин $\mathcal{N}$ -графу $\mathcal{N}_{n,k,2}$, $n \equiv 0(\bmod 2)$ з теореми 1, факторграфом якого є заданий граф G , а при $|G^0| \equiv 1(\bmod 2)$ множиною S є порожня множина $\emptyset$.

Теорема 1 дає можливість побудувати всі $\mathcal{HS}_0$ -графи заданого порядку n , а теорема 2 — всі $\mathcal{S}_0$ -графи того ж порядку n .

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Tutte W. T. The factorization of linear graphs // J. London Math. Soc. - 1947. - 22. - Р. 107-111.
2. Хоменко Н. П., Виврот Т. М. Структура примитивных графов // Топологические аспекты теории графов (отв. ред. Н. П. Хоменко). - Киев: Ин-т математики АН УССР, 1971. - С. 132-142.
3. φ -перетворення графів / Збірник наук. праць (відп. ред. М. П. Хоменко). - Київ: Ін-т математики АН УРСР, 1973. - 384 с.
4. Хоменко М. П. Про укладення графів в 2-многовиди і про їх структуру // φ -перетворення графів (відп. ред. М. П. Хоменко). - Київ: Ін-т математики АН УРСР, 1973 - С. 7-34.
5. Хоменко М., Виврот Т. Структура та властивості графів класу $(\mathcal{SK})_2$ -графів // П'ята Міжнародна Наук. Конф. ім. акад. М. Кравчука (16-18 травня 1996 р., Київ). - Київ, 1996. - С. 464.

АЛГОРИТМ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РОЗПУШУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ

У статті запропоновано алгоритм роботи та функціональна схема автоматизованої системи керування розпушувального агрегату, що дозволить підвищити продуктивність робочого процесу машин для розпушування ґрунту.

Вступ. Інтенсивне освоєння родовищ корисних копалин і будівництво нафто- і газопроводів неможливо без сучасної землерийної техніки, здатної розробляти міцні та мерзлі ґрунти. Одним з основних видів машин, що здійснюють розробку таких ґрунтів являються навісні розпушувачі на базі гусеничних тракторів, робочий процес яких характеризується найменшою енергоємністю процесу руйнування ґрунту.

Аналіз публікацій. У зв'язку з тим, що мерзлі і міцні ґрунти мають підвищену міцність їх розробка землерийними машинами неможлива без попередньої обробки спрямованої на зниження опору ґрунту при подальшій його розробці.

Нині використовуються різні способи розробки мерзлих і міцних ґрунтів [1–3], основні з яких буропідривні роботи та розпушування ґрунту навісними розпушувачами.

Розпушування ґрунту, в порівнянні з виконанням земляних робіт буропідривним методом, забезпечує зниження, сприяє підвищенню якості робіт і є менш небезпечним для довкілля.

Таким чином на основі аналізу літературних даних до цього часу не сформульовано наукова проблема стабілізації руху навіски розпушувального агрегату.

Мета і постановка задачі. Системи керування, що серійно випускаються на цей час, прилади індикації, а також уповільнена реакція людини-оператора на умови робочого процесу, що швидко змінюються, не дозволяють повною мірою використати тягово-зчіпні якості машини.

У зв'язку з цим необхідно розробити алгоритм системи керування робочого процесу розпушувального агрегату.

Актуальною є проблема вдосконалення систем керування розпушувальних агрегатів, що частково або повністю виключає людину-оператора з контурів управління двигуна внутрішнього згоряння і положенням робочого органу.

Метою роботи є підвищення ефективності розпушувального агрегату шляхом удосконалення алгоритму системи керування.

Алгоритм системи керування розпушувального агрегату.

Алгоритм визначення раціональних параметрів системи керування розпушувального агрегату був реалізований на мові MATLAB, при цьому робилося завдання параметрів моделі, запуск моделювання і аналіз отриманих даних.

При складанні алгоритму роботи системи керування запропоновано використовувати комбіновану автоматизовану двоконтурну систему керування (рис. 1).

Першим контуром є контур керування по відхиленню кутової швидкості валу ДВЗ ω_d , сигнал керування h (положення рейки паливного насоса) генерується регулятором частоти обертання виходячи з помилки регулювання $\Delta\omega$, яка є результатом порівняння фактичної кутової швидкості валу ДВЗ і заданого її значення (положення органу, регулюючого паливоподачу). Такий контур керування є присутнім на усіх ДВЗ, використовуваних на сучасних землерийних та землерийно-транспортних машинах, і являє собою серійний регулятор частоти обертання, що поставляється спільно з ДВЗ заводом-виготівником.

Другий контур здійснює компенсацію основної обурюючої дії, якою для ДВЗ є момент опору на валу M_C . Вимірювально-перетворювальний блок на підставі отриманих інформаційних параметрів виробляє чисельну характеристику, що оцінює робочий процес розпушувального агрегату (РП РА). Вирішальний блок на підставі цієї характеристики виробляє керуючу дію U , на гідропривід робочого органу, який змінює глибину розпушування h_p , що є основною величиною, що визначає значення моменту опору M_C .

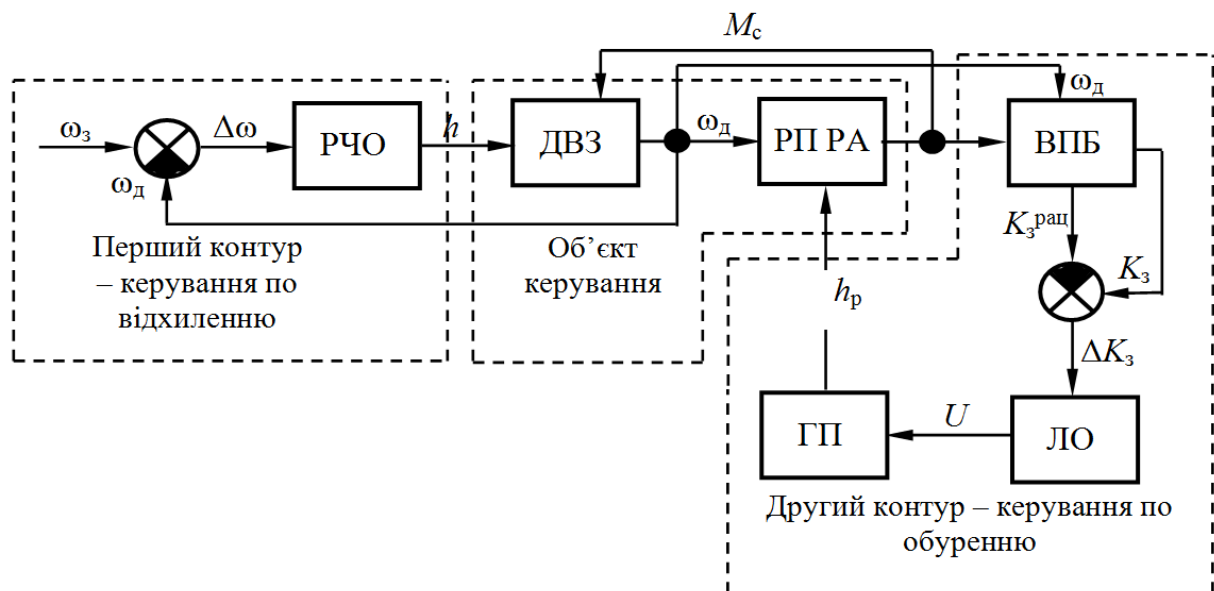


Рис. 1. Функціональна схема автоматизованої системи керування розпушувальним агрегатом: РЧО – регулятор частоти обертання, ДВЗ – двигун внутрішнього згоряння, РП РА – робочий процес розпушувального агрегату, ВПБ – вимірювально-перетворювальний блок, ГП – гідралічний привід робочого органа, ЛО – людина-оператор

ВПБ на основі інформаційних параметрів повинен видавати поточне значення коефіцієнта завантаження двигуна K_3 ; визначати його раціональне, для цих умов експлуатації, значення; давати рекомендації про зміну положення робочого органа.

Якнайкраще з подібним завданням може впоратися мікропроцесорний пристрій, що дозволяє реалізувати будь-який алгоритм керування [4].

Моделювання на комп'ютері автоматизованої системи керування, за умови “спрацювання” людини-оператора із затримкою не більше 2 секунд, показало, що застосування такої системи керування дозволяє збільшити ефективність робочого процесу розпушувального агрегату на 5 – 9%.

Складання автоматичної системи керування розпушувального агрегату потребує додаткових досліджень та є напрямком подальшої роботи.

Висновки. Застосування розроблених функціональних схем автоматизованої системи керування та алгоритму роботи автоматизованої системи керування дозволить підвищити продуктивність робочого процесу розпушувального агрегату на 5...9%. Подальші дослідження в області вдосконалення систем керування розпушувальними агрегатами, слід направити на створення адаптивних мікропроцесорних систем, які реалізують спосіб екстремального управління.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Pelevin L.* Developing a mathematical substantiation for the physical modelling of the soil-ripping equipment work process / L. Pelevin, Ie. Gorbatyuk, S. Zaichenko, V. Shalenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – vol. 6, no. 2 (90): Information technology. Industry control systems. – pp. 52–60.
2. *Щербаков Е. С.* Исследование неуправляемых перемещений рыхлительного агрегата с целью повышения эффективности разработки мерзлых грунтов: Дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.05.04. – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины / Е.С. Щербаков. – М.: МАДИ, 1980. – 207 с.
3. *Road and Bridge Construction Equipment.* – Satya Narayan Shah: B.Sc. In Mechanical Engineering (India) MS in Manufacturing Engineering & Management (UK), January, 2012, 1 – 112 p.
4. *Глушец В. А.* Проектирование автоматизированных систем: учебное пособие / В. А. Глушец, А. А. Руппель. – Омск: СибАДИ, 2009. – 144 с.

ПРО НАБЛИЖЕННЯ СЛАБКИХ РОЗВ'ЯЗКІВ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНО-ОПЕРАТОРНИХ РІВНЯНЬ

Установлюються прямі й обернені теореми теорії наближень слабких розв'язків диференціального рівняння першого порядку у банаховому просторі розв'язками, які є цілими вектор-функціями експоненціального типу. Результати ілюструються на конкретному прикладі, коли операторний коефіцієнт породжується еліптичним диференціальним виразом в у просторі L_2 .

Розглянемо рівняння вигляду

$$y'(t) + Ay(t) = 0, t \in [0, \infty), \quad (1)$$

де A – невід'ємний самоспряжений оператор у гільбертовому просторі $\mathfrak{H}$ зі скалярним добутком $(\cdot, \cdot)$. Під його слабким розв'язком розумітимемо неперервну вектор-функцію $y(t): [0, \infty) \rightarrow \mathfrak{H}$ таку, що

$$\forall t \in [0, \infty): \int_0^t y(s) ds \in D(A) \quad \text{і} \quad y(t) = -A \int_0^t y(s) ds + y(0),$$

($D(\cdot)$ - область визначення оператора). Множину усіх таких розв'язків позначимо через S . Як показано в [1],

$$S = \{y(t): [0, \infty) \rightarrow \mathfrak{H} | y(t) = e^{-tA} f, f \in \mathfrak{H}\}. \quad (2)$$

Множина S утворює банахів простір відносно норми

$$\|y\|_S = \sup_{t \in [0, \infty)} \|e^{-tA} f\| \quad (\|\cdot\| - \text{норма в } \mathfrak{H}).$$

Зауважимо, що $y(\cdot) \in S$ є сильним розв'язком (1) тоді і тільки тоді, коли в (2) $f \in D(A)$.

Якщо оператор A обмежений, то будь-який слабкий розв'язок $y(t)$ рівняння (1) може бути продовжений до цілої $\mathfrak{H}$ -значної вектор-функції $y(z)$ експоненціального типу

$$\sigma(y) = \inf \left\{ \alpha > 0 : \|y(z)\| \leq c e^{\alpha|z|} \right\}.$$

Проте це не так у випадку необмеженого A . Позначимо через S_0 множину тих слабких розв'язків, котрі допускають таке продовження. Нами знайдено умову, необхідну і достатню для того, щоб $y(t)$ належав до S_0 , а саме:

$$y(t) = e^{-tA} f \in S_0 \Leftrightarrow f \in \mathfrak{G}_{\{0\}}(A),$$

де $\mathfrak{G}_{\{0\}}(A)$ -- множина усіх цілих векторів експоненціального типу оператора A :

$$\mathfrak{G}_{\{0\}}(A) = \{f \in C^\infty(A) = \bigcap_{n \in \mathbb{N}_0} D(A^n) | \exists \alpha > 0, \exists c = c(f): \|A^n f\| \leq c \alpha^n, \forall n \in \mathbb{N}_0\}.$$

Точна нижня межа $\sigma(f, A)$ таких α називається A -типом вектора f . Множина S_0 є щільною в S і $\sigma(y) = \sigma(f, A)$.

Постає питання, чи можливо наблизити довільний слабкий розв'язок рівняння (1) розв'язками, які є цілими вектор-функціями експоненціального типу. Відповідь дають встановлені нами прямі й обернені теореми, в яких з'ясовується зв'язок між ступенем гладкості розв'язку і швидкістю прямування до нуля його найкращого наближення $\mathcal{E}_r(y) = \inf_{y_0 \in S_0: \sigma(y_0) \leq r} \|y - y_0\|_S = \mathcal{E}_r(f, A) = \inf_{f_0 \in \mathfrak{G}_{\{0\}}(A): \sigma(f_0, A) \leq r} \|f - f_0\|$. Важливу роль при цьому відіграє операторний підхід до задач апроксимації, розвинутий в [2]. Наступне твердження є аналогом добре відомої теореми Джексона: якщо $y \in S$, то

$$\forall k \in \mathbb{N} \exists c_k > 0: \mathcal{E}_r(y) \leq c_k \omega_k(r^{-1}, y), \quad r > 0,$$

де

$$\omega_k(t, y) = \sup_{0 \leq h \leq t} \sup_{s \in [0, \infty)} \left\| \sum_{j=0}^k (-1)^{k-j} C_k^j y(s + jh) \right\| = \sup_{0 \leq h \leq t} \|(e^{-hA} - I)^k y\|_S \quad (k \in \mathbb{N}_0).$$

Якщо додатково $y \in C^n([0, \infty), \mathfrak{H})$, то

$$\forall r > 0, \forall k \in \mathbb{N}_0, \exists c_{k+n} > 0: \mathcal{E}_r(y) \leq \frac{c_{k+n}}{r^n} \omega_k(r^{-1}, y^{(n)}),$$

і, навпаки, для $y \in S$ має місце співвідношення

$$\exists c > 0, \exists \varepsilon > 0: \varepsilon_r(y) \leq \frac{c}{r^{n+\varepsilon}} \Rightarrow y \in C^n([0, \infty), \mathfrak{H}).$$

Нехай тепер $\{m_n\}_{n \in \mathbb{N}_0}$ – неспадна послідовність додатних чисел. Покладемо

$$C_{\{m_n\}}([0, \infty), \mathfrak{H}) = \bigcup_{\alpha > 0} C_{m_n}^\alpha([0, \infty), \mathfrak{H}), \quad C_{(m_n)}([0, \infty), \mathfrak{H}) = \bigcap_{\alpha > 0} C_{m_n}^\alpha([0, \infty), \mathfrak{H}),$$

де

$$C_{m_n}^\alpha([0, \infty), \mathfrak{H}) = \{y \in C^\infty([0, \infty), \mathfrak{H}) \mid \exists c = c(y), \forall k \in \mathbb{N}: \|y^{(k)}\|_S \leq c \alpha^k m_k\}$$

– банахів простір відносно норми $\|y\|_{C_{m_n}^\alpha} = \sup_{k \in \mathbb{N}_0} \frac{\|y^{(k)}\|_S}{\alpha^k m_k}$. У просторах $C_{\{m_n\}}([0, \infty), \mathfrak{H})$ та $C_{(m_n)}([0, \infty), \mathfrak{H})$ вводяться топології індуктивної та, відповідно, проективної границі просторів $C_{m_n}^\alpha([0, \infty), \mathfrak{H})$ ($\alpha > 0$). Показано, що тоді виконуються такі співвідношення еквівалентності:

$$y \in C_{\{m_n\}}([0, \infty), \mathfrak{H}) \Leftrightarrow \exists \alpha > 0: \varepsilon_r(y) = O(\tau^{-1}(\alpha r));$$

$$y \in C_{(m_n)}([0, \infty), \mathfrak{H}) \Leftrightarrow \forall \alpha > 0: \varepsilon_r(y) = O(\tau^{-1}(\alpha r)),$$

$$\text{де } \tau(\lambda) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\lambda^n}{m_n}.$$

Як приклад розглянуто випадок, коли A – замикання в $L_2(\Omega)$ оператора A' , породженого в $L_2(\Omega)$ (Ω – обмежена область в $\mathbb{R}^q$ з кусково-гладкою границею $\partial\Omega$) виразом

$$(Lu)(x) = - \sum_{i=1}^q \sum_{k=1}^q \frac{\partial}{\partial x_i} \left(a_{ik}(x) \frac{\partial u(x)}{\partial x_k} \right) + c(x)u(x), \quad D(A') = \left\{ u \in C^2(\overline{\Omega}) \mid u|_{\partial\Omega} = 0 \right\},$$

у припущенні, що $a_{ik}(x), c(x) \in C^\infty(\overline{\Omega})$, $c(x) \geq 0$ а також, що цей вираз є еліптичного типу в $\overline{\Omega}$. Зазвичай прямі й обернені теореми формуються у банаховому просторі і їх доведення дещо складніші, ніж у гільбертовому. Але наведені результати можна переформулювати й у банаховому просторі за допомогою його оснащення гільбертовими просторами з позитивною та негативною в сенсі Ю.М. Березанського нормами.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Горбачук М.Л., Грушка Я.І., Торба С.М. Прямі й обернені теореми в теорії наближень методом Рітца // Укр. матем. журн. - 2005. - 57, № 5. - С. 633-643.
 [2] Gorbachuk M.L., Gorbachuk V.I. Operator approach to approximation problems // St. Petersburg Math. - 1998. - 9, № 6. - P. 1097-1110.

УДК 519.25

КНИГНИЦЬКА Т.В., МАЛИК І.В., ЛУКАШІВ Т.О.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

АЛГОРИТМИ ЗНАХОДЖЕННЯ ВІДСТАНЕЙ МІЖ ЧАСОВИМИ РЯДАМИ

Основними рисами Big Data є висока розмірність, динамічність даних, наявність кореляцій та шумів, що значно ускладнює їх дослідження. У багатьох випадках завдання побудови регресії, класифікація, кластеризація чи сегментація даних потребують визначення межі відстані, яка показує рівень подібності між даними, в тому числі і часовими рядами. Через це розробка та вивчення алгоритмів для знаходження відстаней між часовими рядами є важливою областю вивчення в галузі Data Science та Big Data Analysis. Основними результатами роботи є порівняння введеної метрики між моделями з класичними результатами (евклідова відстань, методи DTW та ERP).

Способи оцінювання подібності даних часових рядів вже давно представляють інтерес для спеціалістів з аналізу даних, оскільки часові ряди є одним з найбільш широко вживаних математичних моделей для опису реальних явищ. Одним з критичних дослідницьких проблем з аналізу часових рядів є вибір функції відстані. Розглянемо два часові ряди – X довжиною n та Y довжиною m :

$$X = \vec{x} = x_1, x_2, \dots, x_n, Y = \vec{y} = y_1, y_2, \dots, y_m. \quad (1)$$

Розглядаючи неперервні функції, найпоширенішою метрикою для часових рядів є евклідова відстань:

$$d_E(\vec{x}, \vec{y}) = \sqrt{(\vec{x} - \vec{y})(\vec{x} - \vec{y})'}.$$

Зауважимо, що евклідова відстань є незастосовною для знаходження відстаней у випадку багатовимірних часових рядів та не враховує кореляцію між спостереженнями, що є суттєвим недоліком. Для порівняння даних часових рядів, де тренди та еволюції повинні бути враховані, або, якщо форма часового ряду описується послідовністю функцій, актуальним є співвідношення Пірсона

$$d_C(\vec{x}, \vec{y}) = 1 - \frac{(\vec{x} - \vec{y})(\vec{x} - \vec{y})'}{\sqrt{(\vec{x} - \vec{x})(\vec{x} - \vec{x})'}\sqrt{(\vec{y} - \vec{y})(\vec{y} - \vec{y})'}}.$$

Відстань Махаланобіса

$$d_M(\vec{x}, \vec{y}) = \sqrt{(\vec{x} - \vec{y})C^{-1}(\vec{x} - \vec{y})'}$$

можна розглядати як еволюційну Евклідову відстань, яка враховує кореляцію даних. Ця відстань використовує матрицю коваріації вхідних векторів C для «вагування» особливостей часового ряду. Відстань Махаланобіса зазвичай успішно працює з великими наборами даних зі зменшеними характеристиками.

Алгоритм динамічної трансформації часової шкали (DTW -алгоритм, від англ. Dynamic time warping) – алгоритм, що дозволяє знайти оптимальну відповідність між часовими послідовностями. Перший етап алгоритму полягає в наступному. Будуємо матрицю відстаней d порядку $n \times m$, в якій елемент d_{ij} є відстанню $d(x_i, y_j)$ між двома точками x_i та y_j . Зазвичай використовується Евклідова відстань $d(x_i, y_j) = (x_i - y_j)^2$ або $d(x_i, y_j) = |x_i - y_j|$. Кожен елемент (i, j) матриці відповідає вирівнюванню між точками x_i та y_j . На другому етапі будується матриця трансформацій D , кожен елемент якої визначається з наступного співвідношення:

$$D_{ij} = d_{ij} + \min(D_{i-1,j}, D_{i-1,j-1}, D_{i,j-1}). \quad (2)$$

Після заповнення матриці (2), переходять до побудови оптимального шляху трансформації та DTW відстані (вартості шляху). Шлях трансформації W – це набір суміжних елементів матриці, який встановлює співвідношення між X та Y . Він являє собою шлях, який мінімізує загальну відстань між X та Y . k -ий елемент шляху W визначається як $w_k = (i, j)_k$, $d(w_k) = d(x_i, y_j) = (x_i - y_j)^2$. Таким чином:

$$W = w_1, w_2, \dots, w_k, \dots, w_K, \max(m, n) \leq K \leq m + n,$$

де K – довжина шляху. Шлях трансформації повинен задовольняти наступним умовам:

- *Гранична умова*: початок шляху $w_1 = (1, 1)$, його кінець – $w_K = (n, m)$.
- *Неперервність*: $\forall w_k = (w_i, w_j), w_{k+1} = (w_{i+1}, w_{j+1})$: $w_i - w_{i+1} \leq 1, w_j - w_{j+1} \leq 1$.
- *Монотонність*: $\forall w_k = (w_i, w_j), w_{k-1} = (w_{i-1}, w_{j-1})$: $w_i - w_{i-1} \geq 0, w_j - w_{j-1} \geq 0$.

Хоча існує велика кількість шляхів трансформації, які відповідають всім вищевказаним умовам, проте нас цікавить тільки той шлях, який мінімізує DTW відстань (вартість шляху). DTW відстань (вартість шляху) між двома послідовностями розраховується на основі оптимального шляху трансформації за формулою:

$$DTW(X, Y) = \min \left\{ \frac{\sum_{k=1}^K d(w_k)}{K} \right\}. \quad (3)$$

Розглянемо метод ERP так як він використовує «штраф» між двома не пропущеними значеннями та стає величиною обчислення відстаней для пропущених значень. Відстань ERP відрізняється від DTW тим, що не повторює попередні елементи на місці пропущених вимірювань. ERP між двома часовими рядами (1) визначається формулою

$$ERP(Y, X) = \begin{cases} \sum_1^n |x_i - g|, & \text{якщо } m = 0 \\ \sum_1^m |y_i - g|, & \text{якщо } n = 0 \\ \min \left\{ \begin{aligned} &ERP(Res(Y), Res(X)) + dist_{erp}(y_1, x_1), \\ &ERP(Res(Y), X) + dist_{erp}(y_1, gap), \\ &ERP(Y, Res(X)) + dist_{erp}(gap, x_1) \end{aligned} \right\}, & \text{інакше} \end{cases}$$

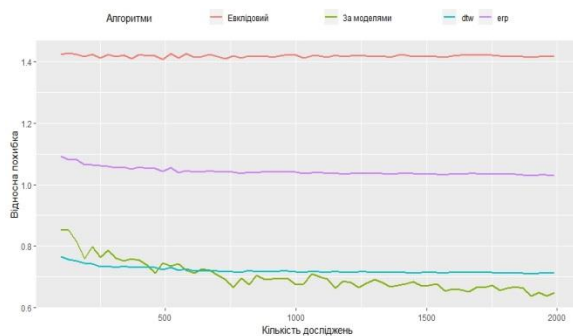
Введемо нову міру подібності для кластеризації часових рядів

$$HM(G_1, \dots, G_m) = \sum_{k=1}^m \frac{2}{n_k - 1} \sum_{i < j \in G_k} d(M_i, M_j), \quad (4)$$

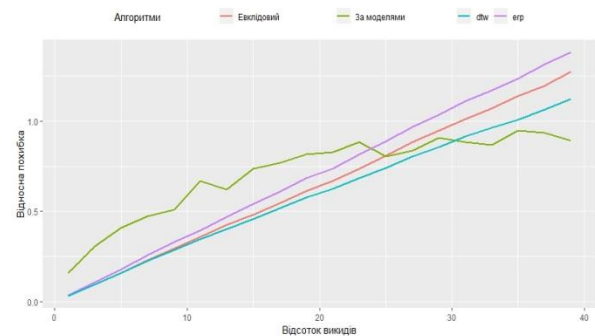
де $d(M_i, M_j)$ – відстань між моделями часових рядів i та j . Основною проблемою для визначення міри подібності $HM(G_1, \dots, G_m)$ є визначення відстані між часовими рядами $d(M_i, M_j)$. Використовуючи представлення $MA(\infty)$ для $ARMA(p, q)$ моделі, визначимо відстань між моделями M_1 та M_2 наступним чином:

$$d(M_1, M_2) = \sum_{k=1}^{\infty} |\tilde{\theta}_k^1 - \tilde{\theta}_k^2|. \quad (5)$$

Дана відстань буде інтерпретуватися саме як відстань між моделями, а не відстань між даними.



*Залежність відстаней від величини часового ряду.
При великих T відстань між часовими рядами за
моделями є значно меншою за відповідні відстані
для інших методів.*



*Відносна похибка як функція від величини
викидів в часовому ряді для Евклідової
відстані, відстані за моделями,
DWT та ERP методів.*

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Brockwell P.J., Davis R.A. Introduction to Time Series and Forecasting. – NY: Springer, 2012. – P. 500.
2. Luis E. Nieto-Barajas, Alberto Contreras-Crist. A Bayesian Nonparametric Approach for Time Series Clustering // Bayesian Analysis. – 2014. – Vol., 9. – P. 147-170.

УДК 519.21

ЛУКАШІВ Т.О., ВИНТУ Ю.В.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

СТІЙКІСТЬ ТА РОБАСТНЕ КЕРУВАННЯ ДЛЯ СИСТЕМ З МАРКОВСЬКИМИ ПАРАМЕТРАМИ ТА НЕВИЗНАЧЕНОСТЯМИ

Вивчено проблему стохастичної стійкості і робастного керування для одного класу систем з невизначеностями та марковськими параметрами. Установлено достатні умови стохастичної стійкості і експоненціальної стійкості у середньому

квадратичному, а також розв'язано задачу оптимальної стабілізації для таких систем.

Розглянемо наступну лінійну стохастичну систему, яка задається рівнянням з марковським параметром

$$\dot{x}(t) = (A(r(t)) + \Delta A(r(t)))x(t) + (B(r(t)) + \Delta B(r(t)))u(t), \quad t \in \mathbf{R}_+ \setminus T, \quad (1)$$

з марковськими перемикаваннями

$$\Delta x(t) \Big|_{t=t_k} = g(t_k-, r(t_k-), x(t_k-), \eta_k), \quad t_k \in T := \{t_k, \lim_{k \rightarrow \infty} t_k = \infty\}, \quad (2)$$

і початковими умовами

$$x(0) = x_0, \quad r(0) = r_0, \quad \eta_0 = h \in \mathbf{H}. \quad (3)$$

Тут $x \in \mathbf{R}^n$ і $u \in \mathbf{R}^n$ вектори стану і керування відповідно; r – марковський процес зі скінченною кількістю станів $Y = \{y_1, \dots, y_N\}$ і генератором Q ; $\{\eta_k, k \geq 0\}$ – ланцюг Маркова зі значеннями в просторі $\mathbf{H}$; $A(r(t)), B(r(t))$ – відомі сталі матриці для кожного фіксованого $r(t) = y_i$ з відповідними розмірностями. $\Delta A(r(t)), \Delta B(r(t))$ є невизначеними матрицями, для яких

$$\Delta A(r(t)) = H_1(r(t))\Delta(r(t))E_1(r(t)), \quad \Delta B(r(t)) = H_2(r(t))\Delta(r(t))E_2(r(t)),$$

$H_1(r(t)), H_2(r(t)), E_1(r(t)), E_2(r(t)), \Delta(r(t))$ – відомі сталі матриці для кожного фіксованого $r(t) = y_i$ з відповідними розмірностями, $\Delta(r(t))$ є невідомою матричною функцією, для якої $\Delta(r(t))^T \Delta(r(t)) \leq I$.

Для системи (1)–(3) встановлено достатні умови стохастичної стійкості та експоненціальної стійкості в середньому квадратичному. Наведемо твердження про їх еквівалентність для таких систем; встановлено достатні умови існування робастного (надійного) керування, яке стабілізує систему до стохастично стійкої.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кац И.Я. Метод функций Ляпунова в задачах устойчивости и стабилизации систем случайной структуры. – Екатеринбург: Изд-во Уральской госакадемии путей сообщения, 1998. – 222 с.
2. Свердан М.Л., Царьков Е.Ф. Устойчивость стохастических импульсных систем. – Рига: РТУ, 1994. – 300 с.
3. Hu L., Shi P., Huang B. Stochastic stability and robust control for sampled – data system with Markovian jump parameters // I. Math. Anal. Appl, 2006. — № 313. — P. 504–517.

УДК 519.725

ПАРАЩУК А.І., ПАРАЩУК О.І.
ЧНУ імені Юрія Федьковича (Україна)

АЛГОРИТМ БІТ-РЕВЕРСІЇ РОЗМІЩЕННЯ ВІДЛІКІВ ШВИДКОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ФУР'Є (ШПФ)

Наведено алгоритм Кулі-Тьюкі швидкого перетворення Фур'є та відзначено його властивості щодо виконання операцій з комплексними числами, що забезпечують його швидкодію. Показано, що для правильного відтворення сигналу у системах цифрової обробки сигналів потрібно індекси його цифрових відліків розмістити у біт-реверсному порядку.

Математична основа спектрального аналізу – ДПФ (дискретне перетворення Фур'є)

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)w_N^{nk}, \quad k = 0, 1, \dots, N-1, \quad (1)$$

де N – довжина початкової послідовності і розмірність ДПФ, w_N^{nk} – множник повороту

$$w_N^{nk} = e^{-i\frac{2\pi}{N}nk}, \quad k=0,1,\dots,N-1. \quad (2)$$

Для скорочення послідовність і ДПФ називають N -точковими.

Оцінимо обчислювальну складність алгоритму ДПФ (1): за фіксованого значення k і $n=0,1,\dots,N-1$ потрібно виконати N операцій множення та $N-1 \approx N$ операцій додавання, всього $2N$ операцій; отже за $k=0,1,\dots,N-1$ потрібно виконати $N \times 2N = 2N^2$ арифметичних операцій з комплексними числами. Отже обчислювальна складність ДПФ оцінюється як $O(N^2)$. Для пониження обчислювальної складності використовуються швидкі алгоритми обчислення ДПФ. Серед них: алгоритм ШПФ (швидкого перетворення Фур'є) з основою 2, алгоритм ШПФ з основою 4, алгоритм ШПФ Винограда та інші. Найрозповсюдженіший – алгоритм за основою 2 (алгоритм Кулі-Тьюкі, опублікований в 1965 році). У цьому алгоритмі $N=2^\mu$, де μ – ціле додатне число.

Ідея цього алгоритму – обчислення N -точкового ДПФ на μ етапах, на кожному з яких поточне ДПФ обчислюється як комбінація ДПФ удвоє меншої розмірності. Опишемо цей алгоритм:

- задати початкові умови: відліки N -точкової послідовності розставити за певним правилом;
- на першому етапі обчислюються 2-точкові ДПФ кожної пари відліків послідовності;
- на другому етапі обчислюються 4-точкові ДПФ як комбінація 2-точкових ДПФ, визначених на першому етапі;
- ...
- на j -му етапі обчислюються 2^j -точкові ДПФ як комбінація 2^{j-1} -точкових ДПФ, визначених на $j-1$ -етапі;
- ...
- на $\mu-1$ етапі обчислюється $\frac{N}{2}$ -точкове ДПФ як комбінація $\frac{N}{4}$ -точкових ДПФ;
- на μ -му (останньому) етапі обчислюється шукане N -точкове ДПФ як комбінація $\frac{N}{2}$ -

точкових ДПФ, індекси відліків ДПФ будуть в потрібному порядку $k=0,1,2,\dots,N-1$.

Для реалізації даного алгоритму потрібно знати:

1. Правило початого розміщення відліків N -точкової послідовності.
2. Загальну формулу розрахунку ДПФ для будь-якого j -го етапу.

Початкові умови формуються як результат μ -кратного розбиття N -точкової послідовності відліків: спочатку дві $\frac{N}{2}$ -точкові парних і непарних відліків, потім кожну з них на дві $\frac{N}{4}$ -точкові парних і непарних відліків, нумеруючи індекси починаючи з нуля; потім кожну з них на $\frac{N}{8}$ -точкові парних і непарних відліків і т.д. $i=1,2,\dots,\mu$.

Подамо множник w_N^{nk} у вигляді

$$w_N^{nk} = e^{-i\frac{2\pi}{N}nk} = e^{-i\frac{2\pi}{N/2}nk} = w_{N/2}^{nk} \quad (3)$$

і перепишемо ДПФ (1) у вигляді

$$X(k) = \sum_{n=0}^{\frac{N}{2}-1} x(2n)w_{N/2}^{nk} + w_N^k \sum_{n=0}^{\frac{N}{2}-1} x(2n+1)w_{N/2}^{nk}, \quad k=0,1,\dots,N-1. \quad (4)$$

Введемо позначення: $X_0^\mu(k) = X(k)$; $X_0^{\mu-1}(k) = \sum_{n=0}^{\frac{N}{2}-1} x(2n)w_{N/2}^{nk}$; $X_1^{\mu-1}(k) = \sum_{n=0}^{\frac{N}{2}-1} x(2n+1)w_{N/2}^{nk}$, де верхній індекс вказує номер етапу алгоритму ШПФ, а нижній – номер ДПФ, парне і непарне. Тоді N -точкове ДПФ можна визначити як комбінацію двох $\frac{N}{2}$ -точкових ДПФ – парного $X_0^{\mu-1}(k)$ і непарного $X_1^{\mu-1}(k)$:

$$X(k) = X_0^{\mu-1}(k) + w_N^k X_1^{\mu-1}(k), \quad k = 0, 1, \dots, N-1. \quad (5)$$

Якщо взяти до уваги періодичність функцій $X_0^{\mu-1}(k)$, $X_1^{\mu-1}(k)$ за змінною k з періодом $\frac{N}{2}$, то їх досить обчислювати за $k = 0, 1, \dots, \frac{N}{2} - 1$, а потім повторити при $k = \frac{N}{2}, \frac{N}{2} + 1, \dots, \frac{N}{2} - 1$, тобто

Множник повороту за $k = \frac{N}{2}, \frac{N}{2} + 1, \dots, \frac{N}{2} - 1$ дорівнює $w_N^{k+\frac{N}{2}} = w_N^k w_N^{\frac{N}{2}} = w_N^k e^{-i\frac{2\pi}{N} \frac{N}{2}} = -w_N^k$ при $k = 0, 1, \dots, \frac{N}{2} - 1$, а значить і його достатньо знайти при $k = 0, 1, \dots, \frac{N}{2} - 1$, а потім, змінивши знак, повторити при $k = \frac{N}{2}, \frac{N}{2} + 1, \dots, \frac{N}{2} - 1$.

Отже стає зрозуміло, що розрахунок спрощується за рахунок розпаралелювання обчислень при $k = 0, 1, \dots, \frac{N}{2} - 1$ і $k = \frac{N}{2}, \frac{N}{2} + 1, \dots, \frac{N}{2} - 1$. Такий ефект спостерігається для кожного етапу для початкової послідовності, якщо $N = 2^\mu$.

Тепер можна сформулювати алгоритм початкового розміщення відліків досліджуваного сигналу. Потрібно сказати, що ми досліджуємо деякий аналоговий сигнал у певні моменти часу і хочемо його відтворити за допомогою системи цифрової обробки. Як правило це комп'ютеризована система і ми хочемо відтворити сигнал з достатньою точністю на конкретній елементній базі, яка нам доступна. Ми розуміємо, що відліки (значення сигналу в певні моменти часу) повинні бути відомі системі обробки сигналу, який хочемо розпізнати за допомогою системи цифрової обробки. Оскільки ми знаємо, що цих відліків повинно бути $N = 2^\mu$, то відомо, що індекс відліку має розмір μ бітів. Щоб відновити сигнал за допомогою швидкого перетворення Фур'є, потрібно розмістити відліки за індексами, які мають біт-реверсний порядок. Тоді можна застосувати швидкий алгоритм Кулі-Тьюкі, оскільки відліки перетвореного сигналу тоді будуть розташовані в потрібному порядку і ми одержимо якісний неспотворений сигнал.

Щоб це зробити, потрібно виконати такі дії μ -розрядний масив індексів відліків спостережуваного сигналу треба порозрядно повернути на 180 градусів відносно середини.

УДК 621.96

ПЕРМЯКОВ В.І., РЯБУШКО А.В.
ХНУБА (Україна)

ОБҐРУНТУВАННЯ ЕРГОДИЧНОСТІ АКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ ПРИ ПОДРІБНЕННІ МАТЕРІАЛУ

Розглядається задача дослідження ергодичності акустичних сигналів при математичному моделюванні процесів подрібнення будівельних матеріалів у кульових млинах

Один з головних параметрів кульових млинів – тонкість помелу – в значній мірі залежить від їх завантаження. Контроль цього параметру складний та пов'язаний із значними труднощами. Найбільше розповсюдження отримали методи непрямого контролю завантаження за параметрами акустичного сигналу (шум млина) [1]. При аналізі акустичних сигналів з метою подальшої побудови математичних моделей процесів помелу виникає потреба дослідження їх ергодичності.

Відомо, що ергодичність – це спеціальна властивість деяких динамічних систем, що складається в тому, що в процесі еволюції майже кожний стан з певною ймовірністю проходить поблизу будь-якого іншого стану системи. При цьому система, в якій фазові середні збігаються з тимчасовими, називається ергодичною. Перевагою ергодичних динамічних систем є те, що при достатньому часі спостереження такі системи можна описувати статистичними методами.

З метою проведення побудови математичної моделі кульового млина по каналу «акустичний шум-тонкість помелу» авторами були проведені експериментальні дослідження кульового млина №8 розміром 4×13,5м Балаклійського цементного заводу [2,3]. На рис. 1 представлені експериментальні записи акустичних сигналів в процесі подрібнення цементного клінкеру.

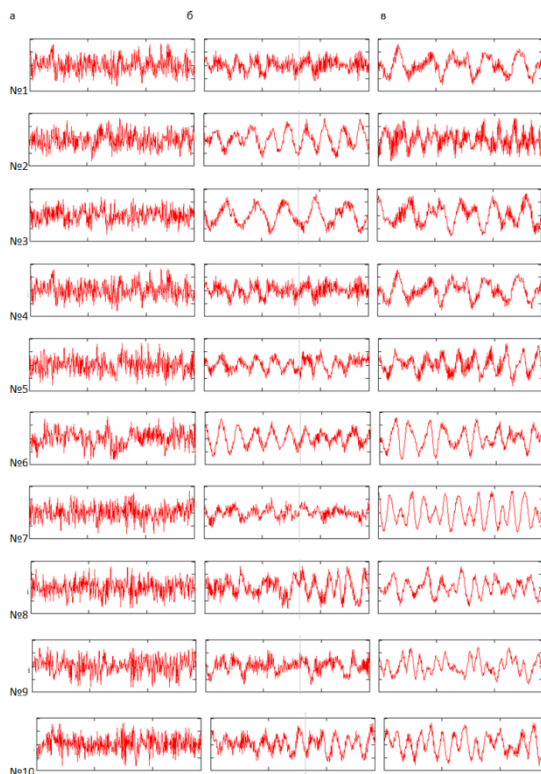


Рис. 1. Експериментальні записи акустичних сигналів на початку процесу подрібнення матеріалу (а), в середині (б) та в кінці (в)

Перевірка властивості ергодичності зазвичай здійснюється перевіркою виконання умови Слуцького. Необхідною і достатньою умовою ергодичності щодо середнього стаціонарного випадкового процесу є виконання наступної рівності:

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T R_x(u) \left(1 - \frac{u}{T}\right) du = 0,$$

де R_x – кореляційна функція.

На рис. 2 показано графіки зміни критерію Слуцького в залежності від довжини реалізації акустичного сигналу.

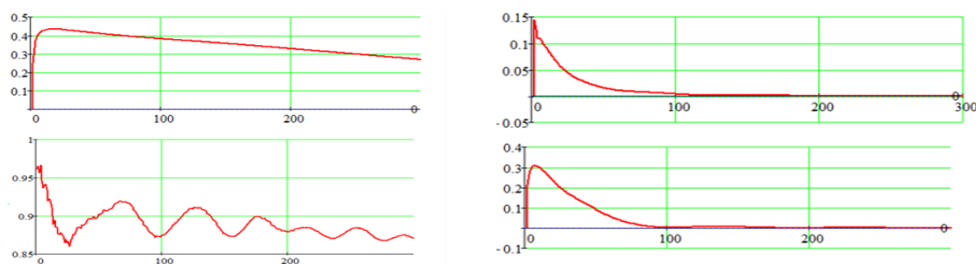


Рис. 2. Зміна критерію Слуцького в залежності від довжини реалізації

На графіках видно, що чисельне значення критерію Слущкого наближається до необхідного теоретичного значення. Таким чином, можна вважати, що акустичні сигнали при подрібненні цементного клінкеру у кульовому млині мають властивість ергодицичності.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Рябушко А.В. Проблемы управления и диагностики измельчительного оборудования. // Научный вестник строительства. – Харків, ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2000. – Вип.13. – С.186-188.
2. Рябушко А.В. Контроль и управление процессом измельчения на основе вибрационного и акустического сигналов / О.О. Кулаєнко, А.В. Рябушко, В.І. Пермяков та ін. // «Автоматика-2007»: матеріали XIV міжнародної конференції з автоматичного управління, 10-14 вересня 2007 р.: тези доп. – Севастополь, 2007. – Ч.1. – С. 155-157.
3. Рябушко А.В. Аппаратно-программный комплекс виброакустических измерений измельчительных агрегатов / А.В. Рябушко, В.І. Пермяков, О.В. Донець, О.О. Кулаєнко // Научный вестник строительства: збірник наукових праць Харківського державного технічного університету будівництва та архітектури. – Х., 2005. – Т.2, №30. – С.185-189.

УДК 519.17

СЕМЕНЮТА М.Ф., ШУЛЬГІН В.А.
Льотна академія НАУ (Україна)

ГРАФОВІ МОДЕЛІ НА ОСНОВІ D -ДИСТАНЦІЙНОЇ МАГІЧНОЇ РОЗМІТКИ

Досліджуються властивості матриць, асоційованих з D -дистанційними магічними графами. Встановлено взаємозв'язок між D_1 -, D_2 -дистанційними магічними графами однакового порядку з подібними дистанційними матрицями, а також доведено, що їх дистанційні магічні сталі збігаються.

Вступ. У багатьох додатках теорії графів стикаються з проблемою великої розмірності графа. Існує спосіб кодування структури графа пов'язаний з наявністю надлишкової інформації про локальні його частини, включаючи відомості про окіл вершин підграфів заданого графа. Деякі з вершинних розміток є корисними в цій ситуації, серед них – D -дистанційна магічна розмітка.

Постановка задачі. Будемо розглядати скінченні неорієнтовані графи, які не містять кратних ребер і петель. У загальному вигляді визначення розмітки графа можна сформулювати так: розміткою f графа $G=(V, E)$ називають бієктивне або ін'єктивне відображення множини елементів графа G на множину чисел (частіше натуральних або цілих), яке задовольняє певним умовам. Ці умови залежать від типу розмітки. Якщо вона відноситься до магічного типу, то додатково на V або E вводиться вагова функція, що приймає однакові значення для кожного елемента відповідної множини. Крім того, розмітки поділяють на вершинні, реберні, тотальні, в залежності від області визначення функції f . Далі мова піде про D -дистанційну магічну розмітку, яка відноситься до магічного типу вершинних розміток. Вона являє собою узагальнення поняття дистанційної магічної розмітки, відомої також як Σ -розмітка і 1-вершинна магічна розмітка [1-3]. У дистанційному магічному графі $G=(V, E)$ мітками вершин служать числа від одиниці до $|V|$, а вага вершини визначається як сума міток суміжних їй вершин і всі вершини мають однакову вагу. Для D -дистанційного магічного графа множина суміжності вершини розширена на її D -оکیل, де $D \subset \{0, 1, 2, \dots, d\}$, $d=\text{diam}(G)$ - діаметр графа G . Вперше D -дистанційна магічна розмітка запропонована в роботі [4].

Часто зручно мати справу не з розміченим графом, а з його матричним представленням. Матриці розмітки описані в роботах [4-7]. Автори роботи [4] застосували матричний аналіз при вирішенні проблеми існування D -дистанційної магічної розмітки (D, r) -регулярного графа. У [6] вивчається зв'язок між закритою дистанційною магічною розміткою графа і його спектром. У даній доповіді досліджуються властивості матриць, асоційованих з D -дистанційними магічними графами.

Основна частина. Нехай задано множину $D \subset \{0, 1, 2, \dots, d\}$, де $d=\text{diam}(G)$. D -оکیل вершини $v \in V(G)$ позначається $N_D(v)$ і являє собою множину всіх вершин $u \in V(G)$, які знаходяться на відстані $d(u,v) \in D$ від вершини v , тобто $N_D(v) = \{u \in V(G) : d(u,v) \in D\}$. Граф G порядку n називають D -вершинно-магічним або D -дистанційним магічним, якщо існує бієкція $f: V(G) \rightarrow \{1, 2, \dots, n\}$ і

така стала k , що для кожної вершини $v \in V(G)$, $\sum_{u \in N_D(v)} f(u) = k$ [3]. Число k називають D -дистанційною (або дистанційною) магічною сталою розмітки f .

Під D -дистанційною (або дистанційною) матрицею графа G розуміють $n \times n$ бінарну матрицю $A_D = (a_{ij}^D)$ з елементами $a_{ij}^D = 1$ тоді й тільки тоді, коли $d(u_i, u_j) \in D$, де $u_i, u_j \in V(G)$, в інших випадках $a_{ij}^D = 0$. Неважко переконатися, що матриця A_D симетрична, сума її елементів в i -тому рядку дорівнює потужності множини $N_D(u_i)$ і $\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n a_{ij}^D = \sum_{i=1}^n |N_D(u_i)|$. Якщо $D = \{1\}$, тоді $A_D = A$, якщо $D = \{0, 1\}$, тоді $A_D = A + E$, де A – матриця суміжності графа G , E – одинична матриця. У загальному випадку, дистанційну матрицю представимо у вигляді суми спеціальних квадратних матриць A_s порядку n : $A_D = A + A_1 + \dots + A_{d-1} + E$, якщо $0 \in D$ і $A_D = A + A_1 + \dots + A_{d-1}$, якщо $0 \notin D$, де $A_s = (a_{ij}^{(s)})$ – квадратна матриця порядку n і $a_{ij}^{(s)} = 1$ при $d(u_i, u_j) = s + 1 \in D$, інакше $a_{ij}^{(s)} = 0$, $s = 1, 2, \dots, d-1$.

Граф G порядку n називають (D, r) -регулярним, якщо для будь-якої вершини $v_i \in V(G)$ і кожного $i = 1, 2, \dots, n$ виконується рівність $\sum_{j=1}^n a_{ij}^D = r$, коли $0 \notin D$ і $\sum_{j=1}^n a_{ij}^D = r + 1$, коли $0 \in D$, де $A_D = (a_{ij}^D)$ – дистанційна матриця графа G , тобто всі D -окіли мають однакову потужність.

Кожному позначеному графу G єдиним чином ставиться у відповідність матриця A_D . Однак, неізоморфні графи однакового порядку можуть мати подібні дистанційні матриці. Для них отримаємо наступну теорему та наслідок з неї.

Теорема. Нехай G і H – графи порядку n з подібними дистанційними матрицями A_{D_1} і A_{D_2} відповідно. Граф G є D_1 -дистанційним магічним тоді і тільки тоді, коли H – D_2 -дистанційний магічний граф.

Графи з подібними дистанційними матрицями назовемо дистанційно-подібними. Очевидно, для дистанційно-подібних (D_1, r_1) - і (D_2, r_2) -регулярних графів $r_1 = r_2$. Якщо графи G і H мають подібні дистанційні матриці і є D_1 -, D_2 -дистанційними магічними, тоді їх назовемо *магічними дистанційно-подібними*.

Наслідок. Для будь-яких магічних дистанційно-подібних графів їх дистанційні магічні сталі збігаються.

Висновок. Отримано спосіб породження різних магічних дистанційно-подібних графів однакового порядку із заданого D -дистанційного магічного графа того ж порядку.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Miller M., Rodger C., Simanjuntak R. Distance magic labelings of graphs. Australasian Journal of Combinatorics. 2003. Vol. 28. P. 305-315.
2. Vilfred V. Sigma labelled graphs and circulant graphs. Ph.D. Thesis, University of Kerala, India, March 1994.
3. Beena S. On Σ and Σ' labelled graphs. Discrete Mathematics. 2009. Vol. 309. P. 1783-1787.
4. O'Neal A., Slater P. An introduction to distance D magic graphs. Journal of the Indonesian Mathematical Society. Special Edition. 2011. P. 89-107.
5. Arumugam S., Froncek D., Kamatchi N. Distance magic graphs – a survey. Journal of the Indonesian Mathematical Society. Special Edition. 2011. P. 11-26.
6. Anholcer M., Cichacz S., Peterin I. Spectra of graphs and closed distance magic labelings. Discrete mathematics. 2016. Vol. 339. P. 1915-1923.
7. Arumugam S., Kamatchi N. On the uniqueness of D-vertex magic constant. Discussiones mathematicae graph theory. 2014. Vol. 34. P. 279-286.

УДК 519.816

ТИМОФІЄВА Н.К.

МННЦТiС НАН та МОН України (Київ)

ФРАКТАЛЬНА СТРУКТУРА ПРИРОДНИХ СИГНАЛІВ

Показано, що природні сигнали описуються комбінаторною конфігурацією – розміщення з повтореннями. Оскільки комбінаторні простори мають фрактальну структуру, то відповідно і природним сигналам, які утворюються за правилами цих просторів також характерна фрактальна структура.

Вступ. Природні сигнали (мовленнєві сигнали, електрокардіограми, електроенцефалограми) мають комбінаторну природу. Для них властиві аксіоми знакових комбінаторних просторів, точкою яких є розміщення з повтореннями. Аналіз множини комбінаторних конфігурацій показує, що останні мають фрактальну структуру. Відповідно, фрактальну структуру мають і простори природних сигналів.

Загальні відомості про фрактали. Точного означення фракталів ще не сформульовано, тому наведемо їхнє емпіричне означення. Фрактали це – фігури, які є результатом математичних процесів, що повторюються, володіють самоподібністю в будь-якому вимірі, та мають фрактальну розмірність [1].

Фрактали розділяють на такі типи: самоповторні, лінійні, самоподібні, квазісамоподібні, статистично самоподібні. Самоподібні фрактали містять зменшені копії фігури, які змінені з допомогою нелінійних функцій (множина Жюліа). Квазісамоподібні – ідентичні в різних вимірах. Вони містять зменшені та деформовані копії усієї фігури та утворені за допомогою рекурсивних процедур (множина Мандельброта, фрактал Ляпунова) [1].

Згідно з цією класифікацією, комбінаторні множини, відповідно і знакові комбінаторні простори, можна віднести як до самоподібних так і квазісамоподібних фракталів. Вони утворюються рекурсивними процедурами, характеризуються самоподібністю, одночасно скінченні та нескінченні, містять інші фрактали всередині себе (множина Мандельброта). При їхньому впорядкуванні у множині можна виділити внутрішні (закриті) точки і зовнішні, орбіта яких виходить в безкінечність (множина Жюліа).

Комбінаторні конфігурації. Оскільки точками знакових комбінаторних просторів є комбінаторні конфігурації певного типу, розглянемо, як вони утворюються та за якими правилами впорядковуються.

Комбінаторною конфігурацією назвемо будь-яку сукупність елементів, яка утворюється з усіх або з деяких елементів заданої множини $A = \{a_1, \dots, a_n\}$ [2]. Позначимо її впорядкованою множиною $w^k = (w_1^k, \dots, w_n^k)$. Під символом $w_j^k \in A$ розуміємо як окремі елементи, так і підмножини (блоки), $\eta \in \{1, \dots, n\}$ – кількість елементів у w^k , $W = \{w^k\}_1^q$ – множина комбінаторних конфігурацій. Верхній індекс k ($k \in \{1, \dots, q\}$) у w^k позначає порядковий номер w^k у W , q – кількість w^k у W .

Комбінаторні конфігурації будь-якого типу формуються з елементів заданої множини характерною для кожного з них операцією. Одні з цих операцій змінюють порядок розміщення в них елементів, інші змінюють їхній склад.

Означення 1. Множину $A = \{a_1, \dots, a_n\}$, з елементів якої утворюються комбінаторні конфігурації, назвемо базовою.

Означення 2. Рекурентним комбінаторним оператором назвемо сукупність правил, за допомогою яких з елементів базової множини A утворюється комбінаторна конфігурація w^k .

Фрактальні властивості комбінаторних множин. Отже, певне впорядкування комбінаторних конфігурацій з використанням властивості періодичності утворює комбінаторну множину, яка має фрактальну природу. Вважаємо, що комбінаторні множини *самоподібні*, якщо їхні елементи утворюються одним і тим же рекурентним комбінаторним оператором, а їхнє впорядкування проводиться за одними і тими ж правилами.

В задачах розпізнавання мовленнєвих сигналів, електрокардіограм, електроенцефалограм тощо входними даними є саме ці сигнали. Для визначення їхньої комбінаторної природи спочатку наведемо аксіоми знакового комбінаторного простору.

1. Знаковий комбінаторний простір існує в двох станах: спокої (згорнутий) і в динаміці (розгорнутий).

2. Згорнутий знаковий комбінаторний простір задається інформаційним знаком $\mathfrak{R} = \langle A, T, P, \Xi \rangle$, який містить властивості розгорнутого простору певного типу, де A – одна або кілька базових множин, з елементів яких утворюються розгорнуті комбінаторні простори; T – типи комбінаторних конфігурацій, які є точками певного комбінаторного простору; P – правила розгортання комбінаторного простору; Ξ – правила згортання простору певного типу з точок як одного так і кількох комбінаторних просторів. Згорнутий простір має властивості просторів, з яких він згорнувся.

3. Утворення із згорнутого розгорнутих комбінаторних просторів проводиться за рекурентними правилами. Точкою розгорнутого простору є комбінаторна конфігурація певного типу.

4. Розгортання комбінаторного простору характерна властивість періодичності, яка впливає з рекурентного способу утворення та впорядкування комбінаторних конфігурацій.

Із згорнутого комбінаторного простору утворюються такі простори: частково розгорнуті, повні розгорнуті.

На прикладі мовленнєвих сигналів розглянемо знаковий простір природних сигналів. Мовленнєвий сигнал під дією певних чинників утворюється різноманітними комбінаціями активних і пасивних органів творення мови. Тому сукупність цих сигналів опишемо як знаковий комбінаторний простір. Під згорнутим мовленнєвим простором розуміємо інформаційний знак $\mathcal{R}=\langle A, T, P, \Xi \rangle$, де A – базова множина, елементам $a_i \in A$ якої відповідають органи мовленнєвого тракту, P – система правил, за допомогою яких комбінацією $a_i \in A$ розгортається природний мовленнєвий простір, T – тип простору природних сигналів, Ξ – правила згортання мовленнєвого простору завдяки слуховому апарату, $l \in \{1, \dots, n\}$. Частково розгорнутим мовленнєвим простором назовемо інформаційний знак, елементи базової множини якого відповідають звукам, утворених з елементів $a_i \in A$ базової множини A згорнутого простору, і систему правил, за допомогою яких комбінацією точок цього простору утворюється розгорнутий мовленнєвий простір.

Мовленнєві сигнали, що відповідають одному і тому ж слову, але вимовлені різними дикторами, відрізняються як частотою так і величиною амплітуди. Його можна описати упорядкованою послідовністю чисел. Тому точками мовленнєвого простору є вибірка – розміщення з повтореннями з n елементів $a_j \in A$ по η , в якій ураховується порядок елементів. Отримані розміщення з повтореннями для різних сигналів одного слова містять різну кількість елементів та визначають нечіткість вхідної інформації. Ця конфігурація одночасно є скінченною і нескінченною та характеризується самоподібністю, що властиво фракталам.

Процес розгортання сигналу, що характерний для роботи серця (або мозку), також описується з використанням знакових комбінаторних просторів. Точкою цих просторів є також розміщення з повтореннями.

Висновок. Отже, природні сигнали задаються такою комбінаторною конфігурацією як розміщеннями з повтореннями. Ця комбінаторна конфігурація одночасно – скінченна та нескінченна, утворюється за одними і тими ж правилами, що характеризує самоподібність. Ці ознаки властиві фракталам. Виходячи з цього, можна сказати, що природні сигнали мають фрактальну структуру.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. М.: Постмаркет. – 2000. – 352 с.

2. Тимофієва Н.К. Теоретико-числові методи розв'язання задач комбінаторної оптимізації. Автореф. дис... докт. техн. наук / – Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ. – 2007. – 32 с.

УДК 510.5

ФІЛІПЧУК М.П., ФІЛІПЧУК О.І.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича (Україна)

ПРО ОБЧИСЛЕННЯ ОДНІЄЇ ФУНКЦІЇ НА МАШИНІ З НЕОБМЕЖЕНИМИ РЕГІСТРАМИ

Запропоновано алгоритм для обчислення часткової числової функції $f(n, m) = n^m$ на машині з необмеженими регістрами та встановлено точну формулу для оцінки його складності.

Вступ. Машина з необмеженими регістрами (МНР) [1, 2] – абстрактна обчислювальна машина, що є однією з формалізацій поняття алгоритму. В праці [3] розглянуте питання пошуку

оптимального алгоритму для обчислення на МНР функції $f(n) = n!$. У даній праці аналогічне питання розглядається для примітивно рекурсивної та МНР-обчислюваної часткової числової функції $f(n, m) = n^m$, де $n, m \in N_0 = \{0, 1, 2, \dots\}$.

Алгоритм (МНР-програма). Обчислення виразу n^m при $n > 1$ і $m > 1$ реалізуємо циклічно, послідовним множенням, за наступною схемою:

Result = n
Цикл від 2 до m: Result = Result * n

При цьому в якості необхідної підпрограми для множення $x \cdot y$ двох поточних чисел x і y використовуємо найбільш оптимальний алгоритм [4] серед відомих на даний час:

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| 1. J(1,3,12) | 5. J(2,5,11) | 9. J(1,4,4) |
| 2. J(2,3,11) | 6. Z(4) | 10. J(1,1,7) |
| 3. T(1,3) | 7. S(3) | 11. T(3,1) |
| 4. S(5) | 8. S(4) | |

складність $\tilde{L}(x, y)$ якого (в розумінні загальної кількості виконуваних в процесі обчислення команд програми) при $x > 1$ і $y > 1$, як нами було встановлено, дається формулою

$$\tilde{L}(x, y) = (y - 1)(4x + 2) + 6. \quad (*)$$

Випадки, коли серед чисел n і m є хоча б один нуль або хоча б одиниця, відстежуємо на самому початку та обробляємо окремо, оскільки значення виразу n^m тут буде апіорі відомим і не потребує реальних обчислень з використанням операцій множення.

Реалізація описаного алгоритму у вигляді МНР-програми має наступний вигляд:

- | | | | |
|--------------|---------------|---------------|---------------|
| 1. S(3) | 8. J(4,6,19) | 15. S(7) | 22. Z(7) |
| 2. J(2,4,27) | 9. J(5,6,18) | 16. J(4,7,11) | 23. Z(8) |
| 3. J(1,4,29) | 10. T(4,6) | 17. J(4,4,14) | 24. J(1,1,8) |
| 4. J(1,3,26) | 11. S(8) | 18. T(6,4) | 25. T(4,1) |
| 5. J(2,3,26) | 12. J(5,8,18) | 19. S(3) | 26. J(1,1,29) |
| 6. T(1,4) | 13. Z(7) | 20. J(3,2,25) | 27. J(1,2,27) |
| 7. T(1,5) | 14. S(6) | 21. Z(6) | 28. T(3,1) |

Команди 8-18 тут, фактично, є раніше згаданою підпрограмою множення двох поточних чисел.

Створена програма в процесі обчислень загалом оперує значеннями лише перших восьми регістрів: $R_1 - R_8$. Регістри R_1 і R_2 використовуються для зберігання аргументів функції – чисел n та m відповідно. Регістр R_3 використовується в якості лічильника кількості уже виконаних множень. Регістри $R_4 - R_8$ використовуються у підпрограмі множення двох поточних чисел, при цьому у регістрі R_4 завжди зберігається перший множник, а у регістрі R_5 – другий. Стартовим вмістом регістрів R_4 і R_5 є число n . В процесі виконання ітерацій циклу множення у регістрі R_4 накопичуються відповідні степені числа n . Після завершення циклу вміст регістру R_4 копіюється в регістр R_1 .

Ретельне тестування наведеної МНР-програми у емуляторах [2] та [5] підтвердило її коректність.

Вкажемо деякі результати тестування:

n	m	Результат обчислення (n^m)	Кількість виконаних команд МНР-програми
3	4	81	365
2	5	32	181

Складність алгоритму. Аналіз запропонованого алгоритму дозволив встановити точну формулу для обчислення загальної кількості команд $L(n, m)$ МНР-програми, що виконуватимуться при обчисленні числа n^m :

$$L(n, m) = \begin{cases} \infty, & \text{якщо } n = 0 \text{ і } m = 0, \\ 3, & \text{якщо } n = 0 \text{ і } m \neq 0, \\ 4, & \text{якщо } n \neq 0 \text{ і } m = 0, \\ 5, & \text{якщо } n = 1 \text{ і } m > 0, \\ 6, & \text{якщо } n > 1 \text{ і } m = 1, \\ \sum_{i=2}^m \tilde{L}(n^{i-1}, n) + 6m - 1, & \text{якщо } n > 1 \text{ і } m > 1, \end{cases}$$

де функція $\tilde{L}(x, y)$ визначається формулою (*).

Наприклад, при $n = 3$ і $m = 4$

$$L(3, 4) = \sum_{i=2}^4 \tilde{L}(3^{i-1}, 3) + 6 \cdot 4 - 1 = \tilde{L}(3, 3) + \tilde{L}(9, 3) + \tilde{L}(27, 3) + 23 = 34 + 82 + 226 + 23 = 365,$$

а при $n = 2$ і $m = 5$

$$\begin{aligned} L(2, 5) &= \sum_{i=2}^5 \tilde{L}(2^{i-1}, 2) + 6 \cdot 5 - 1 = \tilde{L}(2, 2) + \tilde{L}(4, 2) + \tilde{L}(8, 2) + \tilde{L}(16, 2) + 29 = \\ &= 16 + 24 + 40 + 72 + 29 = 181, \end{aligned}$$

що співпадає з відповідними експериментальними результатами, отриманими в емуляторах.

Висновки. Запропоновано ефективний, потенційно оптимальний алгоритм обчислення функції $f(n, m) = n^m$, де $n, m \in \mathbb{N}_0$, на машині з необмеженими регістрами. Наведено точну формулу для оцінки складності цього алгоритму.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

3. Cutland N.J. Computability: An Introduction to Recursive Function Theory. – Cambridge: Cambridge University Press, 1980. – 251 p.
4. Філіпчук М., Філіпчук О. Емулятор машини з необмеженими регістрами // Матеріали міжвузівського наукового семінару “Прикладні задачі та ІТ-технології”, присвяченого 100-річчю від дня народження професора Василя Павловича Рубаника (1917-1993) і 55-річчю кафедри прикладної математики та інформаційних технологій (9-10 червня 2017 року). – Чернівці, 2017. – С. 115-118.
5. Філіпчук М.П., Філіпчук О.І. До питання оптимального обчислення факторіала на машині з необмеженими регістрами // Праці VI-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми інформатики та комп’ютерної техніки» (ПІКТ – 2017) (Чернівці, 5-8 жовтня 2017 року). – Чернівці: Видавничий дім «Родовід», 2017. – С. 45-47.
6. The Mathematics Blog by Nilo de Roock:
<http://mathematics-diary.blogspot.com/2011/01/m381-l-2-unit-1.html>
7. URM Simulator: <https://sites.oxy.edu/rnaimi/home/URMsim.htm>

УДК 517.929

IGOR CHEREVKO, ANDREW DOROSH, TARAS DRIN
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Ukraine

MODELING OF BOUNDARY VALUE PROBLEMS FOR DELAY INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATIONS

We consider the following boundary value problem

$$\begin{aligned} y''(x) &= f(x, y(x), y(x - \tau_0(x)), y'(x), y'(x - \tau_1(x))) + \\ &+ \int_a^b g(x, s, y(s), y(s - \tau_0(x)), y'(s), y'(s - \tau_1(x))) ds, \end{aligned} \quad (1)$$

$$y^{(i)}(x) = \varphi^{(i)}(x), \quad i = 0, 1, \quad x \in [a^*; a], \quad y(b) = \gamma, \quad (2)$$

where $a^* = \min \left\{ \inf_{x \in [a; b]} (x - \tau_0(x)), \inf_{x \in [a; b]} (x - \tau_1(x)) \right\}$, $\gamma \in R$, $\tau_0(x) \geq 0$, $\tau_1(x) \geq 0$.

A delay $\tau_1(x)$ is a continuous function on $[a; b]$ such that the set

$$E = \{x_i \in [a; b] : x_i - \tau_1(x_i) = a, i = \overline{1, k}\}$$

is finite.

A function $y = y(x)$ is called a solution of the problem (1)-(2) if it satisfies the equation (1) on $[a; b]$ (with the possible exception of the set E) and the boundary conditions (2).

An analytical solution of such a boundary value problem exists only in the simplest cases. So the construction and investigation of approximate algorithms for solutions of these equations are important.

In this work we study a method of solving boundary value problems for delay integro-differential equations based on approximating the solution by cubic splines with defect two.

For practical modeling of boundary value problems for delay and neutral delay differential-difference and integro-differential equations, software with a user-friendly interface has been developed. The analysis of the performed numerical experiments for model test cases confirm the theoretical results.

Existence and uniqueness of a solution of delay boundary value problems in various function spaces were considered in [1-2]. Applying spline functions for solving differential-difference equations was investigated in [3-4].

REFERENCES

1. L.J. Grim, K. Schmitt. Boundary Value Problems for Delay Differential Equations // Bull. Amer. Math. Soc. – 74 (5). – 1968. – Pp. 997–1000.
2. T.S. Nikolova, D.D. Bainov. Application of spline-functions for the construction of an approximate solution of boundary problems for a class of functional-differential equations. // Yokohama Math. J. – 29 (1). – 1981. – Pp. 108–122.
3. I. Cherevko, A. Dorosh. Existence and Approximation of a Solution of Boundary Value Problems for Delay Integro-Differential Equations // J. Numer. Anal. Approx. Theory. – 44 (2). – 2016. – Pp. 154–165.
4. A. Dorosh, I. Cherevko. Application of spline functions for approximating solutions of linear boundary value problems with delay // Mathematical and computer modelling. Series: Physical and mathematical sciences. – Issue 10. – 2014. – Pp. 80–88.

СЕКЦІЯ 2

УДК 004.85

АНТОНЮК С.В., СОТНІКОВ С.В.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Україна

МЕТОДИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ВЕЛИКОГО ОБСЯГУ ДАНИХ

З появою у вільному доступі великих обсягів даних дедалі більшої актуальності набуває розвиток методів машинного. Розглянуто основні методи машинного навчання і проаналізовано особливості та результати їх застосування до класифікації медичних даних, що описують важкість серцево судинних захворювань. Визначено основні переваги методів глибинного навчання над традиційними підходами до задач класифікації, що використовувались протягом останніх десятиліть і ґрунтувались на експертних знаннях для виокремлення ознак із вхідних даних.

Основною метою дослідження є порівняльний аналіз медичних даних, які описують важкість серцево-судинних захворювань у 920 пацієнтів. З даними можна ознайомитися в [1]. Для аналізу даних вибрано чотири основні моделі:

1. Наївний байєсівський класифікатор; [2]
2. Лінійний дискримінантний аналіз Фішера;[2]
3. Метод опорних векторів;[4]
4. Штучні нейронні мережі.[3]

Використовуючи порівняльні характеристики для даних чотирьох моделей, а саме точність (precision), чутливість моделей (recall), F міру (F measure) моделей та відсоток помилок моделей (accuracy), вдалося встановити, що найкращою моделлю для даних на серцево-судинні захворювання є штучні нейронні мережі. Для валідації моделі було використано перехресну перевірку (crossvalidation) з кількістю кроків $K=10, 20$ та 30 . Вдалося показати, що найкращою штучною мережею з двома прихованими станами, що описує дані є модель, зображена на Рис.1.

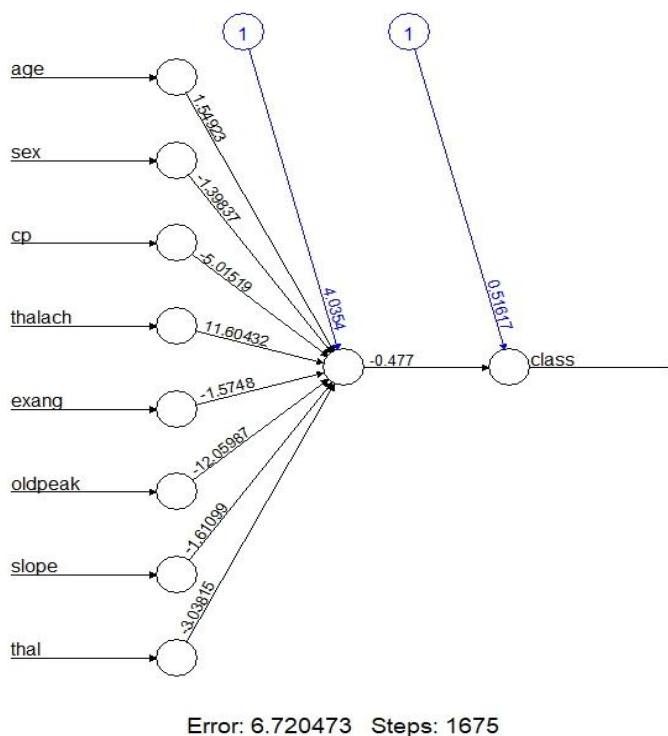


Рис.1

Крім того, варто зазначити, що дані містять велику кількість пропущених даних, що значно ускладнює побудову оптимальної моделі. На Рис. 2 зображено відсоток пропущених даних для 13 основних пояснюючих змінних.

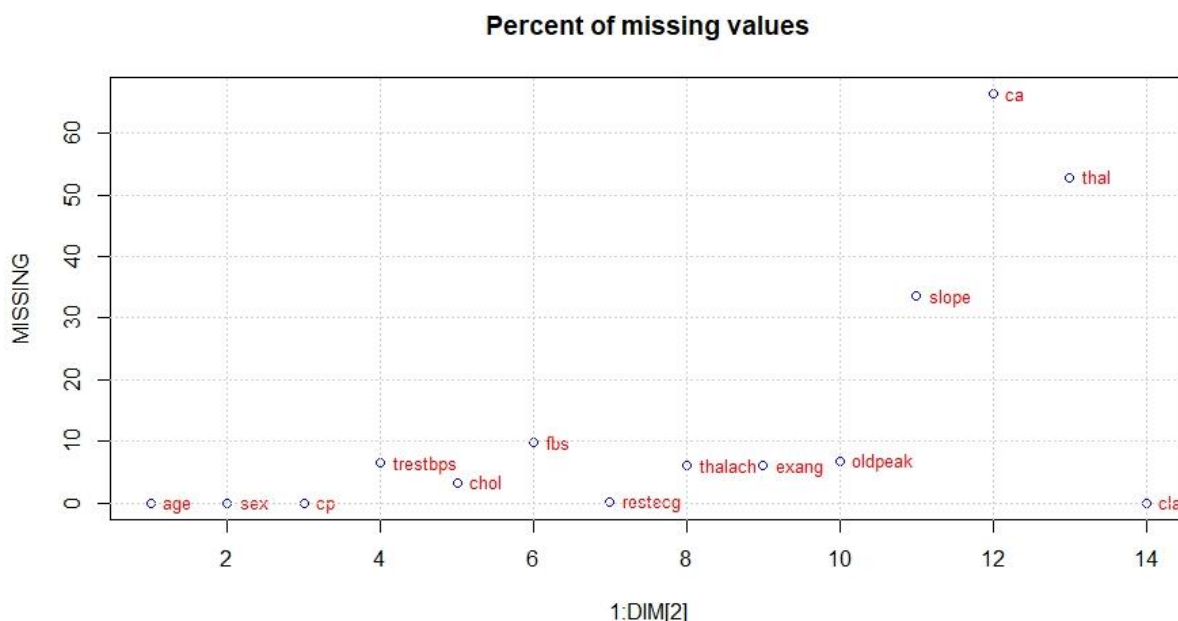


Рис. 2

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/heart+Disease>
2. Bishop C.M. Pattern Recognition and Machine Learning / C.M. Bishop. — NY: Springer. — 2006.
3. Schmidhuber J. Deep learning in neural networks: An overview / J. Schmidhuber // Neural networks. — Vol. 61. — 2015. — P. 85–117.
4. Liu P. SVM or deep learning? A comparative study on remote sensing image classification / P. Liu, K.K.R. Choo, L. Wang, F. Huang // Soft Computing. — Vol. 21, N 23. — 2017. — P. 7053–7065.

УДК 681.518

**ГОСПОДАРЧУК О.Ю., БОНДАР С.О., КОРШУНОВ М.В., ТИЧМИШИН Р.М.,
БОРОВИК В.О.**

Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем
НАН України та МОН України (Україна)

ЗАСТОСУВАННЯ ГРУПИ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ СПОСТЕРЕЖЕННЯ І ВИКОНАННЯ РІЗНОМАНІТНИХ ЗАВДАНЬ ЦИВІЛЬНОГО НАПРЯМКУ

Сутність даної роботи полягає в оцінці перспектив використання груп безпілотних літальних апаратів для моніторингу стану різноманітної інфраструктури в сільській та міській місцевості. У зв'язку з поширенням технологій групових польотів безпілотних літальних апаратів з'явилася можливість запровадити їх до галузей, що вже були освоєні поодинокими безпілотними літальними апаратами (БпЛА), але яких не вистачало для ефективного повноцінного охоплення всієї інфраструктури. Крім того, наводиться опис існуючої міжлітакової навігації для забезпечення групового польоту БпЛА.

Вступ.

Групове використання БпЛА - один з сучасних напрямків в галузі використання

безпілотних літальних апаратів. Після об'єднання в групу, кожен апарат керується власною автоматикою, а поведінкою групи може керувати програма з елементами штучного інтелекту або оператор.

Основна частина.

Ключовою технологією взаємодії БпЛА в групі є система міжлітакової навігації, спроектована спеціально для БпЛА, за допомогою якої здійснюються найважливіші завдання, такі як керування строєм, збір і розпуск групи.

Технічні засоби, які дозволяють здійснювати груповий політ БпЛА, це перш за все ті прилади і пристрої, які дозволяють визначати параметри відносного руху БпЛА. Вони повинні забезпечувати отримання необхідної далекомірної і кутомірної інформації. Ця вимірювальна апаратура може бути заснована на різних фізичних принципах: радіотехнічних, оптичних, лазерних. Наявність радіолокатора на борту БпЛА дозволяє не тільки забезпечувати груповий політ БпЛА, а й істотно розширити його можливості.

На вибір методу керування польотом строю на різних етапах його руху впливають численні умови, серед яких: вид і щільність строю; апіорна і робоча інформація, яка доступна для керування; обмеження на відносне положення об'єктів в строю, зокрема, вимога практично гарантованого розташування кожного БпЛА в еліпсоїді безпеки; необхідна точність керування абсолютним і відносним положенням об'єктів в строю; допустимі втрати швидкості строю, в порівнянні зі швидкістю польоту одиночного об'єкту, а також допустима додаткова витрата палива (енергії) об'єктами, що входять до строю, в порівнянні з випадком їх автономного польоту; вимоги до потайності строю бойового призначення в радіодіапазоні.

Одночасне керування декількома БпЛА дозволяє впровадити групи безпілотних літальних апаратів до виконання багатьох завдань, з яких найперспективнішими є цивільні задачі моніторингу стану інфраструктури і об'єктів, виконання різного спектру задач в аграрній сфері та спостереження за ситуацією на автошляхах.

Розглянемо перспективи використання груп БпЛА у деяких задачах такого роду.

1) Використання групи БпЛА для моніторингу ситуацій на міських автошляхах.

При використанні такої системи у зв'язці з громадським транспортом, підвищиться ефективність роботи мережі міського пасажирського транспорту, його інтервали та періодичність можна буде регулювати, відносно даних, отриманих такою системою. При появі ускладнень на автошляхах така система допоможе швидше виявити причину, а також допоможе скоригувати схему руху на час, необхідний для усунення перешкод.

При впровадженні такої системи спостереження в містах, корисним доповненням може бути система розпізнавання людей та автомобілів. Знаходячись на службі в поліції або інших службах охорони, така система буде корисним помічником в задачах пошуку людей, спостереження за правопорушниками, а також як система пошуку транспортних засобів.

2) Безпілотні авіаційні комплекси в аграрній сфері.

За офіційними даними - близько 25 % усіх БпЛА, що експлуатуються у світі зайняті в сільському господарстві. Така популярність зв'язана з різноманітністю задач, що можуть виконувати безпілотні літальні апарати: починаючи зі збору даних і моніторингу стану сільськогосподарських угідь і закінчуючи обробкою ділянок мінеральними добривами або водою. При виконанні таких завдань безпілотна авіація успішно замінила спеціалізовану пілотовану [1].

Такі переваги групи БпЛА (перед одиничним літальними апаратами) як більше охоплення території і можливість виконання різних завдань одночасно, суттєво збільшить кількість і точність даних, що потрібні аграріям, або дозволить вести збір даних з декількох ділянок одночасно і передавати їх на один пункт збору усієї інформації, зменшить час та збільшить рівномірність обробки полів добривами та водою [2].

3) Групи БпЛА для моніторингу стану ліній електропередач, нафто- і газопроводів, автошляхів та інфраструктури залізниць.

Окремим видом використання БпЛА є задача моніторингу стану ліній електропередач (ЛЕП), що дозволить більш ефективно оцінювати технічний стан

проводів та ізоляторів, виявляти в будь-який час доби акти несанкціонованої діяльності сторонніх осіб і транспортних засобів в охоронних зонах, передавати в режимі реального часу якісні дані про дефекти проводів при аварійному відключенні.

Унікальні дані, отримані з борту БпЛА, дозволяють фахівцям мережевої інфраструктури оцінювати і прогнозувати вплив природних факторів на ЛЕП, визначати дефекти, відхилення проводів та ізоляції від допустимих норм, обстежити нові маршрути ЛЕП і прилеглі до них території, здійснювати нагляд за рослинністю, що запобігає появі загрози цілісності проводів.

В умовах надзвичайних ситуацій БпЛА можуть служити ретранслятором зв'язку для наземних груп, а згодом отримані дані дозволять оцінити збиток і стан навколишнього середовища (наприклад, виявити дерева, що впали під час події на високовольтні лінії).

За отриманими фото- і відеозображеннями з борту БпЛА, після обробки в спеціалізованому програмному забезпеченні, може створюватися цифрова 3D-модель маршрутів ЛЕП.

Використання групи БпЛА у даній сфері підвищить точність при побудові цифрової моделі маршрутів ЛЕП і її прив'язці до карти місцевості, знизить час збору інформації та збільшить об'єм інформації, що можна зібрати за ту саму одиницю часу. Також групи безпілотних літальних апаратів можуть застосовуватися для ремонту та технічного обслуговування опор ЛЕП та нафто- і газопроводів [3].

Висновки.

Незважаючи на високу вартість використання і складність розробки систем групової взаємодії безпілотних літальних апаратів, групи БпЛА ефективніші і перспективніші в будь-яких сферах використання, ніж поодинокі БпЛА. До того ж при обслуговуванні строю БпЛА підвищується економічна ефективність окремо взятого екземпляру такої системи. Дані, що отримуються системою з декількох БпЛА є точнішими і дозволяють підвищити якість інформації в будь-якій галузі застосування таких груп.

Відповідно, необхідність розвитку техніки польоту БпЛА в групі висуває в даний час дуже важливий напрямок наукових досліджень: створення систем міжлітакової навігації для БпЛА з досить обмеженими вагою і масою корисного навантаження. Ця необхідність визначається ще тим, що відсутність в бортовому обладнанні БпЛА системи міжлітакової навігації може істотно обмежити в ряді випадків їх можливості.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Каждый четвертый дрон в Украине «трудится» в агрокомплексе. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://kfund-media.com/ru/kazhduj-chetverty-dron-v-ukrayne-truditsa-v-agrokomplekse/>.
2. Алла Ачасова «Безпілотники – Сучасний Інструмент Для Аграрія». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://agropro.club/articles/bezpilotniki-suchasnij-instrument-dlya-agrariya/>.
3. «Электросети (ЛЭП)», Zala Aero Group, 2018 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://zala.aero/category/applications/monitoring/energeticheskix-resursov-lep-tec-aes-ges/>.

УДК 330.101:542.075.8

БОЙЧУК М.В., ЛАЗОРИК В.В.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича (Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗВИТКУ СТАТИЧНОЇ МІЖГАЛУЗЕВОЇ ЕКОНОМІКИ ІЗ ІНВЕСТИЦІЙНИМ ЗАПІЗНЕННЯМ

У роботі розглядається дослідження стохастичної моделі міжгалузевої економіки зростання з інвестиційним запізненням

Модель дослідження. Розглянемо модель оптимального економічного розвитку міжгалузевої економіки із інвестиційним запізненням[1]

$$\begin{aligned}
X_i(t-\tau) &= \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j(t-\tau) + Y_i(t-\tau), \\
Y_i(t-\tau) &= \begin{cases} \sum_{j=1}^n \chi_{ij} I_j(t-\tau) + C_i(t-\tau), i \in \{1, 2, \dots, m\}, \\ C_i(t-\tau), i \in \{m+1, m+2, \dots, n\}, \end{cases} \\
\dot{K}_i(t) &= I_i(t-\tau) - \mu K_i(t), t \in [t_0, T], K_i(\theta) = K_i^{(0)}(\theta), \\
L_i(\theta) &= L_i^{(0)}(\theta), \theta \in [t_0 - \tau, t_0], K_i(T) \geq K_i^{(T)}, 0 \leq X_i(t-\tau) \leq F_i(K_i(t-\tau), L_i(t-\tau)), I_i(t-\tau) \geq 0, \\
L_i(t-\tau) &\geq 0, C_i(t-\tau) \geq C_i^{(min)} > 0, i \in \{1, 2, \dots, n\}, \sum_{i=1}^n L_i(t-\tau) \leq N(t-\tau), t \in [t_0, T], \quad (1)
\end{aligned}$$

де X_i - валова продукція, Y_i - кінцевий випуск продукції, I_i - інвестиції, C_i - невиробниче споживання (споживання), $A = ((a_{ij}), n \times n)$ - матриця прямих затрат, яка є продуктивною, невід'ємною і нерозкладаваною, тобто такою, що матриця $(E - A)$ при одиничній E має обернену з невід'ємними елементами[1], відомі матриці структури капітальних вкладень $\chi = (\chi_{ij}), (n \times n)$, $\sum_{i=1}^n \chi_{ij} = 1$ для всіх j , $\chi_{ij} \geq 0$ для всіх i та j , причому, при $i > m$ частка капітальних вкладень, $\chi_{ij} = 0$, для всіх $j \in \{1, 2, \dots, n\}$, K_i - динаміка капіталу, при відомих нормах амортизації капіталу $\mu_i \in (0; 1)$, L_i - робоча сила, $K_i^{(0)}$ $L_i^{(0)}$ - передісторії динамік капіталу і робочої сили функції кусково-неперервні на відрізку часу $[t_0 - \tau, t_0]$; $\tau \geq 0$ - інвестиційне запізнення, N - кусково - неперервна функція на $[t_0, T]$. Функції $F_i, i \in \{1, 2, \dots, n\}$ є макровиробничими функціями кожної галузі з такими властивостями: двічі неперервно - диференційовані по K_i і L_i ; $F_i(0, L_i) = F_i(K_i, 0) = F_i(0, 0) = 0$ при $K_i \geq 0$, $L_i \geq 0$; $\partial F_i(K_i, L_i) / \partial K_i > 0, \partial F_i(K_i, L_i) / \partial L_i > 0$ при $K_i > 0$, $L_i > 0$ - монотонно зростаючі; $\partial^2 F_i(K_i, L_i) / \partial K_i^2 < 0, \partial^2 F_i(K_i, L_i) / \partial L_i^2 < 0$ при $K_i > 0$, $L_i > 0$ - вгнуті; $\lim_{K_i \rightarrow 0} \partial F_i(K_i, L_i) / \partial K_i = \infty, \lim_{K_i \rightarrow \infty} \partial F_i(K_i, L_i) / \partial K_i = 0$ при $L_i > 0$.

Критерієм оптимізації виступає максимізація середньої інтегральної дисконтованої сепарабельної функції корисності $\sum_{i=1}^n U_i(C_i(t-\tau), \psi_i(t))$ від вектора споживання.

$$M_{t\psi} \int_{t_0}^T e^{-\delta(t-t_0)} \sum_{i=1}^n U_i(C_i(t-\tau), \psi_i(t)) dt \rightarrow \max_{\pi \in Q} \quad (2)$$

де $M_{t\psi}$ - математичне сподівання при умові, що $K_i(y-\tau) = \psi(y), y \in [t_0, t]$, тобто $K_i(t-\tau) \equiv \psi(t), t \in [t_0, T], i \in \{1, 2, \dots, n\}$; $\delta \geq 0$ - норма дисконту, $U_i(C_i \geq 0) \geq 0$ - функція корисності від споживання C_i (має властивості: двічі неперервно-диференційована при $C_i \geq 0$; монотонно зростаюча за C_i : $\partial U_i / \partial C_i > 0$ при $C_i > 0$; увігнута за C_i : $\partial^2 U_i / \partial C_i^2 < 0$ при $C_i > 0$; $\lim_{C_i \rightarrow 0} \partial U_i / \partial C_i = \infty$, $\lim_{C_i \rightarrow 0} \partial U_i / \partial C_i = 0$; $C_i(t-\tau) \equiv C_i(t-\tau, K(t-\tau)), i \in \{1, 2, \dots, n\}$) $\pi = \{K(t), C(t-\tau), I(t-\tau), L(t-\tau), X(t-\tau), Y(t-\tau), t \in [t_0, T]\}$ - шуканий процес; Q - множина процесів.

Із точки зору теорії оптимального керування в задачі (1)-(2) фазовою траєкторією виступає вектор стану капіталів K , а керування має зміст розподілу інвестицій I та робочої сили L між галузями, кінцевого випуску продукції Y між інвестиціями I та споживанням C , завантаженості галузей і робочої сили, а також експорту та імпорту в допустимих квотах.

Дослідження даної моделі проводиться в три етапи: побудова магістрального процесу, визначення правого процесу та знаходження оптимального процесу[1].

Магістральний процес включає в себе магістральне керування за валовою продукцією X , за кінцевою продукцією Y , за інвестиціями I , за споживанням C та робочою силою L і

магістральною траєкторією за капіталом K . Магістральний процес має вигляд $\{ K_i^{(mag)}(t), C_i^{(mag)}, L_i^{(mag)}(t-\tau), I_i^{(mag)}(t-\tau), X_i^{(mag)}(t-\tau), Y_i^{(mag)}(t-\tau), t \in [t_0, T], i \in \{1, 2, \dots, n\} \}$. Якщо середній кінцевий стан магістралі $MK_i^{(mag)}(T)$ для вибраного економічного режиму задовольняє обмеження на кінцевий стан системи $K_i^{(T)}$, то магістральний процес є оптимальним процесом. При невиконанні обмежень необхідно для вибраного економічного режиму проводити визначення *правого процесу*: правих керувань, відповідної середньої та стохастичної магістральної правої траєкторії за i моменту перемикавання керувань ζ . Праві керування є вектором розв'язку відповідної задачі нелінійної програмування. Якщо задача нелінійної програмування не має розв'язку, то це означає, що кінцевий стан не досяжний і необхідно послабити умови на вхідну інформацію моделі (1). При існуванні розв'язку - визначити його. За знайденим правим керуванням визначаються середня права траєкторія і момент перемикавання керувань ζ , а за правим керуванням та моментом перемикавання керувань - стохастична права траєкторія. Таким чином, отримали правий процес $\{ K_i^{(right)}(t), C_i^{(right)}(t-\tau), L_i^{(right)}(t-\tau), I_i^{(right)}(t-\tau), X_i^{(right)}(t-\tau), Y_i^{(right)}(t-\tau), t \in [\zeta, T], i \in \{1, 2, \dots, n\} \}$. *Оптимальний процес* $\{ K_i^{(opt)}(t), C_i^{(opt)}(t-\tau), L_i^{(opt)}(t-\tau), I_i^{(opt)}(t-\tau), X_i^{(opt)}(t-\tau), Y_i^{(opt)}(t-\tau), t \in [t_0, T], i \in \{1, 2, \dots, n\} \}$ є склеювання в момент перемикавання керувань ζ магістрального і правого процесів. Причому, оптимальні керування є кусково-неперервними на $t \in [t_0, T]$, а оптимальна траєкторія - кусково-диференційована функція на $t \in [t_0, T]$.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойчук М.В. Стохастическая модель полного цикла оптимальной эколого - экономической динамики [Текст] / М.В. Бойчук, А.Р. Семчук // Проблемы управления и информатики. - 2013. №2. - С. 125 -139.

УДК 004.891

ЯКУБІВ І.В., МАЛИК І.В.

ЧНУ імені Юрія Федьковича (Україна)

РОЗРОБКА ОНЛАЙН-СИСТЕМИ МЕНЕДЖМЕНТУ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ

В наш час стрімкий розвиток технологій призводить до масового переходу бухгалтерії та архівів приватних компаній, навчальних закладів, та інших державних установ на електронні носії інформації. І це зрозуміло, оскільки інформація в електронному вигляді більш надійна, проста в зберіганні і зручна у використанні.

Але багато підприємств та установ і надалі використовують застарілі управлінські методи, через недовіру до наслідків прогресу або відсутність можливості впровадити у себе системи відповідного типу. Це стосується керування внутрішніми процесами компанії, співробітниками, замовниками і продуктами/послугами які надаються цим замовникам.

Метою даної дипломної роботи є розробка програмного забезпечення, яке допоможе компаніям, як дрібним, так і всесвітньо поширеним, витрачаючи мінімум зусиль і ресурсів, систематизувати свою структуру. Щоб розпочати використання розроблюваної системи, представник організації/підприємства/товариства повинен залишити на сайті заявку на створення особистого кабінету компанії в системі.

Після підтвердження заявки адміністратором системи, створиться окрема корпоративна вітка загальної системи. Надалі доступ до кабінету організації буде мати лише вказаний представник компанії, і він буде реєструвати в системі співробітників компанії, розподіляти рівні доступу, та контролювати наповнення системи даними.

Розроблювана система має наступні особливості:

- Ізоляція доступу до внутрішніх даних компанії лише для авторизованих користувачів.

- Розподілення внутрішніх доступів до функціоналу між співробітниками компанії (здійснюється працівниками зареєстрованої організації з відповідним рівнем доступу - адміністраторами).
- Керування сферами діяльності робітників, команд, та компанії в загальному.
- Наявність повного доступу до бази даних компанії лише у головного адміністратора організації.
- Надсилання сповіщень та корпоративних повідомлень за допомогою електронного листування.
- Мінімізований та доступний користувацький інтерфейс.

Для розробки описаної системи керування була вибрана мова програмування C# на платформі .NET, так як це стабільна платформа з великою кількістю розробників, які підтримують її функціональність. Вказану платформу широко використовують для розробки корпоративних проєктів, і за довгий час свого існування вона довела свою надійність та швидкодію.

Для створення клієнтської частини програмного забезпечення було вирішено використати Web фреймворк Angular 5. Цей фреймворк поєднує HTML, CSS і JavaScript файли в свою структуру, надаючи зручний набір інструментів для створення динамічних SPA (Single-page application), тобто вся система являє собою одну сторінку, наповнення якої динамічно змінюється внаслідок дій користувача (без перезавантаження сторінок). Весь функціонал клієнтської частини створюється засобами типізованої мови програмування TypeScript, а при компіляції проєкту код транспілюється в JavaScript для підтримки браузером.

Система буде використовувати базу даних MSSQL, оскільки вона повністю відповідає потребам розроблюваного продукту і повністю підтримується платформою .NET. Для взаємодії з базою даних буде використано ORM-фреймворк EntityFramework, який дозволяє звертатись до даних та вносити зміни в структуру бази даних засобами мови C#.

1. Technical documentation [Електронний ресурс]: Режим доступу – <https://docs.microsoft.com>
2. Angular docs and tutorials [Електронний ресурс]: Режим доступу – <https://angular.io/docs>
3. Он-лайн портал для розробників програмного забезпечення, спрямований на взаємодопомогу у вирішенні проблем при розробці, та на знаходження найкращих підходів для реалізації певного функціоналу [Електронний ресурс]. – <https://stackoverflow.com>

СЕКЦІЯ 3

УДК: 004.942

КИРИЧЕНКО О.Л., ОСТАПОВ С.Е., КАНОВСЬКИЙ І.Я.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича (Україна),
Emek Yezreel Academic College (Israel)

ПРОВЕДЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ СТРУКТУРИ ДЕЯКИХ ЗОН ВЕБ-ПРОСТОРУ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ K-CORE DECOMPOSITION

Розглянуто роботу алгоритму PIC (Power iteration clustering) для проведення дослідження кластерної структури деяких зон веб-простору (польського сегменту – edu.pl та ізраїльського – ac.il) на основі раніше зібраних статистичних даних. Наведено результати пошуку оптимальної кількості кластерів методом k-Core decomposition та побудовані графіки, які ілюструють кластерну структуру досліджуваних підмереж.

Data mining – це процес виявлення у необроблених даних раніше невідомих нетривіальних, практично корисних і доступних інтерпретацій знань, необхідних для прийняття рішень у різних сферах діяльності. Data Mining вирішує ряд задач, які пов'язані з інтелектуальним аналізом даних. Однією із задач, які вирішує Data mining є кластеризація - процес, що дозволяє групувати деякий набір об'єктів за схожим набором параметрів [1]. Однією із задач технології Data mining є процес кластеризації.

Процес кластеризації дозволяє розглядати великі набори даних та різко скорочувати їх розмірність, робити їх компактними та досліджувати їх структуру. Задача кластеризації полягає в розподіленні деякої множини об'єктів на групи схожих об'єктів, що називаються кластерами. Результатом процесу кластеризації являється набір кластерів, які містять в собі схожі елементи вхідної множини елементів [1].

У контексті задачі кластеризації виникає проблема, яка полягає у виборі алгоритму кластеризації: алгоритм кластеризації необхідно вибрати таким чином, щоб розбиття на кластери було якомога правильним.

Однією із найпоширеніших проблем алгоритмів кластеризації є те, що більшість алгоритмів кластеризації очікують вхідним параметром число кластерів і зазвичай кількість кластерів заздалегідь невідома [2]. І тому потрібно використовувати деякі емпіричні правила, для вибору оптимального числа кластерів.

Великий клас алгоритмів кластеризації заснований на поданні вибірки у вигляді графа. Вершинам графа відповідають об'єкти вибірки, а ребрам – попарні відстані між об'єктами. Будується матриця суміжності, яку потім досліджують. Для розбиття множини великої розмірності на кластери часто використовують спектральну кластеризацію. За допомогою алгоритмів спектральної кластеризації зменшують розмірність даних. Наступним кроком є застосування деякого методу кластеризації (наприклад *k-means*). Слід зазначити, що основним недоліком алгоритмів на базі методу *k-середніх* є вимога визначення початкової кількості кластерів та їх центрів. Інформація про ці параметри на початковому етапі дослідження інформаційного простору, як правило, відсутня.

Також недоліком методу *k-means* є те, що він не дає відповіді на питання про визначення оптимальної кількості кластерів у вибірці даних. Для визначення оптимальної кількості кластерів ми застосували метод *k-Core decomposition*.

k-Core графа – це максимально зв'язний підграф, в якому кожна вершина пов'язана принаймні з *k* вершинами в підграфі. Розподіл *k-core* часто використовується у великомасштабному мережевому аналізі [3]. Його головна мета – знайти сильну підгрупу, члени якої грають роль комунікаторів на графі. Кожен вузол в підграфі повинен мати хоча б ступінь *k*.

k-Core decomposition має наступні властивості:

$$\forall u \in V: k\text{-core}(u) = k \leftrightarrow$$

$$\begin{cases} \text{Існує максимальний підграф } V_k \text{ такий, що } \forall v \in V_k: \deg(v) \geq k, \\ \text{та} \\ \text{Не існує підграф } V_{k+1} \text{ такий, що } \forall v \in V_{k+1}: \deg(v) \geq k + 1. \end{cases} \quad (1)$$

Цей алгоритм полягає в тому, щоб знайти підграф з найсильнішими зв'язками k . Це означає, що кожен учасник цього підграфа має щонайменше k сусідів. Крім того, немає більшого підграфу, де кожен учасник має більше ніж k сусідів. Тому, якщо ми знайдемо вершину, яка має найвищий ступінь у цьому підграфі, то вона буде хорошим кандидатом для вибору її центром кластера. Псевдокод алгоритму k -Core decomposition наведений на рис. 1 [3].

```

Procedure k-core decomposition
1: Input
2:   Graph: data in vertex is (degree, bool)
3: Output
4:   Graph: data in vertex is K
5: Pseudo Code
6: While
7:   Initial the Pregel send initial MSGs to all node
8:   Graph.Vertex update (intitial MSGs)
9:   MSGs = message merge (all message sent)
10:  While messages.count > 0
11:    Graph.Vertex update (messages)
12:    MSGs = message merge (all message sent)
13:  End while
14:  K += 1
15: End while
16:  Vertex update stage(messages)
17:  If (message.bool ) messages.degree =
max(origin, new degree)
18:    Message.bool = origin && new bool
19:  Message send stage
20:  If ( ! v1.bool || ! v2.bool)
21:    empty
22:  Else if(v1.degree == k && v2.degree > k)
23:    Send to v2 (1,true)
24:    Send to v1 (0,false)
25:  Else
26:    Iterator.empty
27:  Message merge stage
28:  (Sum, a.bool && b.bool)

```

Рис. 1. Псевдокод методу k -Core decomposition

Нами була зібрана інформація та проводились дослідження деяких сегментів веб-простору: українського (net.ua; edu.ua), ізраїльського (ac.il) та польського (edu.pl). За допомогою розробленого програмного забезпечення, було проскановано більше двох мільйонів веб-сторінок різних зон Інтернету. Для кожної зони побудовані матриці суміжності, встановлено ступінь кожного вузла, визначено коефіцієнт кластеризації, побудовано розподіл ймовірностей вузлів за вхідними та вихідними зв'язками, побудовано неорієнтований граф [4]. Для досліджуваних сегментів нами були обчислені коефіцієнти кластерності. Нами побудовані графи різних зон веб-простору: ізраїльського (ac.il) та польського (edu.pl). Розбиття проводилось за допомогою алгоритму PIC (Power iteration clustering). Для визначення оптимальної кількості кластерів ми застосували метод k -Core decomposition. Дані представлені у вигляді графа за допомогою GraphX на Spark (Spark - кластерна система обчислень з відкритим кодом).

Методом k -Core decomposition ми визначили число k (мінімальну ступінь кожного вузла підграфа) та виділили k -ядро, кожна вершина, якого може розглядатись як центр кластера. Результати наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Результати методу k -Core decomposition

Назва сегменту веб-простору	Значення k	Кількість кластерів (к-ядро)	WSSE
польський сегмент веб-простору (edu.pl)	337	213	2.0401668911196997
ізраїльський сегмент веб-простору (ac.il)	365	196	1.490536689742584

Для к-ядра ми застосували алгоритм PIS та одержали кластерну структуру розглянутих підмереж рисунок 2 та рисунок 3.



Рис. 2. Розбиття польської підмережі edu.pl на 213 кластерів

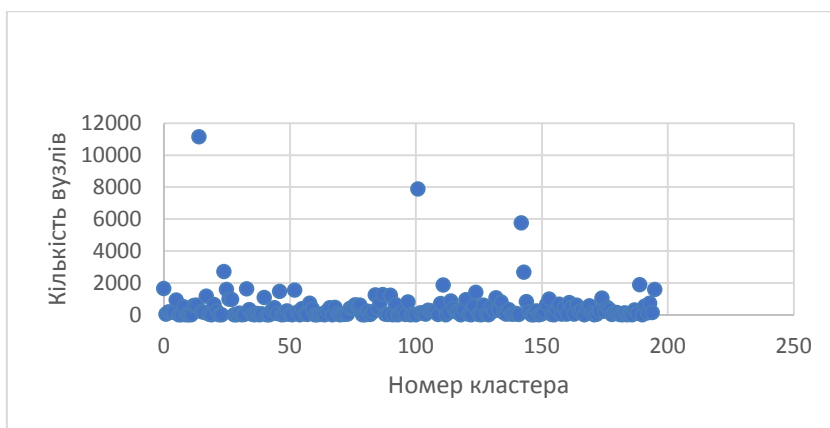


Рис. 3. Розбиття ізраїльської підмережі as.il на 196 кластерів

Таким чином, за допомогою методу k-Core decomposition нами визначено оптимальну кількість кластерів для кожного сегменту веб-простору (польського та ізраїльського). Нами розглянуто алгоритм PIS та за його допомогою проведено дослідження кластерної структури польського сегменту веб-простору (edu.pl) та ізраїльського сегменту (as.il) з використанням методу k-Core decomposition для знаходження оптимальної кількості кластерів. Розбиття досліджуваних мереж на кластери продемонстровані графіками.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Data mining – интеллектуальный анализ данных [Електронний ресурс]. <http://www.inftech.webservis.ru/it/database/datamining/ar2.html>. – Режим доступу: 15.07.2018.
2. Барсегян А.А. Технология анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP / А.А. Барсегян. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 384 с.
3. Sheng-Tzong Cheng, Yin-Chun Chen, and Meng-Shuan Tsai, 'Using k-Core Decomposition to Find Cluster Centers for k-Means Algorithm in GraphX on Spark', CLOUD COMPUTING 2017: The Eighth International Conference on Cloud Computing, GRIDs, and Virtualization.
4. Oksana Kyrychenko, Sergey Ostapov, Igor Kanovsky. Comparison of Statistical Characteristics of Certain Internet Subdomains. Monograph. Scientific Publishing of the Academy of Business in Dabrowa Gornicza: Wydawnictwo Naukowe, 2014. – 138 p. (ISBN: 978-83-62897-91-9)

VBA ДЛЯ МАЙБУТНІХ ПРОГРАМІСТІВ

Розглянуто особливості мови програмування VBA, основні галузі та особливості її використання. Проаналізовано необхідність володіння VBA майбутніми програмістами та чи забезпечить досконале володіння нею подальшим вдалим працевлаштуванням.

Чи варто вивчати VBA (Visual Basic for Application) майбутнім програмістам? Таке питання часто постає перед викладачами у процесі складання навчальних планів, написання програм та робочих програм; перед студентами – майбутніми програмістами, у процесі визначення на яких мовах програмування зосередити свою увагу в процесі навчання; перед пересічними громадянами, які зацікавилися програмуванням та бажають з'ясувати з якої мови програмування варто розпочати вивчення програмування

На сьогоднішній день усі програми Microsoft Office мають однакову вбудовану мову програмування – VBA, яка забезпечує вирішення проблем інтеграції, налагодження та адаптації цих програм до конкретних умов їх використання. Крім того, VBA – це не тільки мова програмування, але й повноцінна інтегрована система програмування, що містить інтерпретатор мови VBA, редактор текстів програм, налагоджувач програм та велику кількість об'єктних бібліотек. Об'єктні бібліотеки побудовані з використанням технології об'єктно-орієнтованого програмування та містять класи, на базі яких будуються об'єкти, зв'язки між якими утворюють ієрархічну деревоподібну структуру. За допомогою об'єктів бібліотек VBA програмно можна одержати доступ до всіх елементів інтерфейсу програм Microsoft Office та даних, з якими працює користувач [1].

Згідно з даними індексу PYPL [2], станом на вересень 2018 року, найпопулярнішою для вивчення мовою програмування є Python, у той час як VBA посідає 13 місце. Але 13 місце є досить вагомим, якщо згадати загальну кількість діючих нині мов програмування.

VBA не надто поширена у першу чергу через її жорстку прив'язку до однієї платформи. З її допомогою можна працювати лише у Windows. У цьому і є її основний недолік, оскільки у наш час, час популярності веб-додатків, перевага віддається кросплатформним інструментами аби не прив'язуватися до однієї платформи.

Мова програмування VBA знадобиться, у першу чергу, тим хто працює або планує працювати в галузі фінансів: фінансовим аналітиком, контролером, в супроводі бізнесу, оскільки є дуже затребуваною в цій сфері. VBA надзвичайно затребувана у тій сфері де використовують MS Excel, а як відомо, MS Excel значно зручніша та перспективніша за своїх аналогів.

В цілому за допомогою VBA можна вирішувати інші завдання, наприклад для AutoCAD. Можна підключати сторонні бібліотеки і працювати з їх функціями. Та й в будь-якій іншій області, де продуктивність не грає особливої ролі, а важливий результат. Непогано його знати для того, щоб прийшовши за чужий комп'ютер, можна було не розгортати середовище програмування, а скористатися нею з встановленого пакета MS Office (який є на будь-якому персональному комп'ютері під Windows).

Нині існує чимало середовищ та мов програмування, зокрема Python, з допомогою яких можна вирішувати усі задачі, для вирішення яких призначена VBA, хоча не настільки швидко, просто та елегантно як їх можна вирішити з її допомогою.

Як висновок, можна сказати, що вивчати VBA цілеспрямовано та детально слід в тому випадку, якщо серйозно займатися чимось у галузі фінансів в середовищі MS Office, переважно в Excel та Access. Досконале володіння VBA це ще не все, що потрібне майбутньому програмісту для вдалого кар'єрного росту у будь якій сфері. Іншими словами, VBA – це, як правило, лише початок.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Александрова В.М. VBA в прикладах та задачах: Навчальний посібник. – К.: Книга, 2004. – 368с.
2. PYPL PopularitY of Programming Language. URL: <http://pypl.github.io/PYPL.html>.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОДУКТИВНОСТІ МОВ ПРОГРАМУВАННЯ JAVA І PYTHON

У роботі надається порівняльна характеристика мов програмування Python і Java, аналіз продуктивності виконання обчислювальних процесів і роботи з об'єктами програм, написаних на цих мовах.

Мови програмування Python і Java на теперішній час є найбільш популярними мовами розробки програмного забезпечення. По різних оцінках частка ринку цих мов варіюється, однак, на нашу думку, можна погодитися з такими даними щодо рейтингу найбільш популярних мов програмування [1]: Java - 16.88% ринку, C - 14.97%, C++ - 7.47%, Python - 6.99%. І Java, і Python активно використовуються при розробці web-додатків, прикладного програмного забезпечення, у наукових дослідженнях і для обробці Big Data. Java використовується для розробки серверних додатків у великих корпораціях (Deutsche Bank, Goldman Sachs), трейдингових додатків (LMAX), Android-додатків, десктопних додатків і програмних засобів розробки (Eclipse, Netbeans IDE), вбудованих систем (робота з банківськими картками). Python використовують такі компанії, як Google, YouTube, Intel, Cisco, Hewlett-Packard, IBM, NASA, Los Alamos тощо. Завдяки великій кількості бібліотек і наявним фреймворкам Python використовується для машинного навчання, зокрема для роботи з нейронними мережами, аналізу та візуалізації даних.

Мови програмування Python і Java мають багато спільних рис, зокрема робота з байт-кодом, управління пам'яттю із застосуванням збирача сміття, багато спільного в управлінні потоком обчислювань тощо. До основних відмінностей слід віднести те, що якщо Java – це суто об'єктно-орієнтована мова програмування, то Python ґрунтується на парадигмах імперативного, об'єктно-орієнтованого та функціонального програмування. Суттєвою відмінністю цих мов є типізація даних. Якщо Java є мовою з суворою типізацією, то Python характеризується динамічною типізацією, що спрощує, прискорює розробку коду, робить його більш компактним, однак в цілому негативно впливає на продуктивність програм, написаних на Python.

На теперішній час коли зростання обчислювальних можливостей уповільнюється, а обсяги даних, що обробляються, кількість користувачів і запитів до систем постійно зростають, питання продуктивності програмного забезпечення та його тестування є актуальними. Продуктивність оцінює обсяг інформації, яка обробляється системою за одиницю часу, а також час між наданням системі вхідних даних і отриманням відповідної вихідної інформації [2]. Власно другий підхід застосовано для порівняльної оцінки кодів, написаних на мовах Python і Java. Одним з найбільш популярних методів тестування продуктивності є стрес-тестування (Stress Test), який полягає у тому, що навантаження поступово збільшується до тих пір, поки додаток не перестає працювати коректно або час виконання програми не стає критичним для користувача. Цей метод застосовано для тестування програм, написаних на мовах Python і Java, які виконують досить велику кількість арифметичних операцій (табл.1). Порівняння часу виконання тестових програм дає змогу зробити висновок щодо обчислювальної продуктивності мов Java і Python.

Таблиця 1 - Тестові коди

Java 8	Python 3.7
<pre> public class Test { public static void main(String[] args) { long start = System.currentTimeMillis(); int x = Integer.parseInt(args[0]); long r=0; for (int i = 0; i < x; i++) { for (int j = 0; j < x; j++) { r = r + (i * j) % 100 - x; } } System.out.println("answer: " + r); System.out.println("run time (millis): " + </pre>	<pre> import sys import time start = time.time() x=int(sys.argv[1]) r = 0 for i in range(0, x): for j in range(0, x): r = r + (i * j) % 100 - x print("answer: ", r) stop = time.time() print(stop-start) </pre>

```
(System.currentTimeMillis() - start));
    }
}
```

Як видно з кодів, програми запускаються з командного рядка, приймають і обробляють один аргумент (у тесті числа в діапазоні від 100 до 10000), виконують арифметичні операції в двох вкладених циклах, виводять результат і час виконання програми. Результати тестування представлені на рис.1.

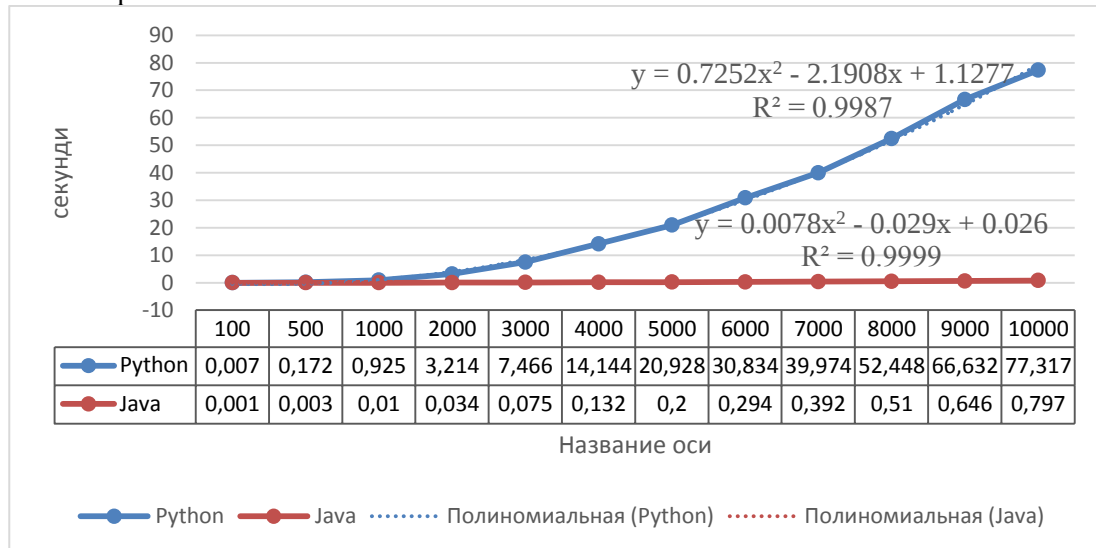


Рисунок 1 – Результати тестування обчислювальної продуктивності мов програмування Python і Java

Як бачимо, Java має суттєві переваги у порівнянні з Python у швидкості виконання коду, причому залежність часу виконання від зростання обчислювального навантаження дуже добре описується поліноміальною функцією.

Аналогічне тестування було проведено щодо роботи з об'єктами у програмах, розроблених на Java і Python. У програмах створювалася певна кількість об'єктів, які наслідували властивості та методи суперкласу (від 10000 до 500000), здійснювався пошук об'єкту з випадково визначеним значенням певної властивості, виводився результат і час виконання програми. У результаті тестування (табл.2) зроблено висновок, що робота з об'єктами у Python і Java потребує приблизно однакового часу.

Таблиця 2 –Результати тестування швидкості роботи з об'єктами програм, розроблених на мовах Java і Python

Кількість об'єктів	Швидкість Java, сек	Швидкість Python, сек
10000	21	19
50000	26	26
100000	33	31
...	...	...
500000	75	77

Висновок. Продуктивність мови програмування є важливою, однак не єдиною ознакою, яку слід враховувати при виборі мови програмування як інструменту для реалізації конкретних задач. Запропонована методика для проведення порівняльного аналізу продуктивності мов програмування може бути корисною на практиці.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Most Used Programming Languages 2018 - [Electronic resource]. - <https://www.bitdegree.org/tutorials/most-used-programming-languages/>
2. Molyneaux, I. (2009). The Art of Application Performance Testing. Help for Programmers and Quality Assurance. O'Reilly Media, 158 p.

СЕКЦІЯ 4

УДК 004.4

ГАРАШОВ П. В.

ЧНУ ім. Ю. Федьковича (Україна)

ПРОГРАМНІ МЕРЕЖЕВІ ГОНКИ «CHALLENGE OF PURSUIT»

Побудована мережева комп'ютерна гра «Challenge of pursuit» – емулятор водія з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом, який надасть можливість користувачу відчувати всі віражі та повороти гри в повній мірі.

Мережева гра призначена для приємного проведення часу та розвитку моторики рухів. Гра надає можливість користувачу вибрати трасу та автомобіль, створити сесію для початку гри, налаштувати інтерфейс користувача для відповідної системи. Ігровий процес передбачає можливість набору балів за виконання трюків на дорозі, що допоможе просуватись по рейтинговій таблиці. В ППі реалізовано ведення статистики, яка включає в себе кількість перемог, поразок та загальну кількість завершених перегонів.

Гру було розроблено на мультиплатформовому інструменті – Unity. За допомогою об'єктно-орієнтованої мови програмування C# та засобів Photon Cloud навчився створювати мережевий сервер. За допомогою мови програмування PHP синхронізував базу даних MySQL та мережевий сервер.

PhotonCloud працює наступним чином: при оновленні кожного кадру, координати гравців відправляються на сервер. Сервер оброблює дані, та відправляє координати іншим гравцям.

При розробці комп'ютерної гри «Challenge of pursuit» було сформовано послідовність кроків відповідно до яких створювався ППі. Список вимог розділений на дві частини: клієнтську та серверну, кожна з яких ділиться на 4 етапи: планування, розробка, тестування та об'єднання клієнтської та серверної частин.

Етап планування: складання плану робіт, визначення часу на розробку, за певними критеріями, моделювання кінцевого результату.

Етап розробки базується на виконанні завдань визначених відповідно етапу планування. В клієнтській частині реалізується фізика ігрового світу, розробка та розміщення моделей у навколишньому середовищі, програмування та налагодження користувацького інтерфейсу. В серверній частині встановлюється зв'язок з базою даних, налагоджується функціонал таких елементів, як меню, вікно авторизації, вікно реєстрації та реалізується мережевий режим для синхронізації даних клієнтів.

Етап тестування передбачає перевірку наявності бажаного результату, відносно запропонованого на етапі планування.

Етап об'єднання потрібен для створення повноцінного програмного продукту, який реалізуватиме всі функції, необхідні користувачу.

Проект є повністю завершеним, хоча є можливість розробки додаткового контенту, для вдосконалення та оновлення ігрового процесу.

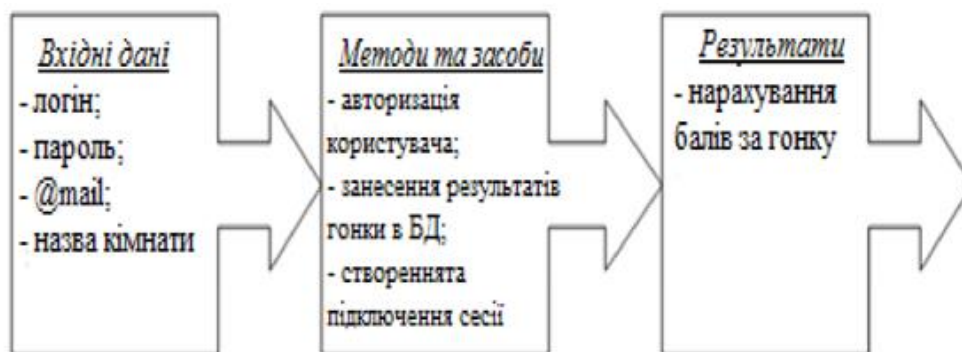


Схема алгоритму проекту.

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ КОНТРОЛЬ АРИФМЕТИЧНИХ ПРИСТРОЇВ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ В НАДЛИШКОВІЙ СИМЕТРИЧНІЙ СИСТЕМІ ЧИСЛЕННЯ

Запропоновано методику непрямого функціонального контролю пристроїв для виконання арифметичних одномісних операцій в неавтономному режимі при порозрядному введенні та виведенні даних зі старших розрядів. Методика не вимагає введення апаратурної надлишковості безпосередньо до складу арифметичних пристроїв. Правильність обчислень оцінюється зовнішньою по відношенню до обчислювача схемою за непрямыми ознаками на підставі аналізу послідовності формування цифр результату.

Важливими характеристиками систем реального часу, які працюють в контурі управління процесами, є швидкість обробки даних і відмовостійкість систем.

Для прискорення обчислень використовують паралельні системи, що мають кілька обчислювальних модулів (ОМ), що дає можливість розпаралелювати обчислення, виконуючи водночас декілька операцій. Однак, при реалізації послідовно-паралельних алгоритмів виникає необхідність виконувати ланцюжки залежних операцій (результат однієї операції є операндом для іншої), які не можна поєднувати в часі при обчисленнях в канонічних системах числення. Ефективним способом прискорення виконання ланцюжків операцій є застосування ОМ, що працюють в неавтономному (on-line) режимі обчислень [1, 2]. На кожному кроці такі пристрої приймають (в найпростішому випадку) по одному розряду операндів і формують один розряд результату, починаючи зі старших. Розряд результату, отриманий на i -му кроці в одному ОМ може бути використаний в якості розряду операнда в іншому ОМ на $(i+1)$ -му кроці. Такий режим виконання операцій зі старших розрядів можливий в надлишкових системах числення з природним порядком вагів, наприклад, в системах з основою $k=2$ і цифрами з множини $\{-1,0,1\}$. В цьому випадку старші розряди результату, які формуються в одному ОМ, не можуть змінити свого значення за рахунок переносів з молодших розрядів і готові до обробки на наступному кроці в інших ОМ [1]. Таким чином, неавтономний режим дозволяє частково суміщати в часі виконання залежних за даними операцій, що дає потенційну можливість прискорити обробку даних.

Необхідною складовою процесу забезпечення відмовостійкості систем є контроль роботи ОМ. Для систем реального часу важливим завданням є мінімізація витрат часу на функціональний контроль. Метою даної роботи є дослідження можливості непрямого контролю, який здійснюється зовнішньою по відношенню до ОМ схемою і не вносить додаткових витрат часу в процес виконання операцій в ОМ.

У надлишкових системах числення представлення значення чисел цифрами неоднозначно. Наприклад, десяткове число $7/16$ в двійковій надлишкової системі з цифрами з множини $\{-1,0,1\}$ можна представити у вигляді $0,0111=0,1\bar{1}11=0,100\bar{1}$ і т. д. (тут $\bar{1}=-1$). Накладаючи певні обмеження на правила формування цифр результату, можна домогтися того, що деякі послідовності цифр результату будуть забороненими. Виявлення заборонених послідовностей можна використовувати для непрямого контролю працездатності ОМ в процесі їх функціонування.

Розглянемо можливість організації функціонального контролю зовнішньою щодо ОМ схемою при виконанні одномісних арифметичних операцій $Z_1 = CX$ и $Z_2 = X^2$ в неавтономному режимі. Тут $C < 1$ – константа, а $X = \sum_{i=1}^n x_i 2^{-i}$ – n -розрядний аргумент, причому, $x_i \in \{-1,0,1\}$.

Використовуючи методику виконання операцій в неавтономному режимі, запропоновану в [1], одержимо послідовність дій на i -му кроці виконання операцій:

$$H_i = 2R_{i-1} + F_i, \quad (1)$$

$$z_i = \begin{cases} -1, & \text{якщо } H_i < -2^{-1}, \\ 0, & \text{якщо } -2^{-1} \leq H_i < 2^{-1}, \\ 1, & \text{якщо } 2^{-1} \leq H_i, \end{cases} \quad (2)$$

$$R_i = H_i - z_i, \quad (3)$$

де R_i, H_i – проміжні змінні; F_i – прирощення функції, що залежить тільки від i -х цифр операндів; z_i – цифра результату. Початковим є значення $R_0 = 0$, в кінці кожного циклу після виконання дії (3) справедливе співвідношення $-2^{-1} \leq R_i < 2^{-1}$.

Прирощення F_i для операцій Z_1 і Z_2 знаходиться відповідно за формулами:

$$F_i = 2^{-p} Cx_i, \quad (4)$$

$$F_i = 2^{-p+1} X_{i-1}x_i + 2^{-p-i} x_i^2, \quad (5)$$

де p – затримка початку формування розрядів результату в циклах; x_i – цифри операнда з вагою 2^{-i} ; X_{i-1} – операнд, представлений $i-1$ старшими розрядами. Для операції Z_1 мінімальна затримка складає один цикл ($p=1$), а для Z_2 – два циклу ($p=2$).

Контроль послідовності цифр результату можна здійснювати зовнішньою по відношенню до ОМ схемою, тобто введення апаратурної надлишковості безпосередньо до складу обчислювача не потрібно. Для спрощення схеми контролю треба прагнути зменшення довжини послідовності цифр, що аналізується. Збільшуючи затримку p , можна зменшувати прирощення F_i . При цьому можна досягнути того, щоб формування поспіль двох однакових цифр, що не дорівнюють нулю, було неможливим, тобто комбінації цифр 11 і $\bar{1}\bar{1}$ будуть забороненими.

Із формул (1)-(5) можна одержати умову того, що після формування чергової цифри $x_i = 1$ наступна цифра x_{i+1} не буде рівною 1, тобто значення H_{i+1} буде не більше 2^{-1} . Виходячи з цього, для Z_1 і Z_2 одержимо відповідно співвідношення:

$$H_{i+1} = 2(2R_{i-1} + 2^{-p} Cx_i - 1) + 2^{-p} Cx_{i+1} < 2^{-1}, \quad (6)$$

$$H_{i+1} = 2(2R_{i-1} + 2^{-p+1} X_{i-1}x_i + 2^{-p-i} x_i^2 - 1) + 2^{-p+1} X_i x_{i+1} + 2^{-p} x_{i+1}^2 < 2^{-1}. \quad (7)$$

З урахуванням меж зміни значень аргументів і змінних з (6) та (7) одержимо мінімальне значення затримки $p=3$ для операції Z_1 та $p=4$ для операції Z_2 , тобто комбінація цифр 11 при вказаній затримці буде забороненою. Аналогічно можна показати, що послідовність цифр результату вигляду $\bar{1}\bar{1}$ при знайдених значеннях p також буде забороненою.

Таким чином, для розглянутих операцій за рахунок збільшення затримки формування цифр результату отримуємо можливість контролю обчислень шляхом аналізу коротких послідовностей цифр. Звичайно, такий контроль в загальному випадку не фіксує всі несправності всередині ОМ, так як аналізує непрямі ознаки результату. Однак, він реалізується дуже простою схемою (містить кілька елементів) і, крім того, не вносить часової затримки виконання арифметичних операцій. Для підвищення достовірності визначення несправності ОМ пропонувану методику контролю можна суміщати з іншими способами контролю. Для побудови пристроїв, що реалізують методи обчислень з використанням надлишкової двійкової системи числення, потрібна звичайна двійкова апаратура (реєстри, суматори, лічильники і т. і.). Всі дії всередині обчислювачів здійснюються в канонічній двійковій системі числення з природним порядком вагів [2]. Цифри надлишкової системи присутні тільки на входах і виходах ОМ і кодуються парою двійкових розрядів (наприклад, $-1 = 01$, $1 = 10$ і $0 = 00$). Для передачі кодів між пристроями необхідно тільки два провідника. Скорочення числа внутрішніх і зовнішніх зв'язків є важливою умовою ефективного використання програмовних і замовних інтегральних схем.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Жабин В.И. Некоторые машинные методы вычисления рациональных функций многих аргументов / В.И.Жабин, В.И.Корнейчук, В.П.Тарасенко // Автоматика и телемеханика. – 1977. – №12. – С. 145 – 154.
2. Жабин В.И. Реализация неавтономных вычислений в избыточных системах счисления на ПЛИС / В.И.Жабин, В.В.Жабина, А.В.Скориченко // Вісник НТУУ "КПІ". Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – 2016. – №64. – С. 150-155.

СИСТЕМА РЕЗЕРВНОГО КОПІЮВАННЯ ДАНИХ ВЕБ-РЕСУРСІВ

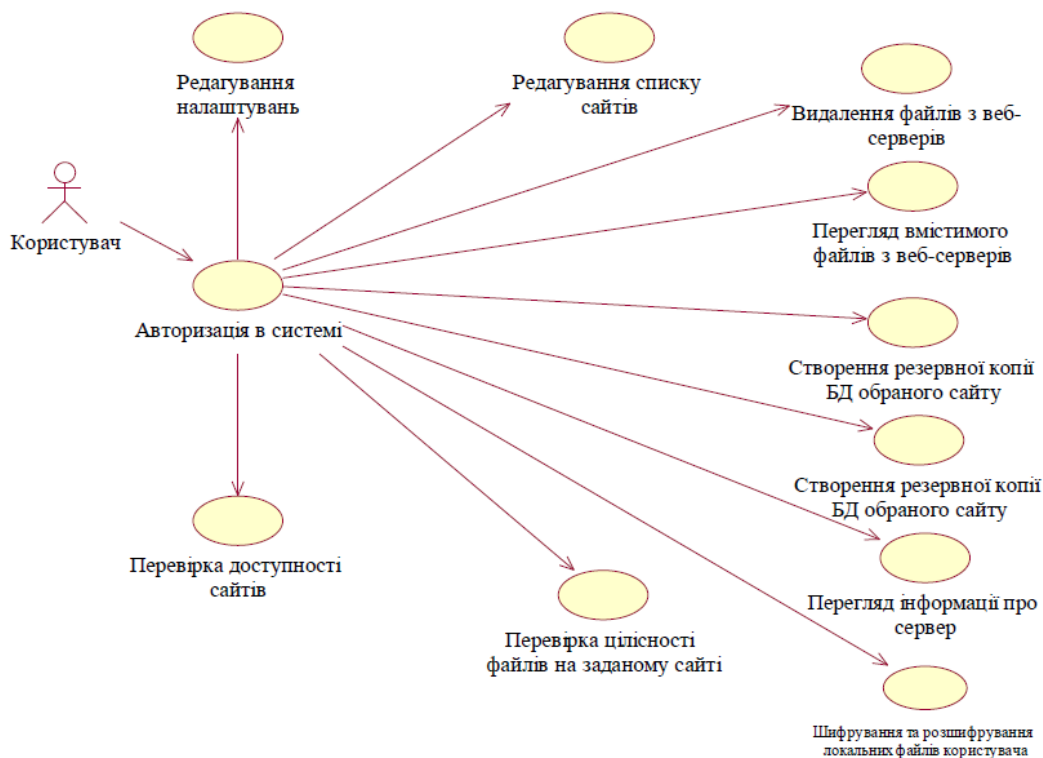
Метою даної публікації є представлення програмного забезпечення для автоматизації процесу створення резервних копій сайтів. Область застосування програми – підвищення рівня захищеності розроблених веб-ресурсів. Для перевірки працездатності програми її використано для резервного копіювання даних, перевірки цілісності файлів на веб-серверах, а також для шифрування локальних даних.

Побудоване програмне забезпечення дозволяє здійснювати моніторинг доступності сайтів, перевірку цілісності файлів на заданих веб-серверах, а також резервне копіювання файлів та дампів баз даних з заданих веб-серверів. Актуальність розробленого програмного продукту полягає у трудомісткості процесу ручного резервного копіювання та невинному зростанню частки комерційних операцій, які здійснюються за допомогою веб-ресурсів, що в свою чергу підвищує вимоги до безпеки сучасних веб-сайтів. Розроблений програмний комплекс призначений для автоматизації роботи веб-програміста та адміністратора.

Дане програмне забезпечення розроблено в середовищі C++ Builder, у якості початкових даних виступають зашифровані налаштування програми, та список сайтів, збережених у базі даних. Результат виконання програми зберігається в окремому зашифрованому архівному файлі. Розроблене програмне забезпечення значно спрощує процес створення резервних копій сайту, а також дозволяє адміністратору швидко та зручно контролювати цілісність виконуваних файлів на серверах. Створену програму також можна використовувати для захисту локальних файлів.

Для підтвердження якості реалізація алгоритмів шифрування їх криптографічну стійкість було протестовано за допомогою пакету статистичних тестів NIST STS. Програма може працювати в середовищі операційних систем Windows NT/2000/XP/7/8/10.

Функціональне призначення програми: забезпечення введення вхідних даних з захищеного файлу налаштувань, завантаження списку веб-сайтів з бази даних, створення резервної копії бази даних та усіх файлів сайту, з можливістю відновити збережену інформацію в майбутньому.



Діаграма прецедентів програмного забезпечення.

СИНТЕЗ ЗВОРОТНОГО/КВАНТОВОГО ЛІЧИЛЬНИКА ТРІЙКОВОЇ ЛОГІКИ

Багатозначна логіка разом з ідеєю зворотності є одним з перспективних напрямків розвитку сучасних комп'ютерних технологій. В роботі проаналізовано архітектуру зворотного/квантового лічильника трійкових сигналів в базисі одно- та двовходових перестановочних гейтів. Синтезовано схему двокутрітового лічильника з допомогою генетичного алгоритму. Запропонована схема є оптимальною за кількістю базових гейтів, часом затримки та кількістю постійних входів і зайвих виходів. Узагальнено зворотний лічильник трійкової логіки для випадку n -вхідних сигналів. Проведено порівняння отриманих схем лічильника з існуючими аналогами.

На сьогоднішній день зворотний комп'ютинг є доброю альтернативою традиційному комп'ютингу, що обумовлено можливістю зменшення споживання енергії зворотними пристроями. Крім цього, такі пристрої вже на логічному рівні захищені від втрат інформації, якими обробляється. Все це є необхідними умовами використання зворотного комп'ютингу для потреб квантових комп'ютерів, біоінформації, малопотужних КМОН-пристроїв, цифрової обробки інформації, криптографії тощо [1,2]. Більшість таких пристроїв ґрунтуються на двійковому поданні інформації. Однак, значний прогрес останніх років у вивченні зворотних мереж трійкової логіки дозволяє використати їх переваги [3]. В таких мережах найпростіші логічні елементи (примітиви) можуть бути описані перестановочними матрицями на полі Галуа. У роботі в якості базисних були вибрані такі перестановочні логічні елементи та відповідні контрольовані вентиля [4], які, як відомо, утворюють функціонально повну систему. Якщо зворотні комбінаційні пристрої трійкової логіки розроблені досить повно, то синтез послідовнісних пристроїв далекий від завершення.

У роботі проаналізовано архітектуру побудови зворотних лічильників трійкової логіки. Основним елементом таких лічильників є зворотний Т-тригер з тактовим входом. В літературі запропоновані різноманітні схемотехнічні варіанти його вирішення. Однак відомі схеми не є оптимальними за кількістю використаних елементів, квантовою вартістю та використовують надлишковий базис. Для синтезу синхронних Т-тригерів ми використали зазначений вище функціонально повний базис одно- та двовходових перестановочних трійкових примітивів. Крім цього, для пошуку оптимальної схеми ми застосували один з методів штучного інтелекту, а саме, генетичний алгоритм, що дозволило отримати Т-тригер з кращими параметрами квантової вартості, порівняно з відомими в літературі аналогами.

На основі запропонованого зворотного Т-тригера трійкової логіки запропонована схема двокутрітового трійкового лічильника. В роботі проведено узагальнення отриманої схеми для випадку n -кутрітового лічильника. До переваг запропонованих схем лічильників можна віднести низьку апаратну складність, малий час затримки та мінімальну квантову вартість порівняно з результатами роботи [5].

REFERENCES

1. Morita K. Theory of Reversible Computing. – Springer, Japan, 2017.
2. R. Drechsler, R. Wille, Reversible circuits: Recent accomplishments and future challenges for an emerging technology. *Progress in VLSI Design and Test* (Berlin, Heidelberg, Springer) p.383–392 (2012).
3. Miller D. M. and Thornton M. A. Multiple Valued Logic: Concepts and Representations. – Morgan & Claypool, 2008.
4. Muthukrishnan A. and Stroud Jr., C R. Multivalued Logic Gates for Quantum Computation // *Phys. Rev. A*, v.62, p. 052309 (2000).
5. Deibuk V. Reversible/Quantum Ternary Arithmetic Logic Unit Design // *Int. J. Innovative Comput., Inf. and Control.*, v.12, p.1523–1533 (2016).
6. Houshmand, and Haghparast M. Design of a novel quantum/reversible ternary up-counter // *Int. Journal of Quant. Information*, v.13, 150038(13pp.) (2015).

АРХІТЕКТУРА РОЗПОДІЛЕНОГО ПАРАЛЕЛЬНОГО МОДЕЛЮЮЧОГО
СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ СКЛАДНИХ ДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ З МЕРЕЖНОЮ
ТОПОЛОГІЄЮ

Запропонована архітектура Web-орієнтованої системи розподіленого паралельного моделювання мережних динамічних об'єктів на базі багатопроцесорної обчислювальної системи. Розглянуті структура моделі мережного динамічного об'єкта і етапи його моделювання. Наведено приклад моделювання процесу розподілення повітря в шахтній вентиляційній мережі.

Математичне моделювання об'єктів успішно застосовується для вирішення наукових, технічних, економічних проблем, проблем забезпечення необхідного рівня безпеки та інших. При цьому отриманню результатів моделювання передують ряд етапів, який включає опис фізичного об'єкта, необхідний і достатній для створення моделі; перетворення моделі до вигляду, зручного для чисельного рішення; програмування симулятора – програми, що включає математичний опис моделі і алгоритм процесу моделювання; сам процес моделювання (виконання симулятора) з можливістю впливу на параметри моделі і фіксацією проміжних результатів моделювання або без таких.

Процес моделювання відносно невеликих динамічних систем при дотриманні відомої методики побудови симуляторів не представляє особливої складності. Однак, збільшення розмірів об'єкта або деталізації моделювання призводять до виникнення низки проблем:

- апроксимація по просторовим і часовим координатам систем диференціальних рівнянь, що описують процеси в об'єкті моделювання, дає велику кількість рівнянь;
- великі обсяги обчислень, необхідних для вирішення отриманих рівнянь, ведуть до збільшення тривалості процесу моделювання або необхідності використовувати паралельне програмування;
- розробка паралельних симуляторів без використання спеціалізованих засобів підтримки призводить до високої ймовірності помилки при реалізації алгоритмів моделювання та забезпечення потрібних процесів обміну даними між паралельними процесами.

Отже, необхідність моделювання складних динамічних систем обумовлює актуальність розробки відповідних програмних засобів (середовищ) паралельного моделювання. Розробкою однієї з них, Розподіленого Паралельного Моделюючого Середовища (РПМС) займається колектив кафедри комп'ютерної інженерії Донецького національного технічного університету (Україна) спільно з університетами-партнерами [1]. РПМС орієнтована на моделювання динамічних об'єктів з мережною топологією, т.зв. мережних динамічних об'єктів (МДО). Моделі МДО включають їх геометричне визначення у вигляді графа, набір фізичних (хімічних, біологічних та інших) параметрів, а також взаємозв'язок між параметрами, який часто задається у вигляді систем диференціальних рівнянь. Прикладами таких об'єктів є природні і штучні системи водопостачання, електричні мережі, системи вентиляції, деякі хімічні установки. Розглянемо архітектуру РПМС як засобу для моделювання процесу розподілення повітря в тестовій шахтній вентиляційній мережі (ШВМ), модель якої складається з топологічного опису у вигляді графа (рис. 1), набору фізичних параметрів і системи диференціальних рівнянь в частинних похідних виду:

$$\begin{cases} -\frac{\partial P_i}{\partial \xi} = \frac{\rho}{F_i} \frac{\partial Q_i}{\partial t} + r_i Q_i |Q_i|; \\ \frac{\partial Q_i}{\partial \xi} = \frac{F_i}{\rho a^2} \frac{\partial P_i}{\partial t}, \end{cases}$$

де r_i – питомий аеродинамічний опір воздуховода, ρ – щільність повітря, F_i – площа перетину воздуховода, a – швидкість звуку в повітрі, ξ – просторова координата, що

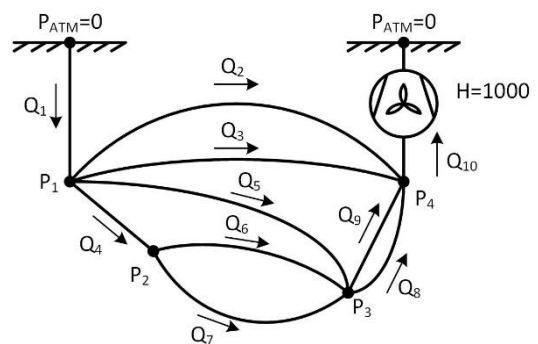


Рис. 1. Граф тестової шахтної вентиляційної мережі

відраховується вздовж осі довжини l ($0 \leq \xi \leq l$) [2].

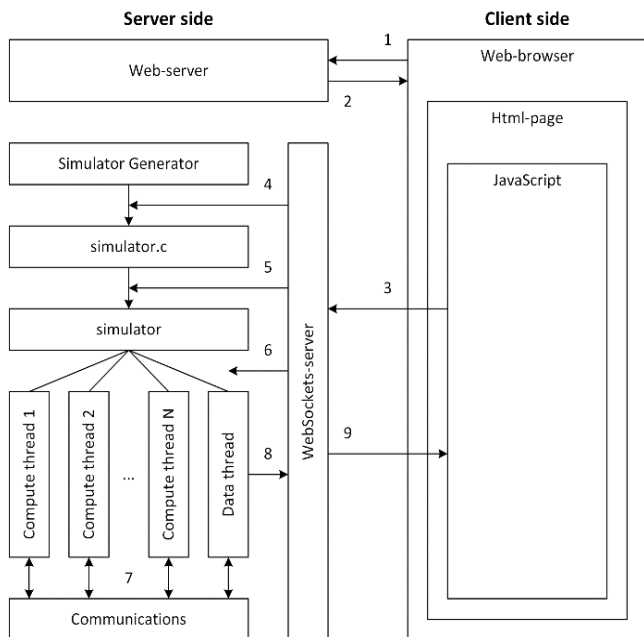


Рис. 2. Архітектура Web-орієнтованої системи розподіленого паралельного моделювання мережних динамічних об'єктів

До граничних умов моделі ШВМ відносяться:

- значення тисків $P_j = P_{ATM} = 0$ в точках відкритих виходів в атмосферу;
- характеристики $P_\omega = \varphi_\omega(Q_\omega)$ активних елементів, що працюють на мережу;
- рівняння тисків P_k в вузлах, що забезпечують узгодження рішень.

На рис. 2 вказана послідовність дій при моделюванні МДО. Дії 1 і 2 відповідають GET запиту на Web-сервер і отриманню html-сторінки в якості відповіді. Далі користувач вибирає одну з готових моделей або створює нову, редагує параметри моделі об'єкта і задає деякі додаткові налаштування процесу моделювання: використовуваний чисельний метод, величину кроку по часу, тривалість модельного часу, спосіб організації паралельного коду. Дія 3 на рис. 2 відповідає відправці параметрів на сервер. Далі послідовно виконується генерація паралельного коду симулятора і його компіляція (дії 4 і 5), запуск симулятора в необхідній кількості паралельних потоків (6), сам процес обчислень з процесами обміну (7), а також збір і відправка (8 і 9) клієнту проміжних даних моделювання для їх візуалізації (рис. 3).

РПМС, що розроблюється, підтримує моделювання МДО як з зосередженими, так і з розподіленими параметрами. Серверна сторона використовує мови Go, Python, бібліотеки websockets, numpu і jinja2. На стороні клієнта досить мати будь-який інтернет-браузер з підтримкою websockets і JavaScript.

Подальша робота буде спрямована на збільшення кількості підтримуваних чисельних методів, наприклад, блочного методу, наведеного в роботі [3], а також на забезпечення можливості моделювання МДО різної природи, на реалізацію засобів оперативної візуалізації та забезпечення інтерактивності процесу моделювання.

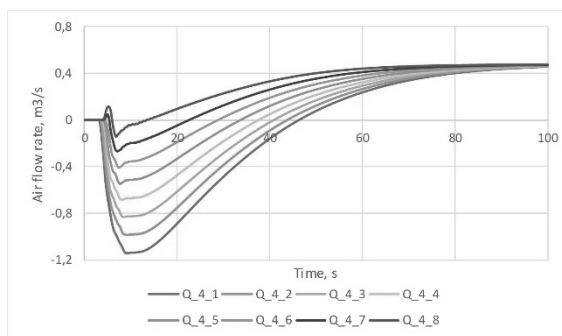


Рис. 3. Приклад графіків, отриманих при моделюванні ШВМ

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. O. Miroshkin. Peculiarities of network objects parallel simulation / O. Miroshkin, K. Udod, A. Liubymov // Збірник тез доповідей конференції «Моделювання-2018», Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова, Київ, 2018 р. – С. 203-206.

2. Kushnarenko, V., Miroshkin, O., & Svjatnyj, V. (2017). Towards the simulation of dynamic network objects with distributed parameters based on block difference numerical methods. 2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS), 2, 1073-1076.

3. Kushnarenko V., Resch M., Svjatnyj V., Wesner S. Zur Entwicklung des Gleichungslösersubsystems der verteilten parallelen Simulationsumgebung (2014). ASIM 2014-22. Symposium Simulationstechnik: 3. bis 5. September 2014; HTW Berlin. Wien: Argesim/Asim.

УДК: 004.45

РАССАМАКИН В.Я., ГНАТЧЕНКО Д.Д., ГНАТЧЕНКО Т.О.
КНТЕУ (Україна)

АПАРАТНЕ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Розглянуті питання програмно-технічного забезпечення інформаційних систем. Визначені перспективи підвищення інноваційної діяльності підприємства, суспільно-економічного розвитку України за рахунок впровадження інформаційних систем і технологій з використанням сучасного технічного та програмного забезпечення.

Сучасний період розвитку суспільства характеризується сильним впливом на нього комп'ютерних інформаційних технологій (ІТ), які розпочинаються з фундаментальних досліджень, спрямованих на отримання нових наукових знань і виявлення найістотніших закономірностей і реалізуються у прикладних застосуваннях проведенням досліджень та практичним використанням відкритих попередньо явищ і процесів. Можна констатувати, що основним елементом інноваційних зрушень в суспільстві стає масове проникнення комп'ютерних ІТ в усі сфери суспільства, утворюючи глобальний інформаційний простір.

В умовах формування інформаційного суспільства сучасна система господарювання дала змогу розширити ринок інформаційних систем. Ефективність використання інформації значною мірою визначають зміни, які формують механізми формування нової інформації та напрями її використання [1].

Важливим аспектом функціонування інформаційних систем є структура програмного забезпечення, адже структурна поєднаність програмних модулів, послідовність їх застосування в процесі прийняття рішень, специфіка фізичного розміщення даних та їх логічна структура суттєво впливають на характеристики механізмів обробки інформаційних потоків в середині системи [2]. Ефективність інформаційної системи залежить, в першу чергу, від наявного апаратного і програмного забезпечення за допомогою якого реалізується весь спектр функціональних можливостей інформаційної системи.

Апаратне забезпечення (hardware) та програмне забезпечення (software) – це два комплементарні компоненти комп'ютера, причому межа між ними нечітка [3]. Деякі фрагменти програмного забезпечення на практиці реалізуються суто апаратною мікросхем комп'ютера, а програмне забезпечення, в свою чергу, здатне виконувати функції електронної апаратури.

Апаратне забезпечення – комплекс технічних засобів, який включає електронний пристрій і, зокрема, ЕОМ: зовнішні пристрої, термінали, абонентські пункти тощо, які необхідні для функціонування тієї чи іншої системи; фізична частина ЕОМ [2]. Основною апаратною компонентою інформаційних систем є комп'ютери. До основних видів комп'ютерної техніки можна віднести: комп'ютери (суперкомп'ютери, мейнфрейми, кластери, сервери, робочі станції, персональні комп'ютери, ноутбуки, КПК тощо); комп'ютерну периферію (термінали, принтери, сканери, плотири, джерела безперебійного живлення тощо); мережеве обладнання (маршрутизатори, комутатори, модеми та інше); мікропроцесорні системи (мікроконтролери, програмований логічний контролер тощо).

Програмне забезпечення (ПЗ) призначене для розв'язання різноманітних задач засобами комп'ютерних технологій і є за своєю суттю сукупністю програм, написаних на мовах машинного програмування та супровідної документації з питань їх інсталяції та експлуатації. За своїм функціональним призначенням ПЗ класифікується на загально системне та спеціальне. Загальносистемне забезпечує функціонування комп'ютерної складової інформаційної системи

(ПК, пристроїв введення та виведення інформації, мережевого та іншого обладнання), а спеціальне призначене для розв'язання вузькоспеціалізованих конкретних задач.

Розвиток ринку ПЗ обумовлюється потребами масового споживача. Основним завданням переходу до інформаційного суспільства є необхідність підготовки людей до швидкого сприйняття й обробки великих обсягів інформації, оволодінню сучасними засобами, методами й технологією роботи в мережі [4]. Для вільної орієнтації в інформаційному потоці людина повинна оволодіти інформаційною культурою. Варто зазначити, що сучасне ПЗ безпосередньо сприяє: оптимізації процесів та скороченню виконання завдань; пошуку та розвитку нових технологій; вихованню нової сучасної культури; покращенню взаємозв'язків між різними процесами.

В сучасному світі ПЗ виступає тією проміжною ланкою, що пов'язує людину з електронним інформаційним світом. Розвиток економіки України на пряму залежить від того, як в створеному ринковому середовищі будуть вирішені проблеми підвищення інноваційної активності підприємств в розрізі апаратного та програмного забезпечення та їх взаємодії при управлінні інноваціями й трансферті технологій. Для досягнення такого стану необхідно вирішити низку організаційних, науково-технічних, правових питань, що мають стратегічну значимість для розвитку економіки країни, забезпечення національної безпеки та економічної незалежності. За вирішення всіх необхідних та використання сучасного апаратного та програмного забезпечення інформаційних систем можуть надати Україні можливості:

- збільшити ефективність роботи державних установ;
- можливість швидкої технологічної адаптації і модернізації виробництва;
- забезпечення віддаленого доступу до інформаційних ресурсів;
- забезпечення інформаційної безпеки інформаційних систем всіх рівнів;
- підвищитися якість освіти, особливо в галузях, пов'язаних ІТ;
- активне залучення наукових і навчальних закладів до розробок;
- закласти основу для відродження національної галузі ПЗ;
- розвинути національну галузь ІТ;
- надання уніфікованих рішень з використанням нових ІТ.

Ефективність використання інформаційної системи залежить, в першу чергу, від наявного апаратного і програмного забезпечення за допомогою якого реалізується весь спектр функціональних можливостей цієї системи. Впровадження сучасного апаратного і програмного забезпечення інформаційної системи дасть змогу Україні економити державні кошти, підвищити якість освіти, збільшити ефективність в діяльності установ, забезпечити безпеку інформаційних систем на всіх рівнях та віддаленого доступу до інформаційних ресурсів, а також підвищити професійний рівень своїх комп'ютерних фахівців та сформувати фундамент для розвитку високотехнологічних галузей.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Свобода та незалежність: вільне програмне забезпечення в органах державної влади. Режим доступу: <http://www.cnews.ua/gov/part6/12789/36/1/201> (дата звернення 13.09.2018 р.). – Назва з екрана.
2. Пурський О.І. Структура інформаційного та програмного забезпечення системи управління бізнес-процесами торговельного підприємства / О.І. Пурський, М.О. Цензура, Р.С. Демченко // Системи обробки інформації. – Харків, 2015 – 12 (137) – С 165-169.
3. Геселева Н.В. Апаратне та програмне забезпечення інформаційних технологій / Н.В. Геселева, Р.І. Яковець // Нові наукові технології виробництва матеріалів, виробів широкого вжитку та спеціального призначення. Економічна кібернетика. Режим доступу: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/4452/1/20160428-29_TEZY_V3_P218.pdf (дата звернення 14.09.2018 р.). – Назва з екрана.
4. Microsoft отстаивает свои права в Украине / Кореспондент 21.09.2007. Режим доступу: <http://files.korrespondent.net/world/pauls/157> (дата звернення 13.09.2018 р.). – Назва з екрана.

ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕУГОЛЬНИКА УСТОЙЧИВОСТИ ДЛЯ ПЕРЕДАТОЧНЫХ
ФУНКЦИЙ НЕЧЕТНЫХ СТЕПЕНЕЙ

В работе рассматривается задача устойчивости компонентов компьютерных систем с передаточными функциями нечетных порядков. В ходе анализа найдены соотношения верхней границы треугольника устойчивости и ограничения на коэффициенты передаточной функции.

Функционирование специализированных компьютерных, программируемых мобильных и робототехнических систем происходит в сложных и не предсказуемых условиях, что приводит к необходимости перестройки коэффициентов передаточной функции компоненты. В этом случае задача обеспечения устойчивости системы очень важна. Поэтому возникает задача, в которой до начала перестройки необходимо оценить устойчивость системы при обеспечении нового состояния системы, за счет изменения коэффициентов передаточных функций компонент системы. Для передаточных функций первого и второго порядков эта задача решается легко, а для передаточных функций выше второго порядка эта задача не является простой, особенно для передаточных функций нечетных степеней.

Целью работы является упрощение процесса оценки устойчивости системы выше второго порядка для передаточных функций нечетных степеней на основе треугольника устойчивости и неравенств допустимых значений коэффициентов передаточных функций.

В большинстве задач устойчивости рассматривается характеристическое уравнение системы

$$D(z) = \sum_{i=0}^n b_i z^{n-i},$$

где b_i - коэффициенты знаменателя передаточной функции системы (в большинстве случаев $b_0 = 1$), n - порядок системы.

Оценить устойчивость системы n -го порядка можно по критерия Джури, в соответствии с которым должны выполняться неравенства для характеристического уравнения вида

$$D(1) > 0; (-1)^n D(-1) > 0. \quad (1)$$

Этот критерий хорошо работает при постоянных коэффициентах передаточной функции системы, а при перестройке одного или нескольких коэффициентов возникают проблемы. Необходимо найти границы изменения этих коэффициентов для обеспечения устойчивости.

Для системы второго порядка, передаточная функция которого имеет вид

$$H_2(z) = \frac{a_0 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2}}{1 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}}$$

Характеристическое уравнение будет равно

$$D(z) = z^2 + b_1 z + b_2.$$

В этом случае из (1) можно записать

$$1 + b_1 + b_2 > 0;$$

$$1 - b_1 + b_2 > 0.$$

Тогда в координатах (b_1, b_2) можно найти образующие линии треугольника устойчивости

$$\begin{cases} b_2 > -1 - b_1 \\ b_2 > -1 + b_1. \end{cases}$$

Однако у этого треугольника нет верхней границы $b_{2\max}$. Рассмотрим вариант комплексно сопряженных корней характеристического уравнения

$$z_{1,2} = \alpha e^{\pm j\varphi}, \quad (2)$$

где α - модуль ($|\alpha| \leq 1$), φ - аргумент.

Тогда на основании теоремы Виета можно записать

$$\begin{cases} z_1 + z_2 = -b_1 \\ z_1 \cdot z_2 = b_2 \end{cases} \quad (3)$$

Подставляя (2) в (3) получим

$$\begin{cases} z_1 + z_2 = \alpha(e^{j\varphi} + e^{-j\varphi}) \\ z_1 \cdot z_2 = \alpha e^{j\varphi} \cdot \alpha e^{-j\varphi} \end{cases}$$

На основании формулы Эйлера и правилам действий с комплексными числами получим

$$\begin{cases} z_1 + z_2 = 2\alpha \cos \varphi = -b_1, \\ z_1 \cdot z_2 = \alpha^2 = b_2. \end{cases}$$

Тогда $b_{2\max} \leq 1$, так как $|\alpha| \leq 1$.

Для описания систем более высокого порядка можно поступить следующим образом. Рассмотрим характеристическое уравнение 5-го порядка

$$D(z) = z^4 + b_1 z^3 + b_2 z^2 + b_3 z + b_4 + b_5.$$

Тогда по критерию Джюри запишем

$$\begin{cases} 1 + b_1 + b_2 + b_3 + b_4 + b_5 > 0 \\ 1 - b_1 + b_2 - b_3 + b_4 - b_5 > 0. \end{cases}$$

Объединим коэффициенты

$$\begin{cases} d_1 = b_1 + b_3 + b_5 \\ d_2 = b_2 + b_4. \end{cases}$$

В этом случае линии, образующие треугольник устойчивости, будут иметь вид

$$\begin{cases} 1 + d_1 + d_2 > 0 \\ 1 - d_1 + d_2 > 0 \end{cases} \quad \text{или} \quad \begin{cases} d_2 > -1 - d_1 \\ d_2 > -1 + d_1 \end{cases}$$

В этом случае в координатах (d_1, d_2) опять нет верхней границы устойчивости, которую по аналогии можно найти из теоремы Виета и формул Эйлера, с учетом корней

$$z_0 = \alpha, \quad z_{1,2} = \beta e^{\pm j\varphi}, \quad z_{3,4} = \gamma e^{\pm j\psi} :$$

$$\begin{cases} \alpha + 2[\beta \cos \varphi + \gamma \cos \psi] = -b_1 \\ \beta^2 + \gamma^2 + 2\alpha(\beta \cos \varphi + \gamma \cos \psi) + 4\beta\gamma \cos \varphi \cos \psi = b_2 \\ \alpha\beta^2 + \alpha\gamma^2 + 4\alpha\beta\gamma \cos \varphi \cos \psi + 2\beta\gamma[\beta \cos \psi + \gamma \cos \varphi] = -b_3 \\ 2\alpha\beta^2\gamma \cos \psi + 2\alpha\beta\gamma^2 \cos \varphi + \beta^2\gamma^2 = b_4 \\ \alpha\beta^2\gamma^2 = -b_5. \end{cases}$$

На основании этих уравнений можно найти ограничивающие неравенства:

$$\begin{cases} -3 < -b_1 < 5 \\ -6 < b_2 < 10 \\ -2 < -b_3 < 10 \\ -3 < b_4 < 5 \\ 0 < b_5 < 1 \end{cases} \quad \begin{cases} -9 < -d_1 < 16 \\ -6 < d_2 < 11. \end{cases}$$

В результате проведенного анализа получена возможность оценить верхнюю границу треугольника устойчивости и найти ограничения на перестраиваемые коэффициенты. Эти соотношения значительно упрощают оценку устойчивости компоненты с нечетными степенями при необходимости перестройки коэффициентов.

СЕКЦІЯ 5

УДК 005.22: 005.8: 681.3

КРИВОРУЧКО О. В., ДЕСЯТКО А. М., ЦЮЦЮРА С. В., ЦЮЦЮРА М. І.

КНТЕУ (Україна), КНУБА (Україна)

МОДЕЛЮВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТОРГОВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ МЕРЕЖ ПЕТРІ

Розглянуто доцільність застосування мереж Петрі для створення та дослідження імітаційної моделі основного логістичного ланцюга інформаційно-управляючої системи, а також створення моделі типових компонентів логістичних процесів.

У відповідності з вимогами суспільства змінюється структура ринку інформаційних систем. Слід зазначити, що під час автоматизації виробництва застосовуються, як правило, інформаційно-управляючі системи. Але рівень автоматизації в рамках зазначених систем виявляється близько 40%. Причиною цього є вимоги до прийняття нестандартних рішень, креативний характер роботи. Відповідно, можемо зробити висновок, що основний резерв ефективності є в автоматизації процесів управління.

Для опису та аналізу діяльності процесів торговельного підприємства у інформаційно-управляючих системах було б доцільно застосовувати адекватні формальні методи та засоби. Традиційно для таких цілей використовують методи дослідження операцій (метод управління запасами, метод вирішення транспортних задач та методи лінійного програмування) та теорію масового обслуговування, але не розглядають логістичні процеси як складову єдиного динамічного комплексу торговельного підприємства.

Враховуючи комплексність завдання, яке необхідно вирішити на торговельному підприємстві, виникає проблема створення формального апарату адекватних методів та моделей, які стають враховувати різноплановість логістичних процесів та дозволять автоматизувати, а також описувати та аналізувати в певні терміни одночасно події, які виникають у паралельних процесах [1].

На сьогодні однією з формальних моделей, яка приймається в області інформаційних паралельних та розподілених систем є графічна форма бізнес-моделей, яка наближується до теорії графів, опису асинхронних процесів за допомогою мережі Петрі. Мережі Петрі, як інструмент імітаційного моделювання, останнім часом отримав свій розвиток в роботах Аалста та Хея [2]. Зазначені автори розглядають мережі Петрі як можливий концептуальний стандарт однієї з вищих форм автоматизованих систем управління – систем управління потоками робіт (СУПР).

Розглянувши діяльність торговельного підприємства, можемо зробити висновок, що його діяльність подібна з функціонуванням організації, яку можна віднести до напрямку успішного застосування системи управління потоками робіт (СУПР). На підприємстві маємо банківську діяльність, діяльність дистриб'юторських фірм, фінансових та юридичних організацій, транспортні фірми, таможня і т.д. Подібність виявляється в наступному:

- існує велика кількість унікальних задач (замовлення товарів), які все ж таки характеризуються однорідністю – послідовність дій їх виконання;
- задачі виконуються людьми та прикладними програмами;
- дії виконавців асинхронні, паралельні.

З іншого боку, в даному напрямку є свої особливості: функціонування торговельного підприємства є спланованим процесом. План виробництва товарів формується підприємством, зовнішнім по відношенню до торговельного підприємства. На план продажу та зберігання товарів торговельного підприємства мають вплив зовнішні підприємства. Відповідно, важливим показником для діяльності торговельного підприємства є попит на товари, пріоритети замовлень, терміни зберігання та реалізації, їх суміщення та запізнення замовлень, що може бути подано узагальнюючою математичною моделлю (рис.1).

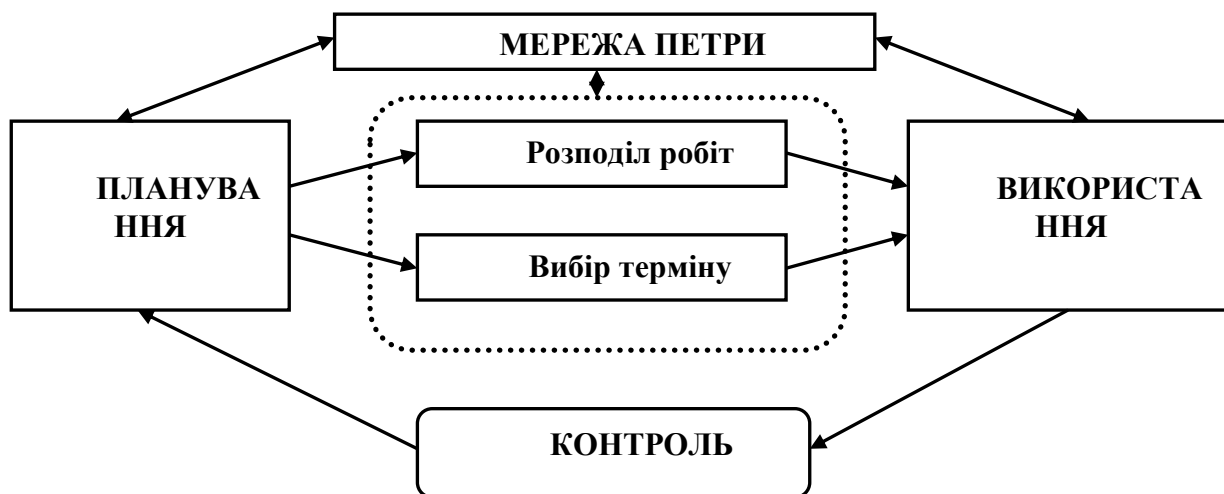


Рисунок 1. Узагальнений вигляд математичної моделі логістики торговельного підприємства.

Даний перелік показників доцільно описувати термінологією теорії розкладу [3]. Теорія розкладу має інструментарій, який покаже порядок послідовності робіт при зазначених початкових умовах. А потрапивши робота у вигляді потоку замовлень потребує розгляд застосування теорії масового обслуговування.

В свою чергу, мережа Петрі моделює рух замовлень з стадії в стадію з можливими втратами, «стопоріння» замовлень внаслідок непередбачених обставин (хвороби співробітника і т.д.), надходження додаткових робіт по раніше виконаним замовленням (в разі зауважень), видалення замовлень, які втратили актуальність [4].

Розроблена в цьому дослідженні мережу є незмінним ядром системи і відповідає сформованому в практиці підприємства процесу обробки замовлень. В якості основних характеристик, що визначають елементи в мережі Петрі, розглядаються тип товару, належність до виробу, належність до виконавця.

Як висновок, слід зазначити, що застосування мереж Петрі є адекватним та формальним апаратом для опису і аналізу процесів торговельного підприємства, зокрема – логістичних процесів. На основі мереж Петрі можливо створювати моделі типових компонентів логістичних процесів, створювати а досліджувати імітаційну модель основного логістичного ланцюга інформаційно-управляючої системи.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Цюцюра С.В., Криворучко О.В., Цюцюра М.І Застосування задач та моделей організаційного стратегічного управління для впровадження системи цільового управління. // Управління розвитком складних систем. – 2012. – Вип. 10. – С.116-119
2. Вил ван дер Аалст, Кейс Ван Хей Управление потоками работ: модели, методы и системы / пер. с англ. В. А. Башкина, И. А. Ломазовой; Под ред. И. А. Ломазовой. М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007.
3. Конвей Р. В., Максвелл В. Л., Миллер Л. В. Теория расписаний. М.: Наука, 1975
4. Криворучко О.В. Застосування імітаційних моделей в моделюванні інформаційно-управляючих систем логістики. / Криворучко О.В., Десятко А.М. 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.

ВИЗНАЧЕННЯ ВЛАСНОЇ ЧАСТОТИ КОЛИВАНЬ СПОРУДЖЕНЬ ЗА
ДОПОМОГОЮ АНАЛІЗУ КІНОГРАМ

Реакція спорудження на землетрус залежить від власної частоти коливань, одним із способів визначення якої може бути геометричний аналіз відео зображення динамічної поведінки споруджень.

Для цього наявні відео зображення необхідно конвертувати в кінограму, тобто послідовні зображення в деякі моменти часу, переважно рівностоящі.

Для цього може бути використан, наприклад, інтернет-ресурс:

<https://www.youtube.com/watch?v=H4hQ3fzZYkMC>.

Використовуючи можливості програми DVDVideoSoft Free Studio, отримаємо кінограму відео зображення, яка складається з 50 статичних зображень.



Рисунок 1 – Фрагменти кінограм коливань споруджень

Вимірюємо відстань між спорудженнями в вибраних точках, використовуючи спеціальні можливості програми Microsoft Visio:

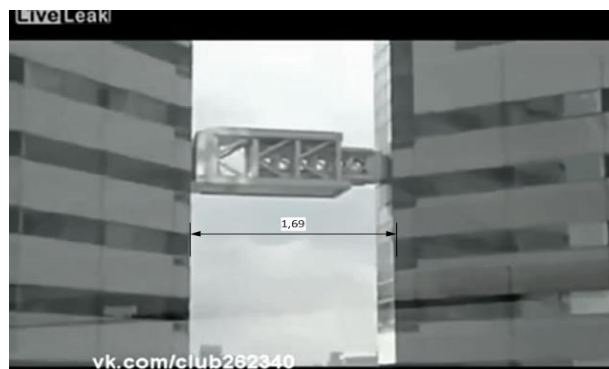


Рисунок 2 – Вимірювання відстані між спорудженнями

На Рис.3 представлений фрагмент програмного модулю інтерполяції отриманих вимірювань і організація виборки динамічної поведінки з рівномірним шагом у часі.

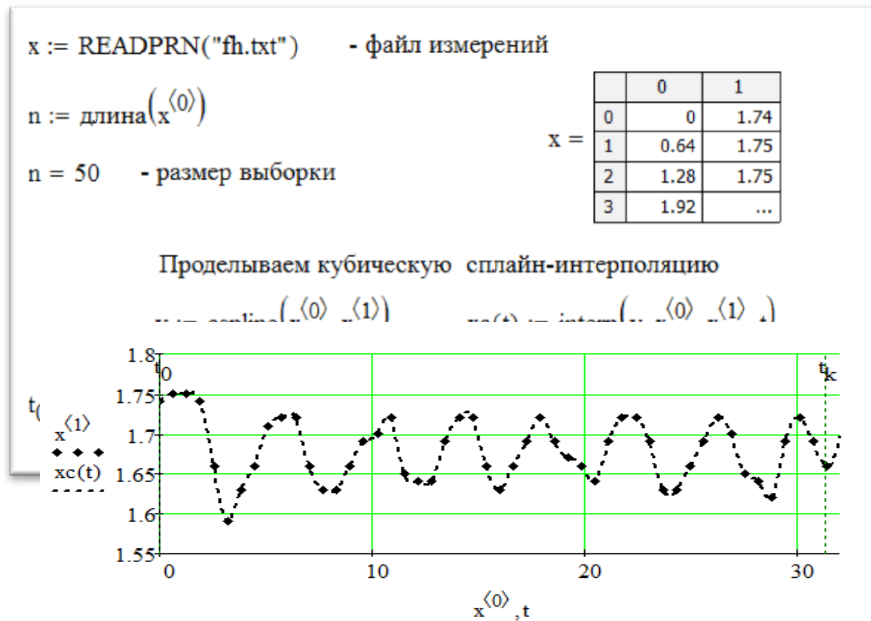


Рисунок 3 – Динамічна поведінка спорудження

На Рис.4 представлена послідовність виразів в системі MathCAD, яка визначає швидке перетворення Фур'є (БПФ) і результат його застосування.

$$\Delta f := \frac{1}{T} \quad \text{- дискретность по частоте}$$

$$y_s := \text{fft}(y) \quad \text{- быстрое преобразование Фурье}$$

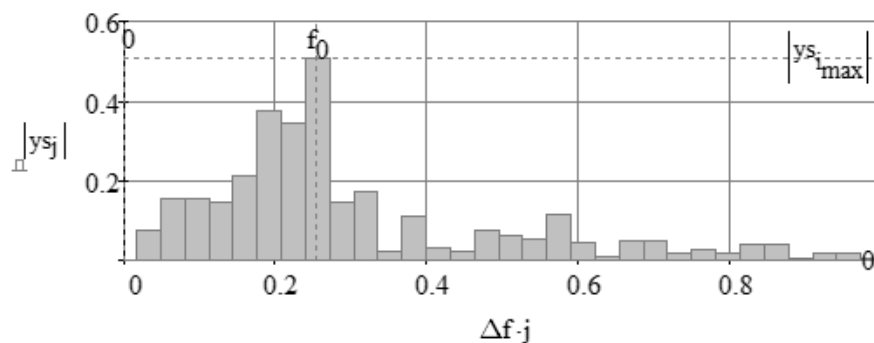


Рисунок 4 – Амплітудний спектр коливань

При такому способі визначення власної частоти її точність буде не більше половини дискретності амплітудного спектру.

Для підвищення точності визначення власної частоти використовують нелінійну регресію амплітудного спектру.

THE COMPUTER SYSTEM OF THE PATTERN RECOGNITION BY COMPARISON WITH THE PROTOTYPE

The problem of image recognition is closely related to the task of the pre-classification, or taxonomy. Recognition of an image in mathematical statistics is a class of tasks related to determining the belonging of this observation to one of the general collections (with unknown distributions), which are represented only by finite samples. Recognition is a practical application of the theory of pattern recognition, whose task includes the automatic localization of the face in the photograph and, if necessary, the identification of the person.

One of the main tasks of image recognition is the choice of a rule (decisive function) D , according to which, by the value of the control implementation X , its affiliation to one of the images is determined, that is the "most plausible" value of the characteristic S for the given X is specified. The choice of the decisive function D must be made so that the cost itself recognizes the device with its operation and losses associated with recognition errors was minimal.[1] Generally, the problem of pattern recognition consists of two parts: learning and recognition. Training is carried out by showing individual objects indicating their belonging to one or another image. As a result learning a recognizable system should acquire the ability to respond to identical reactions to all objects of the same image and two different objects - all objects of different images[2].

The main typology of image recognition methods[3]:

- Methods based on the principle of division;
- Statistical methods;
- Methods built on the basis of "potential functions";
- Methods of calculating ratings (voting);
- Methods based on the calculation of statements, in particular on the device of logic algebra.

There are two main ways of presenting knowledge[4]:

- Intensive, in the form of a link scheme between attributes (attributes).
- Extension, with the help of specific facts (objects, examples).

All recognition methods have been disassembled and analysed and the most simple method of implementation, which would yield credible results, was selected (method of comparison with the prototype). The Method of comparison with the prototype was chosen as the method of recognition because it is the easiest method to implement.

The designed computer system should implement the following actions:

- Registration of new users using login and photo faces.
- Login to the system using the login and picture fades.
- After a successful login system alerts the user about successful login in and vice versa.

In the result of the study was developed pattern recognition computer system for implementing the identification of the human face.

The basis of the computer system is a method for recognizing patterns of comparison with the prototype. This method is reliable and high-quality in solving simple tasks. The main disadvantage of the chosen method is recognition errors in low light. An effective solution to this problem is to create controlled illumination for more accurate recognition.

The study of the subject area showed that the developed computer system will be implemented and fully used in automated workplaces and ordinary personal computers. The use of the developed computer system can significantly increase the protection of information and prevent the possibility of unauthorized access.

Simplicity and flexibility of the computer system will allow it to be integrated into any other

computer system or a regular personal computer. This is an important factor, since the purpose of this development was to use the developed computer image recognition system by any organization or ordinary users who seek to restrict access to their computer or computer system.

REFERENCES

1. Ayzerman M.A. The method of potential functions in the theory of machine learning / MA Ayzerman, E.M. Braverman, L.I. Rosoner - M.: Science, 2004. - 384 pp.
2. Zhuravlev Yu.I. On the algebraic approach to solving problems of recognition or classification / Yu.I. Zhuravlev - Moscow: Nauka, 2005. - Vip. 33. - P. 5 - 68.
3. Mazurov V.D. Committees of systems of inequalities and the problem of recognition / Cybernetics, 2004, No. 2. P. 140-146.
4. Potapov AS Pattern recognition and machine perception / AS Potapov - St. Petersburg : Polytechnic, 2007. - 548 p.

**АБАБИЙ ВИКТОР, СУДАЧЕВСКИ ВИОРИКА, ЛАЗУ ВИКТОРИЯ, МУНТЯНУ
СИЛЬВИЯ, УНГУРЯНУ ВАЛЕРИЯ**

Технический Университет Молдовы, Республика Молдова

ОРГАНИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ПОИСКА ИНФОРМАЦИИ В НЕСТРУКТУРИРОВАННЫХ ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТАХ

Аннотация. В данной работе представлены результаты проектирования и исследования функциональности распределенной вычислительной системы для решения задачи поиска информации по различным критериям в неструктурированных текстовых документах. Система представляет собой сеть из ведомого вычислительного устройства, с функциями генератора текстовых документов, и множеством ведущих вычислительных устройств, с функциями многокритериальной обработки текстовых документов.

Введение

Процесс поиска и обработки больших объемов информации является одним из самых быстро развивающихся направлений в области информационных технологиях. Это стремление объясняется: доступом к большим объемам информации в сети Интернет; множеством языков общения; недостаточно универсальных, эффективных и точных методов поиска информации; и разнообразие информации.

Вычислительная сложность программных средств, для поиска информации, обусловлено множеством выполняемых операций. В работе [1] рассмотрены современные методы автоматической генерации рефератов и аннотаций, которые дают возможность установить основное содержание документа и определить необходимость обращения к источнику информации. В монографии [2] рассмотрены методы разработки и создания информационно-поисковых систем, способные автоматически извлекать данные с целью получения новой информации и знаний. А в работе [3] изложены методы решения задачи информационного поиска для классификации и кластеризации текстовой информации.

В данной работе предложен способ организации распределенных вычислительных процессов для решения задачи многокритериального поиска информации в неструктурированных текстовых документах.

Топология сети для организации распределенных вычислительных процессов

На Рисунке 1 представлена топология сети для организации распределенных вычислительных процессов при решении задачи многокритериального поиска информации в неструктурированных текстовых документах, где: **Master 1** – ведущее вычислительное устройство (ВУ), которое генерирует текстовые документы для поиска информации; **IP address: 192.168.212.1/28** - адрес ведущего ВУ в сети с маской **Mask: 255.255.255.240**; **LAN: PDP** – вычислительная сеть с **SN IP address: 192.168.212.0/28** и **Broadcast address: 192.168.212.15/28**; **Slave 2 – Slave 9** – множество распределенных ВУ модели **Raspberry Pi 3B** (Single-board computer [4]) с **IP address: 192.168.212.2/28 – 192.168.212.9/28**;

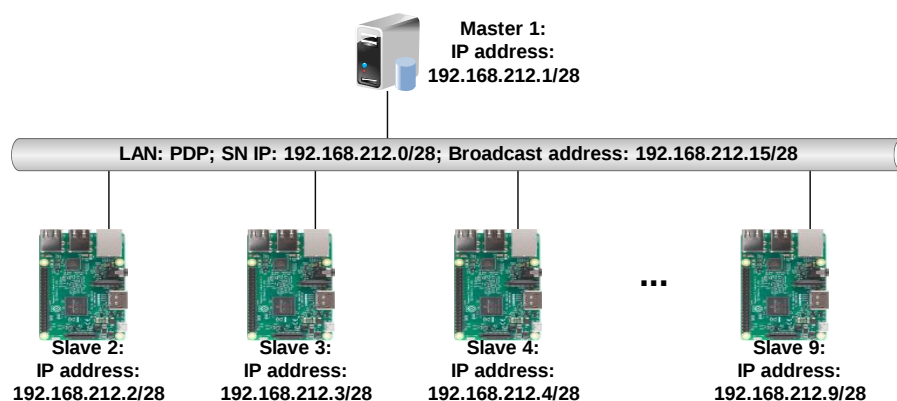


Рисунок 1. Топология сети для организации распределённых вычислительных процессов.

Взаимодействие ВУ для решения задачи многокритериального поиска информации

На Рисунке 2 представлена диаграмма взаимодействия ВУ при решении задачи поиска информации. Процесс многокритериального поиска информации начинается с инициализации ВУ и данных (**Init PC & DB / Init RPI**). Если данные готовы для передачи (**Data RDY**) происходит их одновременная передача на все ведомые ВУ (**Broadcast send Data**). Ведомые ВУ (**Slave 2 – Slave 9**) получая данные из сети, реализуют собственный алгоритм (**Data processing**) поиска информации, результат которого возвращается ведущему ВУ (**RT Data**).

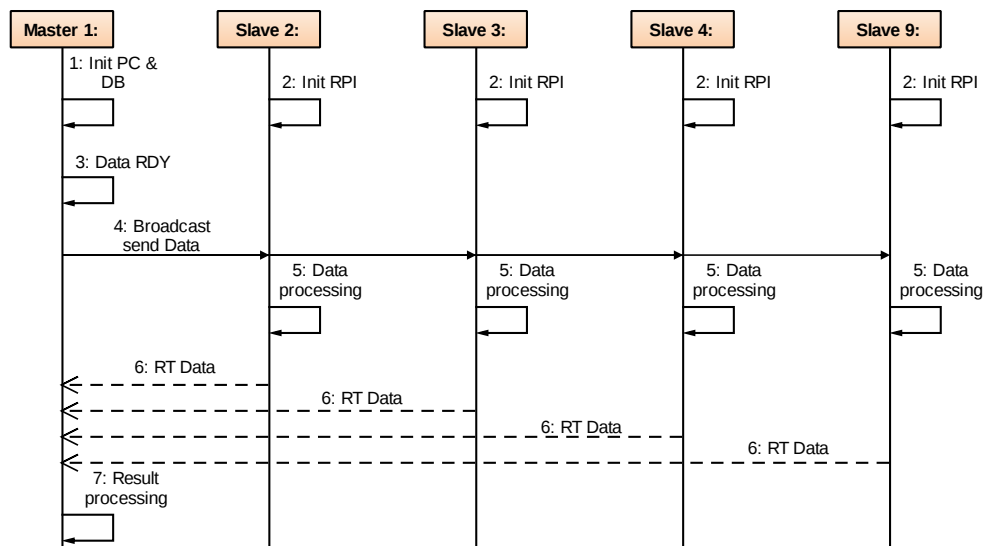


Рисунок 2. Процесс взаимодействия ВУ для решения задачи поиска информации.

Для функционального моделирования процесса взаимодействия ВУ используется модель сети Петри [5-7] (Рисунок 3), которая содержит множество позиций: **p1** – готовность ведущего ВУ передать данные; **p2 – p9** – параллельные процессы обработки текстовой информации, реализуемые ведомыми ВУ; **p10 - p17** - завершение процесса обработки данных и ожидание в очереди для передачи результата ведущему ВУ; **p18** – количество ведомых устройств в очереди для передачи результата поиска информации; **p19** – количество результатов переданные ведомыми ВУ ведущему ВУ. Для моделирования синхронизации вычислительных процессов используется множество временных переходов: **t1** – время подготовки данных ведущим ВУ; **t2 – t9** – время обработки данных ведомыми ВУ; **t18** – время для передачи одного результата.

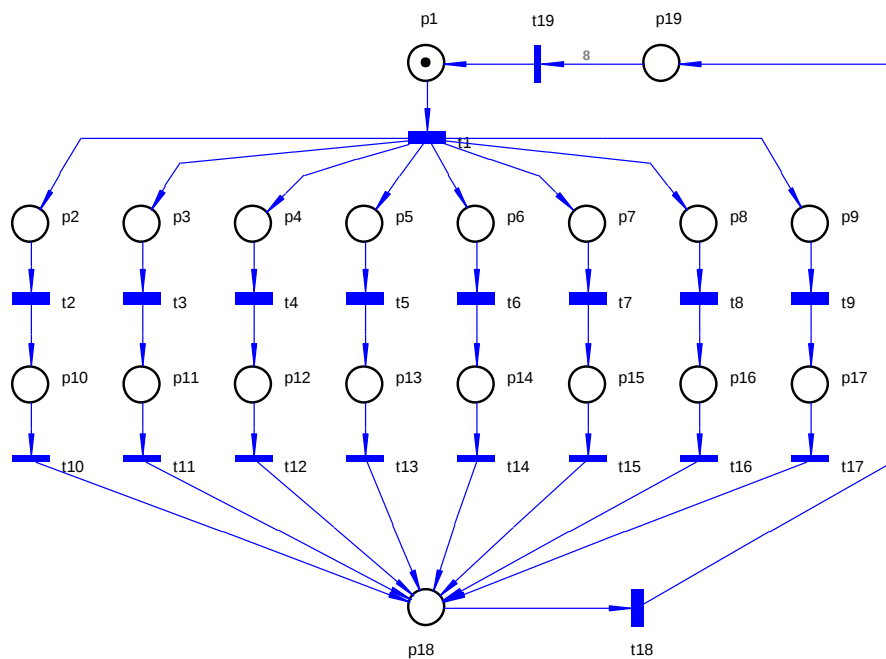
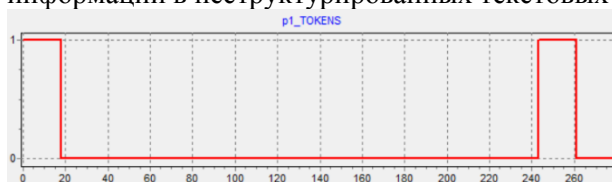
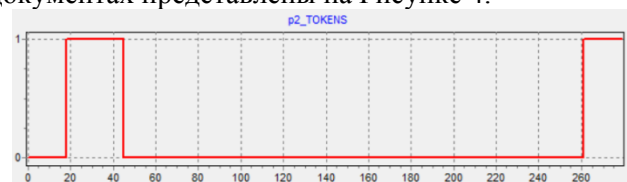


Рисунок 3. Модель сети Петри.

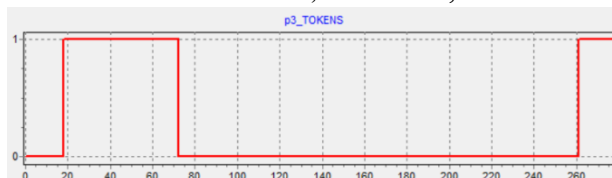
Результаты функционального моделирования взаимодействия ВУ для организации распределенных вычислительных процессов при решении задачи многокритериального поиска информации в неструктурированных текстовых документах представлены на Рисунке 4.



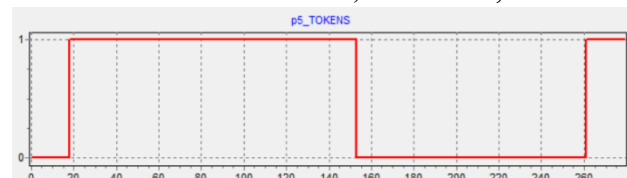
а) процесс передачи данных ведущим ВУ на ведомые ВУ, $\tau = 18ms$;



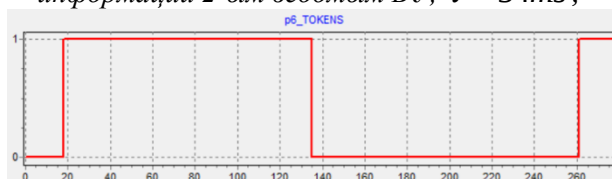
б) процесс решения задачи поиска информации 1-ым ведомым ВУ, $\tau = 26ms$;



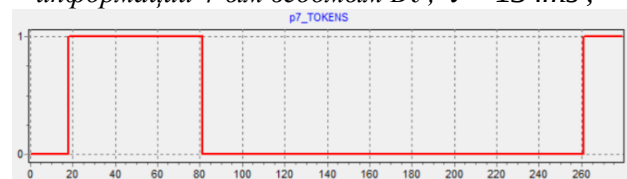
с) процесс решения задачи поиска информации 2-ым ведомым ВУ, $\tau = 54ms$;



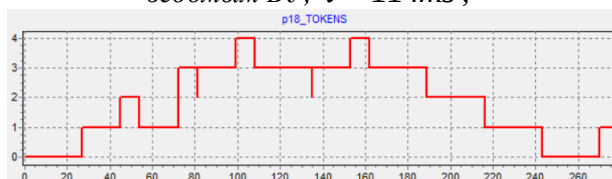
д) процесс решения задачи поиска информации 4-ым ведомым ВУ, $\tau = 134ms$;



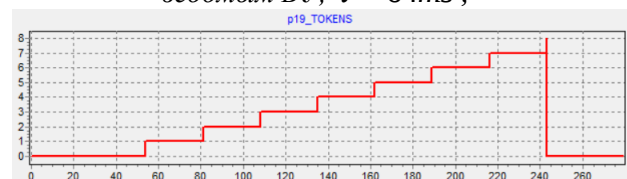
е) решение задачи поиска информации 5-ым ведомым ВУ, $\tau = 114ms$;



ф) решение задачи поиска информации 6-ым ведомым ВУ, $\tau = 64ms$;



г) количество пакетов в очереди для передачи от ведомых ВУ на ведущее ВУ;



и) процесс доставки результатов поиска информации на ведущее ВУ.

Рисунок 4. Результаты моделирования взаимодействия ВУ.

Выводы.

Результаты моделирования распределенной системы обработки данных для решения задачи многокритериального поиска информации в неструктурированных текстовых документах, доказали преимущество предложенного метода. Предложенный метод позволяет одновременно произвести поиск информации по различным критериям и алгоритмам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Осминин, П. Г. Современные подходы к автоматическому реферированию и аннотированию. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Лингвистика, (25), 134-135 с., 2012.
- [2] Шокин, Ю.И., Федотов, А.М., Барахнин, В.Б. Проблемы поиска информации. Новосибирск: Наука, 220 с., 2010, ISBN: 918-5-02-018969-0.
- [3] Кристофер Д. Маннинг, Прабхакар Рагхаван, Хайнрих Шютце. Введение в информационный поиск. Пер с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 528 с., 2011, ISBN: 978-5-8459-1623-5.
- [4] <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/> (Accessed: 01.09.2018).
- [5] J.L. Peterson, "Petri Net Theory and the Modeling of Systems", Prentice-Hall, 1981.
- [6] O. Păstrăvanu, M. Matcovschi, C. Mahulea, „Aplicații ale rețelelor Petri în studierea sistemelor cu evenimente discrete”, Iași, Editura Gheorghe Asachi, 2002, 256p., ISBN: 973-8292-86-7.
- [7] E. Guțuleac, C. Boșneaga, A. Railean, "VPNP-Software tool for modeling and performance evaluation using generalized stochastic Petri nets," In: Proceedings of the 6-th International Conference on DAS-2002, 23-25 May 2002, Suceava, România, pp. 243-248, ISBN 973-98670-9-X.

УДК 004.921

БАЛОВСЯК С.В., ДОВГАНЮК В.О., ПШЕНИЧНИЙ О.О.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича (Україна)

РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ СИМВОЛІВ ЗА РАДІАЛЬНИМИ РОЗПОДІЛАМИ ЇХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СПЕКТРІВ

Розроблено алгоритм та програмне забезпечення для розпізнавання зображень символів за радіальними розподілами їх енергетичних спектрів. Алгоритм передбачає обчислення спектру Фур'є зображення, на основі якого отримуються: енергетичний спектр, його радіальний розподіл і середні просторові частоти зображення. При розпізнаванні зображень символів порівнюються не їх енергетичні спектри, а радіальні розподіли і середні просторові частоти, що підвищує швидкість методу. Програмна обробка зображень виконана засобами Matlab.

Розпізнавання цифрових зображень символів є важливою для практики задачею, яка на даний час ще не повністю автоматизована, особливо при розпізнаванні рукописних символів [1,2]. Проте навіть при розпізнаванні друкованих символів виникають проблеми через те, що зображення символів можуть мати різних розмір, зміщення, кут повороту та шрифт. В той же час відомо, що енергетичні спектри цифрових зображень не чутливі до зміщень об'єктів на зображеннях. Тому в даній роботі пропонується виконувати розпізнавання зображень символів на основі їх енергетичних спектрів. Оскільки енергетичні спектри зображень мають ті ж розміри, що й самі зображення, то з метою підвищення швидкості розпізнавання запропоновано порівнювати не енергетичні спектри, а їх радіальні розподіли. Програмна реалізація розпізнавання зображень виконана в системі Matlab [1].

Енергетичні спектри обчислюються для початкового зображення $f = (f(i, k))$, де $i = 1, \dots, M$, $k = 1, \dots, N$, M – висота зображення (в пікселях), N – ширина зображення (рис. 1). Обробка зображення f виконується у відтінках сірого, яскравість початкового зображення нормується у діапазоні від 0 до 1. Над зображенням f виконується двомірне пряме дискретне швидке перетворення Фур'є за формулою [1]

$$F(m_1, n_1) = \sum_{i=1}^M \sum_{k=1}^N f(i, k) \times \exp \left(-j \cdot 2\pi \left(\frac{m_1 \cdot (i-1)}{M} + \frac{n_1 \cdot (k-1)}{N} \right) \right), \quad (1)$$

де m_1, n_1 – номери частот за висотою і за шириною,
 $m_1 = 1, 2, \dots, M; n_1 = 1, 2, \dots, N; j$ – уявна одиниця.

Аналіз спектру Фур'є F спрощується, якщо перемістити початок координат змінних m_1 і n_1 у центр частотного прямокутника. В результаті спектр Фур'є $F(m_1, n_1)$ перетворюється в центрований спектр Фур'є $F_C(m, n)$. Номерам частот (m, n) відповідають значення частот (u, v) на спектрі Фур'є F_C за висотою та шириною відповідно, які обчислюються за формулами:

$$u = \frac{m}{M}, v = \frac{n}{N}. \quad (2)$$

Енергетичний спектр P_S обчислюється як квадрат модуля спектру Фур'є F_C (рис. 1). На основі енергетичного спектру P_S обчислюється його усереднений радіальний розподіл $P_R(d)$, де d – номер радіальної частоти, $d = 1, 2, \dots, N_R$, $N_R = \min([M/2], [N/2])$ – кількість елементів радіального розподілу. Значення $P_R(d)$ дорівнюють середньому арифметичному $P_S(m, n)$, для яких відстань від центру частотного прямокутника в системі координат mn дорівнює d .

Номеру радіальної частоти d відповідає значення радіальної частоти

$$v_r = \frac{(d-1)}{\max(M, N)}. \quad (3)$$

Алгоритм розпізнавання зображень на основі їх розподілів енергетичних спектрів полягає в наступному. Спочатку для початкового зображення f обчислюється його енергетичний спектр P_S , а також радіальний розподіл P_R енергетичного спектру (рис. 1). Далі радіальний розподіл P_R порівнюється з радіальними розподілами P_{RE} енергетичних спектрів для зображень-еталонів з номерами E , де $E = 1, \dots, Q_E$, а в масив k_E записується середня квадратична різниця між розподілами спектрів P_R та P_{RE} . Кожному еталону E відповідає певний клас символів. За мінімумом k_E знаходиться номер еталона E , який відповідає початковому зображенню, а відповідно номер і назва класу символів.

При розпізнаванні зображень, крім безпосереднього порівняння їх радіальних розподілів P_R , можливо порівняння усереднених характеристик радіальних розподілів, зокрема, значень середніх просторових частот v_{CR} для радіальних розподілів P_R . Середня радіальна просторова частота v_{CR} [3] обчислюється на основі усередненого радіального розподілу P_R енергетичного спектру:

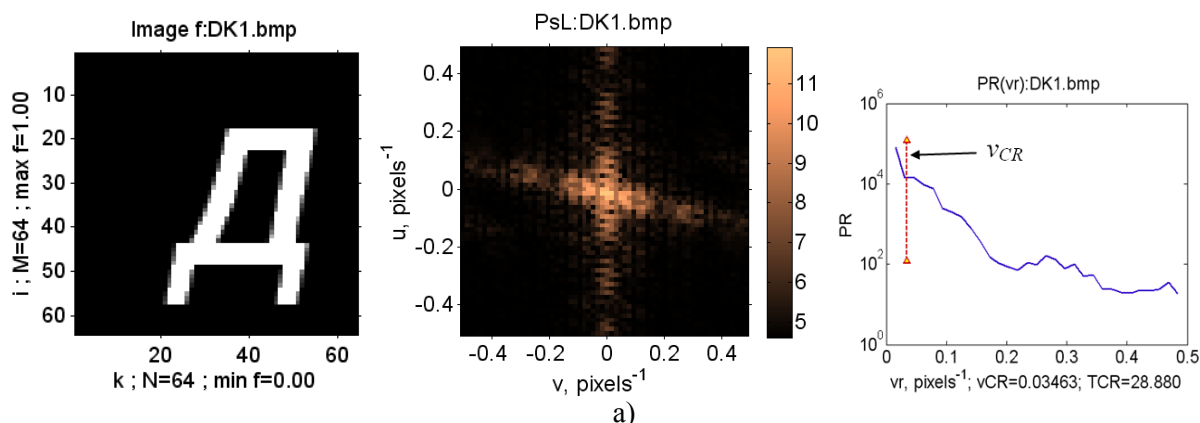
$$v_{CR} = \sum_{d=2}^{N_R} v_r(d) \cdot P_R(d) / \sum_{d=2}^{N_R} P_R(d), \quad (4)$$

де постійна складова $P_R(1)$ при обчисленні v_{CR} не враховується.

Середній радіальний просторовий частоті v_{CR} відповідає середній просторовий період:

$$T_{CR} = 1/v_{CR}. \quad (5)$$

Тому для зображень об'єктів, які відрізняються тільки зсувом, будуть збігатися не тільки їх енергетичні спектри та радіальні розподіли, але й значення середніх радіальних частот і періодів (рис. 1). Відповідно для зображень схожих об'єктів, які відрізняються в основному зсувом, їх спектри також будуть подібними, що важливо для точного розпізнавання об'єктів (наприклад, зображень символів).



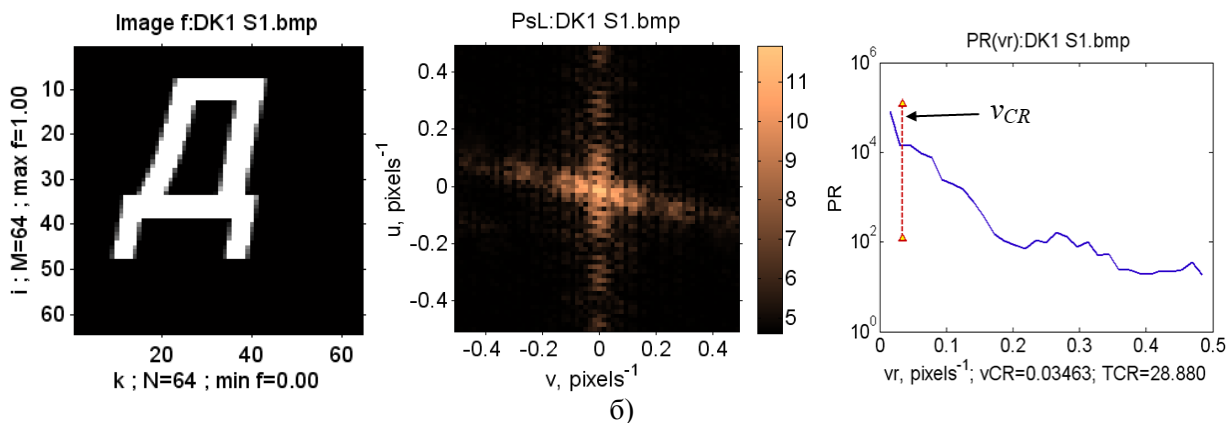


Рис. 1. Початкові зображення f , їх енергетичні спектри P_S (у логарифмічному масштабі) та радіальні розподіли P_R для енергетичних спектрів: а) зображення №1; б) зображення №2

У результаті виконання роботи розроблено програмне забезпечення для розпізнавання зображень символів за їх спектрами. Важливою перевагою такого методу розпізнавання є нечутливість енергетичних спектрів та їх параметрів до зміщень зображень символів, тому розроблене програмне забезпечення може бути використано в системах розпізнавання образів. Наукова новизна роботи полягає в тому, що при розпізнаванні зображень порівнюються не їх енергетичні спектри, а радіальні розподіли та середні частоти, що підвищує швидкодію методу.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. – М. : Техносфера, 2006. – 616 с.
2. Білінський Й.Й. Методи обробки зображень в комп'ютеризованих оптико-електронних системах : монографія / Й.Й. Білінський. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 272 с.
3. Bovik A.L. The Essential Guide to Image Processing / A. L. Bovik. – Elsevier Inc., 2009. – 853 p.

УДК 004.921

БАЛОВСЯК С.В., ОДАЙСЬКА Х.С., ФОЧУК О.В.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича (Україна)

РОЗПАРАЛЕЛЮВАННЯ ОБЧИСЛЕНЬ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ РІВНЯ ГАУСОВОГО ШУМУ НА ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕННЯХ

Розроблено паралельну реалізацію методу для автоматичного визначення рівня гаусового шуму на цифрових зображеннях, який заснований на високочастотній фільтрації зображень. Як рівень шуму обчислюється його середнє квадратичне відхилення. На основі шумової складової зображення визначаються області інтересу, які містять однорідні ділянки зображення. Рівень шуму обчислюється тільки в областях інтересу, які практично не містять контурів і текстур, оскільки вони створюють похибки при визначенні рівня шуму. При розпаралелюванні згортки зображень засобами MATLAB використано поділ зображення на фрагменти, кожен з яких обробляється відповідним робочим процесом, що підвищує швидкодію методу.

Точне обчислення рівня шуму є важливим для багатьох задач цифрової обробки зображень: видалення шуму, підвищення контрасту, виділення контурів, розпізнавання образів та ін. У даній роботі використано метод обчислення рівня шуму, заснований на високочастотній фільтрації, який володіє високою точністю [1]. Недолік методів фільтрації, а саме зниження їх точності для зображень з чіткими контурами і яскраво вираженими текстурами, усунено за рахунок обчислення рівня шуму на зображеннях тільки в областях інтересу (Region Of Interest – ROI) [1]. Обчислення рівня шуму на зображеннях передбачає виконання значного об'єму обчислень, тому для підвищення швидкодії методу використано паралельне обчислення рівня шуму засобами MATLAB [2].

Паралельні обчислення полягають у поділі зображення на Q_W прямокутних фрагментів однакового розміру, кожен з яких обробляється окремим робочим процесом (рис. 1а). При розпаралелюванні обчислень використано можливості пакетів розширень MATLAB (Distributed Computing Toolbox та MATLAB Distributed Computing Engine), в яких для керування паралельними процесами використовується планувальник задач «JobManager» [2]. Планувальник задач дозволяє розділити задачу обробки всього зображення на кілька підзадач обробки його фрагментів. Кожен фрагмент зображення обробляється окремим ядром процесора за допомогою робочого процесу «worker». Паралельна підзадача TaskV створюється у вигляді m-файлу, який виконується всіма робочими процесами одночасно, а запускається паралельна підзадача з головного файлу.

Визначення рівня шуму розглянуто в моделі адитивного білого гаусового шуму (Additive White Gaussian Noise – AWGN) [1], який далі будемо спрощено називати гаусовим шумом. Рівень гаусового шуму описується його середнім квадратичним відхиленням (СКВ) σ_N .

Початкове цифрове зображення f_n , для якого потрібно визначити експериментальний рівень шуму σ_{NE} , записується в прямокутну матрицю $f_n = (f_n(i, k))$, де $i = 1, \dots, M$, $k = 1, \dots, N$ (рис. 1б) [1]. Обробка зображень виконується у відтінках сірого. Яскравість f_n нормується в діапазоні від 0 до 1.

Виділення шумової складової f_h (рис. 1в) на зображенні f_n виконується шляхом згортки f_n з високочастотним ядром фільтра w_H за формулою:

$$f_h = f_n * w_H, \quad (1)$$

де як ядро w_H високочастотного фільтра використана різниця ядер Лапласа [1].

Обчислення областей ROI передбачає просторове усереднення рівня шуму на зображенні f_h , для чого спочатку обчислюється зображення f_d як абсолютна величина f_h . Після цього виконується згортка зображення f_d з ядром низькочастотного фільтра Гауса з СКВ σ_w ($\sigma_w = 1.75$), а в результаті отримується усереднене зображення рівня шуму f_{dc} (рис. 1г):

$$f_{dc} = f_d * w. \quad (2)$$

Контурам і текстурам відповідає високий рівень f_d , а відповідно f_{dc} , тому до області ROI належать тільки ті пікселі зображення f_h , для яких значення відповідних пікселів f_{dc} не перевищує встановлений поріг T_h (рис. 1д), який обчислюється за формулою:

$$T_h = z_C + k_{\sigma Th} \cdot \sigma_{f_{dc}} = 0.995 \cdot \sigma_h, \quad (3)$$

де z_C – математичне сподівання f_{dc} , $\sigma_{f_{dc}} = 0.162\sigma_h$ – СКВ f_{dc} ; $k_{\sigma Th} = 1.22$ – коефіцієнт порогу [1].

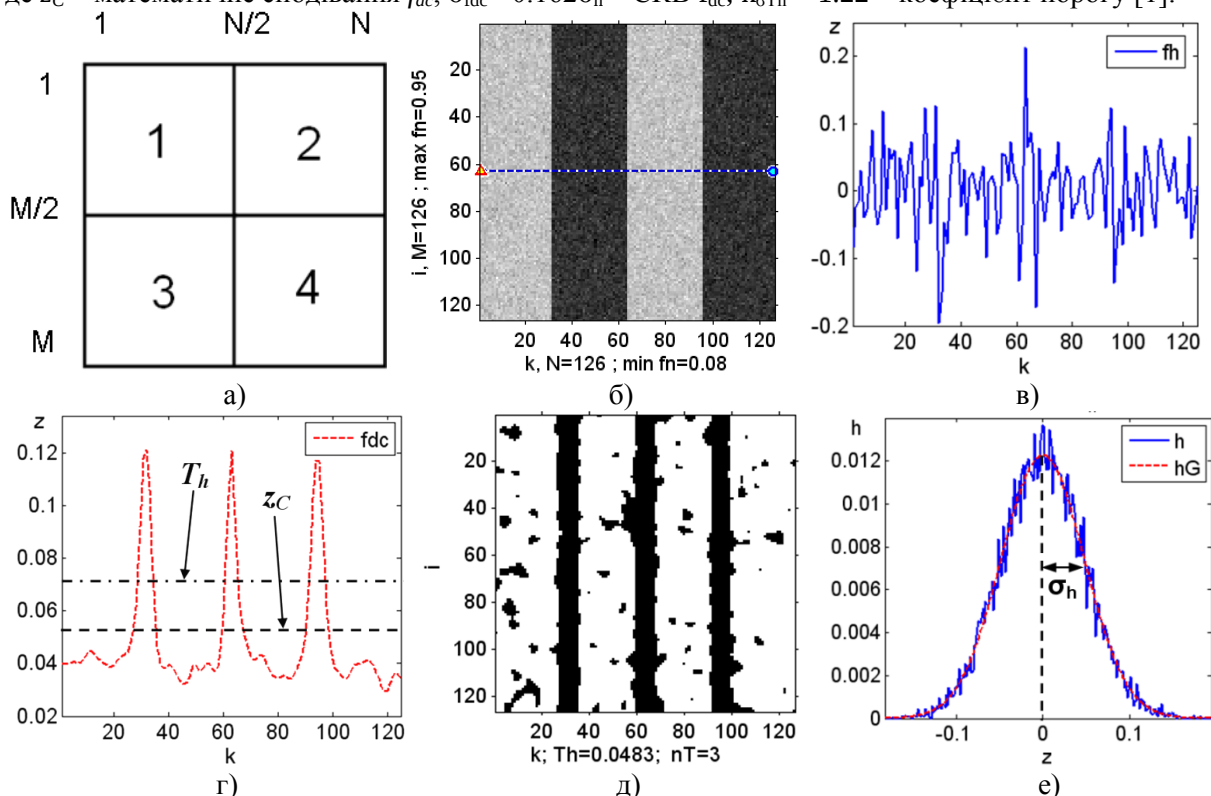


Рис. 1. Приклад визначення рівня гаусового шуму на зображенні, до якого програмно додано гаусовий шум з теоретичним СКВ $\sigma_N = 5\%$: а) поділ початкового зображення на

$Q_w = 4$ фрагментів; б) початкове зображення f_n (маркерами вказані початок і кінець профілю); в) профіль зображення шумової складової f_h ; г) профіль усередненого зображення рівня шуму f_{dc} ; д) зображення області ROI (чорні області не відносяться до ROI); е) гістограма $h(z)$ зображення шумової складової f_h , h_G – розподіл Гауса, який описує гістограму $h(z)$; $\sigma_h = 0.0479$, $\sigma_{NE} = 4.92$ %;

Для оцінки рівня шуму використовується СКВ σ_h гістограми $h(z)$ (рис. 1е), обчисленої для тих пікселів зображення f_h , які належать ROI. Експериментальне СКВ шуму σ_{NE} (%) обчислюється через уточнене СКВ σ_h за формулою:

$$\sigma_{NE} = (\sigma_h \cdot 100)^{k_{ch}}, \quad (4)$$

де $k_{ch} = 1.018$ – коефіцієнт нелінійності.

При паралельній обробці зображень з метою усунення крайових ефектів, які виникають при згортці, використано симетричне розширення окремих фрагментів зображення на величину $3\sigma_w$.

Розроблений метод визначення рівня гаусового шуму (з використанням паралельних обчислень) перевірено при обчисленні експериментального СКВ шуму σ_{NE} для тестової множини (100 зображень) бази BSDS300 [1]. Для оцінки точності методу використано похибку RMSE (Root Mean Square Error), яка обчислювалася між значеннями σ_{NE} та σ_N для всіх тестових зображень, при цьому похибка запропонованого методу при паралельній реалізації ($R_{MSE} = 0.210$) збігається з похибкою методу при послідовній реалізації, і на 0.067 % менша за похибку методу PCAP [1]. У випадку використання $Q_w = 2$ робочих процесів (процесор AMD A4-4020) швидкодія паралельної реалізації методу (у порівнянні з послідовною) зростає у 1.5 разів.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що в розробленій паралельній реалізації методу для автоматичного визначення рівня гаусового шуму на цифрових зображеннях використано симетричне розширення фрагментів зображень, що забезпечує усунення крайових ефектів, які виникають при згортці зображень.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Баловсяк С. В. Автоматичне визначення рівня гаусового шуму на цифрових зображеннях методом виділених областей / С. В. Баловсяк, Х. С. Одайська // Кибернетика и вычислительная техника. – 2017. – Вып. 189, № 3. – С. 44-60.
2. Оленёв Н. Н. Параллельное программирование в MATLAB / Н. Н. Оленёв, Р. В. Печёнкин, А. М. Чернецов. – М. : Вычислительный центр им. А. А. Дородницына РАН, 2007. – 120 с.

УДК: 004.432.42

БЕЖЕНАР О.О., КИРИЧЕНКО О.Л.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича (Україна)

ВИКОРИСТАННЯ .NET CORE ДЛЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ХМАРНОЇ СИНХРОНІЗАЦІЇ У МОБІЛЬНОМУ ДОДАТКУ

Спроектовано та розроблено Web API для мобільного додатку із використанням .NET Core та MS SQL Server на базі мікросервісної архітектури.

Важливою складовою якісного програмного продукту є доступність даних. У час хмарних технологій вважається стандартною можливістю почати роботу на одному пристрої і продовжити її на іншому, без обмежень. Редагування текстового документу цілою командою людей одночасно уже не є дивом. Таким чином при проектуванні програм розробники намагаються надати подібний досвід, для підвищення зручності в користуванні та доступності інформації. Проте, не кожен розробник на початку може собі дозволити оплачувати хостинг, тому велика кількість розробників приймає рішення зберігати дані на пристрої клієнта. В цьому є певні переваги у вигляді економії трафіку та кращої швидкодії, проте ціна – втрата даних при відсутності доступу до пристрою. Нами розроблено мобільний додаток, який допомагав покращити особисту продуктивність за рахунок моніторингу часу, який користувач приділяв вирішенню певної задачі. Робота над програмним рішенням продовжується, і наступним етапом є перенесення бізнес логіки та даних на сторону сервера. Серверна частина реалізована за допомогою .NET Core, в якості сховища використовується MS SQL Server Express 2017. Сервіс побудований за принципом

мікросервісної архітектури.

.NET Core – це безкоштовний фреймворк із відкритим кодом розроблений компанією Microsoft який може працювати на основних операційних системах: Windows, Linux, OS X [1]. Це відносно нова технологія в сімействі .NET, проте він уже довів свою перевагу над .NET Standard за рахунок своєї лаконічності, швидкодії та крос-платформності. Структура .NET платформи наведена на рисунку 1.

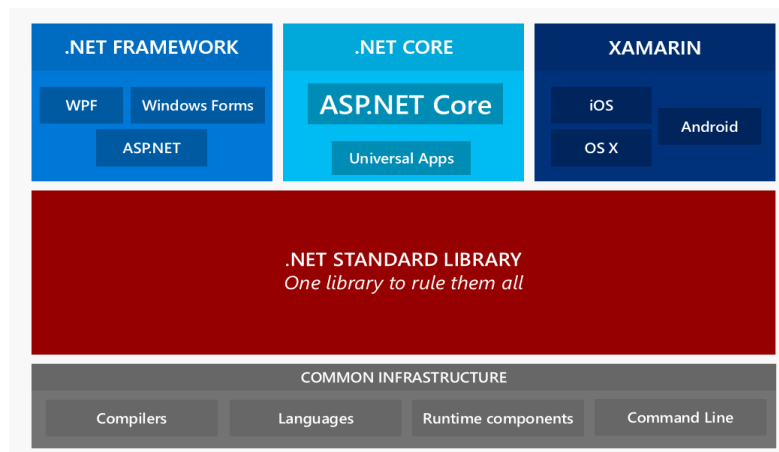


Рис. 1. Структура .NET платформи

MS SQL Server – це система управління реляційними базами даних розроблена компанією Microsoft. Вона дозволяє ефективно працювати із даними та надає удосконалений синтаксис запитів T-SQL [2]. Дана система має тісну інтеграцію із .NET Framework тому вона є хорошим рішенням для роботи з даними на .NET Core.

Мікросервісна архітектура (microservice architecture) – це підхід до проектування програмних систем, який дозволяє зробити логічні елементи системи повністю незалежними одна від одної [3]. Такий підхід дозволяє досягти ефективного вертикального та горизонтального масштабування, високої надійності та відмово стійкості [4]. Основними елементами архітектури є: клієнт, API шлюз, мікросервіс, шина повідомлень (Рис. 2).

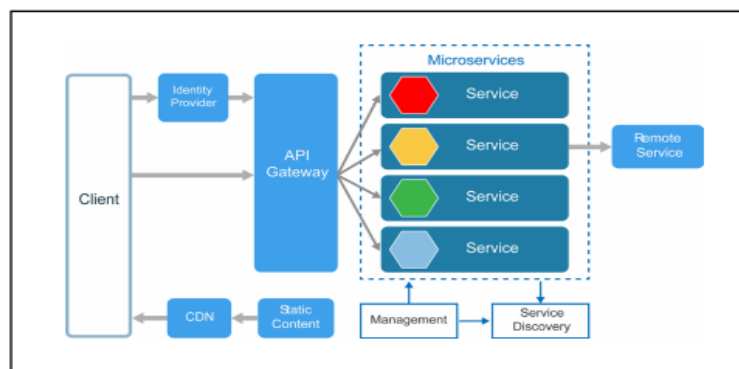


Рис. 2. Елементи мікросервісної архітектури

Клієнт – це користувач сервісу. Це може бути інша система, додаток, веб-сайт. Клієнт робить запит, який потрапляє в API шлюз, що виступає в якості точки входу, і містить набір REST API, який визначає інтерфейс взаємодії з системою. Далі запит проходить перевірку системою безпеки і входить у відповідний мікросервіс де і відбувається його обробка [5]. При потребі, взаємодія між сервісами відбувається по захищеному каналу. Кожен мікросервіс взаємодіє зі своєю базою даних. Мікросервіс повинен задовольняти умову ідемпотентності, тобто якщо наступний запит ідентичний попередньому, то і результат повинен бути однаковим.

Нами розроблено сервіс, який має наступний функціонал:

- Створення / Редагування / Видалення категорії завдань (робота, навчання, тощо).
- Створення / Редагування / Видалення завдань.

- Установка / Редагування / Видалення часу завершення завдання.
- Установка / Скидання нагадування.
- Аутентифікація.

Відповідно для кожного пункту нами створено окремий сервіс:

- Category Service.
- Task Service.
- Stopwatch Service.
- Timer Service.
- Notification Service.
- User Service.

Для реалізації каналу зв'язку між службами обрано сторонній інструмент із відкритим кодом – Rabbit MQ. Це шина повідомлень написана на мові С. При видаленні завдання потрібно було скинути всі таймери і вимкнути сповіщення, тому виникала необхідність взаємодіяти із рештою служб, для цього було створено клієнти, які через шину повідомлень взаємодіяли із іншими службами.

Навіть на такій невеликій системі вдалося оцінити переваги даного підходу: нові модулі додавати просто, система може впоратися із високими навантаженнями, а оновлення сервісу не впливає на роботу решти.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. .NET Core [Віддалений ресурс]. <https://www.microsoft.com/net/learn/what-is-dotnet>. Режим доступу: 02.09.2018.
2. MS SQL Server [Віддалений ресурс]. https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_SQL_Server. Режим доступу: 02.09.2018.
3. .NET Micorservices [Віддалений ресурс]. <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/standard/microservices-architecture/>. Режим доступу: 04.09.2018
4. Horisontal & Vertical Scaling [Віддалений ресурс]. <https://www.esds.co.in/blog/vertical-scaling-horizontal-scaling/#sthash.jwmXMeYO.dpbs>. Режим доступу: 27.08.2018.
5. REST [Віддалений ресурс]. https://en.wikipedia.org/wiki/Representational_State_Transfer. Режим доступу: 05.09.2018.

УДК 004.3

БЕЗКОРОВАЙНИЙ В.А, ДЕЙБУК В.Г.

Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича
(Чернівці, Україна)

СИНТЕЗ ЗВОРОТНИХ ТРІЙКОВИХ ВІДМОВОСТІЙКИХ ЛОГІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

Синтез зворотних логічних пристроїв є одним з актуальних напрямків розвитку сучасних комп'ютерних технологій. Використання трійкової логіки в таких пристроях допоможе в майбутньому створювати енергоефективні та швидкодіючі комп'ютери. В роботі створено програмний продукт для генетичного синтезу зворотних відмовостійких логічних пристроїв трійкової логіки в базисі модифікованих елементів Фредкіна. Проведено порівняння отриманих схем логічних пристроїв з відомими аналогами.

На сьогоднішній день зворотний комп'ютинг надає вагомі переваги порівняно з традиційним комп'ютингом, а саме: зменшення споживання енергії, захист від втрати інформації тощо. Завдяки своїм перевагам він задовольняє умовам для використання у квантових комп'ютерах, криптографії, біоінформатиці та інших сферах [1-3]. Розроблено ряд теоретичних методів проектування зворотних пристроїв двійкової логіки, однак відомі переваги трійкових обчислювальних пристроїв (менша кількість розрядів для представлення інформації, більша ємність і економічність) використовуються недостатньо повно. Методи синтезу трійкових зворотних цифрових пристроїв становлять є достатньо актуальними.

В даній роботі виконано розробку, програмну реалізацію, дослідження і оптимізацію

методу синтезу трійкових зворотних комбінаційних схем на основі методів штучного інтелекту. Зокрема, для розв'язання даного типу задач добре зарекомендували себе генетичні алгоритми. Згадані алгоритми дозволяють розв'язувати задачі оптимізації на основі штучного відбору і селекції з великої кількості індивідів(схем) відповідно до заданих умов та обмежень, використовуючи оператори кросоверу та мутації. В якості фітнес-функції була вибрана залежність, що враховує кількість помилок у вихідній таблиці істинності (F1), мінімальну кількість контрольованих вентилів Фредкіна (F2), мінімальний час затримки схеми (F3) та мінімальну кількість невикористаних вихідних сигналів (F4)

$$F = k_1 F_1 + k_2 F_2 + k_3 F_3 + k_4 F_4,$$

де коефіцієнти $k_1=1$, k_2 , k_3 , k_4 підбиралися динамічно. При цьому процес зупинявся, як тільки повна фітнес-функція досягала максимального значення, більшого за 1.

В якості тестових були вибрані схеми напівсуматора та суматора на основі вентиля Фредкіна з оптимальними характеристиками. Отримані схеми є оптимальними за кількістю елементів та часом затримки і узгоджуються зі схемами отриманими іншими авторами [4] евристичним методом.

REFERENCES

1. Morita K. Theory of Reversible Computing. – Springer, Japan, 2017.
2. Miller D. M. and Thornton M. A. Multiple Valued Logic: Concepts and Representations. – Morgan & Claypool, 2008.
3. Muthukrishnan A. and Stroud Jr., C R. Multivalued Logic Gates for Quantum Computation / *Phys. Rev. A*, v.62, p. 052309 (2000).
4. Lukac M., Perkowski M., and Kameyama M. Evolutionary quantum logic synthesis of Boolean reversible logic circuits embedded in ternary quantum space using structural restrictions / *Proc. IEEE Congress on Evolutionary Comput.*, Barcelona, 2010, pp. 1–8.

УДК 621.395.24

БУРАЧЕК В.Р., КОРОП М.М.,
 ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ ІНСТИТУТ
 КНТЕУ (УКРАЇНА)

SIP-ТЕЛЕФОНІЯ ЯК НОВИЙ ТИП КОМУНІКАТИВНОГО РЕСУРСУ

Розглянуте питання застосування сучасних технологій зв'язку, зокрема, SIP-телефонії, для забезпечення ефективного менеджменту суб'єктів економічної діяльності та посилення захисту інформації при передаванні повідомлень.

Сучасний рівень менеджменту для будь-якого суб'єкта економічної діяльності, незалежно від форми власності та виробничих масштабів, передбачає наявність кількох найважливіших функцій. По-перше, це здатність працівника оперативно реагувати на часто мінливі умови діяльності на ринку. По-друге, це можливість обміну інформацією в довільному напрямку із забезпеченням потрібного рівня захисту повідомлень від зовнішнього втручання чи простого фізичного їх спотворення. Важливим додатком до сказаного є також фінансово-економічний аспект, оскільки недотримання однієї з наведених функцій різко збільшує ризик фінансових втрат.

На сьогодні асортимент комунікаційних засобів є достатньо широким – від звичних стаціонарних телефонів та комп'ютерних мереж до прогресивних технологій, здатних забезпечити користувачеві комфортні та вигідні умови передавання інформації. Одним з таких способів є використання глобальної мережі Internet для телефонного зв'язку, зокрема, SIP-телефонія як протокол, що забезпечує роботу IP-телефонії.

Зв'язок забезпечується завдяки IP-протоколу, який надає кожному пристрою свій власний унікальний ідентифікатор по якому можна звертатись і він призначений для передачі даних.

Важливою перевагою є той факт, що IP-телефонія дозволяє прив'язати номер не до локації, а до пристрою.

Принципи роботи SIP телефонії:

- 1) під час дзвінка спеціальна програма (кодек) перетворює аналоговий сигнал (голос клієнта) в цифровий сигнал;
- 2) сигнал передається на пристрій, на якому встановлена клієнтська програма;
- 3) два пристрої знаходять один одного у мережі і починають зв'язок між собою;
- 4) при прийомі сигнал перетворюється на аналоговий, і менеджер, який приймає сигнал, має змогу чути звичайний голос клієнта.

Ще одним цікавою і корисною ознакою SIP-телефонії є можливість забезпечення багатоканальності зв'язку, при якій один телефонний номер може приймати чи передавати кілька дзвінків одночасно. При цьому розмови всередині організації чи установи (з використанням внутрішньої мережі) є безкоштовними. Крім того, віртуальну внутрішню АТС можна налаштувати відповідно до графіку роботи офісу, при якому зовнішні дзвінки у неробочий час будуть або записувати, або переадресовуватися на мобільні телефони співробітників.

Впродовж останніх років відбувається справжній бум концепції управління стосунків з клієнтами, що стимулювало розробку спеціальних інформаційних CRM-систем (*Customer Relationship Management*). Сама концепція доволі проста: замість турботи про споживачів – турбота про Споживача, причому, кожного з них індивідуально. Інформацію про клієнта, яку збирають і обробляють (покупки, смаки, потреби, переваги), використовують для того, щоб точніше специфікувати пропозиції конкретному клієнтові, які він прийме з достатньо високою ймовірністю.

Такий підхід передбачає, що при будь-якій взаємодії з клієнтом будь-яким з каналів співробітничові компанії доступна повна інформація про всі стосунки з клієнтами, і рішення приймається на її основі, а інформація про це рішення, в свою чергу, теж зберігається і стає доступною при всіх наступних взаємодіях.

Сучасні CRM-системи об'єднують всі інструменти, які стосуються контактів з клієнтом і підтримуються інформаційними технологіями: систему управління територіальними продажами, систему клієнтської підтримки, систему управління маркетингом і продажами, а також управління контактами і діяльністю. SIP-телефонія на сьогодні дозволяє об'єднати дані про дзвінки з CRM системами, що, з точки зору маркетингу, суттєво вплине на ефективність функціонування суб'єкта економічної діяльності.

До переваг SIP телефонії також можна віднести:

- 1) дешевше підключення порівняно з аналоговою офісною АТС;
- 2) швидку телефонізацію офісу;
- 3) оплату за базовим тарифом незалежно від місця розташування абонента;
- 4) високий ступінь захисту від прослуховування;
- 5) можливість створення форми зворотного зв'язку для сайту.

Все сказане дозволяє наголосити на актуальності роботи з розробки та впровадження у реальні умови діяльності засобів SIP-телефонії як фактора конкурентоздатності суб'єкта на ринку товарів і послуг. Доцільним є також дослідження економіко-математичної моделі, розв'язком якої стане набір параметрів функціонування суб'єкта у визначених економічних умовах та можливість прогнозування результатів такого функціонування на визначений проміжок часу.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Антонов В. М. Фінансовий менеджмент : сучасні інформаційні технології : навчальний посібник / В. М. Антонов, Г. К. Яловий. – К. : Центр навчальної літератури, 2005. – 432 с.
2. Гольдштейн Б. С. Протокол SIP : Справочник / Б. С. Гольдштейн. – СПб. : BHV-Санкт-Петербург, 2005. – 456 с
3. Билоус Е. В. Анализ методом статистического моделирования трафика в IP-сетях / Е. В. Билоус // Матеріали першої міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених «Інфокомунікації – сучасність та майбутнє», Одеса, 6-7 жовтня 2011, ч. 2. – Одеса : ОНАЗ, 2011. – 168 с.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ
ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ

Дана робота присвячена розробці системи комп'ютерного моделювання біологічних процесів та систем, на основі методу рухомих клітинних автоматів.

Постановка проблеми. Вивчення та моделювання процесів, що відбуваються в живих організмах є актуальною задачею сьогодення. Більшість існуючих комп'ютерних моделей біо-процесів можна розділити на два основні типи – кількісне (коли за відомими початковими даними можна передбачити вміст тієї чи іншої речовини, білку, амінокислоти та ін.), та якісні, котрі за допомогою комп'ютерної графіки та математичних моделей, відображають окремі біологічні процеси, що відбуваються в статичних структурах, або ж організми та їх частини, наприклад, форму поверхні клітини, що не змінюється з часом [1,2]. Слід зауважити, що кожна із таких моделей характеризується окремим підходом та методом до розробки. На фоні цього досить актуальною є проблема створення універсального зручного програмного засобу, що надавав би дослідникам у галузі біоінженерії можливість візуалізації динаміки формування найрізноманітніших біо-подібних процесів та структур.

Основна частина. Комп'ютерне моделювання допомагає на практиці перевірити гіпотези та теоретичні припущення, які допомагають у вивченні різних біологічних процесів. Також комп'ютерна модель дає змогу виявити нові явища в поведінці досліджуваних систем.

Розробка програмного засобу комп'ютерного моделювання дозволить користувачу досліджувати динамічні біологічні процеси та структури. На рис.1 зображено схематичну архітектуру програмного засобу. Візуалізатор, що входить до складу системи, розроблено за допомогою бібліотеки OpenGL і дозволяє візуалізувати процес моделювання в режимі реального часу. Графічний інтерфейс надає користувачу можливість керувати процесом моделювання та задавати модельні параметри. Основним модулем, запропонованого програмного засобу є модуль, який містить класи, що визначають базові структури даних для представлення моделей на основі рухомих клітинних автоматів (РКА-моделей) і набір основних алгоритмів їх взаємодії. Модель є конкретною реалізацією РКА-моделі та правил взаємодії. Вона складається із базових конструкцій і алгоритмів, описаних в Основному модулі. Далі пропонується опис методу та підходу для побудови моделей та алгоритмів основного модуля.



Рис.1 Схематична архітектура програмного засобу

Моделювання в задачах, які вивчають динаміку живих організмів, є складним процесом, оскільки вимагає встановити взаємозв'язок між моделями самоорганізаційних механізмів, що роблять біо-процеси повністю автоматичними, та динамікою модельованого простору, яка виникає. Самоорганізація в природних системах (фізична, біологічна, екологічна, соціальна) часто опирається на міріади ідентичних агентів і, по суті, стохастичну динаміку. Нетривіальні шаблони і колективна поведінка можуть виникати з відносно простих правил для окремих агентів – факт, який характеризує складні системи. Складність вивчення цих механізмів полягає в тому, що в лабораторних умовах майже неможливо відстежити динаміку окремих частинок, які входять до складу цих механізмів. Також слід врахувати зворотній зв'язок між цими самоорганізаційними механізмами, і, безпосередньо, самими процесами, що відбуваються в організмі (наприклад, рух, ріст, поділ клітини, та ін.).

Універсальність та зручність програмного засобу моделювання обумовлює необхідність його побудови на основі досить простих та універсальних методів. Асинхронні стохастичні клітинно-автоматні моделі, у той же час, є найбільш вживаними при моделюванні біологічних систем, оскільки відображають не детермінованість, а стохастичність більшості природних процесів. Тому, для дослідження пов'язаного з динамікою структури модельованого простору, обрано метод рухомих клітинних автоматів (РКА), що дозволяє використовувати концепцію сусідства та описувати процеси, що відбуваються у біо-структурах, набором функцій взаємодій між сусідніми агентами (клітинами).

Органічні молекулярні комплекси методом РКА можуть бути змодельовані аналогічно методам молекулярної динаміки, одноклітинні організми можуть бути представлені також на псевдомолекулярному рівні (цитоскелет у вигляді ланцюгів та мереж з РКА, мембрана як множина РКА у вигляді шару із різноманітними включеннями тощо), а багатоклітинні мікроорганізми природнім чином слід представляти множинами РКА, що імітують відповідні клітини та їх динаміку.

Висновки. Розробка програмного засобу для комп'ютерного моделювання розвитку біологічних систем, що поєднує в собі ефективність моделювання самоорганізаційних механізмів з можливістю динаміки структури моделюючого простору, є актуальною задачею сьогодення. Більш чітке розуміння механізмів, які керують розвитком біологічних систем, сприятиме створенню нових ефективних вакцин в боротьбі з бактеріальними інфекціями, пухлинами та іншими хворобами, покращить продуктивність при використанні біологічного матеріалу в сфері діяльності людини і може дати багато ідей та архітектурних рішень в кібернетиці і робототехніці.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Li, J. F. The effects of cell compressibility, motility and contact inhibition on the growth of tumor cell clusters using the Cellular Potts Model / J. F. Li, J. Lowengrub // Journal of Theoretical Biology. — 2014. — Vol. 343. — Pp. 79–91.
2. Scianna, M. New Challenges for Cancer Systems Biomedicine. Hybrid cellular Potts model for solid tumor growth / M. Scianna, L. Preziosi, L. Preziosi; Ed. by M. Chaplain, J. Batzel, M. Bachar. — Springer, 2012. — Pp. 205–224.

УДК 548.4

Д'ЯЧЕНКО Л. І.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича (Україна)

ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ МЕРЕЖЕВОЇ АКАДЕМІЇ CISCO У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ КАФЕДРИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ

В даній роботі розглядається впровадження сучасних методів та матеріалів мережевої академії Cisco в навчальний процес кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем, зокрема наводяться приклади такого застосування при викладанні дисциплін «Організація комп'ютерних мереж» та «Програмне забезпечення мережевих технологій»

Сучасна світова економіка входить до епохи інформатизації. За оцінкою фахівців кожна організація відчуває нестачу спеціалістів інформаційних технологій. Кількість вакансій постійно збільшується. Аналітики Gardner Group (США) вважають, що ринок праці у сфері інформаційних технологій складає не менш ніж 1,6 мільйона робочих місць щороку, причому більше половини вакансій до кінця року так і залишаються вільними.

Розв'язуючи проблему підготовки спеціалістів, корпорація Cisco Systems, Inc. (світовий лідер у розробці мережевих технологій, виробництві телекомунікаційного устаткування і програмного забезпечення) інвестувала більш ніж 20 мільйонів доларів у розробку методичних матеріалів для дистанційних освітніх програм. Тільки в липні 2000 р. Cisco Systems, Inc. вклала 3,5 мільйони доларів в освітні програми для підготовки економіки країн світу до діяльності в умовах застосування Internet.

Крім традиційних тренінг-центрів з вузько спеціалізованими, одно-двотижневими курсами, корпорація Cisco Systems, Inc. активно створює і розвиває мережеві академії Cisco (Cisco Systems Networking Academy). Академії створюються при вищих навчальних закладах (університетах) для

поглиблення класичних вузівських курсів по обчислювальній техніці і телекомунікаціях на основі вивчення технологій, устаткування, програмного забезпечення і проектних рішень корпорації Cisco Systems, Inc., розвитку у студентів стійких професійних навичок. Навчальна програма мережевої академії Cisco Cisco Networking Academy Program (CNAP) може бути використана також для підвищення кваліфікації або перекваліфікування фахівців з закінченою вищою освітою, якщо вони бажають одержати роботу в мережевому або системному секторі України, чи за кордоном.

В нашому університеті мережева академія Cisco працює вже близько 20 років. За цей час ми перейшли від викладання спеціалізованих курсів у вечірній час, до інтеграції матеріалів академії в навчальний процес, зокрема при викладанні дисциплін, пов'язаних з комп'ютерними мережами.

На кафедрі програмного забезпечення комп'ютерних систем матеріали мережевої академії Cisco інтегровані у програму курсів «Організація комп'ютерних мереж» та «Програмне забезпечення мережевих технологій». Це дозволяє студентам отримувати актуальну інформацію про розвиток сучасних технологій в сфері комп'ютерних мереж та набувати навичок практичного впровадження отриманих теоретичних відомостей за допомогою застосування емулятора Cisco Packet Tracer та налаштування реального обладнання, яке наявне у мережевій академії.

Студенти, які бажають отримати додаткову інформацію про технології, що не ввійшли в навчальну програму курсів, можуть самостійно пройти курс Certificate Cisco Network Associate (CCNA) на сайті мережевої академії, перевірити набуті знання за допомогою складання модульних тестів та, при успішному проходженні всього курсу, отримати бонуси для складання сертифікаційного екзамену. Приймання іспитів на отримання звань сертифікованого спеціаліста проводиться в авторизованих центрах тестування, які є партнерами компаній - Sylvan Prometric та (або) Virtual University Enterprises (VUE).

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Cisco Networking Academy – An opportunity of a lifetime [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.netacad.com/?t=1537725975>.
2. Студентські товариства та академія CISCO [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://ptcsi.chnu.edu.ua/studentu/studentski-tovaristva-ta-akademiia-cisco>.

УДК 004.896

ДРУЖКО Ю.В., КИРИЧЕК Г.Г.
ЗНТУ (Україна)

СИСТЕМА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ВИНИКНЕННІ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ

В даній роботі пропонується вирішення завдань виявлення, фіксації та швидкого реагування при виникненні пожежонебезпечної ситуації, шляхом розробки і впровадження системи прийняття рішень з використанням нейронної мережі.

Широке впровадження інформаційних технологій в більшості галузей є об'єктивною необхідністю, викликаною збільшенням швидкості процесів, які виникають у різних сферах людської та виробничої діяльності, а також актуальністю розробки аналітичних систем та систем швидкого реагування [1]. Але процеси впровадження нових розробок, які базуються на застосуванні комп'ютерної техніки і методів теорії прийняття рішень в системах пожежної охорони, є достатньо низькими. І на те, звісно, є безліч об'єктивних та суб'єктивних причин, що значно відображається на основних часових показниках, таких як проїзд до місця пожежі, її локалізація та ліквідація. Тому у таких умовах важним елементом систем управління є об'єктивна інформація [2].

Метою роботи є моделювання, проектування та розробка системи прийняття рішень при виникненні пожежної небезпеки, в результаті застосування якої планується вирішити питання виявлення, фіксації та швидкого реагування при виникненні пожежонебезпечної ситуації, що приведе к зниженню людських та матеріальних витрат.

Об'єкт дослідження - процес прийняття рішень при виникненні пожежної небезпеки з використанням нейронної мережі. Предмет дослідження – моделі, методи та засоби зменшення

часових показників та збільшення швидкості і ефективності прийняття рішень в умовах виникнення непередбачуваних ситуацій.

Загальні задачі, які треба вирішити під час проведення досліджень: фіксація та розпізнавання місць виникнення пожежонебезпечних ситуацій; передача даних до нейронної мережі; розробка бази нових знань; проведення навчання нейронної мережі; моделювання та розробка системи прийняття рішень, а також проведення тестування розробленої системи.

В ході проведення досліджень виявлено, що фактор суб'єктивності є однією з проблем, що потребує зменшення свого впливу. Предметна область є специфічною та містить значну кількість записів у базах даних та факторів, значення яких необхідно враховувати при аналізі пожеж, мінімізації втрат і прогнозуванні. Тому їх різноманітність і залежність унеможливають застосування класичних методів ідентифікації. Це вказує на необхідність і доцільність розробки автоматизованої системи, яка інтегрує в собі інформаційну базу та інструментальне забезпечення, основою якого є методи швидкої обробки даних і оптимізації [3]. Попередній аналіз свідчить про необхідність розробки і застосування еволюційних моделей і методів, які успадковують принципи розвитку природних систем і не вимагають виконання обмежень на початкову інформацію. Більшість аналітичних задач в системі пожежної безпеки використовують ідентифікацію певного закону існування або функціонування, що раціонально виконувати за допомогою нейронних мереж, а також вирішення завдань оптимізації, для чого застосовуються методи еволюційного моделювання. Перевагами зазначених моделей і методів є їх певна універсальність [1].

Для врахування специфіки завдань даного дослідження, необхідно виконати адаптацію нейронних мереж до предметної області і виконати формалізацію початкової інформації з метою вирішення питань виявлення, фіксації, зменшення часових показників та збільшення швидкості і ефективності прийняття рішень в умовах виникнення непередбачуваних ситуацій.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Снитюк В.Е. Эволюционные технологии принятия решений в пожаротушении / В.Е.Снитюк, А.А.Быченко, А.Н.Джулай. – Черкассы: Маклаут, 2008. – 268 с.
2. Быченко А.А. Модели распространения пожара на особо опасных объектах в условиях неопределенности / А.А.Быченко // Искусственный интеллект. – 2006. – № 3. – С. 359–365.
3. Джулай О.М. Еволюційні моделі та методи аналізу і оптимізації рівня пожежної безпеки житлових об'єктів: дис... канд. техн. наук: 05.13.06 / Черкаський держ. технологічний ун-т. - Черкаси, 2006. – 130 с.

УДК 544.526.5:[546.824+667.287]:544.525

КОБАСА І.М., БАБ'ЮК Д.П., МОТОВИЛІНА Я.М.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича (Україна)

МОДЕЛЮВАННЯ МЕТОДАМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ХІМІЇ ПОВЕДІНКИ ДЕЯКИХ ПОЛІМЕТИНОВИХ БАРВНИКІВ

Методами комп'ютерної хімії проведено моделювання поведінки ряду поліметинових барвників, які мають три смуги поглинання. Розраховано значення енергетичних рівнів НОМО і LUMO, зроблено прогноз щодо можливості використання їх як сенсibilізаторів TiO₂ та створення високоефективних редокс-систем.

Комп'ютерна хімія – одна з гібридних галузей науки, у якій хімічні проблеми розв'язуються за допомогою комп'ютерної симуляції. Її результати не лише доповнюють інформацію, отриману експериментальним шляхом, але й передбачають деякі хімічні феномени, що неможливо зафіксувати експериментально. Одним із напрямів комп'ютерної хімії є встановлення точної рівноважної геометричної конфігурації молекул, відштовхуючись від якої стає можливим розрахувати всі інші фізико-хімічні властивості речовини, утвореної такими молекулами. На жаль комп'ютерний час та пам'ять дуже швидко зростають із розміром досліджуваних молекул, а тому точні результати можливо отримати лише для відносно невеликих молекулярних систем. Залучення комп'ютерних кластерів дозволяє суттєво збільшити розмір модельованих молекул за рахунок паралелізації задачі.

Метою даної роботи було змодельовати електричні та оптичні властивості складних молекул, використовуючи методи комп'ютерної хімії. Предметом дослідження були три гомологічні молекули поліметинових барвників серед яких гомолог з найдовшим поліметиновим ланцюгом, згідно міжнародної номенклатури (IUPAC), має назву 9-езеніл-2,4,5,7-тетранітро-[1-(2,4,5,7-тетранітро-9Н-флуорен-9-езеніл) пропіліден] триетиламонію 9-Н-флуорен. Молекулярна формула його аніону $C_{31}H_{13}N_8O_{16}^-$. Така система містить 384 електрони та 198 ступенів вільності.

Первинний розрахунок показав, що структура молекули аніона володіє симетрією C_2 типу, а тому число ступенів вільності двократно зменшується. Всі подальші розрахунки проводилися ресурсами комп'ютерного кластеру PLGrid. Використано програмне забезпечення Gaussian09, в якому обрано метод теорії функціоналу густини (DFT) з функціоналом B3LYP та базисним набором 6-31G(d). Задача розподілялась між 12 нодами комп'ютерного кластеру. Оптимізація аніону оточеного полем від молекул полярного розчинника диметилформаміду триває у такому випадку менше години, в той час як на одній ноді така задача виконувалася б майже 8 год. Результати розрахунку дають важливі параметри, зокрема, енергії вищої заповненої молекулярної орбіталі (ВЗМО) та нижньої вакантної молекулярної орбіталі (НВМО). Із різниці цих енергій можна встановити сенсibilізуючу здатність барвника та отримати інші електричні характеристики, зокрема редокс-потенціали молекул поліметину.

Досліджені в роботі барвники унікальні тим, що володіють трьома смугами поглинання у видимій і частково ближній ІЧ областях. Комп'ютерна хімія дозволяє не лише підтвердити цю властивість, але і визначити які електронні переходи зумовлюють ті чи інші спектральні смуги. Для цього задіяно розрахунковий метод TDDFT з тим же базисним набором та розглядом 12 збуджених синглетних станів. Установлено, що найдовші смуги в трьох послідовних барвниках ($\lambda_1=756$ нм, $\lambda_2=880$ нм, $\lambda_3=929$ нм) зумовлені переходами ВЗМО→НВМО. Середні смуги ($\lambda_1=536$ нм, $\lambda_2=602$ нм, $\lambda_3=665$ нм) викликані переходами ВЗМО→НВМО+2. Короткі ($\lambda_1=388$ нм, $\lambda_2=391$ нм, $\lambda_3=395$ нм) зумовлені різними збудженими станами барвників, найбільший вклад з яких вносять ВЗМО→НВМО+6, ВЗМО→НВМО+7 та ВЗМО→НВМО+8. Якщо довгі хвилі викликані наявністю поліметинового ланцюга з ростом якого має місце батохромний зсув, то дві інші смуги зумовлені наявністю нітрогруп у молекулі.

Отже, в даній роботі проведено комп'ютерне моделювання поведінки новостворених трьохсмугових поліметинових барвників. Результати моделювання добре узгоджуються з експериментальними електрохімічними та спектральними даними.

УДК 004.921

МАРУХНО О.С., СЕРДЮК П. В.

Національний університет "Львівська політехніка" (Україна)

ПРОГНОЗУВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ІТ-ПРОЕКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Розроблено структуру штучної нейронної мережі та відповідне програмне забезпечення для прогнозування тривалості виконання завдань ІТ-проектів за методологією Scrum. Як штучну нейронну мережу використано тришаровий перцептрон з навчанням методом зворотного поширення помилки. Вхідний вектор нейронної мережі складається з елементів, які описують кількість виконавців проекту, їх досвід роботи в ІТ-галузі, досвід виконання подібних проектів, завантаженість виконавців проекту та їх працездатність, час виконання аналогічних проектів, кількість виконавців аналогічних проектів. Розроблена штучна нейронна мережа програмно реалізована мовою C#.

Цілеспрямоване керування ІТ-проектами з розробки програмного забезпечення, зокрема визначання тривалості їх окремих завдань, є важливою умовою успішного виконання проектів [1]. Правильна оцінка необхідного часу для розробки того чи іншого проекту дозволяє ефективніше розподіляти доступні ресурси та пріоритизувати задачі, точніше планувати вихід нових версій. На даний час оцінка тривалості та вартості розробки проекту здебільшого відбувається на основі особистісного досвіду людей, що відповідають за управлінські процеси в команді. Складність оцінки тривалості виконання завдань пояснюється тим, що на процес виконання проекту впливає значна кількість факторів: тип проекту, досвідченість команди, наявні людські та матеріальні

ресурси та ін. Через це оцінка тривалості виконання проектів часто є неточною чи навіть хибною. Існуючі програмні засоби (наприклад, Atlassian Jira [2]), призначені для керування ІТ-проектами, враховують лише деякі фактори, які впливають на тривалість виконання завдань. Тому в даній роботі запропоновано прогнозувати тривалість виконання завдань ІТ-проектів за допомогою штучних нейронних мереж (ШНМ), оскільки нейромережі здатні враховувати велику кількість факторів, які впливають на прогнозований результат. Програмна реалізація ШНМ виконана мовою C#.

Керування проектами в даній роботі розглянуто згідно з методологією Scrum, яка застосовується саме для гнучкої і якісної розробки програмного забезпечення [3]. Scrum – це також фреймворк, який допомагає вирішувати задачі, які змінюються в процесі роботи, щоб продуктивно і творчо поставляти клієнтам продукти з максимально можливою цінністю. Методологія Scrum передбачає, що над проектами працюють невеликі, крос-функціональні команди. Такий підхід названо за аналогією зі спортивним терміном «Scrum» – сутичка навколо м'яча (у регбі). Scrum застосовується для розробки програмного забезпечення, обладнання, програмно-апаратних засобів, автономних транспортних засобів та ін.

Scrum-команда складається з Власника Продукту, Команди Розробки і Scrum-майстра. Scrum-команди є здатними до самоорганізації та крос-функціональними. Команди самостійно вирішують, як виконувати свою роботу, а не слідуєть зовнішнім вказівкам. Крос-функціональні команди володіють усіма необхідними компетенціями для виконання робіт і не залежать від людей, які не входять до команди. Основним поняттям (ядром) методології Scrum є Спринт. Спринт – часовий відрізок тривалістю місяць або менше, протягом якого створюється придатний до використання програмний продукт. Для планування тривалості завдань потрібні беклог (тобто впорядкований список відомих вимог до програмного продукту), остання версія продукту, прогноз можливостей команди розробки та статистика ефективності попередньої роботи команди.

Прогнозування часу виконання завдань виконано за допомогою ШНМ [4] – тришарового перцептрона (perceptron) з навчанням відомим методом зворотного поширення помилки (backpropagation) (рис. 1). Обрана модель ШНМ, крім вхідного X і вихідного Y шару, передбачає також два прихованих шари V^1 та V^2 . Приховані шари призначені для підвищення точності прогнозування. Вершини вхідного шару X служать тільки для розподілу вхідних сигналів і не виконують будь-яких обчислень, тому шар X не відноситься до обчислювальних шарів. Розглянута ШНМ містить три шари, які виконують обчислення (V^1 , V^2 , Y), тому й називається тришаровою.

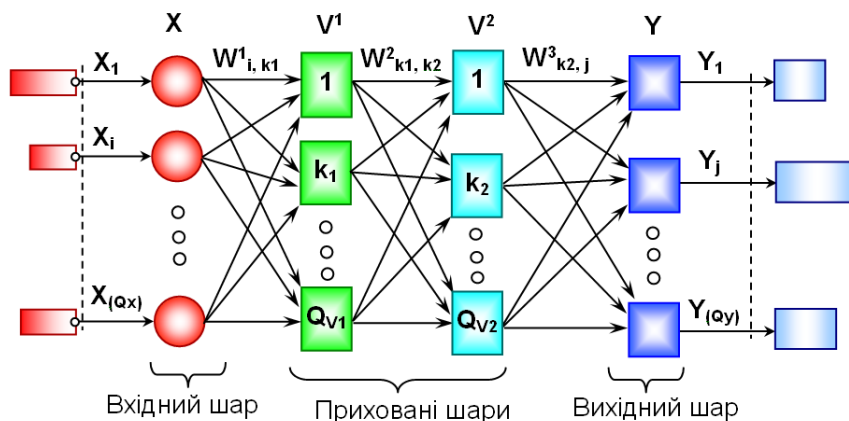


Рис. 1. Структура ШНМ

Для задачі прогнозування часу виконання завдань доцільно використати саме два прихованих шари, оскільки при меншій їх кількості зменшується точність прогнозування, а при більшій – значно зростає час навчання ШНМ [4]. Оскільки вхідний вектор X такої ШНМ (рис. 1) є масивом з Q_x числових значень, тому елементи вектора X визначаються як наступні характеристики завдання і команди розробників:

- $X(1)$ – кількість виконавців проекту Q_D , поділена на максимальну кількість виконавців для проектів-аналогів;
- $X(2)$ – середній час роботи в ІТ-галузі виконавців проекту (у роках), поділений на 10;
- $X(3)$ – кількість виконаних командою подібних проектів, поділена на 3;

- $X(4)$ – середня завантаженість виконавців проекту, яка обчислюється як їх сумарна кількість робочих годин за попередній місяць, поділена на $(160 \times Q_D)$;
- $X(5)$ – середня працездатність виконавців, яка обчислюється як кількість пропущених за хворобою робочих днів до загальної кількості робочих днів (за попередній місяць);
- $X(6)$ – середня тривалість виконання подібних проектів (у місяцях);
- $X(7)$ – середня кількість виконавців аналогічних проектів, поділена на їх максимальну кількість.

Отримані значення вектора X обмежуються в діапазоні від 0 до 1. Навчальну вибірку ШНМ сформовано як множину Q_N ($Q_N = 20$) вхідних векторів X та цільових (істинних) вихідних векторів Y^T . Значенням вектора Y^T (розміром $Q_Y = 1$) є тривалість виконання завдання. В процесі навчання ШНМ мінімізувалася середня квадратична помилка Mse (Mean squared error):

$$Mse = \frac{1}{Q_N \cdot Q_Y} \sum_{n=1}^{Q_N} \sum_{j=1}^{Q_Y} (Y_{j,n} - Y_{j,n}^T)^2. \quad (1)$$

Процес навчання ШНМ завершується, якщо значення помилки Mse менше заданого Mse_0 ($Mse_0 = 10^{-3}$). Навчена ШНМ продемонструвала задовільну точність прогнозу часу виконання завдань на прикладі тестової вибірки із 5 завдань (з похибкою до 10%).

Наукова новизна роботи полягає у формуванні такого вхідного вектора X ШНМ, який при незначному розмірі ($Q_X = 7$) описує основні характеристики завдання ІТ-проекту та команди розробників, що забезпечує високу швидкість навчання ШНМ та задовільну точність прогнозу часу виконання завдань. В перспективі удосконалена ШНМ може також прогнозувати вартість завдань ІТ-проекту.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Голубєва Т. О. Структурно-логічна модель прогнозування часу виконання проекту розробки програмного забезпечення / Т. О. Голубєва // Вісник Вінницького політехнічного інституту. Інформаційні технології та комп'ютерна техніка. – 2008. – № 3. – С. 1-8.
2. Jira Software. [Electronic resource]. – Access mode : <https://ru.atlassian.com/software/jira>.
3. Швабер К. Руководство по Scrum. [Електронний ресурс] / К. Швабер, Дж. Сазерленд. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v2017/2017-Scrum-Guide-Russian.pdf>.
4. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 452 с.

УДК 528.854

ПІГАЛЬ Т.І.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича(Україна)

РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПЛАТФОРМИ FIREBASE ML KIT

Описується метод розробки кросплатформної програми для розпізнавання об'єктів, людських рис обличчя та емоцій в режимі реального часу

Вступ. Задача розпізнавання об'єктів полягає у кластеризації вихідних даних до певного класу за допомогою виділення істотних ознак, що характеризують певний образ. Розпізнавання образів є однією з найфундаментальніших проблем теорії інтелектуальних систем. З іншого боку, задача розпізнавання образів має величезне практичне значення. Найтипівішим застосуванням даних програм є технічна діагностика, охоронні системи, системи ідентифікації та аутентифікації користувачів, обліку відвідувачів та ін.

Суть проблеми. В даний час дослідження і розробка людино-машинних інтерфейсів, систем ідентифікації осіб, визначення об'єктів, заснованих на розпізнаванні і візуалізації інформації, стає передовим питанням розвитку сучасного спеціалізованого та прикладного програмного забезпечення. На сьогодні розроблено досить багато різноманітних алгоритмів розпізнавання образів. Кожен з них створювався для роботи з певним типом зображень, а для подальшого застосування у прикладному програмуванні необхідно обирати найбільш оптимальний з точки зору конкретного завдання та удосконалювати його у конкретних реаліях.

Необхідно створити такий програмний продукт, що може розпізнавати якнайбільше різноманітних об'єктів, працюватиме на різних операційних системах та пристроях.

Реалізація програми. Для вирішення даної проблеми використаємо платформу *Firebase ML Kit*, що дозволяє розпізнавати об'єкти в режимі реального часу та працює на операційних системах *Windows*, *Android*. Дана бібліотека дозволяє використовувати високоточні моделі, які дозволяють реалізувати задачі пов'язані з визначення образів, тексту, обличч.

Для реалізації детектора необхідно підключити платформу *Firebase* в проект і додати залежність *firebase-ml-vision*:

```
implementation 'firebase:firebase-ml-vision:15.0.0'
```

```
implementation 'firebase:firebase-ml-vision-image-label-model:15.0.0'
```

Наступним кроком є підключення камери за допомогою *Vision API*. Для отримання відеопотоку використовуємо *bitmap* та формуємо звернення до бібліотеки.

Компонент *Frame* отримує інформацію (відеопотік, розмір камери, формат кадрів, її розміщення), необхідну для детектора:

```
data class Frame(  
    val data: ByteArray?,  
    val rotation: Int,  
    val size: Size,  
    val format: Int  
    val isCameraFacingBack: Boolean)  
data class Size(val width: Int, val height: Int)
```

Далі необхідно створити екземпляр *FirebaseVisionLabelDetector*, який проходитиме через відеопотік *FirebaseVisionImage* і виділятиме об'єкти *FirebaseVisionLabels*, які були визначені в кадрі. Далі передаємо зображення в метод *detectInImage()* для аналізу образів.

```
fab_take_photo.setOnClickListener {  
    { cameraKitImage -> getLabelsFromDevice(cameraKitImage.bitmap) } }  
    private fun getLabelsFromDevice(bitmap: Bitmap) {  
        val image : FirebaseVisionImage = FirebaseVisionImage.fromBitmap(bitmap) val detector :  
        FirebaseVisionLabelDetector =FirebaseVision.getInstance().visionLabelDetector  
        detector.detectInImage(image).addOnSuccessListener  
        for(firebaseVision : FirebaseVisionLabel  
        Log.d(TAG,"Item Name ${firebaseVision.confidence}") Log.d(TAG,"Confidence  
        ${firebaseVision.confidence}") } } .addOnFailureListener {  
        Toast.makeText(baseContext,"",Toast.LENGTH_SHORT).show() } }
```

Детектор *ML Kit* очікує на об'єкт типу *FirebaseVisionImage*, отримує доступ до списку об'єктів *FirebaseVisionFace*, які містять координати прямокутників, які описують межі об'єктів. Для того, щоб мати можливість візуалізувати дані межі використаємо метод *copy()*, як показано нижче:

```
var markedBitmap =  
(image_holder.drawable as BitmapDrawable)  
bitmap  
.copy(Bitmap.Config.ARGB_8888, true)
```

Для відображення прямокутників навколо обличчя створюємо об'єкти *Canvas* і *Paint*:

```
val canvas = Canvas(markedBitmap)  
val paint = Paint(Paint.ANTI_ALIAS_FLAG)  
paint.color = Color.parseColor("#99003399")
```

Для коректного відображення меж об'єктів використаємо компонент *Overlay*, який отримує інформацію про орієнтацію пристрою, розміщення камери (основна або фронтальна) і розмір зображення. Дана інформація допомагає визначити спосіб відображення меж:

```
class FaceBoundsOverlay @JvmOverloads constructor( ctx: Context, attrs: AttributeSet? = null,  
    defStyleAttr: Int = 0) : View(ctx, attrs, defStyleAttr)  
{ private val facesBounds: MutableList<FaceBounds> = mutableListOf() fun  
    updateFaces(bounds: List<FaceBounds>) { facesBounds.clear()  
    facesBounds.addAll(bounds) invalidate() }  
    override fun onDraw(canvas: Canvas)  
    { super.onDraw(canvas) facesBounds.forEach
```

```
{val centerX = drawBounds(it.box, canvas, centerX, centerY) } }
private fun drawBounds(box: Rect, canvas: Canvas, centerX: Float, centerY: Float)
{canvas.drawRect( left, top, right, bottom, boundsPaint) } }
```

Для кожного розпізнаного об'єкта отримуємо його ім'я, точність розпізнавання та ідентифікатор образу.

Реалізація міток здійснюється за допомогою класу *FirebaseVisionLabelDetector*. Додаємо код в метод *generateLabels()*:

```
val detector = FirebaseVision.getInstance().visionCloudLabelDetector
```

Викликаємо метод *detectInImage()* і присвоюємо екземпляру *OnCompleteListener* його отримане значення:

```
detector.detectInImage(FirebaseVisionImage.fromBitmap(
(image_holder.drawable as BitmapDrawable).bitmap)).addOnCompleteListener { }
```

Отримавши доступ до списку об'єктів *FirebaseVisionCloudLabel*, кожен із яких має властивість *label* можна задати їм відповідні властивості.

Дану платформу для розпізнавання об'єктів можна також використовувати для розпізнавання обличч та людських емоцій.

Висновок. Відповідно до проблематики розроблено програмний продукт, що визначає межі, розпізнає об'єкти в режимі реального часу та працює на операційних системах *Windows*, *Android*. Після тестування програми виявлено, що детектор коректно розпізнає об'єкти та відображає значення точності в режимі реального часу. Передбачено можливість додавати власні мітки над об'єктами, платформа дозволяє розширити область дії програми, додаючи нові типи об'єктів.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. H. Sedding, F. "Massively parallel multiclass object recognition," in Proc. Vis., Model., Visualizat. Workshop, 2012. –257 с.
2. M. B. Blaschko and C. H. Lampert., "Learning to localize objects with structured output regression", In ECCV, 2016. – 331 с.
3. Lewis, Michael B; Ellis, Hadyn D (2003), "How we detect a face: A survey of psychological evidence", 2015. – 253 с.

УДК:004.896

ПРОНІНА О. І.
ДВНЗ «ПДТУ» (Україна)

МОДЕЛЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОСЛУГ БЕЗПОСЕРЕДНЬО МІЖ КЛІЄНТОМ ТА ВИКОНАВЦЕМ

У роботі розглядається побудова моделі замовлення. Представлено опис основних множини, що входять в модель замовлення, а саме множина послуг, клієнтів та виконавців.

Урбаністичні напрямки розвитку людського побуту зробили актуальними напрямки розвитку галузі надання послуг. Протягом усього розвитку технологічної думки людини, галузь надання послуг розвивається паралельно потребам населення в якісній послуги, у наданні послуги в найкоротший термін. Відбувається розвиток галузі і наростання людського попиту на отримання якісної послуги.

У науковій літературі зустрічається кілька визначень послуги. Послугу визначають як:

– «процес, що складається з серії невідчутних дій, які за необхідності виникають між споживачем і обслуговуючим персоналом, фізичними ресурсами, системою підприємства - постачальником послуг» [1].

На даний момент найважливіша умова для розвитку сфери послуг в Україні є її інноваційний розвиток. Це допомагає зміцнити становище на міжнародному ринку, підвищити конкурентоспроможність послуг, сприяє диверсифікації економіки. Зростаючі в геометричній прогресії потреби суспільства неможливо задовольнити без інновацій, які не тільки розвивають сферу послуг, але і створюють нові сектори економіки [2].

Метою даної роботи є побудова моделі замовлення, що включає в себе опис множини

клієнта, множини виконавця та моделі послуги. Модель послуги може включати в себе будь-які елементи, але аналіз літератури показав, що найчастіше це ціна послуги, рейтинг виконавця, та розташування виконавця відносно клієнта.

Для того щоб користувачеві була надана послуга будь-яким підприємством, необхідно оформити замовлення, оформлення замовлення може відбуватися в будь-якому вигляді. Замовлення – це пропозиція виконавця виконати роботу, надати послуги, містить відомості про запитовані товари і послуги (кількість, властивості), терміни його виконання, вигляді і розміри оплати. Оформляється документально (у вигляді транзакції) і вважається прийнятим, якщо він підтверджений особою, якій спрямований, адресований [3].

В моделі представлення замовлення кожне замовлення включає в себе інформацію о клієнті, що ініціює замовлення, послугу, що необхідно виконати, та інформацію о виконавці, який буде виконувати замовлену послугу. Послуга – це робота, яка виконується на замовлення. Для опису оперативного вирішення завдання (замовлення) використовуються множину послуги, клієнти та виконавці. Множина клієнти $\{K\}$ використовується при описі формування замовлення на здійснення послуги і має наступну множину атрибутів $\{p_i^K\}_{i=1}^5$: p_1^K – ідентифікатор клієнта, p_2^K – номер телефону, p_3^K – ім'я клієнта, p_4^K – поточна геолокація, p_5^K – вимоги до послуги. Атрибут p_5^K – вимоги до послуги, для кожної окремої послуги може мати різні значення, а також кілька значень для однієї послуги. Аналізуючи однотипні вимоги, можна виявити закономірності, і в разі якщо немає вимог до послуги, вибирати загальні вимоги. Даний перелік атрибутів встановлює клієнт, як свої унікальні потреби але аналізуючи цій параметр, можна зробити висновки, що багато клієнтів має схожий набір значень, параметри можуть бути повністю ідентичними.

Множина виконавці $\{O\}$ має наступну множину атрибутів $\{p_i^O\}_{i=1}^4$: p_1^O – ідентифікатор виконавця, p_2^O – номер телефону, p_3^O – ім'я виконавця, p_4^O – поточна геолокація, p_5^O – послуги, що надаються, p_6^O – ціна послуги, p_7^O – рейтинг виконавця. Дані атрибути характеризують виконавця та відрізняють його від інших виконавців.

Для опису моделі представлення замовлення використовується множина послуга $\{P\}$, яка представлена у вигляді (1).

$$P = \{(p_1, \Omega_1^j), (p_2, \Omega_2^j), (p_3, \Omega_3^j), (p_4, \Omega_4^j) \dots (p_k, \Omega_k^j)\}, p_k \in A \quad (1)$$

$$\Omega_i^j = \{\omega_i^j \mid \mu_{\Omega_i^j}(\omega_i^j)\}, \omega_i^j \in \Omega_i^j$$

де $A = \{p_k\}$ – множина ознак, $k \in [1; n]$; k – індекс ознаки; $\Omega_i^j = \{\omega_i^j\}$ – множина значень ознаки p_k , що представляють собою найменування нечітких змінних; значення індексів $j \in [1; m]$ які позначають множину значень ознаки [4].

Аналіз дозволив виявити атрибути які в найбільшій ступені присутні при описі послуги за запитом клієнта. Дана множина володіє переліком обов'язкових атрибутів $\{p_k\}_{k=1}^n$: p_1 – розташування виконавця щодо клієнта p_2 – ціна послуги, p_3 – рейтинг виконавця послуги, p_4 – найменування послуги, та може мати додаткові параметрами відносно категорії послуги, яка аналізується. Множина послуга $\{P\}$ може володіти будь-яким набором атрибутів, що її характеризують. Тому формально замовлення представляється кортежем у вигляді (2).

$$Z = \langle \{K\}, \{p_i^K\}_{i=1}^5, \{O\}, \{p_b^O\}_{b=1}^7, \{P\}, \{p_k\}_{k=1}^n \rangle, \quad (2)$$

де $\{K\}$ – множина клієнти, $\{p_i^K\}_{i=1}^5$ – множина атрибутів, що характеризують клієнта; $\{O\}$ – множина виконавці, $\{p_b^O\}_{b=1}^7$ – множина атрибутів, що характеризують виконавця; $\{P\}$ – множина послуги $\{p_k\}_{k=1}^n$ – множина атрибутів, що характеризують послугу.

Множина $\{K\}, \{O\}, \{P\}$ є множини ідентифікаторів замовлень. Множини $\{p_i^K\}_{i=1}^5, \{p_b^O\}_{b=1}^7, \{p_k\}_{k=1}^n$ є параметри замовлення. Деякі параметри аналогічні для множин, так

у множини «клієнти» і «виконавці» аналогічні параметрами є ідентифікатор, номер телефону, ім'я, і поточна позиція геолокації.

Виходячи з переліку параметрів, можна встановити де саме виконується замовлення (координати замовлення), яка послуга буде надаватися, вартість послуги, час початку виконання замовлення. Таким чином, відомості про замовлення в даний момент часу можна отримати, якщо відома Z_i – поточне замовлення, де i є відмітний номер замовлення. Крім цього, аналізуючи параметри множини $\{K\}$, а саме вимоги до послуги, можна оказати послугу оптимально для конкретного клієнта.

На основі проведеного аналізу розроблено модель замовлення, що включає в себе множину клієнтів, виконавців та послуг. Множина послуга включає в себе потреби клієнта в конкретній послугі, виконавця, який надасть цю послугу і деталі самої послуги. Визначено основні параметри, які є ключовими для будь якої категорії послуг. Для того, щоб якісно надавати послуги необхідно враховувати всіх дійових осіб. Завдяки опису замовлення через виявлені параметри, можна визначити оптимальну послугу, для конкретного клієнта, опираючись на його переваги знання експертів. Необхідність визначення оптимальної послуги є актуальним завданням, в умовах нинішнього ринку споживання.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Gronroos C. Servicemanagementandmarketing / C. Gronroos. - WestSussex, 2000. – p. 496.
2. Красникова А. С., Шибаева В. С. Инновационные проекты в сфере услуг // Молодой ученый. — 2014. — №20. — С. 313-315. — URL <https://moluch.ru/archive/79/13961/> (дата обращения: 16.08.2018).
3. Финансовый словарь. Заказ. – Режим доступа: https://dic.academic.ru/dic.nsf/fin_enc/13374. Дата обращения: 5 августа 2018.
4. Пронина О. И. Формализованное представление индивидуальной городской поездки на основе лингвистических переменных / О. И. Пронина // Вісник Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба «Системи обробки інформації», 2017. – № 1 (151). – С. 39 – 47.

УДК: 004.03:658

РЗАЄВА С.Л., РЗАЄВ Д.О.,
КНТЕУ (Україна),
КНЕУ ім. В. Гетьмана (Україна)

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ «1С:ІТІЛ» ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ОБЛІКОМ РОБОЧОГО ЧАСУ ПРАЦІВНИКІВ КОМПАНІЇ

Інформаційна система 1С:ІТІЛ спеціалізоване рішення дозволяє ефективно і з мінімальними витратами керувати ІТ-підрозділом, сформувати каталог сервісів і визначити їх вартість, автоматизувати введення обліку робочого часу працівників компанії.

Розвиток інформаційних технологій дає можливість компаніям отримати автономію у розробці своїх виробничих програм, завдяки цьому суттєво збільшуються плани розвитку, визначаються стратегії у різних сферах, також у сфері цінової політики, а також відповідальність керівників за їх рішення. Один з "кітків", на якому "базуються" всі існуючі бізнес-процеси – це гроші. Тому ефективне управління компанією залежить від того, наскільки прозорими і керованими будуть фінансові потоки. Виникає необхідність комплексного обліку та аналізу фінансової діяльності всєї компанії. На передній план виходять великі багатокористувацькі системи, засновані на сучасних системах обробки інформації, які дозволяють команді бухгалтерів вести одночасно взаємопов'язані зони бухгалтерського обліку та управляти можливостями підприємства, забезпечуючи оперативний доступ до достовірної інформації та прийняття компетентних управлінських рішень.

Одним з таких програмних продуктів є комплекс «1С:ІТІЛ Управління інформаційними технологіями підприємства» (КОРП, ПРОФ, СТАНДАРТ) — універсальні рішення для організації комплексного управління процесами у сфері інформаційних технологій. 1С:ІТІЛ створено на основі кращих світових практик надання ІТ-послуг. Спеціалізоване рішення дозволяє ефективно і

з мінімальними витратами керувати IT-підрозділом, службою технічної підтримки, call-центром, організувати роботу зі зверненнями клієнтів, заявками співробітників, вести облік персоналу та програмного забезпечення, сформувати каталог сервісів і визначити їх вартість, вести аналіз подій під час експлуатації обладнання, виявляти вузькі місця в IT-інфраструктурі компанії, контролювати IT-бюджет і багато іншого.

Рішення призначене для підвищення ефективності роботи підприємств, сферою діяльності яких є:

- консалтинг в галузі інформаційних технологій;
- системна інтеграція;
- технічна підтримка (Service Desk);
- а також для компаній будь-якої галузі, успішна робота яких багато в чому залежить від злагодженого й безперебійного функціонування IT-інфраструктури.

Впроваджуючи 1С:ІТІЛ, компанія отримує комплексне рішення для створення й автоматизації системи управління IT. Адаптація рішення під специфіку бізнес-процесів компанії здійснюється на рівні налаштувань, без потреби вносити зміни в код конфігурації, що знижує вартість впровадження й супроводу.

Ефективна робота IT-підрозділу з використанням рішення стає конкурентною перевагою компанії, базою для розвитку і зростання бізнесу.

Використання рішення дозволяє:

Керівникам компанії: керувати IT-інфраструктурою за допомогою ефективного професійного інструменту з уже сформованими на підставі передових практик процесами і їх взаємозв'язками, виявляти резерви і вдосконалювати якість послуг, що надаються, оптимізувати IT-процеси, підвищити конкурентоспроможність компанії на ринку завдяки використанню передових методик управління IT.

Керівникам проектів, менеджерам з послуг: контролювати якість IT-послуг, що надаються клієнтам; здійснювати моніторинг ефективності співробітників; представляти замовнику звіти про надані сервіси у зручній формі.

Інженерам служби супроводу: ефективно виконувати завдання з надання IT-сервісів клієнтам, реалізовувати проекти впровадження та супроводу, використовуючи зручний професійний інструмент; оперативно опрацьовувати звернення.

Інтернет-додаток – це одне з клієнтських додатків системи 1С:ІТІЛ. На відміну від «звичних» клієнтських додатків (товстого та тонкого клієнту), його не потрібно попередньо встановлювати на комп'ютер користувача. У веб-клієнта немає виконуючого файлу. Веб-клієнта не можна знайти ні в меню, ні серед виконуючих файлів. Саме тому він і веб-клієнт, що для початку його роботи не потрібно мати ніяких файлів на комп'ютері користувача.

Веб-клієнт на відміну від товстого та тонкого клієнтів, виконується не в середовищі операційної системи комп'ютера, а в середовищі інтернет-браузера (Windows Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome или Safari). Саме тому будь-якому користувачу достатньо лише запустити свій браузер, ввести адресу веб-сервера, на якому опублікована інформаційна база і веб-клієнт сам «прийде» до нього на комп'ютер і почне виконуватись.

Веб-клієнт використовує технології DHTML та XMLHttpRequest. При роботі веб-клієнта клієнтські модулі, розроблені в конфігурації, компілюються автоматично з вбудованої мови 1С:Підприємства і безпосередньо виконуються на стороні веб-клієнту.

Таким чином, незалежно від клієнтського додатку (товстий, тонкий, веб-клієнт), вся розробка прикладного рішення ведеться повністю в конфігураторі 1С:ІТІЛ, серверний і клієнтський код пишеться на вбудованій мові 1С:ІТІЛ.

Для роботи веб-клієнта потрібен веб-сервер, налаштований на роботу з 1С:Підприємством 8. Браузер клієнта взаємодіє з веб-сервером по протоколу ТТР чи HTTPS. Веб-сервер, в свою чергу, взаємодіє з 1С:ІТІЛу файловому чи клієнт-серверному варіанті роботи. В якості веб-серверу використовується Apache чи IIS.

Для того щоб автоматизувати та полегшити роботу працівників компанії необхідно створити програмне забезпечення, яке дозволило б слідкувати за витраченим часом співробітників підприємства, отримувати правильні дані по кожному працівнику, мати можливість слідкувати скільки необхідно виплатити працівнику.

На початку роботи програми система повинна перевірити логін та пароль користувача та надати йому доступ до системи.

Залежно від назначених прав, користувачу повинна надаватись можливість змінювати та редагувати в базі даних інформацію.

Для користувачів з доступними правами «Програміст» потрібно надати можливість фіксації початку та закінчення виконання певного завдання. Також даний користувач повинен мати можливість своєчасно отримати інформацію про зароблені кошти.

Оскільки облік робочого часу є дуже поширеним у наш час, він є важливою та невід'ємною складовою будь-якої компанії. Однією з основних причин є посилення контролю за дотриманням законодавства про працю та оновлення підстав для проведення позапланових перевірок роботодавців. За чинним законодавством на кожному підприємстві повинен бути табель обліку робочого часу. Форма таблиці є встановлена законом, але вона може бути змінена до мінімуму на розгляд роботодавця.

Для автоматизації введення обліку робочого часу працівників компанії на основі інформаційної системи 1С:ІТІЛ розроблено програмне забезпечення, яке дозволило слідкувати за витраченим часом співробітників компанії, отримувати коректні дані по кожному працівнику, забезпечило можливість відслідковувати необхідну кількість грошових знаків, для виплатити працівникам компанії.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сорокин А. В. Программирование в 1С: Предприятие 8.0/ А. В. Сорокин. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 581 с.
2. Фаулер М., Архитектура корпоративных программных приложений: Перевод с английского. – М.: Вильямс - 2004, 543 с
3. 1С:ІТІЛ Управление информационными технологиями предприятия ПРОФ [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://solutions.1c.ru/catalog/itil>

УДК 004.932.4

НАЗАРОВА І.А., РИБКА Д.Є.
ДонНТУ(Україна)

ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕАЛІЗАЦІЇ ПАРАЛЕЛЬНИХ МЕТОДІВ СОРТУВАННЯ НА ГРАФІЧНИХ ПРОЦЕСОРАХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ NVIDIA CUDA

В даній роботі розглядаються практичні та теоретичні питання дослідження реалізації алгоритмів сортування для неграфічних обчислень на паралельній архітектурі з використанням технології CUDA та порівняння їх з послідовними аналогами. Отримано динамічні характеристики розроблених паралельних додатків такі, як прискорення, ефективність та накладні витрати на паралелізм, досліджено залежності оцінок якості паралелізму від розміру входу. Обґрунтована необхідність їх впровадження та дослідження.

Останнім часом активно розвивається галузь високопродуктивних обчислень. Для вирішення складних наукових завдань традиційної обчислювальної архітектури на основі CPU тепер недостатньо. Зростаюча потреба на високу обчислювальну продуктивність обумовила появу нових технологій. Одною із таких технологій є обчислювальна модель, коли разом із CPU обчислення проводяться на GPU. Такий спосіб дозволяє розпаралелювати алгоритми на GPU для прискорення їх виконання. В даний час представлено багато технологій для паралельної обробки даних на GPU: OpenMP, OpenCL, CUDA та інші. Кожна з цих технологій має переваги та недоліки, але зараз найбільш поширеною та доступною технологією є CUDA від компанії NVIDIA [1-2].

Сучасні GPU мають велику швидкість обробки даних порівняно з CPU, це забезпечується тим, що алгоритми на GPU можливо розпаралелити на велику кількість процесів. Найбільш ефективно буде використання GPU в задачах по виконанню обробки зображень, звуку, відео, розпізнавання образів та сортуванні. Для подальшої розробки та тестування програмних додатків буде використаний комп'ютер з відео картою NVIDIA GeForce GT 740M з архітектурою Kepler яка підтримує технологію CUDA та процесором Intel Core i5 -4200M.

Сучасні графічні прискорювачі забезпечують високий ступінь паралелізму, що дає можливість для реалізації наступних алгоритмів сортування великих обсягів даних: парно-

непарне, злиттям, Бетчера, бітонічне та сортування за розрядами. Традиційні методи сортування погано відображаються на графічну архітектуру, тому виникає потреба у їх модифікації з урахуванням таких властивостей, як багатопроходність та внутрішній паралелізм [3-4]. Графічний прискорювач (device) складається із декількох мультипроцесорів (grid), що використовують загальну роздільну графічну пам'ять. Кожен із них має обчислювальні ядра (скалярні процесори), а також один керуючий блок (block), який підтримує багатопотокове виконання. Паралельні обчислення виконуються під керуванням центрального процесора (host). Таким чином наявність великої кількості простих ядер дозволяє GPU досягнути високої пропускної швидкості. Для того, щоб звернутися до прискорювача в програмі для CPU додаються спеціальні передпрограми (kernel). За рахунок великої кількості обчислювальних ядер GPU забезпечується дуже мілкий паралелізм, навіть до виділення окремого потоку для обробки кожного елементу даних. Всі команди програми виконуються по принципу SIMD, в основі якого лежить, що одна інструкція виконується для усіх потоків у блоці. Програмування на CUDA дає можливість групувати потоки, що поєднуються в блоки потоків (theadblock), тобто в сітки потоків, що взаємодіють між собою за допомогою роздільної пам'яті то точок синхронізації.

Для оцінки ефективності, отриманої від використання розпаралелювання алгоритму на платформі CUDA, були проведені виміри швидкості роботи розроблених програм сортування даних, що представлені в двох версіях: реалізація на CPU та багатопоточна реалізація на графічному прискорювачі з використанням технології CUDA. Дані для сортування представлені в вигляді одномірних масивів цілих чисел, сформованих випадковим способом. Для кожного експерименту було виконано декілька прогонів тестів з різними даними. Аналіз результатів експерименту показує, що у порівнянні з послідовним виконанням алгоритму його паралельна реалізація, що орієнтована на використання платформи CUDA, дозволяє отримати прискорення в декілька разів. Наприклад, для алгоритму сортування злиттям прискорення часу роботи досягає 10 разів, на рисунку 1 показаний час виконання алгоритму при послідовній та паралельній реалізаціях. Якщо порівнювати час виконання паралельної версії програми та послідовної, то можна побачити, що вигреш в швидкості з'являється не одразу. Це пов'язано з існуванням підготовчого етапу, який дозволяє розділити початковий масив на підмасиви і виконується послідовно, тому потребує додаткових часових затрат ніж власне, паралельна процедура сортування. Однак зі збільшенням розміру масиву роль паралельного сортування збільшується, що дає достатнє зменшення загального часу впорядковування елементів.



Рисунок 1 – Графік залежності часу роботи алгоритму від розміру сортованих даних

Отримані результати показують, що використання розпаралелювання дозволяє істотно збільшити швидкість роботи програм, що використовують алгоритми сортування даних. Звідси можна зробити важливий для практики висновок: зі збільшенням обсягів сортованих даних та розмірів використовуваних блоків час роботи багатопоточної програми на GPU істотно зменшується в десятки разів у порівнянні з послідовною реалізацією на CPU. Аналогічно, при збільшенні кількості блоків вигреш тільки збільшується: прискорення та ефективність зростають, час виконання та накладні витрати падають. Отже проведені дослідження дає підстави стверджувати, що використання розпаралелювання може підвищити швидкість та ефективність обчислень і, як наслідок, зменшити часові та матеріальні витрати. У якості наряду подальшого дослідження планується детально розглянути питання ефективного використання усіх видів

пам'яті графічних процесорів, бо при проектуванні алгоритму для технології CUDA урахування особливостей організації пам'яті може дати значний вигаш у продуктивності. Наприклад, вочевидь, що потрібно мінімізувати кількість звернень до глобальної пам'яті, тому що вона досить повільна і не підтримує кешування.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. NVIDIA CUDA - неграфические вычисления на графических процессорах [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.ixbt.com/video3/cuda-1.shtml/>
2. Сандерс Дж., Кэндрот С. Технология CUDA в примерах: введение в программирование графических процессоров: Пер. с англ. Слинкина А.А., научный редактор Боресков А.В. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 232с.
3. Govindaraju N. K., Raghuvanshi N., Henson M., Tuft D., Manocha D. A cache-efficient sorting algorithm for database and data mining computations using graphics processors [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.103.5502>
4. Лунин Д. В., Скворцов С. В. Организация параллельных вычислений на платформе CUDA // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2014. – № 49. – С.77-82.

УДК 004.891

ТОДЕРЕНЧУК Б.К., КОЦУР М.П.

ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. Ю. ФЕДЬКОВИЧА
(УКРАЇНА)

РОЗРОБКА ПРОГРАМИ В ІГРОВОМУ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОМУ ЗАСОБІ UNITY 3D З ТЕХНОЛОГІЄЮ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

В статті описується створення додатку для платформи Android та Desktop версіях, який дозволить користувачеві взаємодіяти з віртуальними 3D об'єктами в реальному приміщенні, з використанням технології доповненої реальності Vuforia в ігровому рушії Unity 3D.

У сучасному світі розвиток новітніх технологій стрімко зростає і, насамперед, відіграє важливу роль у житті людей. Великий обсяг роботи покладають на машини, які, із поставленими перед ними завданнями, справляються дуже добре. Особливо новою технологією, є технологія доповненої реальності, яка відіграє важливу роль в реальному світі. Історія розвитку доповненої реальності розпочалася в 1968 році, коли Айвен Сазерленд, будучи доцентом Гарвардського університету, розробив перший шолом доповненої реальності («Дамоклів меч»). Так, з кожним днем, ця технологія почала швидко розвиватися, призводячи до змін різні види людської діяльності. Так, наприклад, на шолом пілота, або ж на лобове скло літака виводиться вся інформація, необхідна в повітряному бою, що дозволяє пілоту практично не відводити погляд від спостерегаючої мети. Таким чином, використовуючи цю технологію можна автоматизувати абсолютно все.

За мету взято створення програми, що використовує технологію доповненої реальності, дозволить користувачеві розміщувати віртуальні предмети (3D об'єкти) в реальному приміщенні і дасть можливість візуально порівнювати їх між собою. Основна задача такої програми – створення мобільного додатку доповненої реальності для візуалізації 3D-об'єктів в інтер'єрі фізичного приміщення, що надає користувачеві можливість дізнатися, на скільки предмети інтер'єру будуть гармоніювати з реальною обстановкою, а, також, надаватиме користувачеві розважальні ігри.

Наведемо приклад. Нехай маємо аркуш паперу формату А4 з деякою міткою. Мітка розташовується на підлозі. Після запуску програми необхідно піднести мобільний пристрій до мітки так, щоб камера пристрою дивилася на мітку перпендикулярно, а зображення мітки цілком містилося на екрані. Після процедури захоплення мітки користувач може приступити до розстановки віртуальної фурнітури, а також грати у розважальні ігри віртуальної реальності.

Кожен 3D-об'єкт можна змінювати. Розроблена програма дозволить користувачеві розміщувати віртуальні предмети інтер'єру в реальному приміщенні, і, у вільний час, розважити цікавими іграми в форматі віртуальної реальності.

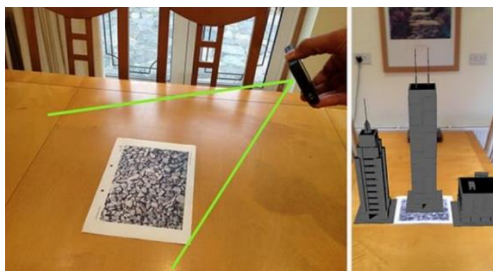


Рис. 1. Розширене стеження. Камера відведена від мітки.

Для покращення якості відстеження плоских зображень (міток) використано технологію доповненої реальності Vuforia. Програма самостійно відслідковуватиме мітку, і створюватиме 3D-об'єкт.

Vuforia – це платформа доповненої реальності, що включає в себе бібліотеки і комплект засобів розробки (SDK) для створення додатків доповненої реальності. Vuforia використовує алгоритми комп'ютерного зору для виявлення та відстеження плоских зображень (міток), а також простих тривимірних об'єктів (коробок, циліндрів, і т.д.) в режимі реального часу.

Іншими словами, додатки доповненої реальності, створені на платформі Vuforia, знаходять широке застосування в сфері промисловості, а також використовуються в сфері освіти і розваг.

Для досягнення поставленої мети вирішено, використовуючи платформу доповненої реальності Vuforia, використати ігровий рушій Unity 3D.

Unity 3D – це багатоплатформенний інструмент для розробки дво- та тривимірних додатків та ігор. Створені за допомогою Unity застосунки працюють під операційними системами Windows, OS X, Android, Apple iOS, Linux, а також на гральних консолях Wii, PlayStation 3 і XBox 360. Є можливість створювати інтернет-додатки за допомогою спеціального під'єднуваного модуля для браузера Unity, а також за допомогою експериментальної реалізації в межах модуля Adobe Flash Player. Застосування, створені за допомогою Unity, підтримують DirectX та OpenGL.

Відповідно, даний рушій не тільки підходить для розробки додатків, а й для розробки комп'ютерних ігор. Тому, розробляються ігри, які представлені в жанрі розважальної тематики з використанням технології доповненої реальності.

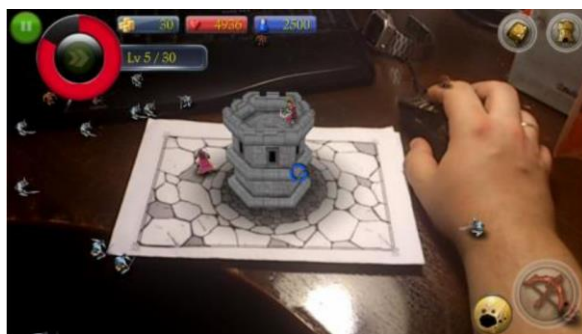


Рис. 2. Приклад комп'ютерної гри з використанням доповненої реальності.

Також для більш детального розуміння програми, створено сайт. Даний електронний ресурс надасть користувачеві змогу скачати програму на свій пристрій, і ознайомитися з нею, використовуючи повну інформацію про програму.

Односторінковий веб-сайт розроблений з використанням фреймворку «Ангуляр». Це надало зручний, та комфортний процес створення структури та запуску веб-сайту.

Angular (зазвичай так називають фреймворк Angular 2 або Angular 2+, тобто вищі версії) – написаний на TypeScript front-end фреймворк з відкритим кодом, який розробляється під

керівництвом Angular Team у компанії Google, а також спільнотою приватних розробників та корпорацій.

При розробці веб-сайту створений адаптивний інтерфейс для користувачів за допомогою сучасних засобів. Головним завданням при розробці сайту – створення зручного та зрозумілого інтерфейсу, який би задовольнив всі функціональні можливості системи. Для цього головними є такі функціонали:

1. Відображення вмісту поточної директорії.
2. Select з можливістю вибору кількох пунктів для адміністратора, і користувача.
3. Завантаження інформації, а також файлів на сервер.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Стаття Хабрахабр [Електронний ресурс]. – режим доступу: <https://habr.com/post/198862/> 11.09.2018
2. Стаття «Unity 3d» [Електронний ресурс]. – режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Unity> 10.09.2018
3. Стаття «Ангуляр» [Електронний ресурс]. – режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Angular> 14.09.2018

УДК 621.31

ЧАЙКОВСЬКА Є.Є., ПОСТОЛОВ М. Ю., СМІРНОВА О.Т.,
ОНПУ (Україна)

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОНАСОСНОГО ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

Запропоновано комплексне моделювання динамічної системи: низькопотенційне джерело енергії – випарник, випарник – компресор, компресор – конденсатор щодо прогнозування зміни витрати холодагента та числа обертів електродвигуна компресора. Здобуто системи зміни продуктивності спірального компресора щодо удосконалення контролерів як для частотного, так і цифрового управління в умовах зміни параметрів низькопотенційних джерел енергії.

Вступ. Управління теплонасосним енергопостачанням як частотне, так і цифрове зазвичай використовує вимір зміни тиску холодагента за випарником[1]. У зв'язку із зміною параметрів низькопотенційних джерел енергії підтримка продуктивності теплонасосної системи потребує забезпечення відповідності зміни тиску випаровування у випарнику зміни тиску конденсації холодагента у конденсаторі, що складно виконати, використовуючи вимір зміни тиску холодагента за випарником [2]. З цією ціллю необхідно прогнозувати зміну температури місцевої води щодо прийняття випереджуючих рішень на зміну витрати холодагента та числа обертів електродвигуна компресора при вимірюванні тиску випаровування, тиску конденсації та частоти напруги[2].

Мета роботи. Розробити метод комплексного математичного моделювання динамічної системи: низькопотенційне джерело енергії – випарник, випарник – компресор, компресор – конденсатор щодо підтримки продуктивності теплонасосної системи.

Основна частина роботи.

На основі математичного обґрунтування архітектури технологічної системи теплонасосного енергопостачання [2] представлено математичне обґрунтування інформаційної системи комплексного моделювання у складі технологічної системи:

$$ISCMHP(\tau) = \left\{ \begin{array}{l} IDS(\tau)(PIDS(\tau)\langle sd(\tau), lp(\tau), lf(\tau), fd(\tau) \rangle), \\ R(\tau), C(\tau)\langle x_0(\tau), x_1(\tau), x_2(\tau), f(\tau), tf(\tau), htp(\tau), K(\tau), y(\tau, z), s(\tau) \rangle, (pr(\tau), \\ (PWM\ signal(\tau) or (f(\tau), n(\tau)), PIDS(\tau)) \end{array} \right\}, \quad (1)$$

де $ISCMHP(\tau)$ – інформаційна система; $IDS(\tau)$ – інтегрована динамічна підсистема (низькопотенційне джерело енергії – випарник, випарник – компресор, компресор – конденсатор); $PIDS(\tau)$ – властивості елементів інтегрованої динамічної підсистеми; τ – час, с; $sd(\tau)$ – вихідні дані (тип теплового насоса, теплопродуктивність, споживана електрична потужність, напруга, частота напруги, струм); $lp(\tau)$ – гранична зміна параметрів (температури холодагента на виході із

випарника, температури пари холодагента на вході в конденсатор, температури місцевої води на виході із конденсатора); $lf(\tau)$ – рівні функціонування; $fd(\tau)$ – здобуті параметри (температура випаровування, витрата холодагента, електрична потужність компресора, напруга, частота напруги, число обертів електродвигуна компресора, продуктивність системи для встановлених рівнів функціонування; R – логічні відносини в $IDS(\tau)$; C – контролер; $x(\tau)$ – впливи; $f(\tau)$ – параметри, що діагностуються (тиск випаровування, температура конденсації, частота напруги); $tf(\tau)$ – передатні функції щодо оцінки зміни температури місцевої води, витрати пари холодагента, числа обертів електродвигуна компресора; $htp(\tau)$ – параметри теплообміну у складі передатних функцій; $K(\tau)$ – коефіцієнти та постійні часу передатних функцій; $y(\tau, z)$ – вихідні параметри (зміна температури місцевої води); z – координата довжини, м; $s(\tau)$ – еталонні динамічні характеристики температури місцевої води, витрати пари холодагента, числа обертів електродвигуна компресора; $pr(\tau)$ – параметри, що прогножуються (витрата холодагента, число обертів електродвигуна компресора); $PWM\ signal(\tau)$ – цифрове управління; (f – частота напруги; n – число обертів електродвигуна компресора) – частотне управління. Індеси: 0, 1, 2 – початковий стаціонарний режим, зовнішній, внутрішній характер впливів.

Так, наприклад, з використанням формули (1) для підтримки продуктивності теплового насосу типу *CTC Eco Air 410* в діапазоні зміни температури повітря: 2 – (-16)°C рекомендовано цифрове управління в узгодженні із зміною витрати повітря на основі зміни частоти обертів повітряного вентилятора (табл. 1, рис.1).

Таблиця 1. Параметри цифрового управління спіральним компресором

Рівні підігріву місцевої води	Витрата холодагента	Витрата повітря	Потужність спірального компресора	Час завантаження компресора	Час розвантаження компресора	Коефіцієнт продуктивності
35–40°C	0,067 кг/с	0,3672 кг/с	2,55 кВт	5 с	15 с	4.51
35–45°C	0,069 кг/с	0,7345 кг/с	3,04 кВт	10 с	10 с	3.78
35–50°C	0,071 кг/с	1,1017 кг/с	3,62 кВт	15 с	5 с	3,18
35–55°C	0,072 кг/с	1,4690 кг/с	4,51 кВт	20 с	0 с	2.55

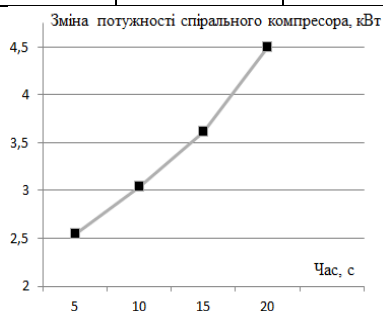


Рис. 1. Інформаційна система цифрового управління спіральним компресором

При необхідності збереження балансу потоків збродженого сусла та свіжої сировини щодо підтримки виробництва біогазу з використанням формули (1) рекомендовано частотне управління, наприклад, для теплового насосу типу *Vaillant VWW 141/2* на основі зміни частоти напруги (табл. 2, рис.2).

Таблиця 2. Параметри частотного управління спіральним компресором

Рівні підігріву теплоносія, що гріє	G_x , кг/с	N_e , кВт	U , В	f , Гц	n , об/хвил.	COP
60°C - 55,5°C	0,130	3, 14	400	50	1500	5,79
57,1°C - 52,1°C	0, 102	2,71	345,2	43,15	1294, 5	5,59

54,9 ⁰ C- 49,9 ⁰ C	0, 080	2,3	293	36,6	1098	5,53
52,5 ⁰ C 47,5 ⁰ C	0, 048	1,91	243,3	30,41	912,3	5,38
50 ⁰ C -45 ⁰ C	0,0340	1,58	201,3	25,17	755,1	4,99

Примітка: G_x – витрата холодагента, кг/с; N_e – потужність електродвигуна компресора, кВт; U – напруга, В; f – частота напруги, Гц; n – число обертів електродвигуна компресора, об/хв.; COP – коефіцієнт продуктивності теплонасосної системи

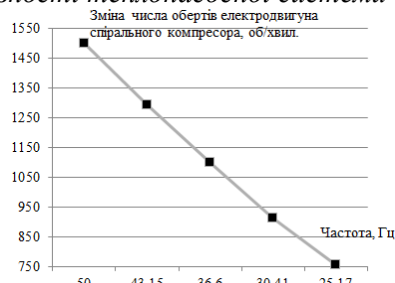


Рис. 2. Інформаційна система частотного управління спіральним компресором

Висновки. Встановлена можливість використання здобутих параметрів при функціонуванні контролерів теплонасосних систем щодо узгодження тиску випаровування холодагента та тиску конденсації [2].

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Leeuwen R. P. van, Gebhardt I., de Wit J. B., Smit, G. J. M. A Predictive Model for Smart Control of a Domestic Heat Pump and Thermal Storage //Proceedings of the 5th International Conference on Smart Cities and Green ICT Systems. 2016. doi.org/10.5220/0005762201360145.
2. Chaikovskaya E. Development of energy-saving technology for maintaining the functioning of heat pump power supply // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 4, Issue 8 (94). P. 13–23. doi:

УДК 004.891

ЯВДОШНЯК Р. Я. СПІЖАВКА Д. І.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича (Україна)

ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄДНАНОЮ ТЕРИТОРІАЛЬНОЮ ГРОМАДОЮ

Зі створенням потужної обчислювальної техніки, а також з розробленням нових інформаційно-програмних технологій інтернет проник до всіх сфер діяльності людей. На сьогоднішній день можна із впевненістю сказати, що початок ХХІ сторіччя є періодом надшвидкого розвитку мережі інтернет, та появою web-технологій, які орієнтовані на інформаційне забезпечення своїх користувачів. Одним з ключових моментів в розвитку всесвітньої павутини грає web-розробка — процес створення web-сайту або web-додатку, а також розробка додатків електронної комерції, web-дизайн, програмування для web на стороні клієнта і серверу, а також конфігурування web-серверу.

На сьогодні представлення організацій, зокрема об'єднаної територіальної громади, у мережі internet є необхідним для покращення ефективності роботи організації, обміну інформацією між усіма учасниками ринкового процесу та способом заявити про свою діяльність великому загалу користувачів глобальної мережі. В даний час практично кожна організація має власний веб-сайт. В умовах використання сучасних інформаційних технологій - це важливий чинник існування, що дозволяє вдосконалити якість врядування, покращать взаємодію влади та громадян, сприятиме соціальним інноваціям в Україні і, тим самим, привернути більшу кількість громадян до діяльності об'єднаної територіальної громади.

Об'єднана територіальна громада (ОТГ, об'єднана громада) — адміністративно-територіальна одиниця в Україні, утворена відповідно до Закону України «Про добровільне об'єднання територіальних громад». Об'єднані громади утворюються внаслідок добровільного

об'єднання суміжних територіальних громад сіл, селищ, міст. В Україні процес децентралізації розпочато 2014 року з прийняттям Концепції реформи місцевого самоврядування та територіальної організації влади. Цей процес дозволив формувати відповідно до положень Європейської хартії місцевого самоврядування значний дієвий і спроможний інститут місцевого самоврядування на базовому рівні – об'єднані територіальні громади (ОТГ). Станом на 10 квітня 2018 року на території України було створено 728 об'єднаних територіальних громад, в яких проживає 6,3 млн. осіб. Головна стратегічна мета реформи – створення комфортного та безпечного середовища для життя людини в Україні – може бути досягнута шляхом побудови ефективної системи влади на всіх рівнях (громада – район – область), передачею максимально можливої кількості повноважень на найближчий до громадянина рівень – громадам. А також – створення умов для динамічного розвитку регіонів і надання якісних та доступних суспільних послуг громадянам.

Одержані в результаті децентралізації повноваження та ресурси надали органам місцевого самоврядування більше можливостей для розвитку територій, створення сучасної освітньої, медичної, транспортної, житлово-комунальної інфраструктури. Переваги реформи безліч громад відчули вже сьогодні: в їхніх містах, селах і селищах почали приводити до ладу дороги, будувати водогони, ремонтувати медичні та освітні заклади – все те, що десятиліттями перебувало у занепаді. Реформа дала поштовх до повноцінного розвитку громад, можливість поліпшити життя у кожному населеному пункті та у країні в цілому і дозволяє громадянам – усім – самостійно господарювати там, де вони живуть.

Метою створення web-сайту Нижньовербізької ОТГ є надання публічної інформації про селищну раду, отримання вичерпної інформації щодо діяльності місцевого самоврядування, ознайомлення з офіційними документами сільської ради, а також можна ознайомитись із структурою селищної ради, місцевими новинами, оголошеннями, депутатами і роботою постійних комісій та сесій, проектами, які виносяться на їх розгляд, прийнятими рішеннями та дізнатись багато цікавого про громаду та важливі події. Це дасть можливість належно оцінити роботу ОТГ, бути проінформованими в суспільно-політичному, соціально-економічному та культурному житті населених пунктів, брати участь в обговоренні важливих програм та проектів.

Для розробки web-сайту Нижньовербізької об'єднаної територіальної громади використовується популярна CMS WordPress. CMS - Система управління вмістом або система управління контентом (англ. Content management system, CMS).

WordPress — це не складна у встановленні та використанні система керування вмістом з відкритим кодом, яка широко використовується для створення web-сайтів. Сфера застосування — від блогів до складних web-сайтів. Одна з найпопулярніших CMS, 31% сайтів в Інтернеті розроблені і працюють на WordPress. Вбудована система тем і плагінів в поєднанні з вдалою архітектурою дозволяє конструювати на основі WordPress практично будь-які web-проекти. Плагіни Wordpress — це елементи для розширення функціональності CMS.

Дизайн, управління системою та інші можливості:

- простота встановлення, простота налаштувань;
- підтримка веб-стандартів (XHTML, CSS);
- модулі для підключення (плагіни) з унікально простою системою їх взаємодії з кодом; можливість автоматичного встановлення та оновлення версії безпосередньо з панелі адміністратора;
- підтримка так званих «тем», з допомогою яких легко змінюється як зовнішній вигляд, так і способи виведення даних;
- можливість редагувати шаблони одразу в панелі адміністратора;
- «теми» реалізовані як набори файлів-шаблонів на PHP (у HTML-розмітку вставляються PHP-мітки);
- велика кількість бібліотек «тем» і «плагінів»;
- потенціал архітектури дозволяє легко реалізовувати складні рішення;
- SEO-оптимізована система;
- наявність українського перекладу.
- миттєва публікація;
- наявність ЛЗУ (людино-зрозумілий URL);
- редагування WYSIWYG-редактором з можливістю вставлення форматowanego тексту (наприклад з програми Microsoft Word) або редагування за допомогою HTML-розмітки.

Ще одна перевага у використанні платформи WordPress полягає у вмонтованій підтримці пошукової оптимізації (SEO) – незамінною складовою для підвищення рейтингу сайту в пошукових системах Google, Yandex та ін..

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Горнаков С. Г., Осваиваем популярные системы управления сайтом (CMS). – М.: ДМК Пресс, 2009. – 336 с.
2. Офіційний сайт WordPress. – Режим доступу : <https://ru.wordpress.org/>.
3. Офіційний сайт «Портал знань». – Режим доступу : <http://www.znannya.org/>.
4. Гаевский, А.Ю. 100% самоучитель. Создание Web-страниц и Web-сайтов. HTML и JavaScript / А.Ю. Гаевский, В.А. Романовский. - М.: Триумф, 2008. - 464 с.
5. Википедия — свободная энциклопедия – Режим доступу : <https://ru.wikipedia.org/wiki>
6. Про схвалення Концепції реформування місцевого самоврядування та територіальної організації влади в Україні : розпорядження Кабінету Міністрів України від 1 квітня 2014 р. № 333-р / Офіційний портал Верховної Ради України [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/333-2014-%D1%80>.

УДК 004.056

КУРАЙ В.І., КИРИЧЕК Г.Г.
ЗНТУ (Україна)

СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ

В даній роботі пропонується визначення об'єктів з використанням методу дерева квадрантів, з метою визначення змін, отримання компактного представлення результату та ефективного доступу до елементів, які відрізняються.

Задачі аналізу зображень, розпізнавання образів та порівняння зображень поширені в наш час. Існує багато інструментів, які дозволяють вести дослідження у цьому напрямку [1]. Хоча ці рішення і є добре відточеними алгоритмами і бібліотеками для роботи з зображеннями, все ж таки інколи розгортання подібної системи є невиправданим з точки зору швидкодії, задіяння ресурсів обладнання та складності роботи з ним. В даній роботі запропоновано свій підхід до вирішення цієї задачі, шляхом впровадження системи визначення об'єктів з використанням методу дерева квадрантів, для порівняння зображень, як можливе рішення, коли компактне представлення зображення і високоефективний доступ до елементів є ключовими вимогами.

До популярних методів сегментації зображення можна віднести метод дерева квадрантів (Q-дерево). Основна ідея квадродерева - комбінування однакових або схожих елементів даних і кодування великих однорідних сукупностей даних малою кількістю бітів. Причини вибору цього методу наступні: компактне представлення зображення та високоефективний доступ до елементів, які досягаються за рахунок деревовидної структури даних [2]. На вибір Python, у якості мови програмування вплинули: підтримка Python об'єктно-орієнтованого підходу, простота синтаксису, а також наявність великої кількості вбудованих функцій і структур даних, які прискорили швидкість розробки програмного забезпечення.

Виходячи з основних завдань роботи отримали метод реалізації дерева квадрантів при розбитті зображення. Перший крок розбиття зображення - отримання зображення у вигляді двовірного масиву пікселів, шляхом створення методу `get_pixels_from_image()`, що повертає двовірний масив, елементами якого є масив довжиною 3. Використовуючи доступ до елементів через індекс, отримали значення кольору, у відповідній точці зображення. Змінюючи мінімальний розмір вузла відрегулювали якість вихідного зображення. Завдяки мінімальному розміру вузла обмежили подальше створення нащадків. Так як, великі області одного кольору представляються у вигляді одного великого прямокутника, то на їх подальше розбиття зміна мінімального розміру вузла не впливає. Натомість, області зображення, на яких знаходиться декілька кольорів, породжують більшу кількість вузлів. У цих випадках за допомогою зменшення мінімального розміру вузла можна завадити подальшому розбиттю зображення. Результатом розбиття зображення виступає масив квадрантів вузлів дерева. Кожний такий вузол містить в собі об'єкт

типу прямокутника та значення середнього кольору та відстані кольорів. Маючи такий набір характеристик для кожного вузла дерева, можна провести порівняння двох зображень через порівняння їх дерев квадрантів.

Алгоритм порівняння зображень такий: провести розбиття зображень, задавши значення мінімального розміру вузла; зробити порівняння отриманих вузлів дерева двох зображень; для знайдених квадрантів, повторювати порівняння, поки досягнемо заданого значення мінімального розміру квадранта; після отримання результатів, створити новий графічний файл, та на основі отриманого дерева квадрантів отримати зображення [3]. Цей метод дозволяє порівнюючи карти місцевості, отримані в результаті періодичної зйомки, виявляти об'єкти що з'являються або зникають у місцях проведення контролю місцевості, без участі людини.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Потапов А.А. Новейшие методы обработки изображений // А.А. Потапов, Ю.В. Гуляев, С.А. Никитов, А.А. Пахомов, В.А. Герман. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 496 с.
2. Hunter G.M. Operations on Images Using Quad Trees // G.M. Hunter, K. Steiglitz / IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1979. – vol. PAMI-1 (is. 2). – pp. 145 – 153.
3. Kirichek G. Implementation quadtree method for comparison of images // G. Kirichek, V. Kurai / Proceedings of 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Lviv-Slavske, Ukraine, 2018. – pp.129-132.

СЕКЦІЯ 7

УДК 004.891

ПЛАЩУК Б.М., СОПРОНЮК Ф.О.
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. Ю. ФЕДЬКОВИЧА
(УКРАЇНА)

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОГО ОФОРМЛЕННЯ ЗАЯВКИ НА ВІДПУСТКУ

Основною проблемою документообігу на підприємствах є плутанина в паперах та біганина різними кабінетами за підписами та печатками. Проблемою цього методу є марно втрачені робочі години працівників які є учасниками цього процесу та як наслідок менш ефективна робота всього підприємства. Сучасною проблемою є пошук ефективних шляхів розроблення і впровадження у робочий процес прогресивних електронних систем документообігу. Оформлення заявки на відпустку є найактуальнішою проблемою для працівників які не мають можливості покинути робочий процес або прийти на роботу взагалі.

Відпустка — час відпочинку, який обчислюється в календарних днях і надається працівникам із збереженням місця роботи і заробітної плати.

Основним законом що регулює відпустки є Закон України "Про відпустки". Згідно з ним відпустки бувають:

- 1) щорічні відпустки:
основна відпустка (стаття 6 Закону);
додаткова відпустка за роботу із шкідливими та важкими умовами праці (стаття 7 Закону);
додаткова відпустка за особливий характер праці (стаття 8 Закону);
інші додаткові відпустки, передбачені законодавством;
- 2) додаткові відпустки у зв'язку з навчанням (статті 13, 14 і 15 Закону);
- 3) творча відпустка (стаття 16 Закону);
- 3-1) відпустка для підготовки та участі в змаганнях (стаття 16-1 Закону);
- 4) соціальні відпустки:
відпустка у зв'язку з вагітністю та пологами (стаття 17 Закону);
відпустка для догляду за дитиною до досягнення нею трирічного віку (стаття 18 Закону);
відпустка у зв'язку з усиновленням дитини (стаття 18-1 Закону);
додаткова відпустка працівникам, які мають дітей (стаття 19 Закону);
- 5) відпустки без збереження заробітної плати (статті 25, 26 Закону).
- Законодавством, колективним договором, угодою та трудовим договором можуть установлюватись інші види відпусток.

Відпустка розраховується шляхом множення кількості календарних днів на середню заробітну плату працівника за останні 12 місяців. Святкові дні виключають при визначенні середньої заробітної плати та не включаються до календарних днів відпустки.

Наприклад: людина працювала з 15 лютого 2011 року і йде в відпустку на 24 дні з 06.03.2018 р. основна заробітна плата за останні 12 місяців (з першого до першого числа) склала 15 000 грн., крім того була виплачена допомога з тимчасової непрацездатності 600,00 грн., нараховані добові - 90,00 грн., взято відпустку за власний рахунок на 4 дні. Середня заробітна плата складе :

- 1) доходи що включаються до розрахунку $15\,000,00 + 600,00 = 15\,600,00$
- 2) кількість днів що включаються до розрахунку $366 - 10(\text{святкові дні}) - 4 = 352$.
- 3) Середня заробітна плата $15\,600/352 = 44,32$.

Відпускні складуть $44,32 \times 24 = 1063,68$ грн. Людина стане до роботи 31 березня (а не 30, оскільки 08.03.2018 - святковий)

Для вирішення задачі розробки системи електронного оформлення заявки на відпустку була вибрана мова програмування C#- об'єктно-орієнтована мова з безпечною системою типізації для платформи .NET. Під час проектування та розробки системи використовував архітектурні шаблони MVC та Entity. Шаблон MVC передбачає поділ системи на три взаємопов'язані частини: модель даних, вигляд (інтерфейс користувача) та модуль керування. Застосовується для відокремлення даних (моделі) від інтерфейсу користувача (вигляду) так, щоб зміни інтерфейсу

користувача мінімально впливали на роботу з даними, а зміни в моделі даних могли здійснюватися без змін інтерфейсу користувача. Шаблон Entity передбачає поділ системи на три ADO.NET Entity Framework. Представляє можливість взаємодії з об'єктами як за допомогою LINQ у вигляді LINQ to Entities, так і з використанням Entity SQL. Застосовується мова розмітки HTML з використанням фреймворку Bootstrap. Bootstrap — це безкоштовний набір інструментів з відкритим кодом, призначений для створення веб-сайтів та веб-застосунків, який містить шаблони CSS та HTML для типографіки, форм, кнопок, навігації та інших компонентів інтерфейсу, а також додаткові розширення JavaScript. Він спрощує розробку динамічних веб-сайтів і веб-застосунків. Для стилізації використовував CSS та LESS. CSS — спеціальна мова, що використовується для опису сторінок, написаних мовами розмітки даних. LESS — це динамічна мова стилів, яка інтерпретується в каскадні таблиці стилів (CSS). Вибрана база даних Microsoft SQL Manager Studio.

Для функціонування системи електронного оформлення заявки на відпустку використовується такі основні таблиці: Users, Requests, OfficialHolidays, Settings, UserDocuments, Teams, UserLevels, RoleTypes, RequestTypes, Statuses, StatusTypes.

Основним завданням цієї системи – спрощення процесу оформлення заявки на відпустку.

Дана система містить в собі користувачів з різними рівнями доступу з наступними можливостями:

- Переглядати меню та оформляти заявки.
- Розробити панель керування системою (додавання користувачів, переглядання вмісту та приймати або відхиляти кожне замовлення).

Програмна реалізація:

HRManageer – MVC-проект який складається з багатьох HTML сторінок.

При запуску сайту відкривається початкова сторінка «StartPage» з якої можна здійснити вхід в особистий акаунт або зареєструватися з найвищим рівнем доступу та створити власну команду.

Клікнувши на значок «Log-in», в правому верхньому вуглу, відкриється сторінка «SignInPage».

У відповідні поля потрібно ввести особисті дані, зокрема адресу вашої електронної пошти та пароль доступу до вашого акаунту, та клікнути на кнопку «SIGN-IN», після чого відкриється перша сторінка особистого кабінету з вашими даними «InfoPage».

За допомогою навігації можна перемикатися між сторінками. Клікнувши на «EDIT» відкриється сторінка редагування профілю – «EditPage» в якій ви можете змінити ім'я, адресу електронної пошти та пароль.

Кліком на кнопку «SAVE CHANGES» можна зберегти зміни, якщо вони були внесені в відповідні поля для введення.

У вкладці «REQUESTS» відображається список всіх ваших заявок.

У вкладці «NEW REQUESTS» можна оформити нову заявку.

Кліком на кнопку «SEND REQUEST» можна надіслати заявку на сервер, після чого її зможе побачити ваш HR.

Переваги: Багатоплатформність (*кросплатформність, мультиплатформність*) властивість програмного забезпечення працювати більш ніж на одній програмній (в тому числі операційній системі) або апаратній платформи, та технології, що дозволяють досягти такої властивості. Кросплатформність дозволяє суттєво скоротити витрати на розробку нового або адаптацію існуючого програмного забезпечення. Полегшення роботи при оформленні заявки на відпустку. Це можна зробити з різних пристроїв з будь-якого місця.

Недоліки: Потреба в купівлі якісного хостингу, для роботи даної системи.

Використання такої системи дозволить економно та продуктивно використовувати робочий час працівників і підприємства в цілому.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Стаття «Багатоплатформність». [Електронний ресурс]: Режим доступу – <https://uk.wikipedia.org/wiki/Багатоплатформність> - 14.09.2017
2. HTML і CSS для тех, хто делает сайты [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://htmlbook.ru/> – самовчитель HTML 16.09.2018

3. Офіційна документація Microsoft [Електронний ресурс] - <https://microsoft.com/ru/learn> - 22.08.2018
4. Патрик Ноутон «C# Наиболее полное руководство» Киев, 2010 г.

УДК 004.891

АНДРІЙ КОНЮК

Науковий керівник – канд. СПІЖАВКА Д.І.
ЧНУ ім. Ю. Федьковича, ІФТКН
(Україна)

БРАУЗЕРНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРОЕКТАМИ

Без комп'ютерів і доступу до мережі Інтернет сучасній людині важко уявити своє життя, а створення власних веб-додатків набуває все більшої популярності серед сучасної молоді.

Будь-які інформаційні ресурси в комп'ютерній мережі Інтернет створюються і підтримуються за допомогою інтернет-технологій, розробка яких неможлива без використання «front-end» та «back-end» технологій [1].

Front-end – це інтерфейс для взаємодії між користувачем і «back-end». Front-end розробка зосереджена на тих елементах сайту, які користувач може бачити у браузері і з якими безпосередньо взаємодіє. Back-end розробка відповідає за функціонал сайту і має справу з речами, яких користувач не бачить, — такими як бази даних та сервери. Front-end та back-end можуть бути розподілені між однією або кількома системами. В програмній архітектурі може бути багато рівнів між апаратним забезпеченням та кінцевим користувачем. Кожен з цих рівнів може мати як front-end, так і back-end.

На сьогодні, веб-розробка включає в себе сукупність різних технологій, що дозволяють знаходити оптимальні рішення для важких завдань. Щоб представити контент сайту найкращим чином та забезпечити ідеальну взаємодію користувача з сайтом, розробники використовують багато корисних інструментів, найважливіші з яких: JavaScript, Python, Php, C#, Java.

Також значно покращують розробку різного роду фреймворки. Фреймворк - інфраструктура програмних рішень, що полегшує розробку складних систем [2]. Найпоширенішими серед них є: Angular, Vue.js, React, Django, Flask, Laravel, ASP.NET. Спрощено дану інфраструктуру можна вважати своєрідною комплексною бібліотекою, але при цьому вона має ряд обмежень, що задають правила створення структури проекту та написання коду.

Однією з найсучасніших мов програмування, що стрімко завойовує популярність є Python. Мова відрізняється простим синтаксисом, гнучкістю в роботі і високою швидкістю реалізації проектів. На ній успішно навчають дітей основам програмування, так як Python - простий у вивченні і сприяє розвитку системного мислення. Одночасно на цій же мові пишуть нейронні мережі, програмне забезпечення для аналізу BigData і розробок в сфері штучного інтелекту. Застосовується він і в веб-сервісах, і при розробці прикладних програм, в тому числі, ігрових.

При здійсненні веб-розробки ніяк не обійтися без JavaScript. На цій мові пишуться сторінки і блоки з анімацією, літаючими картинками та багатьма іншими динамічними прикрасами. Застосовується вона для інтерактивних кнопок, форм і багато чого іншого. JavaScript - важлива частина будь-якої Front-end розробки.

Крім того, JavaScript активно використовують для створення мобільних додатків і браузерних ігор.

Найпопулярнішою мовою для WEB-розробників є PHP. На ній пишуть CMS і доповнення до серверної частини сайтів. На PHP сьогодні працює понад 2/3 всіх інтернет-ресурсів, від невеликих візиток до найбільших соціальних мереж.

У PHP немає жорсткої структури. Він гнучкий і простий, вихідний код відкритий. Ще один плюс - реалізована робота з базами даних. Знання цієї мови - дуже важливо для будь-якого веб-розробника.

Метою будь-якої веб-розробки є створення зручного інтерфейсу з ефективним функціоналом для користувачів.

І саме за допомогою браузерних систем управління проектом можна розподілити навантаження на всіх членів команди які здійснюють розробку веб-додатку. При цьому підході процес, від опису задачі до отримання результатів її виконання користувачу, наочно показується учасникам процесу, і члени команди можуть витягувати роботу з черги.

Отже, система керування проектом дозволяє значно спростити розробку будь-якого програмного забезпечення, найзручнішою вона являється при розробці веб-додатків.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Front end та back end: [Електронний ресурс] // Вікіпедія – вільна енциклопедія. – Режим доступу : https://uk.wikipedia.org/wiki/Front_end_та_back_end
2. Майкл С. В. Тернер Основы Microsoft Solution Framework / С. В. Майкл Тернер. – М. : Юрлитинформ, 2006. – 335с

УДК 004.891.2

ОРЛОВСЬКИЙ О.В., ЖИХАРЕВИЧ В.В.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича (Україна)

ОПОРНІ ПАРАМЕТРИ ДЛЯ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПО ОПТИМАЛЬНОМУ РОЗПОДІЛУ ЗАДАЧ МІЖ УЧАСНИКАМИ КРАУДСОРСИНГОВИХ СИСТЕМ

В роботі представлено опис та обґрунтування взяття до уваги ключових опорних параметрів для рекомендаційної системи, що покликана допомогти у співставленні задач у краудсорсингових системах відповідно до виконавців із найбільш релевантними навичками, знаннями, рівнем надійності та готовності успішно виконати конкретну задачу в даний момент.

Парадигма краудсорсингу в наш час демонструє потужну динаміку росту і проявляє себе досить перспективно для вирішення завдань, які виходять за рамки можливостей машин. Відбувається це шляхом надання інформації про завдання та способів управління процесом його виконання широким масшасом учасників через онлайн-середовище.

Як роботодавці, так і виконавці у системі краудсорсингу зіштовхуються з неабияким потоком даних, що поєднує неабиякий набір завдань. Надзвичайно актуальною проблемою є необхідність швидкого і точного співставлення надійних представників середовища з необхідним набором навиків та знань відповідно до конкретних завдань з вимогами, які можуть бути максимально задоволеними потенційним виконавцем в даний момент.

Традиційні алгоритми рекомендацій, такі як колаборативна фільтрація, вже не показують задовільні результати через безпрецедентний потік даних та необхідність обробки завдань у системах краудсорсингу “на льоту”. Таким чином сформувалась невідкладна потреба у якомога більш релевантних рекомендаціях в режимі реального часу: з одного боку, виконавці хочуть, щоб ефективні рекомендації були найбільш підходящими відносно їх навичок і потреб а з іншого – роботодавці хочуть отримати надійні рекомендації найкращих виконавців, які відповідають за взяті на себе зобов’язання та володіють необхідною відносно конкретного завдання кваліфікацією [1].

Незважаючи на те, що чимало джерел даних можуть бути корисними для покращення рекомендацій щодо роботи, попередні дослідження показали, що свою найкращу роботу учасник може продемонструвати, коли особисті навички шукача найбільш доцільно співвідносяться із вимогами до цієї роботи [2].

Розглянемо детально які параметри, доступні в сучасних краудсорсингових онлайн-системах, можуть допомогти нам у побудові рекомендацій учасникам системи найбільш вдалих для них завдань у даний момент часу.

В таких сучасних популярних системах як Gitlab [3] та Github [4] завдання оформлюються у вигляді сутностей, що називаються “issue”. Кожна з таких сутностей, що описує завдання, в свою чергу містить набір актуальних в розрізі побудови рекомендацій параметрів. До них ми відносимо: мітки, ваги, учасники, дата завершення, показник витрати часу, “майлстоун”, “епік”.

Мітки, в даному випадку, є найбільш універсальним параметром. В них часто позначають інформацію, що всебічно характеризує дане завдання. Наприклад, в мітці може бути позначено, що завдання: є дружелюбним для початківців, відноситься до специфічної області розробки проекту, орієнтоване на пропрацювання вимог користувачів, відноситься лише до певної версії проекту і тому подібне.

Ваги, зазвичай, використовують для суб'єктивного позначення складності задачі. Рідше для позначення пріоритету. Хоча найчастіше позначення пріоритету можна зустріти, знову ж таки, у мітках.

Параметр “учасники” показує, хто проявив будь-яку активність у даному завданні, наприклад: залишив коментар, змінив мітку і тому подібне.

Дата завершення відображає дедлайн виконання даного завдання. Проставляється, зазвичай, менеджером проекту. Проте бувають випадки, коли виконавець самостійно може проставляти очікувану дату завершення.

Показник витрати часу характеризує к-сть годин, залучених на виконання завдання. Нерідко використовуються спеціальні програми-таймтрекери, які дозволяють посекундно зафіксувати залучений виконавцем час.

Параметр “майлстоун” відображає до якої проміжної цілі проекту відноситься дане завдання. “Епік”, відповідно, слугує для позначення однієї з глобальних великих цілей у проекті.

У проектах з відкритим доступом дані про всі описані вище параметри також доступні публічно, а отже й доступні для аналізу. На нашу думку, якісне опрацювання цих джерел інформації у програмному проекті значно може наблизити нас до можливості рекомендації учасникам найбільш доцільних завдань, з якими вони спроможні належно впоратись.

Наведемо декілька потенційних кейсів того, як можна використати описані сутності краудсорсингових систем як опорні параметри для роботи рекомендаційної системи:

- виконавець – початківець, без історії завершених завдань – система шукає у проекті завдання з міткою “дружелюбно для початківця”, з вагою 1-2 і майлстоуном, що відзначений куратором проекту як не критичний;
- виконавець має історію завершених завдань у системі – система бере до уваги середній час закриття завдання, обраховуючи дані з відповідного показника. Опираючись на інформацію у мітках, майлстоунах та епіках система визначає з якою областю проекту, його версією та технологіями виконавець знайомий найбільше. Вагові коефіцієнти слугують для відзначення вже існуючого питомого вкладу учасника у проект.

Потенційні проблеми та недоліки зазначених опорних параметрів:

- суб'єктивність оцінки пріоритетів, складності завдань;
- відсутність швидкого способу впевнитись в однозначності тлумачення такого параметру як ваги;
- потенційно необмежений спектр інформації, що може бути включений у мітки;
- різні форми контролю за витратою часу, різні степені відповідальності за точність даного параметру.

Проте навіть зважаючи на описані недоліки аналіз та опрацювання вказаних параметрів у краудсорсингових системах виявляється перспективною задачею, мета якої – досягти оптимальної точно у побудови рекомендацій серії найбільш доцільних завдань кожному учаснику системи.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Mejdl Safran, Dunren Che. \ Real-time recommendation algorithms for crowdsourcing systems. In: Applied Computing and Informatics (2017), ISSN: 2210-8327, Vol: 13, Issue: 1, Page: 47-56.
2. N Deniz, A Noyan, and O G Ertosun. \ Linking Person-job Fit to Job Stress: The Mediating Effect of Perceived Person-organization Fit". In: Procedia - Social and Behavioral Sciences 207 (2015), pp. 369 – 376.
3. The only single product for the entire devops lifecycle – Gitlab [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://about.gitlab.com/>
4. The world's leading software development platform – Github [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://github.com/>

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ТРАНСЛЯЦІЇ 3D МОДЕЛЕЙ

В наш час 3D моделювання грає важливу роль в житті суспільства. Воно широко використовується в сферах маркетингу, архітектурного дизайну, кінематографії і звичайно в промисловості. 3D моделювання дозволяє створити прототип майбутнього продукту в об'ємному форматі, розглянути всі переваги та недоліки конструкції та дизайну з усіх боків і в різному масштабі. Користь застосування 3D - моделювання в комерційних цілях складно переоцінити, оскільки організація професійної фотосесії часто обходиться набагато дорожче, при тому, що в 3D підсумкова картинка виходить навіть якісніше.

3D, в порівнянні з фотографією, розкриває для нас ряд додаткових можливостей:

- Високу деталізацію та роздільну здатність.
- Можливість створення розрізу предмета або матеріалу.
- Можливість розбирання предмета на деталі.
- Застосування анімації в демонстрації принципу дії та правил застосування.

Нажаль, виникають труднощі при розробці складних моделей над якими працює декілька інженерів. На даний час існує велика кількість різних CAD систем зі своїми перевагами та недоліками. CAD система (computer - aided design) або ж система автоматизованого проектування – це система, призначена для автоматизації технологічного процесу проектування виробу, результатом якого є комплект проектно - конструкторської документації, достатньої для виготовлення та подальшої експлуатації об'єкта проектування. Реалізується на базі спеціального програмного забезпечення, автоматизованих банків даних, широкого набору периферійних пристроїв.

Для того щоб переносити модель між різними CAD системами доводиться відповідно конвертувати файл моделі з одного типу в інший, оскільки різні програмні продукти зберігають результати роботи з різними розширеннями. Це ускладнює та уповільнює робочий процес.

Метою даної дипломної роботи є розробка програмного забезпечення, яке полегшить даний процес на прикладі двох популярних CAD систем – Solidworks та Onshape.

Для початку роботи з даним продуктом користувачу необхідно встановити його за допомогою інсталятора та мати обліковий запис Onshape і встановлену програму Solidworks, оскільки Onshape - це автоматизована система розробки програмного забезпечення, що постачається через Інтернет.

Розроблена система має наступні особливості:

- Імпорт та експорт повного функціоналу що доступний для обох CAD систем.
- Трансляція моделі без втрати інформації.
- Відсутність необхідності збереження файлу моделі.
- Встановлення у вигляді плагіну для системи Solidworks.

Для розробки описаної системи трансляції була вибрана мова програмування C# на платформі .NET, оскільки це дозволить використовувати можливості API Solidworks. Також було використано нову мову програмування розроблену компанією Onshape – FeatureScript. Завдяки цьому було отримано можливість використовувати весь функціонал CAD системи, зокрема списки документів створених у авторизованого користувача, створення ескізів та

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Solidworks technical documentation [Електронний ресурс]: Режим доступу – <http://help.solidworks.com/2016/english/api/sldworksapiproguide/Welcome.htm>
2. Onshape FeatureScript documentation [Електронний ресурс]: Режим доступу – <https://cad.onshape.com/FsDoc/library.html#EntityType>

ПРОГРАМНИЙ ДОДАТОК КЛІЄНТ-СЕРВЕРНОЇ АРХІТЕКТУРИ ДЛЯ ПРОХОДЖЕННЯ ІСПИТІВ НА ПОСВІДЧЕННЯ ВОДІЯ

Розроблений програмний додаток клієнт-серверної архітектури для проходження іспитів на посвідчення водія з використанням мережі TCP/IP та системи шифрування RSA.

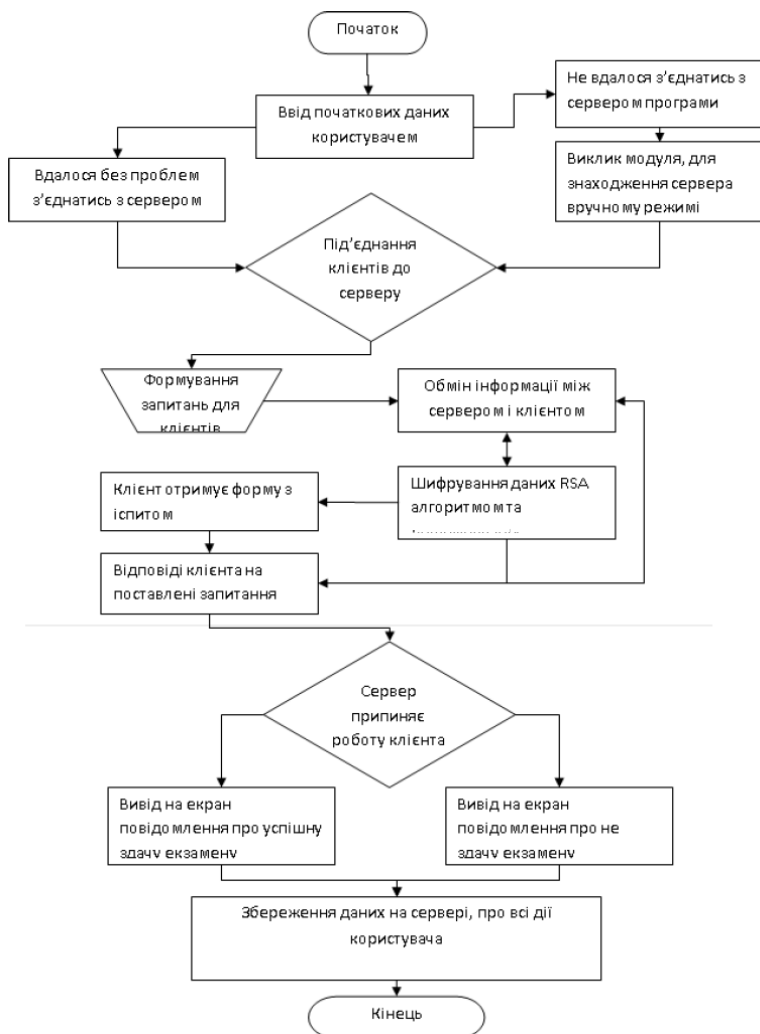
Актуальність створення програмного продукту для проходження іспитів на отримання посвідчення водія пояснюється деякими недоліками в існуючому програмному забезпеченні і можливістю дистанційно та цілком конфіденційно проходити іспит. Тестуюча програма повинна використовувати ресурси мережі, а також бути універсальною та адаптованою до змін правил дорожнього руху та білетів. Розроблена програма призначена для складання іспиту на права водія у школах і безпосередньо в ДАІ.

Система тестування повинна відповідати певним вимогам:

1. Універсальність. Система тестування має використовуватися як для внутрішнього, так і для зовнішнього тестування. Можливість використання системи тестування для внутрішнього і зовнішнього тестування досягається гнучкою побудовою системи, що передбачає розподіл її користувачів за ролями, підтримкою різних систем і шкал оцінювання тощо.
2. Підтримка безпечного й універсального механізму керування користувачами з розподілом прав доступу.
3. Захищеність інформаційної бази тестів і результатів тестування, доступ до яких повинні мати тільки користувачі з відповідними правами.
4. Шифрування інформаційного наповнення тестів, принаймні це стосується відповідей.
5. Підтримка основних форм тестових завдань (завдання із простим і складним множинним вибором, відкритої форми, на встановлення відповідності та на відновлення правильної послідовності).
6. За своїм функціональним призначенням тести можуть використані для проведення оцінки знань (контрольних тестів).
7. Підтримка різних режимів тестування:
 - екзаменаційний режим. У цьому режимі за невірні відповіді віднімаються бали, а окремі контрольні завдання дозволяється пропускати, з подальшим поверненням до їх розгляду;
 - режим самотестування або тренажера. Під час тестування виводяться повідомлення про помилки або рецензії на відповідь;
 - режим навчання. Може містити вступ і пояснення до завдання, різноманітні навчальні матеріали у текстовому або мультимедійному вигляді.
8. Можливість імпорту/експорту тестів у текстовому форматі і форматі HTML, а також з інших систем тестування.
9. Наявність докладної документації.
10. Технічна підтримка системи тестування.

Програмне забезпечення клієнт-серверної архітектури для проходження водійських іспитів розроблено в середовищі Borland Delphi, а для збереження початкових даних використано базу даних Firebird.

Результат складання екзамену з відповідним форматуванням експортується в Microsoft Word. Важливою новизною і перевагою програми є використання мережі TCP/IP, дані шифруються в системі RSA. Ще однією перевагою і новизною програми є поділ питань на двадцять груп в яких будуть сформовані питання по темах, для кращої перевірки знань учнів. У кожній групі є по 93 питання і вибір здійснюється по-одному.



Блок-схема програмного додатку

За своєю структурою алгоритм програми поділяється на дві великі частини, а саме: алгоритм серверної частини програми та алгоритм клієнтської частини. Алгоритм програми, який зображено на схемі. Це функціонування програми в цілому, де включений сервер і клієнт.

Розроблений програмний додаток призначений не тільки для тестування осіб, які проходять іспит з правил дорожнього руху та громадян які здають на водійське посвідчення, а й тестування усіх бажаючих осіб які бажають покращити свої знання в області правил дорожнього руху.

До недоліків розробленого програмного продукту слід віднести високі вимоги до апаратного та програмного забезпечення робочих станцій та сервера.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Стаття «ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ТЕСТУВАННЯ ЗНАНЬ». [Електронний ресурс]: Режим доступу - <http://moodle.ndu.edu.ua/file.php/1/NaykZap2010N11/mtp/mtp18.pdf> 27.09.2018
2. Стаття «Клієнт серверна архітектура та ролі серверів». [Електронний ресурс]: Режим доступу - <https://medium.com/@IvanZmerzlyi/клієнт-серверна-архітектура-та-ролі-серверів-9893d8048229> 27.09.2018
3. Робота з базами даних [Електронний ресурс]: Режим доступу - <http://firebirdsql.org/manual/ru/qsg15-databases-ru.html> 27.09.2018

УДК 004.4

СУХАР Д. І.

ЧНУ ім. Ю. Федьковича (Україна)

ЧИСЕЛЬНО-АНАЛІТИЧНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ДИНАМІКИ ПРОСТОРОВО-РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ

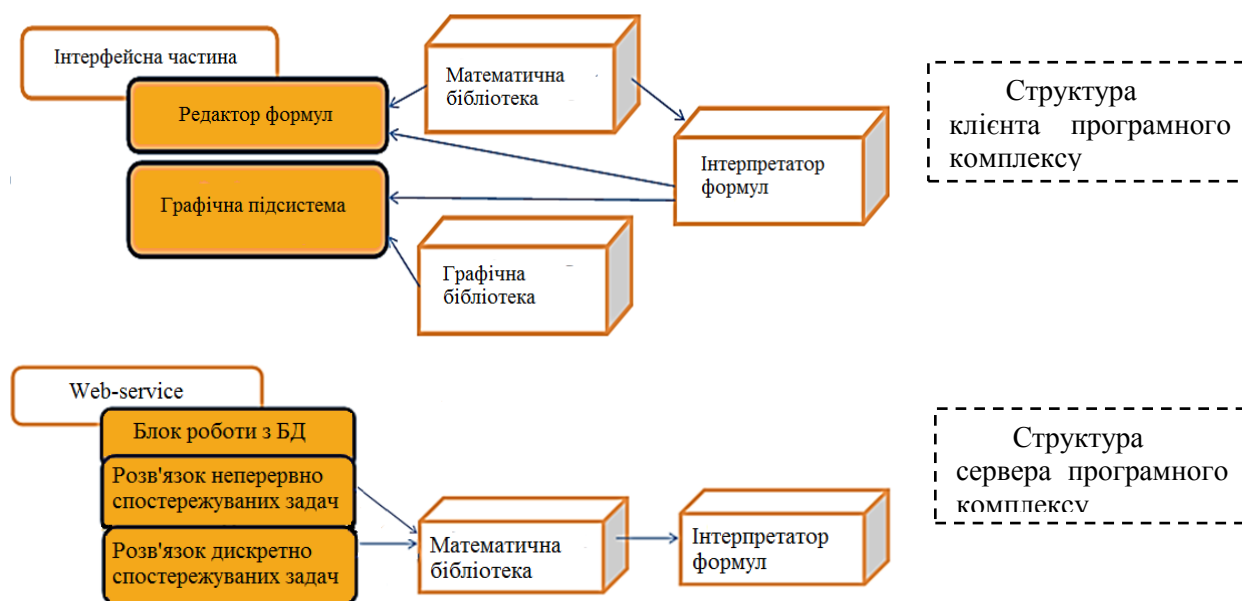
Побудований програмний чисельно-аналітичний апарат застосовний для розв'язання математичного моделювання динаміки просторово-розподілених процесів за умов неповноти інформації про їх початково-крайовий стан.

Дослідження просторово-розподілених динамічних систем, яке отримало серйозний математичний розвиток у другій половині минулого століття, залишилось актуальним і сьогодні.

З розвитком комп'ютерної техніки та програмних технологій актуальною є і сама швидка та ефективна комп'ютерна реалізація розв'язання задач математичного моделювання динаміки просторово-розподілених систем. Системи ці можуть описувати динаміку складних механічних конструкцій, гідроакустики, екології. Відомі математичні підходи до дослідження таких систем в більшості випадків дозволяють отримати точні розв'язання початково-крайових задач, що виникають при роботі з ними. Серйозною підмогою таких підходів є і чисельні методи, які є не менш ефективними при сучасному розвитку обчислювальної техніки. Зауважимо однак, що ці найбільш поширені підходи до розв'язання задач динаміки розподілених систем вимагають коректності постановки задач, зокрема за кількістю і якістю початково-крайових спостережень за станом досліджуваного об'єкта. Така вимога не завжди може бути виконана на практиці, оскільки досліджуваний об'єкт часто може бути не спостережений в тій мірі, яка потрібна математичній постановці розв'язуваної задачі – початково-крайові зовнішньо-динамічні збурення доступні для спостереження в обмеженому обсязі або в обмеженій частині досліджуваної області і її контуру. Математичний підхід до дослідження таких практично важливих систем і процесів був запропонований і отримав розвиток. Цей підхід ґрунтується на математичному моделюванні початково-крайових збурень системою моделюючих функцій і векторів їх значень.

Проблемою була тільки побудова програмного апарату для вирішення таких проблем. Нами ця проблема вирішена. Побудований програмний комплекс дозволяє за допомогою зручного для користувача віконного інтерфейсу формувати задачі, вводити вхідні спостереження за станом досліджуваного об'єкта, запускати задачі на виконання і отримувати результат моделювання – графічне представлення функції стану. Комплекс є відкритим і може доповнюватися, розширюватися і модифікуватися.

Робоча частина програмного комплексу реалізована на мові C#, його інтерфейсно-графічний модуль побудований на Windows Presentation Foundation (WPF). Істотним елементом комплексу є СУБД MsSQL 2012, взаємодія з яким виконується в рамках Entity Framework.



ДОПОМІЖНІ ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО
ПРОЦЕСУ

Описується математична та алгоритмічна модель програмного засобу для полегшення процесу створення навчальних планів з урахуванням різноманітних вимог та дотриманням структури навчального процесу. Математична модель системи має вигляд багатокритеріальної оптимізаційної задачі зі складною областю визначення аргументу. Для розв'язування задачі пропонується застосування генетичного алгоритму.

Реформування української освіти, у тому числі вищої, викликає досить часто переформатування нормативної документації. Одним з основних нормативних документів, що регламентують навчальний процес, є навчальний план. Частина змісту навчального плану визначається галузевим стандартом відповідної спеціальності, інша частина компетенцій, для вибіркових дисциплін, пропонується закладом вищої освіти. Перед складанням навчального плану експертна група визначає перелік дисциплін та їх основні показники (назви, кількість кредитів, форми контролю, кількість та тип навчальних годин тощо). Додатковими вимогами навчального плану є логічні зв'язки між дисциплінами, обмеження на кількість семестрових кредитів та одиниць контролю (заліків та екзаменів), тижневе навантаження студентів. Таким чином, формування навчального плану полягає у розподілі навчальних дисциплін по семестрах із дотриманням всіх вищезгаданих вимог.

Найпростішу модель навчального плану можна подати у вигляді таблиці:

Семестр 1										Семестр 2	...
№	Дисципліна	Нормативна/ вибіркова	Кількість кредитів	Лекції	Лабораторні	Практичні	Семінари	Екзамен	Залік	...	
1	Дисципліна 1	н	5	30	15			1		...	
2	Дисципліна 2	в	3	15	30				1	...	
...										...	
к	Дисципліна к	в	4	45	15			1		...	
Кількість			30	270	180	30		5	3		

Кількість блоків у таблиці, тобто кількість семестрів, відповідає рівню вищої освіти. Якісні показники плану визначаються безпосередньо з підсумкового рядка таблиці або обчислюються простими формулами. Логічні зв'язки між дисциплінами можна додатково подавати у вигляді деревовидних структур табличної форми:

Дисципліна 1	Дисципліна 2	Дисципліна 4	Дисципліна 6	...
		Дисципліна 5	...	...
	Дисципліна 3	Дисципліна 7	Дисципліна 8	...
			Дисципліна 9	...
...	...	...	...	...

Отже, математична модель задачі виглядає як оптимізаційний процес розподілу дисциплін по семестрах з наступним обчисленням якісних показників таблиці. Оцінка якості таблиці здійснюється за формулою:

$$F(X) = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 + a_4 D_4 + a_5 D_5,$$

де

D_1 - штраф за нерозподілені дисципліни;

D_2 - штраф за перевищення кількості семестрових та річних кредитів;

D_3 - штраф за перевищення кількості одиниць контролю;

D_4 - штраф за перевищення норм тижневого навантаження;

D_5 - штраф за невиконання логічних схем.

a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 – вагові коефіцієнти кожного параметру оптимізації.

Задача оптимізації має вигляд:

$$F(X) = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 + a_4 D_4 + a_5 D_5 \rightarrow \min$$

$$X \in C,$$

де

C - простір всіх можливих комбінацій заповнення таблиці;

X - один варіант розміщення дисциплін у таблиці.

Вагові коефіцієнти a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 визначають пріоритет відповідного критерію при оцінюванні.

Дану оптимізаційну задачу пропонується реалізувати методом генетичного алгоритму. Для цього виконуються наступні дії:

- кожній дисципліні ставиться у відповідність числовий індекс (ID, порядковий номер);
- формується початкова популяція – за деякими правилами, або випадково, формується множина варіантів заповнення ID-таблиць (оскільки загальна кількість дисциплін не перевищує показник «кількість семестрів» * «максимальна кількість дисциплін за семестр» то таблиці мають надлишкові розміри та у таблицях можуть бути незаповнені комірки);
- для кожного члена початкової популяції, за цільовою функцією задачі, обчислюється показник якості відповідної таблиці;
- початкова популяція впорядковується за показником якості (за зростанням сумарного штрафу);
- запускається процес регенерації популяції;
- при досягненні задовільного значення оцінки якості для «оптимального» плану формується вихідна структурована таблиця.
-

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. (2004). Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы – М.: Горячая линия - Телеком, 2004 – 452 с.
2. Кононюк А.Ю. Нейроні мережі і генетичні алгоритми – К.: «Корнійчук», 2008. – 446 с.
3. Фратавчан В.Г., Фратавчан Т.М., Ткачук С.І. Псевдогенетичний алгоритм для автоматизації складання навчальних планів. / Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки». Праці конференції. – Чернівці: Видавничий дім «Родовід», 2017. – сс. 76-77.

АПАРАТНО-ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ВИБОРУ ПАРАМЕТРІВ ВІДЕОКАМЕР З ВИКОРИСТАННЯМ ПАРАЛЕЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

Розроблено апаратно-програмний комплекс для автоматичного вибору параметру «Яскравість» відеокамер з використанням паралельних обчислень. Комплекс складається з відеокамери, комп'ютера та програмного забезпечення, розробленого в системі MATLAB. Процес налагодження відеокамери полягає в тому, що за її допомогою програма отримує серію зображень одного об'єкта при однакових умовах освітлення, але при різних значеннях параметру «Яскравість» відеокамери. Для кожного зображення серії обчислюється рівень шуму та відношення сигнал/шум, на основі яких визначається оптимальне значення параметру «Яскравість». Засобами MATLAB реалізовано паралельну обробку різних зображень серії.

Автоматичне налаштування параметрів цифрових відеокамер, зокрема, параметру «Яскравість», є важливим для отримання зображень з максимальною візуальною якістю, тобто з максимальним значенням відношення сигнал/шум. Завдяки цьому мінімізується негативний вплив шуму на якість сигналу, оскільки на експериментальних цифрових зображеннях, отриманих за допомогою сучасних фоточутливих матриць відеокамер, присутній певний рівень шуму [1]. Важливим параметром зображень є рівень шуму, оскільки налаштування параметрів відеокамер і оптимальну фільтрацію зображень можна виконувати автоматично тільки в тому випадку, якщо відоме точне значення рівня шуму. Поширеним дефектом цифрових зображень є адитивний білий гаусовий шум (Additive White Gaussian Noise – AWGN), тому в даній роботі розглянуто спосіб визначення рівня саме такого виду шуму. Шум в моделі AWGN далі будемо спрощено називати гаусовим шумом, а рівень такого шуму описується його середнім квадратичним відхиленням (СКВ) σ_N . При обчисленні рівня шуму контури і текстури зображення можуть значно спотворити значення експериментального СКВ шуму, тому в роботі рівень шуму визначається за допомогою методу низькочастотної фільтрації з виділенням областей інтересу (Region Of Interest – ROI), які практично не містять контурів і текстур [1]. Обчислення відношення сигнал/шум на цифрових зображеннях передбачає виконання значного об'єму обчислень, тому для підвищення швидкодії методу використано паралельне обчислення рівня шуму засобами MATLAB [2, 3].

Візуальну якість експериментальних зображень можна підвищити шляхом налагодження параметру «Яскравість» відеокамери, оскільки значення параметрів відеокамери за замовчуванням в загальному випадку не забезпечують максимальне відношення сигнал/шум для отриманих зображень. Розроблений метод налаштування параметру «Яскравість» відеокамери полягає в тому, що в процесі налагодження програма отримує за допомогою відеокамери серію з Q_S зображень f_n одного об'єкта при однакових умовах освітлення, але при різних значеннях параметру «Яскравість» (рис. 1, табл. 1).

Для кожного зображення f_n серії визначається експериментальний рівень шуму σ_{NE} та відношення сигнал шум (signal-to-noise ratio – S_{NR}), яке обчислюється за формулою:

$$S_{NR} = \frac{P_{signal}}{P_{noise}} = \frac{\sigma_S^2}{\sigma_{NE}^2} = \frac{\sigma_{S0}^2 - \sigma_{NE}^2}{\sigma_{NE}^2}, \quad (1)$$

де P_{signal} – потужність корисного сигналу, P_{noise} – потужність шуму, σ_S – СКВ корисного сигналу, σ_N – СКВ шуму, σ_{S0} – СКВ початкового зображення f_n .

На експериментальних зображеннях, отриманих за допомогою відеокамери, при високих рівнях параметра «Яскравість» спостерігається насичення зображення, що негативно впливає на візуальну якість зображень. Тому для оцінки насичення зображення використано параметр A_{ST} (табл. 1), який обчислюється як відносна кількість пікселів, яскравість яких не перевищує порогу $T_{hA} = 0.95$ (для нормованої до 1 яскравості зображення). Дослідження експериментальних зображень, отриманих для різних значень параметру «Яскравість», показали, що візуальну якість

зображення можна описати параметром

$$R_{SNRA} = \sqrt{S_{NR}} \cdot A_{ST} \cdot \quad (2)$$

На основі максимуму значень R_{SNRA} (табл. 1) автоматично визначається квазіоптимальне значення параметру «Яскравість» B_r , якому відповідає також і максимальна візуальна якість зображення. В процесі отримання серії зображень з метою економії часу встановлюються тільки окремі значення параметру «Яскравість», а значення R_{SNRA} для проміжних значень B_r обчислюються шляхом інтерполяції. Завдяки інтерполяції залежності R_{SNRA} (B_r) за допомогою згладжених сплайнів [2] зменшено похибку обчислення інтерпольованих значень R_{SNRA} , а відповідно зменшено похибку обчислення оптимального значення параметру «Яскравість».

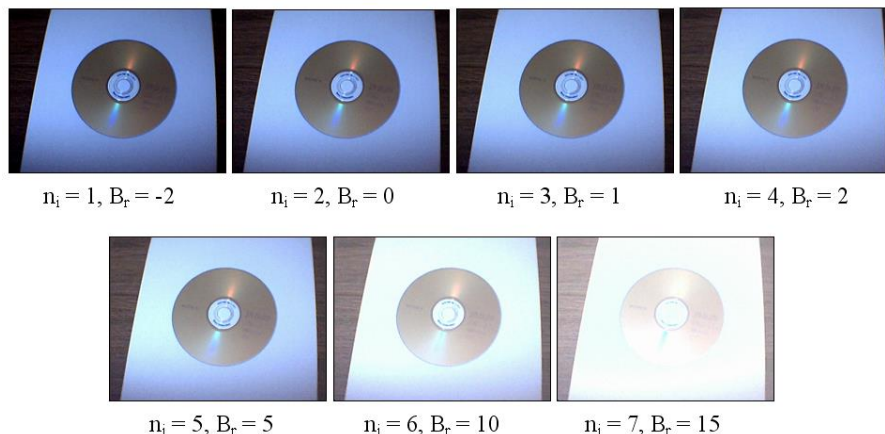


Рис. 1. Серія зображень, отримана за допомогою веб-камери «A4Tech PK-835MJ»; значення параметру «Яскравість» (B_r) задано у відносних одиницях (табл. 1); n_i – номер зображення

Таблиця 1

Параметри серії зображень (рис. 1), отримані за допомогою веб-камери «A4Tech PK-835MJ»; оптимальне значення параметру «Яскравість» дорівнює 5

i	Яскравість	$\sigma_{NE}, \%$	$S_N, 10^9$	A_{ST}	$R_{SNRA}, 10^4$
	-2	0. 91	0. 1489	0. 9999	1.22 01
	0	0. 93	0. 2003	0. 9998	1.41 51
	1	0. 91	0. 2400	0. 9998	1.54 87
	2	0. 91	0. 2838	0. 9995	1.68 38
	5	0. 87	0. 4493	0. 9974	2.11 41
	10	0. 71	1. 0301	0. 6055	1.94 35
	15	0. 43	3. 5837	0. 3022	1.80 91

Для підвищення швидкодії методу використано паралельне обчислення рівня шуму засобами MATLAB (за допомогою пакетів Distributed Computing Toolbox та MATLAB Distributed Computing Engine) [3], яке полягає в обробленні серії з Q_S експериментальних зображень за допомогою окремих Q_W робочих процесів, кожен з яких обробляється на окремому ядрі процесора. Параметри серії зображень (табл.1), отримані при їх паралельній обробці, збігаються з результатами послідовної обробки зображень [1], що свідчить про коректність одержаних результатів. Наприклад, при використанні $Q_W=2$ робочих процесів (для двох ядер процесора AMD A4-4020), зображення з непарними номерами n_i обробляються першим робочим процесом, а з парними номерами n_i – другим. Це дозволяє зменшити час налаштування параметру «Яскравість» відеокамери (у порівнянні з послідовним налаштуванням) у 1.6 разів.

Новизна роботи полягає у використанні згладжених сплайнів для інтерполяції залежності

параметру якості зображення від параметру «Яскравість» відеокамери, а також у паралельній обробці серії зображень.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Balovsky S.V. Hardware and Software Complex for Automatic Level Estimation and Removal of Gaussian Noise in Images / S.V. Balovsky, Kh.S. Odaiska // ICCSEEA2018, 18-20 January 2018, Kiev, Ukraine. – 2018. – P. 4-6.
2. Кетков Ю. Л. Matlab 7 : программирование, численные методы / Ю. Л. Кетков, А. Ю. Кетков, М. М. Шульц. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 752 с.
3. Оленёв Н. Н. Параллельное программирование в MATLAB / Н. Н. Оленёв, Р. В. Печёнкин, А. М. Чернецов. – М. : Вычислительный центр им. А. А. Дородницына РАН, 2007. – 120 с.

УДК 004.056.55

ТАНАЩИЦЕНА І.Є., ЯНУШЕВСЬКИЙ С.В., ВАЛЬ О.Д.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича (Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ АСИНХРОННИХ КЛІТИННИХ АВТОМАТІВ У ЗАДАЧАХ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ

Роботу присвячено дослідженню властивостей асинхронних клітинних автоматів на основі базових фізичних процесів. Як приклад, розглянуто моделювання процесів переносу тепла зі застосуванням підходів та загальної методології розробки клітинно-автоматних моделей. Продемонстровано, що модель у вигляді системи клітинних автоматів є зручним засобом для дослідження нелінійних задач теплопереносу та може описувати складну поведінку системи, незважаючи на простоту її опису. Розглянуто типові задачі теорії теплопровідності та їх розв'язки методом клітинних автоматів. Здійснено аналіз точності обчислень КА-методом.

Значний внесок у розвиток методу КА був зроблений С. Вольфрамом. У своїй праці [1] Вольфрам аргументує, що досягнення в області клітинних автоматів не є ізольованими, а досить стійкими та мають велике значення для всіх галузей науки. Ним було запропоновано 4 класи, на які можуть бути розділені всі клітинні автомати в залежності від типу їх еволюції. Такого роду визначення носять якісний характер та їх можна інтерпретувати по-різному. Щодо тематики моделювання фазо-утворення за допомогою клітинних автоматів, можна відзначити роботу [2], де наведені результати моделювання руху границь зерен, обумовленого мінімізацією збереженого обсягу енергії. Також тут представлений приклад гібридної моделі, яка поєднує клітинні автомати з обчислювальним описом дифузії і розчинення осаду при аномальному зростанні зерен. Крім того, можна відзначити роботу [3], де з використанням клітинно-автоматної моделі проводяться розрахунки фазового перетворення аустеніт-ферит у сталях. Дослідники описують правила переходу на початку перетворення та при подальшому зростанні, з урахуванням внутрішніх змінних для кожної клітини КА. Була представлена якісна модель фазового переходу в рамках розвинених клітинних автоматів і зроблений аналіз чутливості моделі фазового перетворення аустеніту в ферит у мікро масштабі. Можливість опису за допомогою клітинних автоматів складних явищ і процесів дозволяє змодельовати не лише сам фазовий перехід в процесі кристалізації, а й ускладнити таку модель наявністю виникаючого при цьому концентраційного переохолодження, що не було змодельоване в попередніх роботах.

Клітинні автомати є дискретними динамічними системами. КА використовує множину змінних, які взаємодіють тільки локально і одноманітно. Вони відносяться до моделей, які явно зводять макроскопічні явища до точно визначених мікроскопічних процесів. Кожна клітина клітинно-автоматного поля містить значення декількох характеристик речовини. Для нашого випадку це температура клітини T ; концентрація домішки C ; внутрішня теплота H , яка враховується при моделюванні фазових переходів та визначає відношення концентрації домішки у рідкій та твердій фазах. Стан клітини (значення характеристик) змінюється в залежності від стану сусідніх комірок. Процес моделювання асинхронним КА-методом являє собою ітераційний цикл клітинно-автоматних взаємодій. При цьому ми використовуємо асинхронну схему взаємодій клітинних автоматів. Дана схема передбачає циклічне виконання трьох типових кроків [4]:

1. На клітинно-автоматному полі випадковим чином вибирається деяка клітина $i = 1$ з

цілочисельними координатами x^1, y^1, z^1 . При цьому всі клітини є рівноймовірними щодо їх вибору.

2. Випадковим рівноймовірним чином вибирається деяка сусідня клітина $i = 2$ з цілочисельними координатами x^2, y^2, z^2 . Тут використовується окіл фон Неймана, коли для двовимірного КА у клітини є чотири сусіда.

3. Відбувається клітинно-автоматна взаємодія між двома клітинами.

Для організації кількісних обчислень необхідно дати відповідь на питання, скільки слід провести клітинно-автоматних взаємодій, щоб отриманий температурний розподіл можна було б вважати розв'язками задачі в момент часу. Тому отримано залежність між часом однієї клітинно-автоматної взаємодії та розмірністю клітинно-автоматного поля [4]:

$$t_{1KA} = \frac{d_x^2}{M_{max}} \frac{1}{6N_x^3 N_y N_z} = \frac{d_y^2}{M_{max}} \frac{1}{6N_x^3 N_y N_z} = \frac{d_z^2}{M_{max}} \frac{1}{6N_x^3 N_y N_z}, \quad (1)$$

де t_{1KA} – час однієї клітинно-автоматної взаємодії; N_x, N_y, N_z – розмірність клітинно-автоматного розмірність клітинно-автоматного поля вздовж координати x, y та z відповідно; d_x, d_y та d_z – розміри зразка вздовж координати x, y та z відповідно.

Розглянемо проблему точності розв'язку задач теплопровідності методом неперервних асинхронних клітинних автоматів. Цілком очевидно, як і у випадку будь-яких інших чисельних методів, має місце залежність точності розв'язку від кількості клітин (вузлів), на які ділиться система. Для дослідження запропонованої КА-моделі оберемо задачу для одновимірного однорідного зразка. При цьому коефіцієнт теплопровідності приймемо рівним константі. Також припустимо, що теплофізичні характеристики не залежать від температури. В такому випадку задача зводиться до розгляду теплопередачі через плоску нескінченну пластину або ізолюваний стержень. В результаті порівняння цього КА-методу з відомим аналітичним розв'язком задачі, що розглядається [4], була отримана оцінка точності КА рішення. Похибка КА методу обраховувалась відносно точного розв'язку відповідно до формули для середньої абсолютної похибки ξ в процентах (MAPE):

$$\xi = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|Y_i - \tilde{Y}_i|}{Y_i} \cdot 100\%, \quad (3)$$

де Y – точне значення, $\tilde{Y}$ – наближене значення.

Як видно з рис. 1, точність рішення залежить від кількості комірок клітинно-автоматного поля, а для великих розмірностей КА-поля похибка не перевищує декількох відсотків.

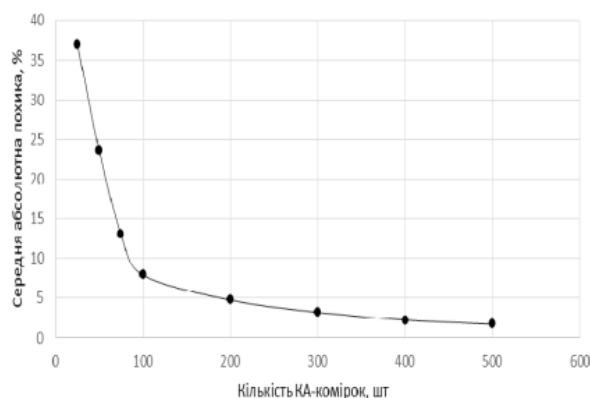


Рис. 1. Залежність похибки КА-обчислень від кількості клітин.

Таким чином, кількість комірок КА-поля слід обирати з огляду на досягнення необхідної точності обчислень. Але, виходячи з аналізу рис. 1, збільшення розмірності КА-поля буде сильно впливати на точність лиш при малій кількості комірок. При великій кількості її збільшення має невеликий вплив на точність, але час обчислень значно збільшується.

Отже, у запропонованій роботі використовується метод неперервних клітинних автоматів. Як було показано раніше в [4], розрахувавши час однієї КА взаємодії, можна відобразити не тільки якісну, але і кількісну сторону модельованого процесу. Це дає можливість визначити характеристики процесу в конкретні моменти часу.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Wolfram S. A New Kind of Science / S. Wolfram. – Champaign, IL: Wolfram Media, 2002. –458 p.

2. Janssens K.G.F. An introductory review of cellular automata modeling of moving grain boundaries in polycrystalline materials / K.G.F. Janssens // Mathematics and Computers in Simulation. – 2010. – Vol. 80, Issue 7. – P. 1361-1381.
3. Golab R. Sensivity Analysis of the Cellular Automata Model for Austenite-Ferrite Phase Transformation in Steels / R. Golab, D. Bachniak, K. Bzowski, L. Madej // Applied Mathematics. – 2013. – 4. – P. 1531-1536.
4. Жихаревич В. Использование непрерывных клеточных автоматов для моделирования процессов теплопроводности в системах с фазовыми переходами первого рода / В. Жихаревич, Л. Шумиляк // International Journal of Computing. – 2013. – 12. – С. 142-150.

УДК 004.4

ІВАНСЬКА М. І.

ЧНУ ім. Ю. Федьковича (Україна)

ПРОГРАМНИЙ ДОДАТОК ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ВІЗИТНИХ КАРТОК НА БАЗІ ОС ANDROID

Проведений аналіз існуючих додатків для розпізнавання візитних карток. Виявлені їхні недоліки та слабкі місця з метою побудови нашого android-додатку розпізнавання візитних карток.

Мобільні технології у нашому світі з кожним роком стають все зручнішими і, природно, все глибше проникають у наш побут. Сьогодні неможливо уявити звичайний плин життя без мобільного телефону.

За останні роки, широкої популярності набули завдання, які пов'язані з додатками для розпізнавання зображень та звукових сигналів. Майже у кожного користувача на мобільному пристрої встановлені додатки для розпізнавання мелодій, голосових команд, облич, штрих-кодів, QR-кодів, тексту.

Зокрема набула актуальності задача розпізнавання візитних карток. На практиці частою є ситуація, коли люди обмінюються візитними картками і не встигають записати контакти в телефонну книгу мобільного пристрою, а згодом гублять картки. Тому виникає потреба в додатках, за допомогою яких можна за короткий проміжок часу записати дані в телефонну книжку. Тобто користувач фотографує візитну картку, пристрій отримує зображення, розпізнає дані і автоматично робить запис у телефонній книзі.

На сьогоднішній день існує ряд додатків для розпізнавання візитних карток. Зокрема: CamCard, Yolu Card Reader, Abby Business Card Reader, Card To Contact, Scan Biz Card. Провівши аналіз всіх вище згаданих додатків, зроблено наступні висновки: більшість додатків не розпізнають кирилицю; в деяких додатках необхідно вручну вказувати область, де знаходиться номер, де прізвище та ім'я; висока вартість додатків; ряд додатків використовують хмарні сервери для розпізнавання, а саме отримавши фото, відправляють його на сервер, сервер розпізнає і відправляє дані назад на пристрій, навантажуючи цим самим Інтернет з'єднання мобільного пристрою. Зокрема наведемо тезисний аналіз додатку CamCard. Останній не розрахований на український ринок, тобто в даному додатку відсутня підтримка кирилиці. Виходячи з результатів тестів, можна відзначити наступні переваги та недоліки додатку:

- CamCard не розпізнає кирилицю;
- під час розпізнавання номеру телефону додає додаткові символи;
- некоректно розпізнає ряд англійських букв;
- присутня можливість розпізнавати завантажені фото, або щойно зроблені знімки візитних карток;
- присутня можливість зберігати контактну інформацію безпосередньо в самому додатку;
- об'єм додатку становить 25 мегабайт. Даний розмір являється великим для мобільних додатків
- висока ціна, яка становить \$97.52.

Тому, виходячи з вище сказаного, пропонується побудувати систему, яка розпізнає візитні картки з текстом, який написаний кирилицею, не займає багато пам'яті та не використовує хмарні сервери. Програмний додаток працюватиме із застосуванням методів сегментації для визначення рядків, слів та окремих символів та методу порівняння з шаблоном. Також у роботі буде

застосування регулярних виразів для пошуку контактних даних в тексті (прізвище та ім'я, номер телефону, адреса електронної пошти).

Розроблена система буде працювати за наступною схемою: користувач фотографує візитну картку, система отримує зображення, відбувається розпізнавання зображення та визначення необхідних даних, запис даних в телефонну книгу.

УДК 62-529+54.084

КОПАЧ О. В., КАНАК А. І., ХАЛАВКА Ю. Б., ФОЧУК П. М.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича (Україна)

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПРОФІЛЮ ПЕЧІ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ КРИСТАЛІВ НАПІВПРОВІДНИКІВ

Описано автоматизовану установку для визначення температурного профілю печей для вирощування напівпровідникових кристалів. Приведено її структурну та блок-схему, принцип роботи і алгоритм розробленого програмного забезпечення.

Розвиток мікроелектроніки породив величезний попит на напівпровідникові матеріали різного типу, що стали будівельним матеріалом для сучасних електронних приладів які увійшли фактично у всі сфери життя людини. Протягом десятиліть науковці цілого світу працюють над вдосконаленням технології вирощування кристалів напівпровідників. Одним із найпоширеніших таких методів є метод Бріджмена-Стокбаргера суть якого полягає у вирощуванні кристалів із розплаву із використанням печей із різним діапазоном робочих температур [1-4]. Щоб отримати якісний кристал необхідно точно знати характеристики робочої печі і зокрема її температурний профіль (зміну температури вздовж печі).

Метою даної роботи було сконструювати автоматизовану установку, що дозволяла б за допомогою спеціально розробленого програмного забезпечення в автоматичному режимі реєструвати температурний профіль печі росту. На Рис. 1 приведено структурну схему даної установки. Її основними складовими частинами є: персональний комп'ютер із наявними портами вводу-виводу (LPT, GPIB, RS232 або USB), механізм переміщення термопари в печі, що представляє собою контрольований комп'ютером двигун із заданою швидкістю обертання вала, вимірювальні термопари сигнал з яких через сканер сигналів зчитується вольтметром та записується у файл на комп'ютері.



Рис. 1. Структурна схема установки для реєстрації температурного профілю в печі росту.

На Рис.2. приведено блок-схему установки, що відображає принцип її роботи керуючись алгоритмом розробленого програмного забезпечення. Суть роботи сконструйованої установки зводиться до прямолінійного поступального руху вимірювальної термопары вздовж печі, її витримки у фіксованій позиції для стабілізації сигналу, запису сигналу термопары із переведенням його в значення температури та виведенні температурного профілю у вигляді графічного зображення на монітор комп'ютера після закінчення процесу вимірювання.

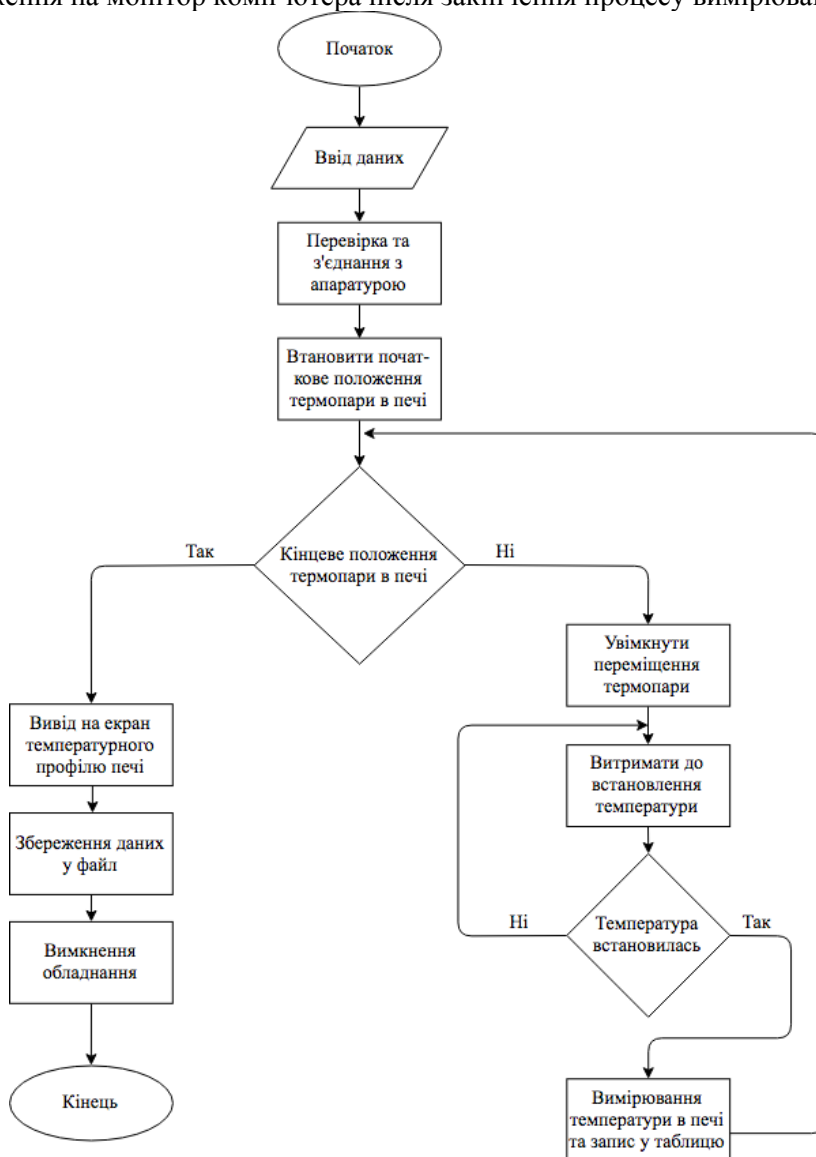


Рис. 2. Блок-схема установки (модуля) для реєстрації температурного профілю в печі росту

Програмне забезпечення дозволяє, окрім автоматичного керування відповідно до введених вихідних даних, в режимі реального часу змінювати параметри процесу вимірювання (час витримки термопары в певній позиції, крок опускання термопары та напрям її руху, закінчення процесу реєстрації та ін.).

Представлена установка була протестована та довела свою ефективність під час вирощування напівпровідникових кристалів $\text{Cd}_{0.9-x}\text{Mn}_x\text{Zn}_{0.10}\text{Te}$ [5].

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. T. Jasinski. On control of the crystal-melt interface shape during growth in a vertical bridgman configuration / T. Jasinski, A.F.Witt // J. of Cryst. Growth – 1985. Vol 71 (2) – P. 295-304.
2. Rudolph P. Basic problems of vertical Bridgman growth of CdTe / Rudolph P., Mühlberg M. // Materials Science and Engineering – 1993 – Vol. B16 – P.8-16.

3. Modification of growth interface of CdZnTe crystals in THM process by ACRT / Boru Zhou, Wanqi Jie, Tao Wang et al. // J. of Cryst. Growth – 2018. Vol 483 (1) – P. 281-284
4. Anisotropic Optoelectronic Properties of Melt-Grown Bulk CsPbBr₃ Single Crystal / Peng Zhang, Guodong Zhang, Lin Liu, Dianxing Ju et al. // J. Phys. Chem. Lett., – 2018. Vol 9 (17) – P 5040–5046
5. Properties of Cd_{0.9-x}Mn_xZn_{0.10}Te (x = 0.10, 0.20) crystals grown by Vertical Bridgman method / V. Kopach, O. Kopach, A. Kanak et al. // Proc. Of SPIE. – 2018. – Vol. 10762.

004.896

ПЕРМЯКОВ В.І., ЧЕРНЕНКО Д.В.
ХНУБА(Україна)

РОЗПІЗНАВАННЯ КОЛІРНОГО ТОНУ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

У роботі проведено статистичний аналіз для розпізнавання колірному тону по двом колірним моделям RGB і HVS, та створена нейронна мережа для їх розпізнавання.

Колірний тон виробів часто містить в собі інформацію про якість виробу, його придатності, а також можливість позиціонування в область зображення.

До подібних завдань можуть бути віднесені:

Діагностика працездатності індикаторів (LED) електронних приладів;

Розпізнавання положення електричних з'єднувачів по кольоровому кодуванню;

Контроль підключення кабелю в електричних з'єднувачах;;

Сортування за кольором гігієнічних виробів, таблеток, кришок на упаковках, різних медикаментів;

Сортування за кольором кольорових олівців, губної помади, лаків, косметики, упаковки;

Розпізнавання кольору і кольорових марок на упаковках, сортування пластикових і скляних пляшок;

Контроль якості забарвлення пластмасових виробів (рівномірність, пропуски);

Контрольне обстеження зварювального шва, послідовності монтажу і збірки;

Повторна перевірка фіксуючого лаку на болтах і гайках;

Розпізнавання кольору деталей автомобіля, розташування запобіжників в автомобілі;

Розпізнавання кольорових маркувань деталей механізмів, приводів, моторів, вкладишів підшипників;

Розпізнавання кольорових маркувань, кріпильних виробів, гумових виробів і ущільнювачів;

Розпізнавання кольору технологічних рідин і домішок в рідинах;

Розпізнавання типів палива і мастил за кольором та прозорістю.

Однак в реальних умовах колірний тон залежить від різноманітних випадкових факторів. До таких можна віднести: колірна температура освітлення, умови освітлення, а також фактуру самого виробу. Це викликає необхідність проведення, статистичного аналізу зображення. Моделюванню таких ситуацій присвячена дана робота.

RGB - колірна модель, як правило, служить для виведення зображення на екрани моніторів і інших електронних пристроїв. Як видно з назви - складається з синього, червоного і зеленого кольорів, які утворюють всі проміжні. Володіє великим колірним охопленням.

Для дослідження статистичних властивостей зображення були обрані п'ять зразків колірного тону. Засобами пакету Mathcad були здійснені статистичні обчислення.

Знаходимо наступні параметри:

$\text{mean} := \text{mean}(x)$ - середнє значення колірного поля;

$\text{max} := \text{max}(x)$ - максимальне значення колірного поля;

$\text{min} := \text{min}(x)$ - мінімальне значення колірного поля;

$\sigma := \sqrt{\text{Var}(x)}$ - середньоквадратичне відхилення колірного поля;

$\gamma_1 := \text{skew}(x)$ - коефіцієнт асиметрії;

$\gamma_2 := \text{kurt}(x)$ - коефіцієнт ексцес;

Далі знаходимо щільність розподілу інтенсивностей для трьох каналів. Приклад щільності розподілу інтенсивностей (Рис.1)

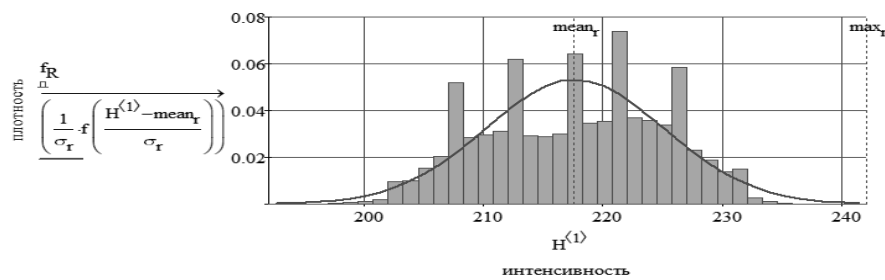


Рис.1 Щільність розподілу інтенсивностей червоного канал

HSV - колірна модель, в якій координатами кольору є:

Hue - колірний тон;

Saturation – насиченість;

Value - значення кольору.

Як і в першому випадку засобами пакету Mathcad були здійснені статистичні обчислення та знайдена щільність розподілу інтенсивностей для трьох каналів.

В якості нейронної мережі була вибрана найпростіша мережу складену з набору перцептронів по кожному колірному тону (Рис.2).

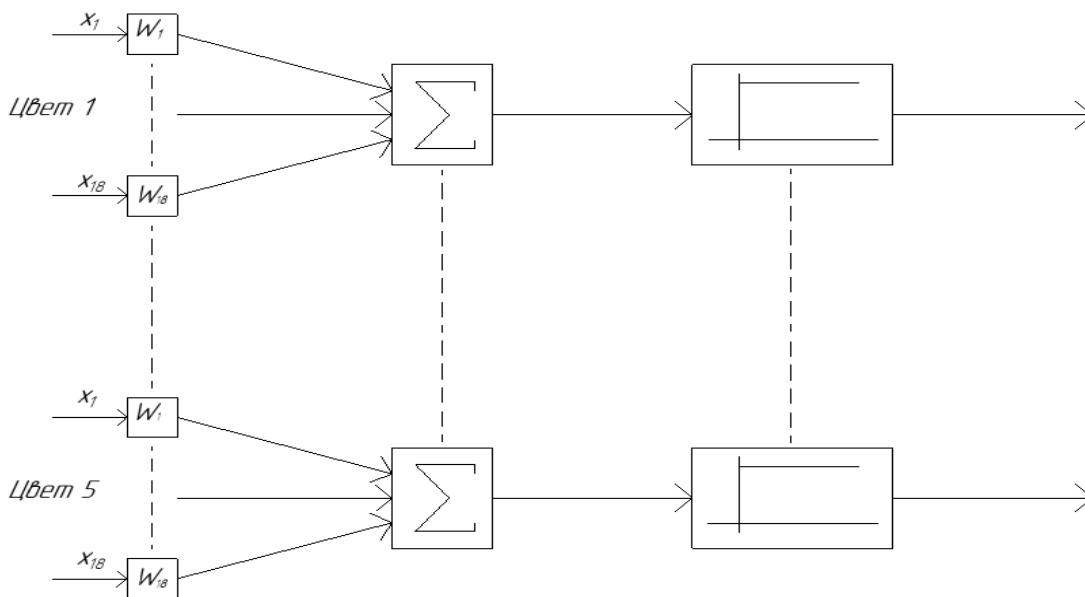


Рис.2 Нейронна мережа для визначення колірного тону.

Нейронна мережа була організована засобами пакета Mathcad. Для цього виконувалися наступні операції.

Визначення центру ваги образів:

$$m_{xy} := \begin{cases} \text{for } i \in 1..n_x \\ \sum_{j=1}^{N_x} \left[\left(x^T \right)^{(i)} \right]_j + \sum_{j=1}^{N_y} \left[\left(y^T \right)^{(i)} \right]_j \\ m_{xy_i} \leftarrow \frac{\sum_{j=1}^{N_x} \left[\left(x^T \right)^{(i)} \right]_j + \sum_{j=1}^{N_y} \left[\left(y^T \right)^{(i)} \right]_j}{N_x + N_y} \\ \text{return } m_{xy} \end{cases}$$

Центрування навчальних образів:

$x :=$	$\left \begin{array}{l} \text{for } i \in 1 \dots N_x \\ \quad \text{for } j \in 1 \dots n_x \\ \quad \quad (x^{(i)})_j \leftarrow (x^{(i)})_j - m_{xyj} \\ \text{return } x \end{array} \right $	$y :=$	$\left \begin{array}{l} \text{for } i \in 1 \dots N_y \\ \quad \text{for } j \in 1 \dots n_y \\ \quad \quad (y^{(i)})_j \leftarrow (y^{(i)})_j - m_{xyj} \\ \text{return } y \end{array} \right $
--------	--	--------	--

В роботі ми проаналізували статистичні данні колірному тону, вивели закон щільності розподілу інтенсивностей. Також була створена нейронна мережа яка показала хороший рівень розпізнавання запропонованих колірних тонів - 97%.

УДК 004.4

РЕПЧУК І. О.

ЧНУ ім. Ю. Федьковича (Україна)

ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ПОБУДОВИ ІНТЕГРАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ ДИНАМІКИ ПРОСТОРОВО-РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ

Для наявного чисельно-аналітичного комплексу розроблений програмний модуль, який значно розширює можливості комплексу та робить його універсальним апаратом для розв'язання задач математичного моделювання динаміки просторово-розподілених процесів.

Світ навколо нас складається з нескінченної сукупності динамічних процесів самої різної природи. Проблеми дослідження таких процесів зводяться до математичних задач теорії пружності, газової, аеро- та гідродинаміки, електродинаміки та електростатики, соціології та економіки, біології та медицини, біофізики та біомеханіки, психології та політології, екології та гідрометеорології. При коректній постановці задач дослідження названих процесів методика побудови їх розв'язків класично відома і описана у фундаментальних працях з диференціальних рівнянь, рівнянь математичної фізики та чисельних методів.

Більш складними для дослідження та практично направленими є некоректно поставлені задачі динаміки систем. Це пов'язано з тим, що не завжди можна повно визначити початково-крайовий стан досліджуваного процесу. Запропоновані в [1] і розвинені в [2] методи математичного моделювання рішень початково-крайових задач динаміки розподілених просторово-часових процесів дозволяють побудувати функцію стану останніх в умовах неповноти спостережень за їх початково-крайовим станом. Не менш успішною методика [1, 2] виявилася і при вирішенні складних математичних задач керування такими процесами – були побудовані [1, 2] початково-крайові і просторово-розподілені функції керування лінійними динамічними системами по досягненню ними дискретно і неперервно визначеного бажаного стану. Вихідною для розв'язання цих задач є інтегральна математична модель процесу

$y(s) = \int_{-\infty}^{+\infty} G(s-s')u(s')ds'$, побудова якої пов'язана з певними математичними труднощами, які

збільшуються з ускладненням фізики досліджуваних процесів і диференціальних моделей $L(\partial_s)y(s)=u(s)$, якщо такі є. Тут $\partial_s = (\partial_{x_1}, \dots, \partial_{x_n}, \partial_t)$ – вектор похідних за просторовими змінними $x_1, \dots, x_n$ та часом t , $L(\partial_s)$ – лінійний диференціальний оператор, $u(s)$ – функція просторово-розподілених збуджуючих факторів, $G(s-s')$ – є функцією Гріна розглядуваної системи в необмеженій просторово-часовій області.

Саме і труднощам побудови таких функцій та розробці програмного апарату для побудови інтегральних моделей динаміки просторово-розподілених систем, а точніше функції Гріна в необмеженій просторово-розподіленій області, і присвячені дані тези. Програмний модуль для побудови таких функцій розроблений в рамках чисельно-аналітичного комплексу по розв'язанню задач математичного моделювання динаміки просторово-розподілених процесів, який є відкритим і може доповнюватися, розширюватися і модифікуватися. Побудований програмний модуль, як і програмний комплекс в загальному, дозволяє за допомогою зручного для користувача віконного інтерфейсу формувати задачі, вводити вхідні дані, запускати задачі на виконання, зберігати

результати в базі даних та отримувати графічний та чисельний результат. Робоча частина програмного комплексу та його модуля реалізована на мові C#, їх інтерфейсно-графічне представлення побудоване на Windows Presentation Foundation (WPF). Істотним елементом комплексу є СУБД MsSQL 2012, взаємодія з яким виконується в рамках Entity Framework.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Скопецький, В. В. Математичне моделювання прямих та обернених задач динаміки систем з розподіленими параметрами / В. В. Скопецький, В. А. Стоян, Ю. Г. Кривонос. – К.: Наукова думка, 2002.
2. Стоян, В. А. Математичне моделювання лінійних, квазілінійних і нелінійних динамічних систем / В. А. Стоян. – К.: ВПЦ “Київський університет”, 2011.

УДК 004.4

ТОНЮК М. М.

ЧНУ ім. Ю. Федьковича (Україна)

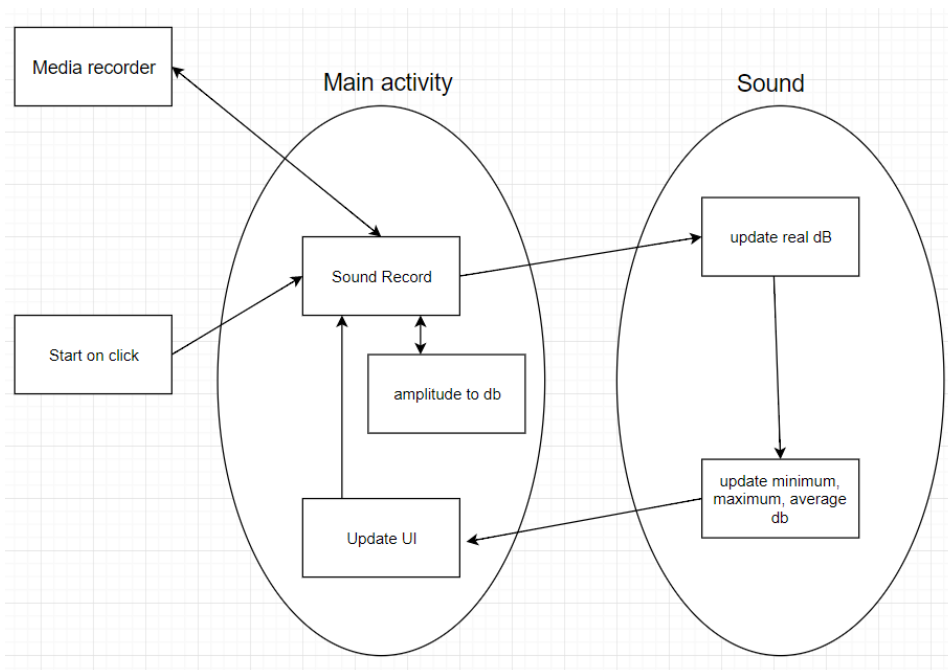
ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ЗВУКУ НА БАЗІ ОС ANDROID

Побудований програмний android-додаток дозволяє проводити дослідження рівня інтенсивності звуку як в лабораторіях так і в повсякденному житті. Додаток побудований за допомогою середовища Android Studio та інструментів Android SDK

Для всіх рівнів підприємств та установ, для їхніх відділів та підрозділів є певні норми та правила визначені міжнародними організаціями, за допомогою яких контролюється відповідний рівень інтенсивності звуку та цим самим робиться праця робітників комфортною та безпечною для здоров'я. Завдяки дотриманню цих же норм керівники можуть отримувати більшу вигоду, оскільки праця робітника при комфортних умовах більш продуктивна. Це є однією з причин актуальності вимірювання рівня інтенсивності звуку. Вимірювання інтенсивності звуку актуальне і в наукових інтересах. Останні проводяться в лабораторіях при різних відстанях машини та мікрофону між собою та до стін лабораторії. У деяких випадках такі дослідження є базовими для різних майбутніх вимірювань. Дослідження по вимірюванню рівня інтенсивності звуку можна проводити і у повсякденному житті для певних любительських цілей та інтересів, а також для освоєння на практиці теорії основ звучання та базових понять звуку. Не можна не відмітити в актуальності даної тематики розробку саме під операційну систему Android. Саме остання стрімко розвивається протягом десятиліття та поширена не тільки на смартфонах, а й інших гаджетах. З кожним днем розробка під ОС Android стає популярнішою та потрібнішою, а практика вивчення ОС Android та особливостей написання для неї програмних додатків є дуже корисною.

Нами проведений аналіз додатків вимірювання інтенсивності звуку, проведена їхня порівняльна характеристика та знайдені їхні недоліки. Останні враховані при побудові за допомогою середовища Android Studio та інструментів Android SDK програмного додатку для вимірювання рівня інтенсивності звуку. Виконаний порівняльний аналіз зі функціонально схожими програмними додатками.

Завдяки побудованому Android додатку виконується обчислення рівня інтенсивності звуку, пошук його мінімального, максимального та середнього значення. Розроблені графіки для ілюстрації діапазонів значень, які змінюються в режимі реального часу. В програмному додатку розроблені механізми старту, паузи та оновлення лічильників для вимірювань.



Діаграма роботи Android додатку

УДК 004.4

ФОСТІЙ О. О.

ЧНУ ім. Ю. Федьковича (Україна)

СИСТЕМА ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКИХ ОПЕРАЦІЙ НА БАЗІ ОС ANDROID

Побудований програмний продукт дозволяє проводити планування маршрутів, обліку товарів при завантаженні та розвантаженні транспортних засобів, сповіщення про проблемні ділянки.

Транспорт є ключовою ланкою соціально-економічної системи держави і належить до стратегічно важливих галузей національної економіки, без ефективної роботи якої неможливе подальше підвищення добробуту суспільства. Основні завдання транспорту – своєчасне, якісне та цілковите задоволення потреб галузей економіки та населення у перевезеннях, підвищення економічної ефективності його роботи. Пріоритетною ознакою національної транспортної політики є становлення національного ринку транспортних послуг. Транспортні послуги потрібно розглядати як сукупність послуг, пов'язаних з фізичним переміщенням у просторі пасажирів, багажу та вантажів. Дослідження попиту на транспортні послуги свідчить про те, що однією з головних вимог клієнтів до роботи транспорту є своєчасність відправки та доставки вантажів. Тому виникає необхідність у розробці автоматизованих систем для транспортно-експедиторської діяльності. За допомогою даних систем можна буде відслідкувати переміщення транспорту, зменшити часові затрати при завантаженні товару, зменшити часові затрати при розвантаженні товару на проміжних точках маршруту, формувати списки проблемних місць на маршрутах (аварії, ремонт доріг та ін.) для інших учасників перевезень, формувати звітність про перевезення, полегшити процес виходу транспортного засобу на маршрут.

На сьогоднішній день є ряд програмних продуктів для планування маршрутів, обліку товарів при завантаженні та розвантаженні транспортних засобів, сповіщення про проблемні ділянки на дорогах. Всі вони працюють окремо, більшість з них працюють автономно, без зв'язку з головним сервером (що ускладнює роботу для персоналу, який займається питаннями логістики), та деякі з них працюють на застарілих пристроях на застарілих платформах, що робить важчим процес вдосконалення вище згаданих програмних систем. Виходячи з вище сказаного, виникає необхідність у створенні програмної системи на сучасній платформі, яка буде зручна для розширення, перенесення на більш нові пристрої, яка забезпечить зв'язок між транспортним засобом та головним сервером, та буде зберігати всю звітність по перевезеннях.

Нами розроблено програмну систему яка відповідає всім вище зазначеним вимогам. Серверна частина розроблена за допомогою засобів мови програмування PHP на програмній платформі Kohana, для транспортних засобів розроблений додаток засобами Android SDK, який легко встановлюється на сучасні мобільні телефони або планшети на яких встановлено операційна система Android.

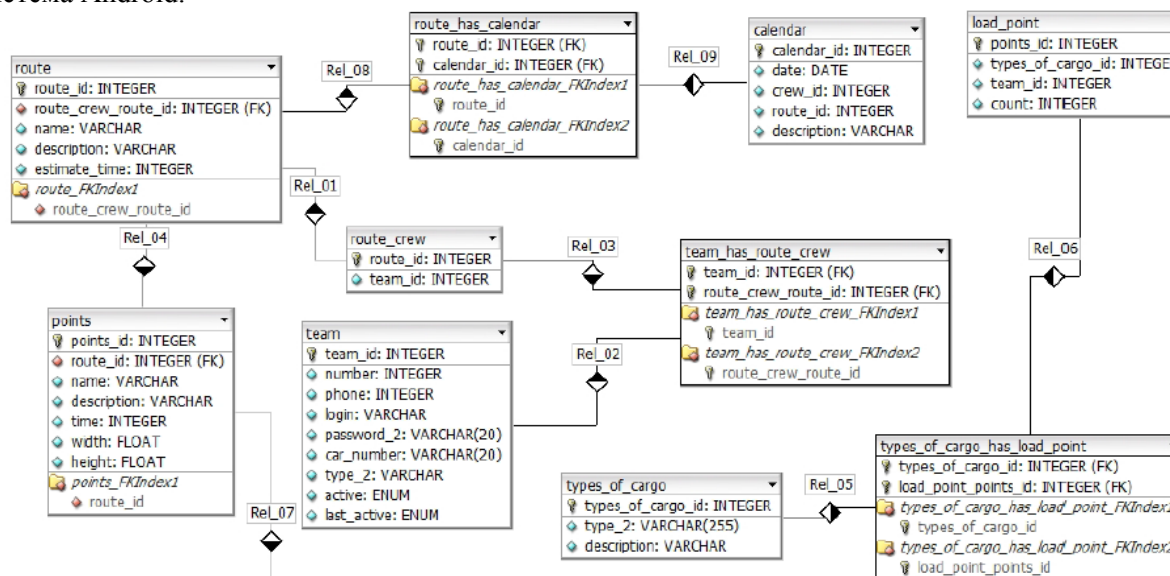


Схема БД серверної частини системи

УДК 004.4

ШОВА Г. І.

ЧНУ ім. Ю. Федьковича (Україна)

УНІВЕРСАЛЬНИЙ МОДУЛЬ МУЛЬТИФУНКЦІОНАЛЬНОГО ВИБОРУ ВАРІАЦІЙ ЕЛЕКТРОННОГО МАГАЗИНУ WOOCOMMERCE

Побудований програмний модуль мультифункціонального вибору варіацій товарів застосовний для будь-яких електронних магазинів побудованих на системі Woocommerce. Він збільшує можливості плагіну Woocommerce, при цьому всі існуючі можливості системи Woocommerce залишаються без змін.

Основною характеристикою сучасного суспільства є широке впровадження інформаційних технологій, інтернет-технологій, інформатизації суспільства у всіх сферах діяльності. Інтернет-технології розширюють межі навколишнього світу та сприяють тому, що спосіб життя людини поступово змінюється.

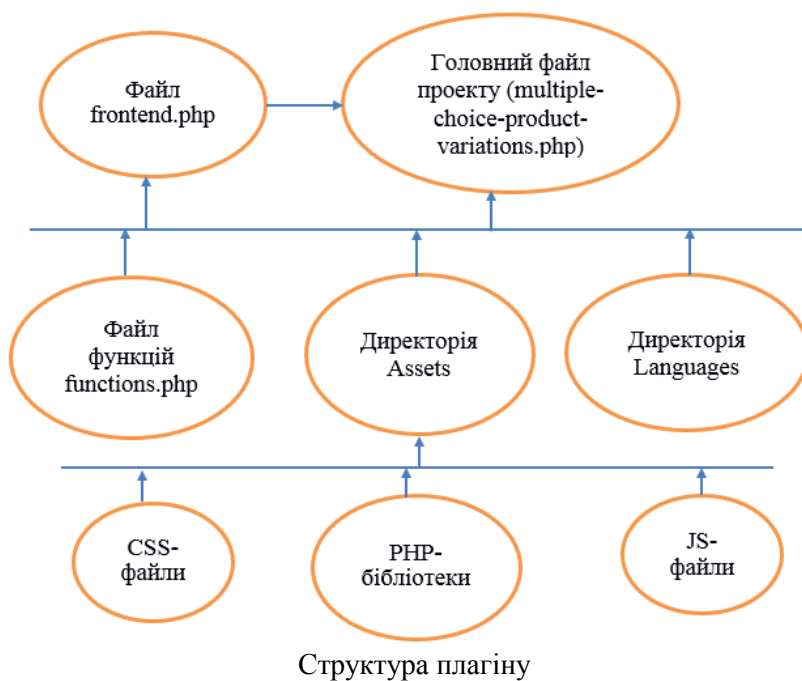
Web-технології являють собою комплекс технічних, комунікаційних, програмних методів для вирішення завдань організації спільної діяльності користувачів, що використовують Інтернет.

Привабливість веб-технологій як засобу доставки інформації багато в чому визначає універсальний інтерфейс між людиною та комп'ютером. Кожен розуміє написи, заголовки, посилання, картини. Веб-інтерфейс як засіб доступу до інформації інтуїтивно зрозумілий. Наслідком простоти веб-інтерфейсу є широке використання інтернету як каналу зв'язку. Браузер – програма для перегляду веб-сторінок і роботи з інформацією у веб-інтерфейсі. Браузери – це програми, які забезпечують велику кількість так званих "гаджетів" для всіх сучасних комп'ютерів. Теоретично всі веб-переглядачі повинні відображати всі сайти, створені за стандартами. Практично є багато тонкощів і складностей.

Дослідження наше полягає у побудові програмного алгоритму для створення зручної системи мультифункціонального вибору елементів, створенні універсального апарату мультифункціонального вибору варіацій товарів електронного магазину Woocommerce, аналізі ринку плагінів для роботи з атрибутами системи електронного магазину Woocommerce.

Практична цінність полягає у побудові програмного універсального модуля мультифункціонального вибору варіацій товарів для CMS Wordpress + Woocommerce. Додаток цей

створений можливостями об'єктно-орієнтованого коду мови PHP, мови JavaScript, засобами CMS Wordpress.



СЕКЦІЯ 9

УДК 004.6:336.7

ПАШОРІН В.І.
КНТЕУ (Україна)

АНАЛІЗ ЗАГРОЗ БЕЗПЕКИ ПРИ ТРАНСАКЦІЯХ І ЗБЕРЕЖЕННІ КРИПТОВАЛЮТИ

Розглянуто механізми забезпечення безпеки зберігання та передачі криптовалюти та проаналізовані можливі загрози безпеки та атаки на криптовалюту.

Постановка проблеми. При впровадженні і використанні сучасних технологій в електронному бізнесі вкрай важливо концентруватися не тільки на позитивних моментах нових технологій, але і на питаннях безпеки їх застосування, особливо коли мова йде про гроші. Досить актуальним тут є аналіз загроз безпеки цифровий валюти і її різновиду - криптовалюти. Такий аналіз є першим кроком для своєчасного застосування ефективних превентивних заходів захисту цифрових активів.

Метою статті є аналіз існуючих і потенційних загроз використання криптовалюти при її передачі по мережах і зберіганні в електронних гаманцях.

Матеріали та методи. Інформаційною базою стали електронні ресурси, що піднімають проблеми безпеки криптовалюти.

Криптовалюта - це актив, який використовується в якості засобу обміну і вважається надійним, тому що в основі його генерації, зберігання та застосування лежить криптографія, технології блокчейна і розподіленого реєстру.

Слід зазначити що криптографія, як механізм забезпечення безпеки в платіжній системі криптовалюти, використовується, по-перше, на етапах зберігання та передачі криптовалюти, а, по-друге, застосовується при формуванні розподіленого реєстру транзакцій, які зберігаються в блоках (блокчейн). У першому випадку використовується так звана сучасна криптографія з відкритим ключем для реалізації технології електронного цифрового підпису та класична або симетрична криптографія для захисту сховища електронних гаманців і трафіку транзакцій.

У другому випадку при формуванні блоків транзакцій застосовуються криптографічні хеш-функції для захисту транзакцій від можливих фальсифікацій або підмін блоків транзакцій електронного реєстру. Тут важливо, що з усього класу можливих хеш – функцій застосовуються саме криптографічні хеш-функції, що володіють властивостями, що гарантують безпеку результатів своєї роботи від підміни або змін.

Криптографічні методи застосовуються, крім перерахованого вище, і при самій генерації одиниць криптовалюти, а саме при обробці чергового блоку транзакцій здійснюється пошук хеш-значення поточного блоку з заданим рівнем складності. У визначенні терміну криптовалюти, наведеного в Оксфордському словнику зазначається цей факт: «... a digital currency in which encryption techniques are used to regulate the generation of units of currency and verify the transfer of funds, operating independently of a central bank [1].

Завдяки криптографічним алгоритмам захисту платіжна система криптовалюти стійка до злому. Теоретично при нинішньому стані технології ця система не може бути зламана протягом досить тривалого часу. Наприклад, для злому алгоритму SHA256, що лежить в основі генерації адрес і приватних ключів до них, буде потрібно здійснити 16 до 64-го ступеня ітерацій. Можливості сучасної обчислювальної техніки не дозволяють виконувати обчислення такого обсягу в скільки-небудь реальні терміни.

Але, різні сторонні онлайн-сервіси, які обслуговують цю систему, - обмінні пункти, онлайн-гаманці, кріпобіржі і т.п. - можуть стати і неодноразово ставали об'єктом атак в результаті яких користувачі втрачали свої кошти.

Реалізація атаки, відомої під назвою «атака 51%» на розподілений реєстр, який використовується в платіжній системі криптовалюти, економічно недоцільна. З урахуванням сьогоденішнього обсягу мережі розподіленого реєстру, для проведення такої

атаки необхідно придбати обладнання на суму, що вимірюється мільярдами доларів, плюс нести витрати на електроенергію в кілька мільйонів доларів на добу [2].

Інша небезпека користування криптовалютою пов'язана з тим, що транзакції в ній скасувати не можна. Не можна також ввести зміну в уже відправлене розпорядження про переведення криптовалюти. У разі помилки можна лише зробити повернення коштів з адреси, на яку вони були відправлені, і то за згодою власника цієї адреси. Це означає, що в разі неправильно зазначеної адреси одержувача кошти потраплять не туди і буде вельми проблематично, а частіше взагалі неможливо їх повернути. Більш того, при помилці в адресі одержувача ці кошти можуть бути безповоротно втрачені в цілому для системи, тобто фактично вилучені з обігу [3].

Криптовалюта - це різновид цифрової валюти, а значить їй властиві ті ж загрози безпеки, що характерні для електронних платіжних систем: підміна платіжних реквізитів, фішинг, втрата електронного гаманця і т. д.

Безпека самого електронного гаманця багато в чому заснована на безпеці операцій з ключами. До публічного ключу не пред'являються якісь вимоги щодо забезпечення його таємності, так як він відомий в платіжній системі, точніше хеш-значення від публічного ключа є адресою електронного гаманця куди переводяться криптовалюта. Публічний ключ використовується також платіжною системою для перевірки легальності транзакцій від власника приватного ключа, яким підписується транзакція. Тому безпеку використання криптовалюти - це безпека тільки приватного ключа. Втрата приватних ключів веде до втрати управління адресами гаманців і, як наслідок, до втрати криптовалюти, що зберігається в цих гаманцях. Крадіжка приватних ключів з комп'ютерів учасника платіжної системи є одна з серйозних загроз, яка може реалізована за допомогою спеціально розроблених програм.

На тлі криптовалютного буму злочинці придумують все нові способи, щоб заволодіти чужими цифровими активами. Один з них - використання так званих веб-ін'єкцій для перехоплення і зміни трафіку між браузером користувача та криптовалютним веб-ресурсом [5].

Веб-ін'єкція для порталу Coinbase, виявлена SecurityScorecard, перехоплює автентифікаційну інформацію, яка згодом використовується для зміни налаштувань облікового запису, щоб подальші транзакції могли виконуватися без схвалення користувача. Більш того, призначений для користувача доступ до налаштувань блокується, тому вже не можна включити двухфакторну автентифікацію для транзакцій.

Веб-ін'єкції на портал Blockchain.info працюють схожим чином і призначені для крадіжки коштів з гаманця. Крім іншого веб-ін'єкція показує повідомлення «Service Unavailable», не даючи користувачеві виявити крадіжку.

Серйозних вразливостей, пов'язаних з помилками в коді платіжної системи криптовалюти, які привели б до непоправних наслідків до теперішнього часу не було виявлено. Наприклад, платіжна система першої криптовалюти - біткойн, показала свою стійкість протягом майже 9 років свого існування. Програмний код для цієї системи відкритий і це не тільки додає довіри до системи, але і дозволяє будь-якій людині аналізувати, шукати помилки і уразливості і робити пропозиції щодо розвитку. Але, тим не менш, це не означає, що якісь серйозні уразливості і помилки в коді, які можуть підірвати працездатність системи, не можуть бути вже виявлені, а також навмисно або ненавмисно внесені пізніше.

1. Cryptocurrency. URL: <https://en.oxforddictionaries.com/definition/cryptocurrency>
2. <https://gobitcoin.io/tools/cost-51-attack/>
3. Technical background of Bitcoin addresses. URL: <http://en.bitcoin.it>
4. Nakamoto S. Bitcoin: F Peer-to-Pear Electronic Cash System. URL: <http://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
5. <https://www.zdnet.com/article/now-cerber-ransomware-wants-to-steal-your-bitcoin-wallets-and-passwords-too>

THE ERGONOMICS OF THE INSTRUMENT IN TERMS OF MEDICAL NAVIGATION CLINICAL TRIALS

Summary: In our experiments the ergonomics application of the medical navigation method at workplace organization and features of equipment design were determined.

Purpose: Justification of appropriateness of ergonomic way of medical navigation using a mobile device (PadFone) and operating system (OS) Android at surgery in dental clinic.

Methods: An experimental dental implant surgery with registration of the traumatic impact stimulus on the periosteum in the area of the implant. To control the positioning of the implant the navigation module (Ukraine patent N68641) integrated with the mobile phone platform Android was used. The dynamic pressure on the periosteum by own technique with stain gauge was determined. Bone deformation using inductive displacement meter was defined. The bone deformation was determined using inductive displacement meter. We determined the possibility and feasibility to fit the medical navigation device "Navigator YuK -Pad» with standardized dental unit. To integrate the device from the ergonomic point of view with physician-operator and physician-assistant workplaces 3 areas were selected: physician-operator module, the module physician-assistant and central console.

Determined criteria were: the comfort of visual monitoring, proximity to a manual monitoring, the possibility of fixing and stabilizing device, the presence of extension ports (USB2, USB3, mikro USB, a docking station). A statistical analysis of the research was performed. The experiment results were compared the results obtained in the experiment with the navigation system is integrated with a desktop computer running WINDOWS. The feasibility of integrating of medical navigation device on Android platform with standardized dental unit from the point of view of the dentist ergonomics was determined.

Results: Preclinical testing of medical navigation „Navigator YuK- Pad” device demonstrated: accurate angular positioning of the implant about $2\pm0.5^\circ$ (if angular displacement was less than 25°) and $1\pm0.5^\circ$ (if angular displacement was less than 5°), the precision of linear positioning was 0.50 ± 0.05 mm (when the implant was displaced up to 10 mm). The gap of 0.1-0.5 mm between the periosteum and the implant platform was as a limit. With the same effort in the area of the rotating implant platform the bone tissue pressure increases disproportionately and in some sense is destructive. When comparing experimental results for both devices they look very similar, the difference in data rate one can't determined. In 23 % of cases we observed a continuing process of bone deformation layer during ~3 minutes after removing of mechanical stress. When comparing both experimental techniques results they look similar, the difference data rate is not determined subjectively. Analysis of doctor motivation to the proposed treatments is shown in a diagram (Fig. 8): 16 (15.7 %) physicians have informative curiosity about treatment, 24 (20 %) of doctors have an informative interest on the experience of the monitoring surgery method, 60 (64.3 %) - are interested in the proposed method of surgery. As ergonomic the use of the device "Navigator YuK - Pad» consider 65% of doctors, 20 % offer to determined it to developers, 15 % agree to use the both devuces (Fig.9).

Conclusions: The approach optimizes the process of surgery and can be recommended for clinical use. Application of medical navigation systems on Android platform is relevant with the development of telecommunication technologies.

Prospects for further research. „ Navigator YuK-Pad” device testing, evaluation of prospects for its use in other areas of dentistry, the creation of robotic systems in medicine.

1. Basic research and 12 years of clinical experience in computer assisted navigation technology: A review: / R. Ewers, K. Schicho, R Seemann, A. Wagner [et al.] // J. Oral Maxillofac Surg. – 2005. – 34(1). – S.1-8.
2. Conservation method of bone adaptive opportunities during oral osteoplastic surgical intervention / J. Zoeller, M. Kasiyanchuk, P. Fochuk, [et al.]: Osteology Foundation, Switzerland]. Lucerne Switzerland, 2016. – S.35. Режим доступу: <https://box.osteology.org/User/MyResearch~~HEAD=pobj>
3. Point-to-point computer-assisted navigation for precise transfer of planned zygoma osteotomies from the sterolithographic model into reality: / C. Klug, K. Schicho, O. Ploder, K. Yerit, F. Watzinger, [et al.] // J. Oral Maxillofac. Surg. – 2006. – 64(1). – S. 550-559.
4. Застосування приладів медичної навігації на базі платформи „Android” у процесі дентальної імплантації / Ю.М. Касіянчук, П.М. Фочук, М.А. Руснак, М. В. Касіянчук // Новини стоматології. – 2016. – №3. – С.48 -52.
5. Застосування платформи „Android” у системах медичної навігації в аспекті до клінічних досліджень /Ю.М. Касіянчук, П.М. Фочук, М.В. Касіянчук // матеріали п'ятої міжнародної науково-практичної конференції [„Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки» ПІКТ-2016.”]. – Чернівці, 2016 – Р.19.
6. Medical navigation as a method of minimize posteriori error in oral osteoplastic surgical intervention / J. Zoeller, S. Ostapov, Y. Kasiyanchuk, P. Pshenichka, [et al.] // Conference materials: [Fourth Conference „Informatics and Computer Technologies” (PICT – 2015)]. – Chernivtsi, 2015. – S.81-83.
7. Pat. of (IL), IPC: A61B 19/00 (2006.01), Dental Guiding System and Method / Horowicz, Gershon [IL/IL]; (IL) .; applicant: Horowicz, Gershon (IL).. - Pub. No.:WO/2015/107520 International Application No.:PCT/IL2015/050046 Publication Date: 23.07.2015 International Filing Date: 13.01.2015. Priority Data: 61/927,523 15.01.2014 (US).
8. Пат. 85876 Україна, МПК А61С 8/00. Прилад „Навігатор ЮК-М” для визначення позиціонування інструменту чи імплантату при оперативних втручаннях / Касіянчук Ю.М., Касіянчук М.В.; Заявник Касіянчук Ю.М., Касіянчук М.В. – № заяви u201304210 від 04.04.2013; опубл. 10.12.2013, бюл. № 23.
Medical navigation as a method of preclinical investigation optimization in oral osteoplastic surgical intervention / M. Kasiyanchuk, P. Fochuk, S.Ostapov, P. Pshenichka [et al.] // International Poster Journal of Dentistry and Oral Medicine. – 2013. – №4. – Р.665-666. Режим доступу: <https://ipj.quintessenz.de/index.php?doc=toc&year=2013&issue=5>
9. Conservation method of bone adaptive opportunities during oral osteoplastic surgical intervention / J. Zoeller, M. Kasiyanchuk, P. Fochuk, [et al.]: Osteology Foundation, Switzerland]. Lucerne Switzerland, 2016. – S.35. Режим доступу: <https://box.osteology.org/User/MyResearch~~HEAD=pobj>.

УДК: 004.4

ЯКОВЛЄВА І.Д., ЦУРИК В.Є.
ЧНУ імені Ю. Федьковича (Україна)

СИНТЕЗ ТА АНАЛІЗ ПАРАЛЕЛЬНИХ АЛГОРИТМІВ СОРТУВАННЯ ВЕЛИКИХ РОЗМІРІВ

В доповіді показано, що доля алгоритмів сортування є досить високою і часто використовується в паралельних обчисленнях, тому актуальним є синтез та аналіз паралельних алгоритмів сортування. Для збереження і дослідження таких алгоритмів використовується структурна матриця. Розроблено програмний продукт для синтезу структурних матриць алгоритму сортування Бетчера великих розмірів.

Зараз комп'ютерна індустрія рухається в напрямку підвищення продуктивності за рахунок збільшення кількості процесорів (ядер). Такий перехід до багатоядерних процесорів (багатопроцесорних систем) змінює підхід до програмування шляхом виявлення паралелізму та підвищення швидкодії, саме за рахунок паралельного виконання.

Виконання алгоритму на комп'ютері паралельної архітектури, залежить від структури алгоритму, яка дозволяє зрозуміти можливості розпаралелювання заданого алгоритму, адже одночасно можуть виконуватись лише незалежні операції алгоритму. Для збереження та дослідження структури алгоритму запропоновано використати структурну матрицю (далі СМ) алгоритму [1, 2].

Запис алгоритму у формі СМ зберігає структуру алгоритму в зручній для опрацювання формі та, порівняно з матрицями суміжності та інцидентів, не вимагає виконання операцій визначення розподілу операцій за ярусами.

Серед алгоритмів сортування для паралельного виконання придатні ті, в яких послідовність виконуваних операцій залежить тільки від кількості вхідних даних n і не залежить від даних їхніх ключів (алгоритми з незалежною від даних структурою).

Серед алгоритмів сортування алгоритмами з незалежною від даних структурою є такі: алгоритм сортування за методом „парно-непарної” перестановки, алгоритм сортування модифікованим методом „бульбашки”, алгоритм сортування Бетчера.

СМ для таких алгоритмів сортування отримується методом побудови СМ графа алгоритму, поданого програмою мовою високого рівня.

Виконано синтез СМ для алгоритму сортування Бетчера для різної кількості елементів до 800 000. Для сортування такої кількості даних необхідно виконати 74 883 286 операцій «порівняти-й-переставити», які можна виконати паралельно за 212 кроків.

Отримані СМ зберігаються в текстових файлах і займають біля 6,4 Мб пам'яті для 74 883 286 елементів структурної матриці.

Даний метод дає можливість досліджувати алгоритми та обраховувати їх структурні характеристики, досліджувати та обирати оптимальні варіанти паралельних алгоритмів із всіх можливих форм для паралельного виконання на заданій кількості процесорних елементів.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Пат. 96041 Україна МПК(2011.01) G06F 3/06 (2006.01) G06F 17/14 (2006.01) G06F 7/00. Спосіб збереження в пам'яті потокового графа алгоритму у формі структурної матриці/ Мельник А.О., Яковлева І.Д.; заявники та власники Мельник А.О., Яковлева І.Д. – № а 2009 12957; заявл. 14.12.2009; опубл. 25.06.2011, бюл. №12; зареєстр. 26.09.2011, бюл. №18.
2. Структурний аналіз і синтез паралельних алгоритмів : монографія / А.О. Мельник, І.Д. Яковлева. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2017. – 184 с.

УДК 004.274:004.384

ШЕВЧУК С.В., ВОРОБЕЦЬ Г.І., МЕЛЬНИЧУК С.В.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича (Україна)

МОДЕЛЬ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УНІВЕРСАЛЬНОГО СЕРВІСУ УПОРЯДКУВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Запропоновано методiku та програмне забезпечення для підвищення ефективності виконання задач логістики в локальних умовах, які реалізовано у вигляді універсальної інформаційної системи підтримки прийняття рішень з оптимізації функціонування об'єктів інтернет–торгівлі, виробничих організацій, тощо в обмеженому географічному регіоні.

Сучасні тенденції розвитку та застосування логістичних сервісів у локальних масштабах, наприклад окремих міст, населених пунктів, невеликих районів, тощо, для інтернет–торгівлі [1] та обслуговування великих торгових центрів у містах, забезпечення дрібносерійного виробництва різноманітної продукції чи надання послуг з доставки сировини товарів і т.п. потребує застосування системного підходу та створення відповідного інформаційно-аналітичного забезпечення [2, 3]. Наразі питання упорядкування логістичних процесів і послуг достатньо успішно вирішуються на рівні державних та міждержавних перевезень, пропонуються теоретичні підходи на основі яких створюються інформаційні технології оптимізації таких задач [3]. Разом з тим, на локальному рівні ці питання потребують додаткового аналізу інфраструктури обслуговуваного регіону, врахування інтенсивності добового трафіку головних транспортних

шляхів, індивідуальних параметрів використовуваних транспортних засобів та особливостей вантажу. Тому в даному дослідженні на основі підходу B2C (“бізнес для користувача”) [1] та сучасних WEB технологій пропонується універсальний сервіс з підтримки прийняття рішень для формування і виконання замовлень логістики.

Узагальнена модель універсального сервісу враховує повну траєкторію (T) товарів чи послуг, як множину (набір) операцій ($O=f(p,t)$; де p – технічні параметри об’єктів і процедур, що підлягають логістичним процесам; t – часові характеристики, що задаються технологічними вимогами або замовником), які потребують виконання для реалізації логістичної задачі. WEB сервіс реалізується за клієнт – серверною технологією з множинним доступом користувачів-замовників послуг. Серверна частина забезпечує сортування замовлень та формування транспортного потоку за множиною подібних операцій $O=f(p,t)$. Оптимізація логістичних процесів реалізується за наборами (p,t) шляхом моделювання можливих траєкторій використовуючи методику нечіткої логіки та нейромережевий метод [4]. У перспективі, під’єднання додаткових сервісів, наприклад on-line аналізу добового трафіку транспортних шляхів та зміни їх інфраструктури, дозволить в режимі реального часу відслідковувати виконання задач.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Юхта А. Роль услуг экспресс-доставки в развитии электронной торговли. // Теория и практика общественного развития. – 2012. – № 1. – С.230-233. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/rol-uslug-ekspress-dostavki-v-razvitii-elektronnoy-torgovli>
2. Губенко В.К., Нефедова Я.И., Лямзин А.А. Эффективность функционирования логистической системы доставки грузов автотранспортом. // Вісник приазовського державного технічного університету. – 2007. – Вип. 17. – С. 204-208. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/effektivnost-funktsionirovaniya-logisticheskoy-sistemy-dostavki-gruzov-avtotransportom>
3. Харченко О.И. Теоретические основы моделирования технологии доставки грузов. // [Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта](#). – 2011. – Вип. 17. – С. 55-58. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/teoreticheskie-osnovy-modelirovaniya-tehnologii-dostavki-gruzov>
4. Паклин Н. Нечеткие запросы к реляционным базам данных. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.infocity.kiev.ua/db/content/db279.phtml>.

**МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИКИ ТА КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ»
(ПІКТ – 2018)**

**ЧЕРНІВЦІ
11 –14 жовтня, 2018**

Видання містить праці учасників VII-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми інформатики та комп'ютерної техніки» (ПІКТ–2018).

Редакційна колегія: Сопронюк Ф.О., Руснак М.А., Валь О.Д.

Комп'ютерний набір та верстка: Руснак О.В.

Відповідальний за випуск: Сопронюк Ф.О.

Видавничий дім «РОДОВІД»
Україна, 58000, м. Чернівці, вул. Заводська, 26

Друк ПП Валь І.Д.