

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА ФЕДЕРАЦІЯ ІНФОРМАТИКИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ**

ПАТ «УКРТЕЛЕКОМ»

КП «НВК «ІСКРА»

НВП «ХАРТРОН-ЮКОМ»

ДП «РАДІОПРИЛАД»

ГО «ФРЕШКОД»



**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ І ДОСЯГНЕННЯ В ГАЛУЗІ
РАДІОТЕХНІКИ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ**

Тези доповідей

IX Міжнародної науково-практичної конференції
(03–05 жовтня 2018 р., м. Запоріжжя)

*Електронне видання комбінованого
використовування на DVD-ROM*



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Запоріжжя – 2018

УДК 621.37+621.39+004
С 91

*Рекомендовано до видання Вченою радою
Запорізького національного технічного університету
(Протокол №1 від 03.09.2018 р.)*

Редакційна колегія:

*Піза Д. М., д. т. н., проф., директор інституту ІРЕ, проректор ЗНТУ
Морщавка С. В., к. т. н., зав. каф. РТТ ЗНТУ*

Тези доповідей друкуються методом прямого відтворення тексту, наданого авторами, які несуть відповідальність за його форму і зміст.

The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

С 91 Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій : Тези доповідей ІХ Міжнародної науково-практичної конференції (03–05 жовтня 2018 р., м. Запоріжжя) [Електронний ресурс] / Редкол. : Д. М. Піза, С. В. Морщавка. Електрон. дані. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 1 електрон. опт. диск (DVD-ROM); 12 см. – Назва з тит. екрана.

ISBN 978-617-529-199-3.

Зібрані тези доповідей, заслуханих на науково-практичній конференції серед студентів, викладачів, науковців, молодих учених і аспірантів. Збірка відображає широкий спектр тематики наукових досліджень авторів з України та зарубіжжя. Збірка розрахована на широкий загал дослідників та науковців.

УДК 621.37+621.39+004

ISBN 978-617-529-199-3.

© Запорізький національний
технічний університет
(ЗНТУ), 2018

ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Міністерство освіти і науки України
- Українська федерація інформатики
- Запорізький національний технічний університет
- Харківський національний університет радіоелектроніки
- ПАТ «Укртелеком»
- КП НВК «Іскра»
- ДП «Радіоприлад»
- НВП «Хартрон-Юком»
- ГО «Фрешкод»

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Піза Д.М. – директор інституту ІРЕ, проректор ЗНТУ, голова оргкомітету

Шило Г.М. – зав. кафедри ЗНТУ, заступник голови оргкомітету

Кудерметов Р.К. – зав. кафедри ЗНТУ, заступник голови оргкомітету

Єфименко М.В. – гол. конструктор НВП «Хартрон-Юком», м. Запоріжжя

Траїлін В.Ф. – заст. директора по науці КП НВК «Іскра», м. Запоріжжя

Вітульов В.Ю. – директор Запорізької філії ПАТ «Укртелеком»

Панфилов С.В. – директор ДП «Радіоприлад», м. Запоріжжя

Бармін А.О. – директор ГО «Фрешкод», м. Запоріжжя

Кабак В.С. – декан факультету радіоелектроніки та телекомунікацій ЗНТУ

Касьян М.М. – декан ф-ту інформатики та обчислювальної техніки ЗНТУ

Терещенко Е.В. – доцент ЗНТУ

Чернобородов М.П. – доцент ЗНТУ

Коротун А.В. – доцент ЗНТУ

Скрупський С.Ю. – доцент ЗНТУ

Висоцька Н.І. – начальник патентного відділу ЗНТУ

ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР ОРГКОМІТЕТУ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Моршавка С.В. – зав. кафедри радіотехніки та телекомунікацій ЗНТУ.

ТЕХНІЧНИЙ СЕКРЕТАР ОРГКОМІТЕТУ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Колеснікова Є.І. – асистент кафедри радіотехніки та телекомунікацій ЗНТУ.

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Alves G. – Dr., Prof. (Porto, Portugal)
Arras P. – Dr. Ing. (Leuven, Belgium)
Eliezer A. – Prof. (Beer-Sheva, Israel)
Garcia-Zubia J. – Dr. (Bilbao, Spain)
Henke K. – Dr. Ing. (Ilmenau, Germany)
Kozík T. – DrSc., Prof. Ing., (Nitra, Slovakia)
Levashenko V. – Prof. (Zilina, Slovakia)
Luengo D. – Prof. (Madrid, Spain)
Markowska-Kachmar U. – Prof. (Wroclaw, Poland)
Markowsky D. – Prof. (Orono, USA)
Mezhuyev V. – Prof. (Malaysia, Pahang)
Oleschuk A. – Prof. (Kristiansand, Norway)
Pester A. – Dr., Prof., (Villah, Austria)
Sharpanskykh A. - PhD. (Delft, Holland)
Wuttke H-D. – Dr. Ing. (Ilmenau, Germany)
Zaitseva E. – Prof. (Zilina, Slovakia)
Маркосян М.В. – д.т.н., проф. (Ереван, Армения)
Бакурова А.В. – д.е.н., проф. (Запоріжжя, Україна)
Бахрушин В.Є. – д.ф-м.н., проф. (Запоріжжя, Україна)
Безрук В.М. – д.т.н., проф. (Харків, Україна)
Бодяньський Є.В. – д.т.н., проф. (Харків, Україна)
Дробахін О.О. – д.ф-м.н., проф. (Дніпропетровськ, Україна)
Дубровін В.І. – к.т.н., проф. (Запоріжжя, Україна)
Каргін А.О. – д.т.н., проф. (Вінниця, Україна)
Карташов В.М. – д.т.н., проф. (Харків, Україна)
Корніч Г.В. – д.ф-м.н., проф. (Запоріжжя, Україна)
Карпуков Л.М. – д.т.н., проф. (Запоріжжя, Україна)
Новожилова М.В. – д.ф-м.н., проф. (Харків, Україна)
Піза Д.М. – д.т.н., проф. (Запоріжжя, Україна)
Погосов В.В. – д.ф-м.н., проф. (Запоріжжя, Україна)
Субботін С.О. – д.т.н., проф. (Запоріжжя, Україна)

1 секція «Радіотехнічні та телекомунікаційні системи та пристрої».

Керівник секції – Піза Д.М.; заступник – Чернобородов М.П.

2 секція «Комп'ютерні системи та мережі».

Керівник секції – Кудерметов Р.К.; заступник – Польська О.В.

3 секція «Комп'ютерні науки та програмна інженерія».

Керівник секції – Субботін С.О.; заступник – Олійник А.О.

4 секція «Інформаційні технології в проектуванні та виробництві».

Керівник секції – Шило Г.М.; заступник – Фарафонов О.Ю.

5 секція *«Безпека інформаційно-комунікаційних систем».*

Керівник секції – Карпуков Л.М.; заступник – Козіна Г.Л.

6 секція *«Фізика і технологія мікро- та наноелектроніки, метрологія».*

Керівник секції – Погосов В.В.; заступник – Сніжної Г.В.

7 секція *«Системний аналіз та управління».*

Керівник секції – Бахрушин В.Є.; заступник – Бакурова А.В.

8 спеціальна секція з тематики *ERASMUS+* проектів (модерується окремо)

Керівник секції – Табунщик Г.В.; заступник – Пархоменко А.В.

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

<i>Meltzer D., Luengo D.</i> Evaluation of the feasibility of ECG-based biometric identification of healthy subjects	15
<i>Бахрушин В.С.</i> Багатокритеріальні задачі прийняття рішень в освіті в умовах невизначеності	17
<i>Козин И.В., Сардак В.И.</i> Эволюционные метаэвристики в дискретной оптимизации	18

1 СЕКЦІЯ «РАДІОТЕХНІЧНІ, ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ПРИСТРОЇ»

<i>Bugrova T.I., Polyarush D.A., Misiuk O.M.</i> Spectral properties of 3d fractal hybrid antennas based on metamaterials for antenna arrays	20
<i>Logacheva L.M., Chudesnova O. E.</i> The structure of the filter for suppressing the frequency harmonics of high-power microwave transmitters	22
<i>Osharovska O.V.</i> Metadata about audiovisual objects in television broadcasting	24
<i>Бондарев А.П., Алтунін С.І., Горбатий І.В. Максимів І.П.</i> Підвищення завадостійкості програмно реалізованого пристрою фазового автоматичного підстроювання частоти	26
<i>Бондарев А.П., Горбатий І.В., Максимів І.П.</i> Аналіз впливу параметрів детектора на якість приймання 8-QAM сигналів	28
<i>Воргуль О.В., Ганзин В.Є.</i> Моделювання напівсмугового фільтру	30
<i>Горбатий І.В., Чорній М.Б.</i> Підвищення технічної ефективності телекомунікаційної системи при використанні амплітудної модуляції багатьох складових	32
<i>Грохольський Я.М., Сусь Б.А., Сусь Б.Б.</i> Фізичний зміст понять і традиційних термінів радіотехніки	34
<i>Зуєв О.В.</i> Математична модель процесів формування рішень із застосуванням багатоальтернативної класифікації технічного стану радіонавігаційних систем	36
<i>Ихсанов Ш.М.</i> Использование приемников Rtl-Sdr в учебном процессе при исследовании сигналов воздушных судов в технологии ADS-B	38
<i>Корнійчук В.І., Щекотихін О.В.</i> Методика вимірювання параметрів оптичних розгалужувачів	40
<i>Костенко В.О., Сметанин И.Н.</i> Организация библиотеки аттракторов для моделирования потока абонентов мобильной связи на реальных маршрутах	42

<i>Куцак С.В.</i> Наближений розрахунок поглинаючого фільтра гармонік	45
<i>Лаврентьев В.Н., Гармаш Е.Н.</i> Мобильная РЛС метрового диапазона волн МР-18	47
<i>Мельн М.В., Козунь В.І.</i> Метод оцінки ефективності комплексної системи контролю правильності функціонування телекомунікаційних систем бездротового зв'язку	49
<i>Мельн М.В., Назарук І.Я.</i> Вибір показника надійності телекомунікаційних високонадійних систем	51
<i>Мороз Г.В., Бондарев М.І.</i> Метод боротьби із завадами в технології бездротового інтернету Li-Fi	53
<i>Орсиков В.І., Барба І.Б., Єзупова О.П.</i> Апроксимація електричних параметрів телефонних кабелів у діапазоні частот до 35 Мгц	55
<i>Перельгин Б.В., Лужбин А.М.</i> Рациональное распределение энергии зондирующего излучения в радиолокационной системе гидрометеорологического мониторинга	57
<i>Почерняев В.Н., Зайченко В.В., Повхлеб В.С.</i> Применение технологии OTDM в каналах с переменными параметрами	59
<i>Почерняев В.Н., Зайченко В.В.</i> Адаптивный эквалайзер для компенсации межсимвольной интерференции в многолучевом канале связи	61
<i>Саваневич В.Е., Хламов С.В., Брюховецкий А.Б., Диков Е.Н., Погоре- лов А.В., Власенко В.П.</i> Программное обеспечение обработки данных оптических локаторов colites и результаты его апробации в астрономии	63
<i>Самойлик С.С., Піза Д.М.</i> Аналіз методів вирішення внутрішньої граничної задачі електродинаміки для резонаторних структур з частковим діелектричним заповненням	65
<i>Соломенцев О.В., Заліський М.Ю., Герасименко Т.С., Мусієнко А.О.</i> Процедура виявлення нестационарностей під час визначення технічного стану радіотехнічних засобів	67
<i>Твердохліб Ю.В.</i> Виділення частотних складових нестационарних сигналів за допомогою вейвлет-фільтрів	69

2 СЕКЦІЯ «КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ»

<i>Kasian M.M., Kasian K.M.</i> Synthesis of current tolerances for the parameters of internal elements depending on the time and operating conditions of the computer system	71
<i>Kudermetov R.K., Polska O.V., Finogenov V.A.</i> Industrial simulator for on-board soft-ware verification	73
<i>Lukashenko A.G., Lukashenko V.M., Utkina T.Yu., Harder D.A., Lukashenko V.A.</i> Synthesis of corrective and informational feedbacks for energy-saving precisional coprocessors	75

<i>Shkarupylo V., Polska O., Shcherbak N.</i> On the classification of model checking methods for the internet of things	77
<i>Skrupsky S.Yu., Zelik O.V.</i> Experimental investigation of parallel method for production rules extraction on high performance computer systems	79
<i>Баркалов А.А., Титаренко Л.А., Зеленева И.Я., Грушко С.С.</i> Применение методов структурной редукции в совмещенных автоматах	81
<i>Валуев М.В., Касьян К.М.</i> Методи оптимізації редагування товарів в інтернет магазині	83
<i>Голуб Т.В., Тягунова М.Ю.</i> Метод зменшення розміру вектору термів для класифікації текстових документів	85
<i>Грушко С.С.</i> Реализация совмещенного микропрограмного автомата на микросхемах программируемой логики	87
<i>Грушко С.С., Зеленцова І.Я., Федько А.О., Павлішин М.О.</i> Імплементация схеми суміщеного мікропрограмного автомата на FPGA	89
<i>Зеленева И.Я., Грушко С.С., Котенко А.А., Зеленко В.В.</i> Сравнительный анализ способов реализации управляющих алгоритмов в базисе FPGA	91
<i>Ковалев С.А., Арапин Д.В.</i> Анализ применения распределенных вычислений в комплексе бортовых систем в беспилотных транспортных средствах	92
<i>Копарейко О.С., Касьян К.М.</i> ВЕБ-сервіс підбору відеоконтенту за інтересами користувача	94
<i>Липко В.В., Гусев Б.С., Зеленева И.Я., Савицкая Я.А.</i> Способ оптимизации алгоритма умножения дополнительных кодов	96
<i>Новіков В.Г., Цололо С.О.</i> Обзор архитектур систем автоматизації будівель і приміщень	99
<i>Рудьковський О.Р., Киричек Г.Г.</i> Децентралізація технологій	101
<i>Тимошенко В.С., Киричек Г.Г.</i> Інформаційні технології та транспорт	102
<i>Ухина А.В., Ситников В.С.</i> Расширения возможностей треугольника устойчивости для передаточных функций выше второго порядка	105
<i>Хандецький В.С., Сівцов Д.П., Полухін Г.В.</i> Аналіз ефективності методу випадкового множинного доступу в Wi-Fi мережах	107

3 СЕКЦІЯ «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ПРОГРАМНА ІНЖЕНЕРІЯ»

<i>Konkina N., Shaldenko O.</i> Home automation system using arduino platform	108
<i>Shytikova O., Tabunshchik G., Wolff C.</i> The model of data transfer for the control systems of energy units	111

<i>Tabunshchik G.V., Kanafotsky M.Y., Hoettger R, Wolff C.</i>	113
Development of lighting system for the rover	
<i>Volkovskiy O.S, Kovylin Y.R.</i> Computer methods for semantic quasi-abstracting	115
<i>Ветров С.О., Поляков М.А.</i> Эксперимент диспетчерского управления моделью лифта для удаленной лаборатории GOLDI	117
<i>Гринченко П.В., Дейнега Л.Ю., Суха К.С.</i> Алгоритм оптимізації портфелю цінних паперів	119
<i>Дмитрієва О.А. Гуськова Н.Г.</i> Контроль точності розв'язання еволюційних рівнянь методом прямих на основі варіації розмірності блоку	121
<i>Дубровин В.И., Икол С.А.</i> Методы управления БНТС в колонне	123
<i>Дубровин В.И., Юськив О.И.</i> Методы оптимизации в портфельном инвестировании	125
<i>Дубровин В.И., Юськив О.И.</i> Управление энергосберегающими мероприятиями металлургического предприятия	127
<i>Каврін Д.А., Субботін С.О.</i> Детермінований метод формування вибірок для побудови діагностичних моделей	129
<i>Коротунов С.Ю., Табуницик Г.В.</i> Подходы к формальной верификации киберфизических систем	131
<i>Левин В.И.</i> Вычисления в условиях неопределенности с помощью интервальной математики	132
<i>Левин В.И.</i> Исследование функций с неопределенностью в точке методом раздетерминизации	135
<i>Левин В.И.</i> Количественная оценка вклада ученого в науку	136
<i>Миринова Н.О., Хохлова В.С., Твердохліб Є.Р.</i> Дослідження програмних засобів синтаксичного аналізу ВЕБ-сторінок	137
<i>Олійник А.О.</i> Метод донавчання нейро-нечітких моделей	139
<i>Петрова О., Табуницик Г.</i> Надежность систем навигации внутри помещения	141
<i>Поляков А.М., Поляков М.А.</i> Эксперимент для удаленной лаборатории: генератор потока вызовов и диспетчирование двух лифтов	143
<i>Пришляк М.Ю., Субботін С.О., Олійник А.О.</i> Метод перетворення числових даних в зображення для навчання глибоких нейронних мереж	145
<i>Святюк Д.Р., Святюк О.Р.</i> Розпізнавання об'єктів у відеопотоці на основі використання згорткових нейронних мереж	147
<i>Соколянський О.В., Пархоменко А.В.</i> Модернізація підсистеми виконання експериментів віддаленої лабораторії	150

<i>Субботін С.О., Корнієнко О.В.</i> Прогнозування частоти неперіодичних сигналів на основі згорткових нейронних мереж	152
<i>Субботін С.О.</i> Індуктивний синтез дерев регресії на основі нейромережних обчислень	154
<i>Табунцик Г.В., Голофєєв В.В., Мелешко М.П.</i> Система тестування програмно-апаратних засобів одноплатного мінікомп'ютера	156
<i>Туленков А.М., Пархоменко А.В.</i> Дослідження задачі підвищення ресурсоефективності систем «Розумний будинок»	158
<i>Удовенко С.Г., Чала Л.Е., Шергін В.Л.</i> Адаптивне нейромережеве прогнозування часових рядів у трейдингових системах	160

4 СЕКЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОЕКТУВАННІ ТА ВИРОБНИЦТВІ»

<i>Furmanova N.I., Farafonov O.Yu., Kalynyuchenko A.R.</i> The mobile system for environmental monitoring	161
<i>Havrysh V., Kolyasa L., Loik V., Shkrab R.</i> Determination of temperature regimes in spatial non-homogeneous elements of the radio engineering devices	163
<i>Sgadov S.A.</i> Application of algebraic methods for constructing a topological image of planar constructs	165
<i>Vasylenko O.V., Snizhnoi G.V.</i> Nonlinear inductance's modeling for magnetic susceptibility investigations	166
<i>Бабаши А.В., Квашиїн В.О., Тарасов А.Ф., Грибков Е.П.</i> Реалізація процесу інтенсивної пластичної деформації з використанням сучасного ком-плектного електропривода	168
<i>Бондарєв А.П., Нестор Н.І.</i> Характеристичні функції у моделюванні розподілів похибок операцій контролю	170
<i>Герасимов В.В.</i> Інформаційна технологія вихорострумової дефектоскопії композитних матеріалів	172
<i>Каюнко Ю.С., Каплієнко Т.І.</i> Дослідження та розробка методів верифікації Відповідності кандидатів на посади в ІТ-компанії	174
<i>Малий О.Ю., Гарачук С.О.</i> Застосування сучасних гідрографічних технологій для вивчення рельєфу дна водойм	176
<i>Малий О.Ю., Піроженко О.О.</i> Огляд сучасних систем та моделей для керування групами роботів та алгоритмів розподілу поставлених їм задач	178
<i>Малий О.Ю., Стенура Р.В.</i> Система автоматизованого моніторингу потоку вантажних машин через мости для запобігання руйнування конструкцій та покриття	180

<i>Малий О.Ю., Цанко Д.Ю.</i> Автоматизація збору даних для формування статистики відносно співвідношення ТПВ, що здаються в якості вторинної сировини відносно загальної кількості	182
<i>Малий О.Ю., Школяренко М.О.</i> Методика визначення кількості датчиків вогню та їх розташування на об'єкті при використанні системи автоматичного пожежогасіння	184
<i>Матвєєва Н.О.</i> Використання машинного навчання для розпізнавання зоб-ражень сигналів	186
<i>Сахно А.А., Скрупская Л.С.</i> Алгоритм диагностирования высоковольтных аппаратов в непрерывном режиме	188
<i>Точилин С.Д.</i> Компьютерное моделирование спектральных зависимостей отражения видимого излучения светофильтрами на основе фотонного кристалла	190
<i>Точилин С.Д.</i> Кроссплатформенный виртуальный вольтметр-самописец с 12-разрядной системой сбора данных	192
<i>Твердоступ Н. И.</i> Особенности построения преобразователя индуктивности на интегральном таймере	194
<i>Чичикало Н.И., Савицкая Я.А., Смолий В.В.</i> Моделирование канала связи для передачи данных о состоянии угледобывающего забоя в LABVIEW	196
<i>Шило Г.М., Фурманова Н.Л., Костяной П.А.</i> Застосування технології доповненої та віртуальної реальностей в освітньому процесі	198

5 СЕКЦІЯ «БЕЗПЕКА ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ»

<i>Hilgurt S.Ya.</i> A method to construct the signature-based secure tools on recon-figurible accelerators	200
<i>Lozovskyi A.S., Spirintseva O.V.</i> The additional means of protection information in cloud storage	202
<i>Воскобойник В.О.</i> Особливості застосування системи запобігання витоків інформації	204
<i>Гальченко А.В., Чопоров С.В.</i> Блочне шифрування даних з використанням механізмів заперечуваного шифрування	206
<i>Живко З.Б., Левків Г.Я., Рудий Т.В., Мартин О.М.</i> Використання кримінального аналізу у протидії кіберзлочинам	208
<i>Защелкин К.В., Дрозд А.В., Иванова Е.Н.</i> Усовершенствование метода внедрения цифрового водяного знака в программный код микросхем FPGA	210
<i>Карпуков Л.М., Щекотихин О.В., Савченко Д.К.</i> Анализ возбуждения мод на радиальных смещениях сочленяемых оптоволокон	212

<i>Карпуков Л.М., Щекотихин О.В., Савченко Д.К. Литовка Т.В.</i>	215
Способ шифрования методом маскировки линейного кода	
<i>Корольков Р.Ю.</i> Емпіричне дослідження захищеності бездротових мереж стандарту 802.11 на вулицях м. Запоріжжя	216
<i>Куцак С.В.</i> Оцінка захищеності систем NEXEDGE	219
<i>Лізунов С.І., Верещака М.П.</i> Контроль за об'єктами безконтактним методом	221
<i>Неласа Г.В., Козіна Г.Л., Шовгенюк Р.В.</i> Використання протоколу колективного цифрового підпису в телемедицині при проведенні консіліуму лікарів	222
<i>Трухачов А.В., Козина Г.Л.</i> Модель кодування даних у формат BASE58CHECK для формування BITCOIN-адреси	224

6 СЕКЦІЯ «ФІЗИКА І ТЕХНОЛОГІЯ МІКРО- ТА НАНОЕЛЕКТРОНІКИ, МЕТРОЛОГІЯ»

<i>Ilchenko M.E., Zhivkov A.P., Kamarali R.V., Saychenko I.O., Shevtsov K.O.</i> Normal and partial oscillations in the microwave filters with mutually degenerated on frequency resonators	227
<i>Банзак Г.В.</i> Модель безвідмовності складного технічного об'єкту	229
<i>Банзак О.В.</i> Детектор іонізуючого випромінювання на основі твердотільного розчину CaZnTe для дозиметрії	231
<i>Деменский А. Н., Ерохин С. Ю., Краснов В. А., Шутов С. В.</i> Динамика перегрева активной области кристалла силового диода	233
<i>Карандась Я.В., Коротун А.В.</i> Поверхнева оптична провідність вуглецевих нанотрубок типу «ARMCHAIR»	235
<i>Курбацкий В.П., Коротун А.В.</i> Оптика металевих наноплівки: наближення необмеженого середовища	237
<i>Погосов В.В.</i> О влиянии вакансий на характеристики металла. Работа выхода электронов и поверхностная энергия	239
<i>Проскурін М.П.</i> Інтегральні схеми з оптичними зв'язками: конструкції мікропотужних світлодіодів	241
<i>Рева В.І.</i> Розмірна залежність енергії утворення вакансій у металевих нанокластерах	243
<i>Томашевський О.В., Ігнаткін В.У., Сніжної Г.В.</i> Вплив метрологічної надійності на якість функціонування виробничих систем	245
<i>Шалденко О.В.</i> Гідродинаміка та теплообмін в криволінійних каналах зі вставками при малих числах Рейнольдса	247
<i>Широкоград Д.В., Корніч Г.В.</i> Аналіз біметалевих атомних структур, сформованих з вихідних янус-подібних нанокластерів під дією іонного бомбардування	249

7 СЕКЦІЯ «СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА УПРАВЛІННЯ»

<i>Kovalenko A.E.</i> Data compression in regular structures for PMC diagnosis models	251
<i>Бакурова А.В., Пасічник М.С., Терещенко Е.В.</i> Формування навчальної вибірки для ІСППР в юриспруденції	253
<i>Вірко О. С., Жежера І. В., Васильєв В. О., Фірсов С. М.</i> Методика корекції сигналів бінс на основі візуальної інформації	254
<i>Кривцун О.В.</i> Розмірність фрагментарних структур	255
<i>Новожилова М.В., Чуб О.І., Михайловська Ю.В.</i> Моделювання параметрів логістичної інфраструктури території в умовах ліквідації надзвичайних ситуацій	257
<i>Одновол М.М., Дмитрієв В.І.</i> Системна ідентифікація технологій та процесів	259
<i>Пархоменко Л.А.</i> Системный анализ микроструктуры островковых пленок	261
<i>Ропало Г.М.</i> Методика генерації нечітких логічних правил визначення ефективності аптечної мережі	263
<i>Таршин В.А., Дергоусов М.Ю.</i> Модель удосконаленої високоточної системи наведення снарядів реактивних систем залпового вогню	265
<i>Терещенко Е.В.</i> Свойство квазиполноты двухкритериальных задач на графах класса «суммарный вес – критическое ребро»	267
<i>Ус С.А., Коряшкіна Л.С., Станина О.Д.</i> Моделирование и оптимизация двухэтапного транспортирования ресурса, непрерывно распределенного на заданной территории	269
<i>Шевченко С.В.</i> Формирование согласованных решений организации параллельных вычислений	271

8 СПЕЦІАЛЬНА СЕКЦІЯ З ТЕМАТИКИ ERASMUS+ ПРОЕКТІВ

<i>Luengo D., Meltzer D., Trigano T.</i> Sparse Representation of ECG Signals with Multi-Scale Overcomplete Dictionaries	275
<i>Абдулов О.Р., Тарасов О.Ф., Шаломєєв В.А., Грибков Е.П.</i> Вплив пластичної деформації на механічні властивості сплаву медичного призначення на основі магнію	281
<i>Вдовенко Р.О., Добряк С.К.</i> Розробка програмного комплексу для вирішення задач логістики розміщення мережі аптек з використанням метода динамічного програмування	283
<i>Гладкова О.М., Хорзєєв І.О.</i> Розробка системи для 3D сканування людини	285
<i>Грибков Е.П., Івченко М.В., Тарасов О.Ф.</i> Компетенції та зміст дисциплін з вивчення медико-біологічних систем та обробки біомедичних сигналів	287

<i>Денисюк С.О., Васильєва Л.В.</i> Розробка програмного забезпечення для обробки біомедичних монохромних зображень	289
<i>Залюбовський Я.І., Пархоменко А.В.</i> Дослідження та розробка сервісів інтернету речей для сфери охорони здоров'я	291
<i>Касьянюк О.С., Добряк С.К.</i> Тривимірне відображення результатів моделювання напружено-деформованого стану об'єктів, розрахованого методом скінченних елементів	292
<i>Кулинич В.О., Добряк С.К.</i> Розробка програмного комплексу з оптимізації технологічних процесів штампування імплантатів	294
<i>Куц А.В., Фролова А.Ю., Пархоменко А.В.</i> Рекомендаційна система для вибору медичного обладнання	296
<i>Міхєєнко Д.Ю., Держинський І. В.</i> Розробка програмного комплексу для вивчення анатомії людини з використанням доповненої реальності	298
<i>Пархоменко А.В., Туленков А.В.</i> Вбудовані біомедичні системи та бездротові сенсорні мережі	300
<i>Подлесний С.В.</i> Ефективне вивчення основ біомеханіки на базі ІКТ і мультимедіа насичених презентацій	302
<i>Пресайзен Є.Р., Туленков А.В., Пархоменко А.В.</i> Програмно-апаратний комплекс моніторингу кардіоданих	304
<i>Тарасов О.Ф., Алтухов О.В.</i> Отримання субмікрокристалічної структури в заготовках імплантатів з титану VT1-0	305
<i>Тарасов О.Ф., Суботін О.В., Періг О.В., Руденко В.М.</i> Компетенції студентів комп'ютерних спеціальностей для дослідження систем біомедичного призначення	307
<i>Тищенко І.А., Пархоменко А.В.</i> Дослідження та розробка API для персональної електронної медичної картки	309

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

Meltzer David¹, Luengo David¹

EVALUATION OF THE FEASIBILITY OF ECG-BASED BIOMETRIC IDENTIFICATION OF HEALTHY SUBJECTS

Biometric identification refers to the process of identifying an individual based on physical and/or behavioral human characteristics using some set of observed data. Many human characteristics (a.k.a. *traits*) have been proposed to date in the biometrics area for identification or authentication purposes. The electrocardiogram (ECG) is a physical trait that has been used in health-related areas for a long time, and its recording and characterization are mature to date. Given the fact that the ECG reflects unique physical characteristics, it has been proposed as a biometric trait with positive results. This paper describes the ECG processing stages needed to implement a working biometric identification schema that uses this single trait, as well as the achieved performance.

Biometric identification is a two-step process: one or more traits are first recorded from the individual during enrollment, and the identification is then attained by comparing the observed data with the recorded trait samples of each enrolled individual. A class belonging criterion for classification is defined to assign the most likely individual identification given the available enrollment data. The ECG of each individual has to be recorded as the first step, both for enrollment and identification actions. In this paper, we have used the control group from the PTB database [1], composed of 52 signals sampled at $f_s = 1000$ Hz and with a duration up to 2 minutes approximately (115200 samples), for the experiments. In order to minimize the undesired effects of wandering baseline and other common ECG artifacts, a band-pass filter (with cut-off frequencies $f_{c1} = 1$ Hz and $f_{c2} = 40$ Hz) is applied as a preprocessing stage.

After the preprocessing, specific information is extracted from the clean signals in order to perform the identification. Two different approaches can be taken at this stage: extraction of fiducial or non-fiducial data. *Fiducial* data refers to a group of time dependent and normalized indicators obtained from each QRS complex (the main waveform in ECG signals), while *non-fiducial* data relates to the process of obtaining a small number of specific features from a group of segments of the time-dependent signal without taking into account QRS complexes. Both approaches have been tested. On the one hand, 15 fiducial measures [2] have been obtained from each QRS complex after segmentation using the Pan-Tompkins algorithm [3]. On the other hand, non-fiducial feature extraction has been attained using the Autocorrela-

¹ Universidad Politécnica de Madrid (Spain)

tion/Discrete Cosine Transform (AC/DCT) method [4]. Once a sequence group of fiducial/non-fiducial data has been obtained from each individual, it is split into two sets: the enrollment (E) and the test (T) sets. Jackknife classification of individuals is achieved by assigning every available group of fiducial/non-fiducial data to either E or T on a random basis for every individual. The best identification results were obtained empirically when the T set contained between 60% and 65% of the available observations.

Each group of fiducial/non-fiducial data from an individual is a collection of p variables X_1, X_2, \dots, X_p . It has been found out by existing works that a non-negligible correlation exists between fiducial variables[5]. Hence, dimensionality reduction can be applied in order to describe the system using a smaller number of factors. Our work has approached this reduction with two techniques: Principal Component Analysis (PCA) and stepwise Canonical Correlation Analysis (CCA), resulting in two reduced dimensionality sets, T^f and E^f , which are then used for training and testing the classifier. Assuming that each sequence of derived factors from each individual follows a Gaussian distribution, it is possible to determine a discriminant analysis classifier using the biometric enrollment set E^f as the training set. Experiments have been performed with different discriminant analysis classifier models: linear, quadratic and pseudo-quadratic. Once the classifier has been trained, it can be used to predict the identities of the derived factors contained in the T^f set.

Considering a linear discriminant classifier over the unreduced fiducial data, a correct identification mean rate of 92% is achieved. Using a pseudo-quadratic discriminant technique, this rate rises to more than 93%. The best identification rates with fiducial data were obtained using selected variables by means of a stepwise CCA using the Wilkes' lambda divergence criterion and a quadratic classifier, which allowed us to attain a correct identification mean rate slightly above 98%. Finally, using non-fiducial data with a linear discriminant classifier, an identification mean rate higher than 99% is achieved.

References

1. A. L. Goldberger et al. «PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a New Research Resource for Complex Physiologic Signals.» *Circulation* 101(23): e215-e220, June 2000.
2. Y. Wang et al. «Analysis of Human Electrocardiogram for Biometric Recognition.» *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing* 1(1): 148658, 2007.
3. J. Pan and W. J. Tompkins. «A Real-Time QRS Detection Algorithm.» *IEEE Transactions on Biomedical Engineering* 32(3): 230-236, 1985.
4. K. Plataniotis, D. Hatzinakos and J. Lee. «ECG Biometric Recognition without Fiducial Detection.» *IEEE Biometric Consortium Conference*, 2006.
5. S. A. Israel et al. «ECG to Identify Individuals.» *Pattern Recognition* 38(1): 133-142, 2005.

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНІ ЗАДАЧІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ОСВІТІ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Багатокритеріальні задачі прийняття рішень в умовах невизначеності належать до найбільш складних задач теорії прийняття рішень. Їх прикладами в освіті є задачі прийняття законодавчих документів, розподілу бюджетного фінансування закладів освіти і державного замовлення на підготовку фахівців, умов прийому на навчання до закладів освіти тощо. Такі задачі часто можуть бути поділені на декілька відносно самостійних задач, які часто також є задачами прийняття рішень в умовах невизначеності.

Вирізняють різні види невизначеності, серед яких невизначеність вимог, невизначеність умов, невизначеність даних та ін. При прийнятті рішень в освіті часто присутні декілька чи всі можливі види невизначеності. Прикладом такої проблеми є вибір формули розподілу бюджетного фінансування між закладами вищої освіти, яка передбачена Бюджетним кодексом України. З погляду теорії прийняття рішень цей розподіл має забезпечувати максимум певної цільової функції задачі багатокритеріальної оптимізації. Але сама цільова функція у цьому випадку не може бути чітко визначена. Тому для будь-якого розв'язку можна стверджувати лише те, що він задовольняє чи не задовольняє певні вимоги, які, як передбачається, повинен мати оптимальний розв'язок. Але і самі ці вимоги на сьогодні не є чітко визначеними. Так, можна говорити про забезпечення якості вищої освіти, ефективності та конкурентоздатності закладів вищої освіти і системи у цілому, але існують різні розуміння понять якості, ефективності, конкурентоздатності тощо. І ще більше відмінностей у можливих способах формалізованого подання цих характеристик. Ще один тип невизначеності пов'язаний з тим, що немає достовірної інформації про те, як індикатори, які можуть бути включені до формули, впливають на обрані критерії. Самий вибір цих індикаторів також сильно обмежений через відсутність надійних даних. Тому рішення подібних задач варто шукати мінімаксними (максимінними) методами або через мінімізацію ключових ризиків. Для цього застосовують моделювання можливих наслідків для різних варіантів рішень і при різних сценаріях поведінки зовнішнього середовища, фактори, що підвищують інерційність системи, резервування коштів та інші інструменти.

В деяких випадках при розв'язанні задач прийняття рішень в умовах невизначеності намагаються отримати наближений розв'язок детермінованої задачі, а потім скорегувати його з урахуванням додаткових

¹ Д.ф.-м.н., професор кафедри системного аналізу та вищої математики ЗНТУ

обставин. Прикладами реалізації цього підходу є порядок розподілу державного замовлення, що базується на детермінованому алгоритмі Гейла-Шеплі, а також порядок зарахування дітей до початкової школи. Основними факторами невизначеності в першому випадку є нестійкість переваг абітурієнтів, неповна зіставність конкурсних балів отриманих за різними сертифікатами ЗНО і з використанням різних вагових коефіцієнтів, залежність успішності студентів не лише від результатів ЗНО, але і від інших факторів тощо. Втім наявні механізми компенсації невизначеностей дають змогу мінімізувати їх вплив. Менш вдалими є перший досвід застосування алгоритму прийому до початкової школи. Невизначеність у кількості потенційних першокласників через невідповідність місця реєстрації місцю їх реального проживання призвела у цьому році до істотних проблем в окремих місцях.

УДК 519.87

Козин І.В.¹, Сардак В.І.²

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ МЕТАЭВРИСТИКИ В ДИСКРЕТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Множество классов задач дискретной оптимизации относятся к ряду *NP*-трудных, для них неизвестны алгоритмы полиномиальной трудоемкости для отыскания точного решения. К таким задачам относятся многие массовые задачи маршрутизации, теории расписаний, упаковки и т.д. Однако ввиду важности этих задач для приложений представляют интерес быстрые алгоритмы поиска приближенных (субоптимальных) решений подобных задач. На сегодня уже известны и используются десятки типов алгоритмов, которые относятся к классу метаэвристик [1] и позволяют достаточно быстро получить приемлемое решение прикладной задачи. Однако вопрос оценки качества этих алгоритмов остается открытым. Классические свойства приближенных алгоритмов такие как оценка точности, сходимость и скорость сходимости к метаэвристикам неприменимы.

Тем не менее есть ряд особенностей, которые хотя и не гарантируют сходимости алгоритмов, тем не менее в какой-то степени обосновывают возможность применения алгоритмов. К числу таких особенностей можно отнести гипотезу «глубокой долины» и ряд геометрических свойств мета-

¹ доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры экономической кибернетики Запорожского национального университета (ЗНУ)

² аспирант кафедры прикладной математики ЗНУ

эвристических алгоритмов. В частности, исследование геометрических свойств проводилось в предыдущие годы в работах А. Мораглио [2], что позволило говорить о новой теории геометрических эволюционных алгоритмов.

Однако для задач дискретной оптимизации классические эволюционные модели не применимы. Поэтому метаэвристики для таких задач имеют индивидуальный характер для различных классов задач и существенно зависят от ограничений задачи. Для построения универсального алгоритма для большого набора классов задач дискретной оптимизации предлагается модель, основанная на понятии фрагментарной структуры.

Фрагментарной структурой[3] (X, E) на конечном множестве X называется семейство его подмножеств $E = \{E_1, E_2, \dots, E_n\}$, где $E_i \cap X$ такое, что

$$"E_i \cap E, E_i \cap E_j \neq \emptyset \Rightarrow E_i \cap E_j \in E, E_i \setminus E_j \in E.$$

Элементы множества E называются фрагментами. Максимальным фрагментом будем называть фрагмент, который не является собственным подмножеством никакого другого фрагмента.

Пусть задана фрагментарная структура $E = \{E_1, E_2, \dots, E_n\}$ на конечном множестве X . Пусть определена монотонная по включению функция - критерий $f: E \rightarrow R^1$, которая каждому допустимому фрагменту ставит в соответствие некоторое вещественное число, то есть " $E_i, E_j \in E$ из условия $E_i \cap E_j$ следует, что $f(E_i \cap E_j) \geq \min(f(E_i), f(E_j))$ (или $f(E_i) \leq f(E_j)$). Задача оптимизации на фрагментарной структуре заключается в отыскании допустимого фрагмента с максимальным (или минимальным) значением критерия. Очевидно, оптимальным решением этой задачи будет один из максимальных фрагментов. По крайней мере, максимальный фрагмент всегда присутствует среди оптимальных решений.

Показано, что ряд дискретных оптимизационных задач можно рассматривать как задачи оптимизации на фрагментарной структуре. Это позволяет описать универсальный геометрический эволюционный алгоритм, который позволяет за разумное время получать приемлемые решения большого числа прикладных задач.

Перечень ссылок

1. О. А. Щербина Метаэвристические алгоритмы для задач комбинаторной оптимизации // Таврический вестник информатики и математики 1(24) 2014 г. стр 3–5.
2. A. Moraglio, Inbreeding Properties of Geometric Crossover and Non-geometric Recombinations / A. Moraglio, R. Poli // Foundations of Genetic Algorithms, 2007, P 1–14.
3. Козин И.В. О свойствах фрагментарных структур // Вісник Запорізького національного університету: Збірник наукових статей. Фізико-математичні науки. – 2012. – № 1. – С. 99-106.

1 СЕКЦІЯ «РАДІОТЕХНІЧНІ, ТА ТЕЛЕКОМУКАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ПРИСТРОЇ»

UDC 621.396.67

Bugrova T.I.¹, Polyarush D.A.², Misiuk O.M.³

SPECTRAL PROPERTIES OF 3D FRACTAL HYBRID ANTENNAS BASED ON METAMATERIALS FOR ANTENNA ARRAYS

The basic requirements for single radiator of array antenna ensuring the continuity of the radio channel in all the spatial evolution of the equipment carrier and multifrequency, as different in functional purpose channels have different carrier frequencies. It must be compact, lightweight and durable. Previous researchers used multiple antennas concurrently.

We propose a new type of antennas for digital antenna arrays – hybrid 3D fractal antennas of a pyramid form with the use of metamaterials [1]. Similar structures have not yet been explored by other authors [2]. The analysis of frequency properties for reflection coefficients S_{11} , standing wave ratio (SWR), spatial magnitude distribution and radiation pattern (RP). Novelty consists in construction of antennas, the study of the characteristics of developed specifically for use in antenna arrays which have a small weight and overall dimensions, high technical characteristics due to metamaterials are used in antenna technology. The HFSS software was used as a simulation tool for 3-D full-wave electromagnetic field simulation. The theoretical and practical results confirm the possibility of hybrid 3D fractal antennas of a pyramid form with the use of metamaterials as multiband matching drone antennas. It is shown that the proposed antenna has a multifrequency properties, small sizes and weight with good matching at the same time.

The antenna has a multifrequency properties due to the scaling effect. A weak directivity in all frequency ranges of our interest provides a prove connection for all spatial positions of drone. Such type antennas can be applied as the illuminators of the mirror systems or as the array elements in multifrequency radar systems and communication systems.

Metastructure presence on the surface of the substrate increases multi-resonance nature of antenna that allows to use it in several frequency bands. Antenna itself thus becomes a high-frequency resonators and set their reduced size. This reduction of size of the entire antenna is important for antenna arrays.

¹ Ph.D., Docent of Radio Engineering and Telecommunication (RET) dept. ZNTU

² MSc student of RET dept. ZNTU, RT-914m

³ MSc student of RET dept. ZNTU, RT-213m

Obtained were the results of umbrella trihedral pyramidal and tetrahedral antennas research for both on-board accommodation (with sizes $\lambda/8$) and for terrestrial mobile control unit ($\lambda/4$) in the car. Every facet of the pyramid is designed as a modified Sierpinski triangle on one side of the dielectric substrate and metamaterials – on the other side of it. The considered geometry is rather far from the classical Sierpinski triangle. It is a 3D hybrid antenna with metamaterials as a four-sided pyramid (Fig. 1).

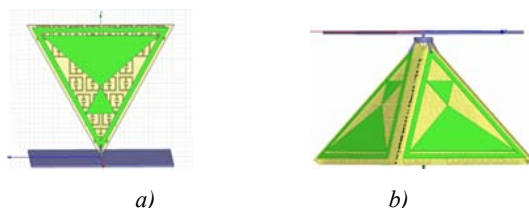


Figure 1 – Four-sided pyramid with an external power connection point through the washer

a – design a metamaterial with facets; *b* – 3D antenna.

Reflection coefficient takes values range $-25 \dots 11.9$ dB, corresponding to it SWR is in the range of $1.1 \dots 1.68$ (Tabl.1).

Table 1 – Summary of the simulation results in HFSS (SWR, S11)

Frequency, GHz	SWR	S11,dB
0.9	1.11	-25.38
1.1	1.68	-11.90
2.4	1.46	-14.42
5.7	1.27	-18.34

It is shown that the proposed antenna has a multifrequency properties, small sizes and weight with good matching at the same time due to the inherent fractal antennas scaling effect. A quasi-isotropic spatial properties in all frequency ranges of our interest provides a confident connection for all spatial positions of drone. The unique designed properties indicate hidden potential as the 3D fractal antennas of a pyramid form with metamaterials give the possibility to be used in other areas of microwave technology and other frequencies. In particular, such type antennas can be applied as the illuminators of the mirror systems or as the array elements in multifrequency radar and communication systems.

References

1. Metamaterials: Physics and Engineering Explorations/ [Edited by N. Engheta and R.W. Ziolkowski].–Wiley - IEEE Press, 2006.– 876pp..
2. Potapov, A.A. Fractals and Chaos as the Basis of New Perspective Technologies in Modern Radio Systems in Supplement to Book R. M. Crownover, Introduction to Fractals and Chaos, Ed. by T.E. Krenkel (Tekhnosfera, Moscow, 2006), PP. 374–479 [in Russian].

THE STRUCTURE OF THE FILTER FOR SUPPRESSING THE FREQUENCY HARMONICS OF HIGH-POWER MICROWAVE TRANSMITTERS

The development of radioelectronic facilities and radio engineering systems has led to a large overload of the used spectrum of ultrahigh frequencies. Along with their growth, the emitted power of the transmitters also increased. Powerful radar transmitters emit, in addition to the main radio emission within the frequency band, also considerable power beyond its limits. Solving the problem of electromagnetic compatibility of radio electronic equipment can be achieved with the help of special filters for high power, switched on at the output of powerful transmitters [1]. The analysis of the absorbing-type filters showed that the known filters poorly satisfy this requirement. Therefore, the design of an absorbing filter uniformly bent in the H plane is proposed. The principle of operation is described in [2]. The design of the filter is two rigidly fastened parts (Fig. 1), each of which is made of oxygen-free copper by milling.

Secondary waveguides are drilled in the thickness of narrow walls and have the following series of diameters: 15, 17, 19, 21, 23 mm. The absorber is an alsiphero. It is applied to the surface of the inner wall of round waveguides in accordance with OSTN.054.030-74. the thickness of the absorber layer is 0.3 mm. A cooling channel extends along the wide walls of the main waveguide. The filter is cooled with distilled water at a pressure of 9 kg/cm². The water temperature at the entrance is not more than 60°C. Water is supplied and discharged through the union.

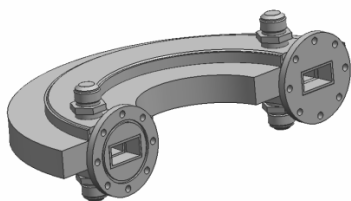


Figure 1 – The structure of the absorbing filter at a high power level

The radius of the bend of the main waveguide must be large enough so that the desired number of secondary waveguides can be located on narrow walls. The radius of bending in this construction is 170 mm. The waveguide is selected as the main waveguide, with a cross section 48x24



¹ Senior lecturer of Radio Engineering and Telecommunication (RET) dept. of ZNTU

² MSe student of RET dept. of ZNTU

Since the water resistance in the cooling channel is sufficiently small (this is due to the simple shape of the channel), it is possible to connect the upper and lower channels in series. This makes it easier to feed and drain water. The fittings are soldered into the plate, which is one of the walls of the cooling channel. Soldering is carried out in 20 g silver according to TU 48-1-303-74. Plates with soldered into them fittings are soldered to the cooling channel. Two parts of the filter are welded in the middle of the wide wall of the main waveguide 27 g. silver in accordance with GOST 19738-74. The seam is made in the middle of the wide wall of the main waveguide, since the currents in this part of the waveguide are zero. Therefore, even poorly executed seams on the wide wall of the waveguide will not affect the operation of the filter. To increase the electrical strength of the filter, a high pressure (5-6 atmospheres) is applied in the working path, which makes it necessary to ensure high tightness of the structure. This is achieved as follows: the outputs of the secondary waveguides are covered by plates that are soldered to the outer surface of the narrow walls of the main waveguide. The cavity of the waveguide is tested for strength with a nitrogen pressure of 9 kgf/cm^2 for 10 minutes, and then the pressure is reduced to 6 kgf/cm^2 and a leak test is performed. The channel of the cooling system is tested for strength with a hydraulic pressure of 12 kgf/cm^2 for 10 minutes. Then the pressure drops to 9 kgf/cm^2 and the test is not tight. Throttle flange is soldered to the input of the filter, and to the output - the contact flange. To increase the attenuation introduced by the filter, several described structures can be connected in series.

References

1. Князев, А. Д., Пчелкин, В.Ф. Проблемы обеспечения совместной работы радиоэлектронной аппаратуры [Текст] / А. Д. Князев, В.Ф. Пчелкин. – Москва: Сов. радио. – 1971.
2. Вольман, В. И., Логачева, Л.М. Фильтр поглощающего типа на высокий уровень мощности [Текст] / В. И. Вольман, Л.М. Логачева // Радиотехника. – 1979. – №1 – 25–28 С.

METADATA ABOUT AUDIOVISUAL OBJECTS IN TELEVISION BROADCASTING

Using metadata or data about data allows you to pick up the various services and content of the new digital TV platform. However, the use of metadata to broadcast multimedia should not be considered as a tool for solving problems related to a complex network multimedia environment. On the contrary, it creates new opportunities for the development of new innovative services.

In multimedia broadcasts, metadata covers both service descriptions and multimedia controls. Metadata is integrated into the transmission cost chain, taking into account all stages of the development of digital television broadcasting. Any metadata is integrated into standards relating to the life cycle of digital broadcasting. The concept is the company's idea of understanding syntactically and semantically complex data by improving their essence in a set of simple descriptors.

MPEG-7 descriptors (DS) are designed to describe the following types of information: low-level audiovisual characteristics, such as color, texture, movement, sound level, etc. High-level semantic objects, events and abstract principles; material management processes; information about the memory system, etc. It is expected that most descriptors corresponding to low-level characteristics will be extracted automatically, while human intervention will be necessary for the formation of high-level descriptors.

MPEG-7 DS are converted into descriptors by combining individual descriptors as well as other DSs within more complex structures and determining the relationship between the component descriptors and the DS. In MPEG-7, the DS is categorized in relation to audio or video areas, or with respect to the description of multimedia. For example, characteristic DSs correspond to unchanged metadata associated with the formation, production, use and management of multimedia, as well as a description of the material. Typically, multimedia DS refers to all types of multimedia, in particular audio, video, and text data, while area-specific descriptors such as color, texture, shape, melody, etc., refer exclusively to audio or video areas. As in the case of descriptors, the implementation of the DS may be based, in some cases, on automatic means, but often requires human intervention, scheme for organizing multimedia DS MPEG-7 in the following areas: basic elements, material description, material management, material organization, navigation and ac-

¹ PhD., associate professor O.S. Popov ONAT

cess, user interaction. The MPEG-7 multimedia DS specification also defines a number of base elements that are reused as a fundamental design in the definition of MPEG-7 DS. Many basic elements provide specific data types and mathematical structures, such as vectors and matrices, which are important for describing audiovisual material. They are also included as elements for linking media files and localizing segments, areas, etc. Many basic elements are designed for special needs of describing audiovisual material, such as description of time, places, people, individuals, groups, organizations, and other text annotations, because of their importance for describing audiovisual material.

Time information: DS for time description is based on the ISO 8601 standard, which was perceived by the XML schema language.

Text annotation: text annotation is also an important component of many DS. MPEG-7 provides a number of basic constructs for text annotation, including free text (words, phrases), structured text (text plus word assignment), and a dependent structured annotation (structured text plus reciprocal links), in order to support a wide range of text descriptions. MPEG-7 also provides DS for material management. These elements describe various aspects of media creation, media coding, recording, file formats and material usage.

Creation of information: describes the formation of audiovisual material. This information describes the creation and classification of audiovisual material and other data that are associated with it. The formation information produces a header (which can be a text or fragment of an audiovisual material), a text annotation, as well as information about the creators, the place of formation and the date. Classification information describes how audiovisual material is classified in categories such as genre, theme, purpose, language, etc. It also provides an overview and management information such as age classification, a thematic review, creators' recommendations, etc. Finally, the information associated with the material describes whether there is another material, which is associated thematically with this material.

References

1. «Jane Hunter ‘Reconciling MPEG-7 and MPEG-21 Semantics through a Common Event-Aware Metadata Model» // [https:// arxiv.org/html/cs/0210021](https://arxiv.org/html/cs/0210021).
2. »ISO/IEC 15938-5 FDIS Information Technology – Multimedia Content Description Interface – Part 5: Multimedia Description Schemes, July 2001, Sydney».

ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ПРОГРАМНО РЕАЛІЗОВАНОГО ПРИСТРОЮ ФАЗОВОГО АВТОМАТИЧНОГО ПІДСТРОЮВАННЯ ЧАСТОТИ

Збільшити місткість системи зв'язку (СЗ) можна не лише використовуючи досконаліші види модуляції, а й зменшенням порогового відношення сигнал/шум (ВСП), за якого система ще зберігає працездатність [1]. Для цього слід підвищити граничну завадостійкість пристрою ФАПЧ, який є складовою цієї системи.

Метою цієї роботи є розробка вдосконаленого програмно-апаратного пристрою фазової синхронізації, який здатний зберігати працездатність за менших ВСП і водночас зберігати свої високі динамічні показники. Завданням роботи є порівняння шумових порогів класичного та модифікованого пристроїв ФАПЧ і їх динамічних властивостей.

Модифікований пристрій ФАПЧ відрізняється від класичного наявністю додаткового блоку вузькосмугового фільтра (ВСФ, рис.1), призначений для максимальної фільтрації випадкової завади, яка попала на вхід пристрою. Після фазового детектора (ФД) присутній фільтр верхніх частот (ФВЧ), щоб компенсувати придушення динаміки зміни корисного сигналу, спричиненого ВСФ. Опорний генератор (ОГ) генерує квадратурні сигнали, що поступають на гілки ВСФ. Петльові фільтри нижніх частот (ФНЧ) і генератори, керовані напругою (ГКН) в обох пристроях ідентичні.

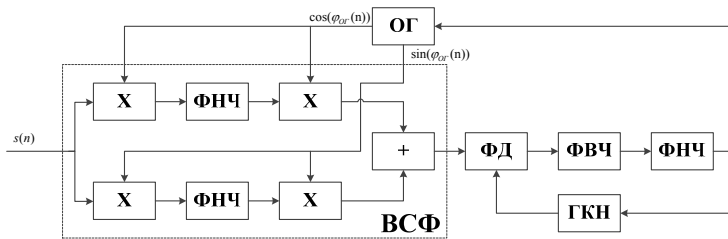


Рисунок 1 – Структурна схема модифікованого пристрою ФАПЧ

Класичний та модифікований варіанти пристроїв ФАПЧ реалізовані на базі програмованої логічної інтегральної схеми (ПЛІС) [2]. Дода-

¹ Д.т.н., професор, НУ «Львівська політехніка»

² Аспірант, НУ «Львівська політехніка»

³ К.т.н., старший викладач, НУ «Львівська політехніка»

тково було створено інтерфейс обміну даними між ПК та ПЛІС у середовищі MATLAB, що дало можливість змінювати параметри пристрою, задавати тип досліджуваного пристрою (класичний чи модифікований) та перелік сигналів для їх спостереження на осцилографі.

Ефективність модифікованого пристрою підтвердили імітаційне моделювання та натурний експеримент. Моделювання виявило, що в модифікованому пристрої багаторазові зриви стеження за короткої час спостерігаються за більших рівнів шуму, ніж для класичного. Експериментальне дослідження показало вираш у пороговому ВСШ до 2,5 дБ залежно від різних параметрів ВСФ (рис. 2). Більш того, динамічні властивості модифікованого пристрою виявились кращими, ніж у класичного, адже тривалість перехідного процесу на виході пристрою при стрибках фази вхідного коливання є меншою.

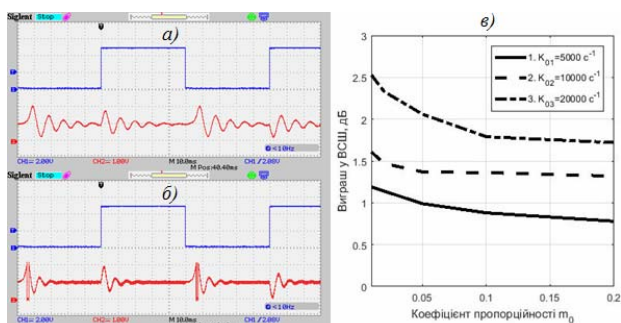


Рисунок 2 – Перехідні процеси у класичному (а) та модифікованому пристрої (б) при стрибкоподібній зміні фази вхідного сигналу і вираш у ВСШ модифікованого ФАПЧ для різних параметрів m_0 ВСФ (в)

У цій роботі розв’язано актуальне наукове завдання – зменшення порогу завадостійкості пристрою ФАПЧ для збільшення місткості існуючих СЗ, частиною яких він є. Ці результати демонструють потенційні можливості експлуатації СЗ в умовах вищих рівнів завад та збільшення кількості користувачів, які одночасно користуються системою.

Перелік посилань

1. Весоловский К. Системы подвижной радиосвязи / Пер. з польської И.Д. Рудинского під ред. А.И. Ледовского – М.: Горячая линия. – Телеком, 2006. – с. 536.
2. Xilinx «7 Series FPGAs Data Sheet: Overview» [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://www.xilinx.com/support/documentation/data_sheets/ds180_7Series_Overview.pdf. – 2018. – 18 р.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ДЕТЕКТОРА НА ЯКІСТЬ ПРИЙМАННЯ 8-QAM СИГНАЛІВ

Основою детектора сучасного радіоприймача є пристрій фазового автопідстроювання частоти (ФАПЧ). Пристрої ФАПЧ мають декілька застосувань, зокрема, їх використовують для частотної фільтрації, частотної модуляції та демодуляції, множення та перетворення частоти сигналу, виділення опорного коливання для когерентного детектування. Принцип роботи ФАПЧ полягає у тому, що він порівнює фази вхідного та опорного сигналів і видає сигнал похибки, відповідно до різниці між цими фазами. Чутливість такої схеми залежить від параметрів фільтра петлі зворотного зв'язку. Враховуючи актуальність ФАПЧ, у цій роботі було досліджено вплив параметрів фільтра петлі на завадостійкість процесу детектування сигналів зі складною фазовою модуляцією. У якості досліджуваного сигналу обрано сигнал з 8-QAM модуляцією, який набув популярності серед розробників систем радіозв'язку завдяки своїй спектральній ефективності.

Найбільшого поширення у сучасній радіоелектроніці набула схема цифрової ФАПЧ, запропонована в роботі [1]. Ця схема набула широкого впровадження, завдяки простоті та доступності її фізичної реалізації.

У роботі [2] запропоновано концепцію оптимально-узгодженого фільтра приймача радіосигналів з фазовою модуляцією. На базі математичної моделі цього фільтра синтезовано пристрій ФАПЧ [3], особливістю якого є зменшення величини відхилення фази сигналу за допомогою пропорційно-інтегруючих фільтрів.

Квадратурну амплітудну модуляцію 8-QAM застосовують у цифрових схемах формування радіосигналів. При її використанні передають два цифрові потоки бітів за допомогою зміни амплітуд двох сигналів-носіїв, з використанням амплітудної маніпуляції як схеми цифрової модуляції. Модуляція 8-QAM є однією з можливих варіацій квадратурно-амплітудної модуляції, що дає змогу передавати вісім можливих символів (тибітів). Фаза сигналу виражена значеннями синфазної та квадратурної компоненти.

Для побудови 8-QAM сигналу використано програмне середовище Matlab. Значення кута, амплітуд синфазної та квадратурної компонент сигналу було сформовано за допомогою інформаційного цифрово-

¹ Д.т.н., професор, НУ «Львівська політехніка»

² К.т.н., старший викладач, НУ «Львівська політехніка»

го сиг налу, який представляє собою послідовність бітів, сформовану програмно у вигляді масиву. Цю послідовність було розділено на трибіти, та сформовано фазу та амплітуду синфазної та квадратурної компоненти модульованого сигналу. Сформований сигнал було надіслано у канал зв'язку для подальшого дослідження можливостей його детектування детектором на базі ФАПЧ.

Дослідження було проведено за наступною методикою: змінюючи значення потужності адитивного шуму в каналі зв'язку при заданих параметрах фільтра петлі ФАПЧ знаходилось таке значення потужності шуму, за якого наступав пороговий ефект у каналі зв'язку, тобто під час детектування відбувається зрив стеження за фазою сигналу, а саме: у деяких випадках неможливо було визначити значення фази через аномальні стрибки, а у інших значення фази сигналу набувало протилежного значення. Повторні дослідження було проведено за інших параметрів фільтра і таким чином було отримано відповідні значення потужності шуму, за якого наступав пороговий ефект для різних конфігурацій параметрів фільтра петлі ФАПЧ.

Отримані значення було сформовано у вигляді таблиці та діаграми (рис. 1), на основі яких було проведено аналіз.

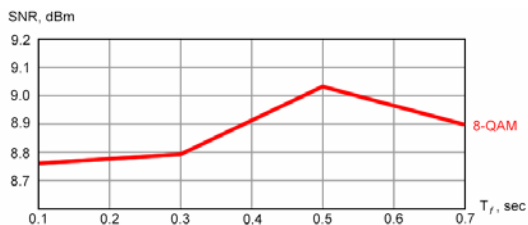


Рисунок 1 – Залежність порогового відношення сигнал-шум від інерційності фільтра петлі ФАПЧ

З результатів моделювання можна зробити висновок, що найбільш стійкою до завади є конфігурація фільтра з параметрами інерційності $T_f = 0,1$ сек та коефіцієнта пропорційності $m = 0,1$. Також при використанні рекомендованих параметрів було досягнуто вигравш завадостійкості більш ніж 1,3 дБ у порівнянні з класичним ФАПЧ.

Перелік посилань

- BestRoland E. «Phase-LockedLoops: Design, Simulation, andApplications, SixthEdition» // Roland E. Best –McGraw-HillEducationNewYork, 2007.
- Тихонов В.И. Марковские процессы // В.И. Тихонов, М.А. Миронов – Москва, Сов. Радио, 1977.
- Бондарев А.П. Пристрій фазового автопідстроювання частоти. Патент України на винахід № 66435 // А.П. Бондарев, М.С. Мартинів – Бюлетень №5, 2004.

МОДЕЛЮВАННЯ НАПІВСМУГОВОГО ФІЛЬТРУ

При вирішенні завдань синтезу та аналізу систем різного призначення все більшу роль відіграє імітаційне моделювання. Сучасний рівень розвитку апаратного і програмного забезпечення дозволяє виконувати моделювання роботи на різних рівнях роботи апаратури - від ідеї роботи системи, вираженою в математичній формі до її реалізації. Само по собі моделювання в даному випадку не є остаточною метою даної роботи, а є інструментом в ході проектування і дозволяє зручно, з різних точок зору, оцінити якість роботи системи [1].

Об'єктом дослідження є напівсмуговий фільтр, що розробляється в цифровому вигляді. Такий фільтр корисний для розробника, оскільки є базовим елементом для виконання великої кількості операцій над сигналом - перенесення сигналів за частотою, модуляції, демодуляції. Зручно використовувати модель фільтру також тим, що це дозволяє виконувати перевірку якості роботи як за частотними так і за часовими характеристиками, а також за ключовими параметрами, істотними для поточного завдання дослідника, наприклад, чисельність вентилів, значення затримки тощо.

Оскільки фільтр є цифровим, то за допомогою програмного комплексу Matlab і Simulink можна виконати моделювання, починаючи від завдання параметрів фільтра і закінчуючи його реалізацією, що дуже зручно, дешево і потребує дійсно мінімум часу.

Matlab дозволяє отримати структуру фільтра заданого виду, його коефіцієнти з урахуванням або без урахування округлення, а також в зручній формі представити повний набір характеристик фільтра у найкоротший термін та якісно [2]. На жаль, для аналогового фільтра завдання вирішується складніше.

Але для реалізації фільтра в ПЛІС необхідний зручний перехід в обране середовище опису цифрової апаратури - VHDL, Verilog, System Verilog. Таким чином, проектування триває вже в спеціалізованій програмі (Quartus II або ISE) і цілком наближене до апаратурного синтезу [3, 4]. Такий перехід дозволяє виконувати Matlab в напівавтоматичному режимі. Це додає гнучкості процесу проектування і дозволяє знизити витрати на проектування.

¹ к.т.н., доц. ХНУРЕ, Харків

² Магістрант ХНУРЕ, Харків

При моделюванні використовувалася розрядність – не менш ніж 16 біт на кристалах Spartan 6 і Artix 7.

1. Spartan 6. Обмеження на розрядність досить розпливчасті. На кристалі реалізовані швидкісні апаратні помножувачі 18x18 біт і акумулятор 48 біт, що істотно, але не повністю обмежує розрядність. В принципі, збільшувати розрядність можна. Навантаження на кристал, звичайно ж, зростає, але можна використовувати в навчальних цілях.

2. Artix 7. У порівнянні з ним, Spartan виглядає простим. Крім того, що може запропонувати Xilinx на прикладі Spartan 6 для початкового рівня знайомства з можливостями сучасних ПЛІС з обробки сигналів, є можливість освоїти інтерфейси, які широко використовуються в даний час. Власне, для роботи з інтерфейсами і оптимізований Artix 7. Це такі інтерфейси як PCI Express Base Spec 2.1 Gen1 (2.5 Gb / s) і Gen2 (5 Gb / s). Максимальна швидкість роботи до 6.25 Gb / s. Є можливість перетворення послідовного коду в паралельний словами довжиною 16, 20, 32, або 40 біт в приймачеві та виконання зворотної операції передавачем.

Розроблено в Matlab проект напівсмугового фільтра 32-го і 128-го порядку. Досліджено характеристики фільтра. При переході до програмного середовища ISE маємо можливість оперативно отримати структуру фільтра і досліджувати характеристики цифрової системи.

Розглядаючи такий простий приклад, продемонстровано можливості роботи різних програмних засобів у взаємозв'язку. Потужності найпростіших кристалів Spartan 6 і Artix 7, що мають щонайменше 3840 елементів (Logic Cells), вистачає для реалізації навіть не оптимізованого алгоритму: приблизно 1100 елементів (instances) та 320 вузлів (DFlops).

Перелік посилань

1. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа: [Учеб. пособие для вузов по спец. «Прикл. математика»] / Н. Н. Моисеев. – М.: Наука, 1981. – 487 с
2. Цифровая обработка сигналов и MATLAB: учеб. пособие / А. И. Солонина, Д.М. Клионский, Т. В. Меркучева, С. Н. Перов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 512 с.: ил. – (Учебная литература для вузов).
3. Семенец В. В. Проектирование цифровых систем с использованием языка VHDL : учеб. пособие / В. В. Семенец, И. В. Хаханова, В. И. Хаханов ; МОН Украины, ХНУРЭ. – Харьков : ХНУРЭ, 2003. – 492 с.
4. Семенец В. В. Технология межсоединений электронной аппаратуры: учеб. для вузов / В. В. Семенец, Джон Кратц, И. Ш. Невлюдов, В. А. Палагин. – Х. : изд. «СМИТ», 2005. – 432 с. [Semenets V. V., Kratts Dzh., Nevlyudov I. Sh., Palagin V. A].

ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ АМПЛІТУДНОЇ МОДУЛЯЦІЇ БАГАТЬОХ СКЛАДОВИХ

Актуальним питанням у наш час залишається необхідність підвищення технічної ефективності телекомунікаційних систем при передаванні інформації. Одним зі шляхів підвищення ефективності є застосування нових високоефективних різновидів модуляції сигналу замість відомих [1]. Метою цієї роботи є дослідження відомих і нових різновидів модуляції сигналу й виявлення серед них тих, що забезпечують підвищення технічної ефективності телекомунікаційної системи.

До показників технічної ефективності телекомунікаційної системи належать енергетична, частотна та інформаційна ефективність. Енергетична ефективність $\beta_{\text{мод}}$ є оберненою величиною до відношення енергії одного біта інформації $E_{\bar{\sigma}}$ до спектральної густини потужності N_0 білого шуму в системі:

$$\beta_{\text{мод}} = E_{\bar{\sigma}} / N_0. \quad (1)$$

Енергетична ефективність може набувати значень у межах від 0 до границі Шеннона. Для обчислення енергетичної ефективності задають певне значення ймовірності помилки, при якому із відомих залежностей ймовірності помилки від відношення енергії одного біта інформації від спектральної густини потужності білого шуму визначають значення цього відношення, обернена величина до якого і дорівнює $\beta_{\text{мод}}$.

Частотна ефективність $\gamma_{\text{мод}}$ прямо пропорційна швидкості передавання інформації $v_{\bar{\sigma}}$ та обернено пропорційна ширині спектра сигналу ΔF_c в системі:

$$\gamma_{\text{мод}} = v_{\bar{\sigma}} / \Delta F_c. \quad (2)$$

Якщо врахувати, що для цифрового амплітудно-фазоманіпульованого сигналу з алфавітом із M символів

$$v_{\bar{\sigma}} = \log_2(M) / T_{\text{сим}}, \quad \Delta F_c = 1 / T_{\text{сим}},$$

тоді формулу (2) можна спростити до наступного вигляду:

$$\gamma_{\text{мод}} = \log_2(M). \quad (3)$$

¹ Д.т.н., професор, Національний університет «Львівська політехніка».

² Студент, Національний університет «Львівська політехніка».

Частотна ефективність може набувати значень у межах від нуля до нескінченності.

Інформаційна ефективність η_{mod} показує, наскільки швидкість передавання інформації менша за пропускну здатність системи. Якщо прийняти, що смуга пропускання системи рівна ширині спектра сигналу, інформаційну ефективність розраховують за наступною формулою:

$$\eta_{mod} = \gamma_{mod} / \log_2((\gamma_{mod} / \beta_{mod}) + 1). \quad (4)$$

Інформаційна ефективність набуває значень від нуля до одиниці.

Для підвищення технічної ефективності телекомунікаційної системи запропоновано застосовувати новий різновид цифрової модуляції – амплітудну модуляцію багатьох складових (АМБС) [2, 3]. Результати дослідження показників технічної ефективності телекомунікаційної системи з використанням відомої 8-позиційної квадратурної амплітудної модуляції (8-КАМ) та 8 позиційної АМБС (8-АМБС) при ймовірності символної помилки $P_{сим} = 10^{-5}$ наведено в таблиці.

Таблиця – Енергетична, частотна та інформаційна ефективність 8-КАМ і 8-АМБС

Модуляція	β_{mod} дБ	γ_{mod} дБ	η_{mod}
8-КАМ	-12,90	4,78	0,509
8-АМБС	-11,86	4,78	0,540

На основі отриманих результатів видно, що 8-АМБС забезпечує вищу енергетичну та інформаційну ефективність телекомунікаційної системи порівняно з 8-КАМ, тому така модуляція рекомендується для застосування в нових телекомунікаційних системах для передавання інформації.

Перелік посилань

1. ITU-T Recommendation G.992.3. Asymmetric digital subscriber line transceivers 2 (ADSL2). – Geneva : ITU, 2010. – 404 p.
2. Горбатий І. В. Амплітудна модуляція багатьох складових / І. В. Горбатий // Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є.Пухова НАН України. – К. : ІПМЕ ім. Г. Є.Пухова НАН України, 2009. – Вип. 50. – С. 186–190.
3. Gorbatyy I. V. Optimization of signal-code constructions using the maximum efficiency criterion / I. V. Gorbatyy // Radioelectronics and communications systems, 2013, Vol. 56, Issue 12, P. 560–567.

ФІЗИЧНИЙ ЗМІСТ ПОНЯТЬ І ТРАДИЦІЙНИХ ТЕРМІНІВ РАДІОТЕХНІКИ

Наука невпинно розвивається і наші уявлення про світ вдосконалюються. Уявлення формуються в поняття, які виражені відповідними словами – термінами. Завдяки термінології люди однаково уявляють предмет, який є об'єктом їх зацікавленості. Однак з часом назва предмета перестає відповідати його справжньому фізичному змісту і доводиться спілкуватися мовою жаргону, коли говориться одне, а розуміється інше. Таке трапляється в науці, у тому числі і в радіотехніці, яка користується давніми фізичними термінами, такими як «електричний заряд», «електричне поле», «магнітне поле», «електричний струм». Підміна понять перешкоджає предметному мисленню, робить його абстрактним і відстороненим. Тому потрібно звертати увагу на справжній зміст тих чи інших термінів і формувати їх адекватність. В роботі аналізується розвиток таких загальноживаних і дуже поширених в радіотехніці понять і відповідних їм термінів як «електричний заряд» і «електричне поле», їх відповідність реальному фізичному змісту у наш час. Поняття «заряд» і «поле» формувалися історично на основі розвитку емпіричних уявлень, однак і в наш час існує проблема розуміння суті цих понять. «Заряди» мають одну надзвичайну особливість – вони окремо не бувають, а завжди з речовиною. Крім того, «заряди» мають ще одну особливість – незрозумілий механізм їх реальної взаємодії, їх взаємного притягування або відштовхування. Ці традиційні проблемні питання потребують пояснення. Нині ми знаємо, що **найменший** від'ємний заряд у електрона як найменшої частинки речовини. Умовно речовину електрона можемо назвати **«електронною» речовиною**. А **найменший** додатний заряд у протона – найменшої частинки **речовини «протонної»**. Важливо зазначити, що **в електрона і протона речовини різні**. Причому, від'ємні заряди завжди з електронами, а додатні – з протонами. В часи Кулона такого не знали і тоді можна було думати, що речовина однакова, а стає додатною чи від'ємною тому, що в ній в результаті зарядки з'являються різні заряди. Тут просто виходить подвійна назва одного й того ж – подвійна термінологія. Насправді речовина протонна (умовно

¹ К.т.н., доцент. Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації.

² Докт. пед.наук (фізика), професор каф. математики і фізики, військовий інститут телекомунікацій та інформатизації.

³ Канд. фіз.-мат. наук, викладач кафедри нанофізики конденсованих систем, Київський національний університет імені Тараса Шевченка

«додатня») має додатній заряд, а речовина електронна («від'ємна») – від'ємний. Атоми тіла складаються із позитивно «заряджених» протонів (ядер) і негативних електронів навколо них. Кількість протонів дорівнює кількості електронів і загалом атом електронейтральний. Якщо від атома відірвати електрон – атом іонізується. Тоді й кажуть, що тіло заряджається. Отже, **«заряд» тіла означає переважання у ньому протонної («додатньої») або електронної («від'ємної») речовини.** Таким чином, назви «додатній заряд» і «від'ємний заряд» є умовними, це синоніми «електронної» і «протонної» речовин, які є різними.

Важливою особливістю «зарядів» є те, що вони взаємодіють на відстані, однак **механізм взаємодії** традиційно залишається без пояснення – просто констатується, що на заряджене тіло діє сила з боку електричного «поля». Звичайно, можна пояснювати абстрактно, що взаємодія відбувається через «електричні поля», не вникаючи в суть поняття «поле». Але між тілами існує «щось» реальне і саме через те «щось» вони взаємодіють. І ця взаємодія відбувається не абстрактно, а реально ! Тому треба відповісти предметно, що являє собою «поле» ? В математиці суть терміну «поле» зрозуміла – синонімом цього слова є «розподіл». Наприклад, вираз **«поле векторів»** означає **розподіл векторів** у просторі чи на площині. В даному ж випадку електронна чи протонна речовина створює навколо себе «поле» як розподіл чогось такого, що вона вилучає і через що відбувається взаємодія. Наприклад, якщо на воді знаходяться поряд два човни, вони можуть взаємодіяти через обмін частинками. Якщо з човна на човен кидати тіла, то вони будуть розходитись. У випадку електронів і протонів також відбувається взаємодія через обмін частинками. Це можуть бути «поля» (розподіл) якихось реальних частинок, які випромінює електронна чи протонна речовина. Причому, позитивні заряджені тіла випромінюють частинки одного типу, а негативно заряджені – іншого типу. Саме ці частинки і спричиняють взаємодію на відстані – однакові частинки відштовхуються, а різні (електрон і протон) – притягуються. Отже, якщо взаємодія відбувається через обмін частинками, то виходить, що електрони і протони, будучи **різними речовинами**, ще й самі вилучають якісь **«частинки взаємодії»**, причому частинки різні – «додатні» і «від'ємні». І саме завдяки цьому можна пояснити відштовхування чи притягування.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ РІШЕНЬ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БАГАТОАЛЬТЕРНАТИВНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РАДІОНАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Процес класифікації будь-якої радіонавігаційної системи (РНС) складається з сукупності елементарних операцій (ЕО), призначених для виконання певних функцій у певній послідовності у відповідності з обраним алгоритмом класифікації [1, 2]. Для побудови математичної моделі процесу формування рішень про технічний стан РНС, необхідно описати залежність вихідних характеристик досліджуваної системи від властивостей об'єкта контролю і системи контролю. З цією метою модель передбачає представлення процесів формування рішень у вигляді спільної дії сукупності ЕО. Отже, якість виконання класифікації РНС визначається якістю виконання кожної з досліджуваної ЕО. Тому запропонована математична модель формування рішення при класифікації РНС буде ґрунтуватися на математичній моделі ЕО.

Технічний стан радіомаяків системи посадки оцінюється трьома видами контролю (влаштований, виносний, апертурний). При цьому ряд контрольованих параметрів («зона», «крутизна») можуть знаходитися в трьох якісних станах («норма», «погіршення», «аварія»). Таким чином виникає задача аналізу процесів прийняття рішень при класифікації технічного стану засобів, які характеризуються трьома станами якості. Позначимо ξ – контрольований параметр радіомаяка, $\xi^1, \xi^2, \dots, \xi^n$ – результати його перетворення сукупністю n ЕО контролю, виконаних послідовно. Оскільки у процесі контролю розглянутий параметр може перебувати тільки в одному з трьох класифікованих станів (КС) («норма», «погіршення» або «аварія»), то імовірності станів параметра перед початком контролю:

$$p^0(E_1) = p(\xi \in E_1),$$

$$p^0(E_2) = p(\xi \in E_2),$$

$$p^0(E_3) = p(\xi \in E_3),$$

де E_1, E_2, E_3 – відповідно стани «норма», «погіршення», «аварія», за цим параметром; $p^0(E_1), p^0(E_2), p^0(E_3)$ – імовірності знаходження параметрів у зазначених станах перед початком контролю.

Розглянемо довільну (k -у в послідовності виконання алгоритму класифікації) ЕО. Будь-яка k -а ЕО при контролі стану «норма» по дано-

¹ канд. техн. наук, доцент кафедри авіаційних радіоелектронних комплексів Національного авіаційного університету

му параметру може бути описана сукупністю безумовних імовірностей перед початком її дії [1]:

$$P_1^{k-1}(E_1) = P\left(\begin{matrix} \xi^{k-1} \in D_1^{k-1} \\ \xi \in E_1 \end{matrix}\right),$$

$$P_2^{k-1}(E_1) = P\left(\begin{matrix} \xi^{k-1} \in D_2^{k-1} \\ \xi \in E_1 \end{matrix}\right),$$

$$P_3^{k-1}(E_1) = P\left(\begin{matrix} \xi^{k-1} \in D_3^{k-1} \\ \xi \in E_1 \end{matrix}\right),$$

де $D_1^{k-1}, D_2^{k-1}, D_3^{k-1}$ – відповідно стани «норма», «погіршення», «аварія» перетвореного параметра після завершення k -ї ЕО.

Для опису k -ї ЕО необхідно розглянути також матрицю перехідних імовірностей:

$$W_{ij}^k = \begin{bmatrix} \omega_{11}^k & \omega_{12}^k & \omega_{13}^k \\ \omega_{21}^k & \omega_{22}^k & \omega_{23}^k \\ \omega_{31}^k & \omega_{32}^k & \omega_{33}^k \end{bmatrix},$$

Аналогічні вирази можуть бути отримані при розгляді процесів контролю станів параметрів «погіршення», «аварія». Імовірнісний граф прийняття рішень в результаті здійснення k -ї ЕО при контролі працездатності об'єкта, який знаходиться у трьох класифікованих станах розглянутий у роботі [2].

У відповідності з запропонованою моделлю здійснюється подальше обчислення безумовних імовірностей знаходження РНС в певних КС на підставі оцінки імовірностей можливих співвідношень контрольованого параметра РНС на вході ЕО та перехідних імовірностей в процесі її виконання.

Перелік посилань

1. Zuiiev O.V. «Ground Radio Navigation Systems Maintenance Processes Improvement». Electronics and Control Systems. – № 4(50), 2016. – P.78–83.
2. Zuiiev O.V. «Instrument Landing Systems' Control Processes Investigation». Signal

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЕМНИКОВ RTL-SDR В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СИГНАЛОВ ВОЗДУШНЫХ СУДЕН В ТЕХНОЛОГИИ ADS-B

С появлением вполне доступных по цене приемников RTL-SDR (Real Time Desktop Software Defined Radio) появилась возможность в учебном процессе использовать вместо цифровых моделей реальные сигналы различных информационных систем. Приемник стыкуется с ПК по USB порту и информация передается в пакет MATLAB в реальном времени. Это обеспечивает широкие возможности исследования различных вариантов алгоритмов обработки сигналов и оценку их эффективности. В докладе рассматриваются эти возможности на примере исследования сигналов воздушных судов в технологии ADS-B (automatic dependent surveillance-broadcast).

Информация всеми самолетами передается на частоте 1090 МГц с использованием амплитудной модуляции. Время передачи одного информационного бита составляет 1 мкс. Одна посылка состоит из 56 или 112 бит данных. Посылка начинается с синхроимпульса длительностью 8 мкс и затем следует информационная часть. Сообщение закрывается 24 битным кодом CRC. Короткое сообщение содержит только номер судна в соответствии с регистрацией ICAO. Длинное сообщение кроме бортового номера в зависимости от типа сообщения может содержать информацию о расположении судна относительно поверхности земли, скоростные характеристики или номер рейса [2].

Исследование сигналов ADS-B и алгоритмов их обработки проведено на основе MATLAB программы с открытым кодом **ADSBAirplaneTrackingwithRTLSDR**, которая приводится в приложении к книге [1] (авторские права на программу принадлежат корпорации MathWorks). Приведен анализ алгоритма обработки этой программы с обозначением мест, которые целесообразно исследовать на возможность дополнительной оптимизации. Проведено около 10 суток сеансов по приему сигналов воздушных судов, пролетающих в окрестностях Николаева на штатную 15 см штыревую антенну, располагавшуюся внутри помещения. Радиус приема сигналов составил около 100 км. Ежедневно в зоне контроля оказываются 2–3 десятка самолетов, от которых фиксируется свыше 6000 сообщений с совпадением кода CRC.

¹ к.т.н., доцент Национального университета кораблестроения им. адм. Макарова

Например, в сеансе наблюдения с 11 часов 12 января до 9 часов 13 января 2018 года всего получено 6218 сообщений от 26 рейсов воздушных судов. Из них в 6 случаях сигналы получены от прямого и обратного рейсов. Наиболее длительный интервал наблюдения зафиксирован для борта 50816F, выполнявшего рейс Херсон-Киев (10 минут 28 секунд). Наибольшее количество сообщений (**820**) получено от борта 4B906C, выполнявшего рейс PGT429 (PC429) Харьков-Стамбул. Все полученные результаты подтверждаются данными сайта www.flightradar24.com [3].

Показано, что снижение порога по коэффициенту корреляции при поиске синхроимпульса со значения 0.68, установленного авторами программы, до 0.60 увеличивает количество выделенных сообщений на 20–25%.

В соответствии со структурой сообщений ADS-B в режиме Mode-S два первых полубайта для коротких сообщений могут принимать только значения **5D** или **5F**. В экспериментальном режиме работы программы с отключением поиска синхроимпульса были обнаружены короткие сообщения с правильным кодом CRC, начинающиеся с **ВА** или **ВЕ**. Установлено, что в сообщениях используется другой синхроимпульс, который был определен экспериментально. Сеансы наблюдений с новым синхроимпульсом показали, что в течение суток количество нестандартных сообщений составляет около 500 от одного-двух десятков воздушных судов. Значительная часть бортовых номеров при этом отсутствует в БД flightradar24, часть номеров идентифицируются по БД, но данные по борту отсутствуют. Делается вывод, что, скорее всего, это самолеты малой авиации.

Перечень ссылок

1. Robert W. Stewart, Kenneth W. Barlee, Dale S.W. Atkinson, Louise H. Crockett. Software Defined Radio using MATLAB & Simulink and the RTL-SDR. // University of Strathclyde, Glasgow, Scotland, UK, 2015, 674p.
2. Junzi Sun. ADS-B Decoding Guide. Release. 2018, 49 p.
3. Іхсанов Ш. М., Рябенський В. М., Дьяконов О.С. Дослідження сигналів реальних інформаційних систем з використанням приймачів RTL-SDR : навч. посіб. / Ш. М. Іхсанов, В. М. Рябенський, О.С. Дьяконов. – Миколаїв, 2018. – 175 с.

МЕТОДИКА ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОПТИЧНИХ РОЗГАЛУЖУВАЧІВ

В роботі наведена методика виміру основних параметрів ОР та результати її застосування для дослідження серійного ОР FBT-типу (Fused Biconic Taper – [сплавний біконічний розгалужувач](#)).

Структурні схеми макету для вимірювання параметрів ОР наведені на рис. 1, а, б, в. Об'єкт дослідження – серійний одномодовий оптичний розгалужувач 1 x 3 №1228/21/03 компанії «Оптел». Вимірювання проводилися за допомогою оптичного тестера JDSU, що включає стабілізоване джерело випромінювання (СДВ) з робочою довжиною хвилі 1310 нм, вимірювач оптичної потужності (ВОП), ПК – «патчкорд» – протестований станційний оптичний кабель.

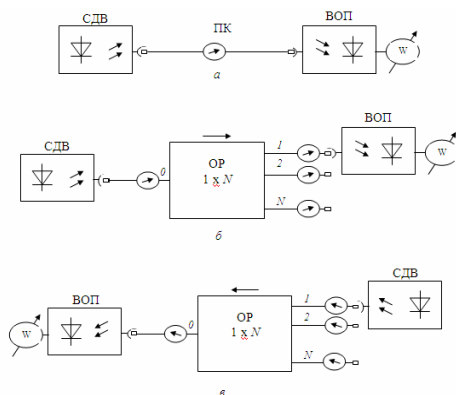


Рисунок 1 – Структурні схеми макету для вимірювань параметрів ОР (N = 3)

Вимірвання параметрів розгалужувача в режимі розділення потужності світла проводилося за схемою на рис. 1, б. Результати вимірів в цьому режимі наведені в табл. 1. Коефіцієнти передачі потужності (втрати передачі) між полюсами θ і та 1, 2 та 3 дорівнюють

$$a_{\text{пер } 0-1}(\text{дБ}) = p_0(\text{дБм}) - p_1(\text{дБм}), \quad a_{\text{пер } 0-2}(\text{дБ}) = p_0(\text{дБм}) - p_2(\text{дБм}),$$

$$a_{\text{пер } 0-3}(\text{дБ}) = p_0(\text{дБм}) - p_3(\text{дБм}).$$

Коефіцієнти розгалуження потужності між вихідними полюсами ОР 1, 2, 3 розраховуються за формулами:

¹ К.т.н., доцент кафедри Телекомунікаційних систем ОНАЗ ім. О.С.Попова.

² К.т.н., доцент кафедри Радіотехніки та телекомунікацій ЗНТУ.

$$R_{0-1} = [P_1(\text{мкВт})/P_{\Sigma}(\text{мкВт})] \cdot 100 \%, R_{0-2} = [P_2(\text{мкВт})/P_{\Sigma}(\text{мкВт})] \cdot 100 \%, \\ R_{0-3} = [P_3(\text{мкВт})/P_{\Sigma}(\text{мкВт})] \cdot 100 \%,$$

де $P_{\Sigma}(\text{мкВт}) = P_1 + P_2 + P_3 = 60,6 + 58,6 + 57,3 = 176,5 \text{ мкВт}$.

Внесені втрати в режимі розділення потужності

$$a_{\text{вн розд}}(\text{дБ}) = 10 \lg [P_0 / (P_1 + P_2 + \dots + P_N)] = -7 - (7,5) = 0,5 \text{ дБ}.$$

Неоднорідність за вихідними портами розраховується за формулою $\Delta p(\text{дБ}) = |p_i(\text{дБм}) - p_{i+1}(\text{дБм})|$, де $i = 1, 2, 3$ та складає 0,5 дБ.

Таблиця 1 – Результати в режимі розділення потужності

Потужності та їх рівні на вихідних полюсах 1, 2, 3 за умови подачі світла на вхідний полюс 0								Результати розрахунків		
P_{0-1}		P_{0-2}		P_{0-3}		P_{0-3}		R_{0-1}	R_{0-2}	R_{0-3}
дБм	мкВт	дБм	мкВт	дБм	мкВт	дБм	мкВт	%	%	%
-7,5	164	-12,6	60,6	-12,3	58,6	-12,4	57,3	34	33	33
Коефіцієнти передачі – виміряні/паспортні								-	-	-
$a_{\text{пер } 0-1}$		$a_{\text{пер } 0-2}$		$a_{\text{пер } 0-3}$		$a_{\text{пер } 0-3}$		-	-	-
5,1/4,9		4,8/4,7		-		4,9/4,6		-	-	-

Виміри параметрів розгалужувача в режимі підсумовування потужності світла виконувалося за схемою рис. 1, в. Здобуті параметри ОР в такому режимі подані в табл. 2. При вимірах P_{0-1} , P_{0-2} , P_{0-3} ДСВ послідовно підключається до вхідних полюсів 1, 2, 3, а ВОП – до вихідного полюсу 0.

Коефіцієнти передачі потужності (втрати передачі) в режимі підсумовування потужності між полюсами 1, 2, 3 та 0 відповідно

$$a_{\text{пер } 1-0}(\text{дБ}) = p_1(\text{дБм}) - p_0(\text{дБм}), a_{\text{пер } 2-0}(\text{дБ}) = p_2(\text{дБм}) - p_0(\text{дБм}), a_{\text{пер } 3-0}(\text{дБ}) = p_3(\text{дБм}) - p_0(\text{дБм}).$$

Внесені втрати в режимі підсумовування потужності

$$a_{\text{вн підсум}}(\text{дБ}) = 10 \lg [P_0 / (P_{0-1} + P_{0-2} + \dots + P_{0-N})].$$

Таблиця 2 – Результати в режимі підсумовування потужності

Потужності та їх рівні на вихідному полюсі 0 за умови послідовної подачі світла на вхідні полюси 1, 2, 3						Результати розрахунку	
P_{0-1}		P_{0-2}		P_{0-3}		$P_0 = P_{0-1} + P_{0-2} + P_{0-3}$	
дБм	мкВт	дБм	мкВт	дБм	мкВт	дБм	мкВт
-12,3	59	-12,6	55	-12,7	53	-7,5	176
Коефіцієнти передачі (дБ)						-	-
$a_{\text{пер } 1-0}$		$a_{\text{пер } 2-0}$		$a_{\text{пер } 3-0}$		-	-
4,8		5,1		5,2		-	-

Висновки. Виміряні та паспортні коефіцієнти передачі ОР близькі за значенням (табл. 1). Коефіцієнти передачі ОР, що виміряні у зустрічних напрямках ($a_{\text{пер } 0-3}$ і $a_{\text{пер } 3-0}$) відрізняються на 0,3 дБ (табл. 1 і табл. 2).

ОРГАНИЗАЦИЯ БИБЛИОТЕКИ АТТРАКТОРОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОТОКА АБОНЕНТОВ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ НА РЕАЛЬНЫХ МАРШРУТАХ

В настоящее время проблемой моделирования потоков абонентов занялось значительное количество исследователей. Кроме моделей случайной и псевдослучайной мобильности, таких как случайное блуждание (RW), случайная точка пути (RWP), группа контрольных точек (RPG), Манхэттенская модель (Manhattan), модель подвижности Гаусса-Маркова, появились модели с учетом социального поведения пользователей [1], а также опубликованы результаты моделирования потока абонентов через пространственную плотность подвижных узлов на основе «путевой точки» [2–3]. Однако, большинство этих моделей предполагает равномерное расположение узлов как в потоке, так и плавное равномерное «течение» самого потока.

В действительности же при движении в потоке люди общаются друг с другом, имеют личные и групповые интересы. При движении людей в сторону главного аттрактора (например, перед началом концерта на одной из площадей города) им по пути встречаются аттракторы, которые имеют меньшую степень привлекательности (например, киоски с напитками или мороженым, аптека либо кафе), но реально отвлекают часть абонентов из потока и задерживают их на некоторое время (рис. 1).

Учет таких попутных аттракторов ведет к более реальному моделированию потоков абонентов. Авторы обратили внимание на ограниченное число отвлекающих аттракторов в городских условиях. Таковыми являются: киоски с напитками, попкорном, мороженым; гастроном, лотки с сувенирами и др. Если привлекательность главного аттрактора принять за 1, которой соответствует, например, 1000 слушателей концерта, то привлекательность попутных аттракторов (их емкость, например, 60 человек) будет составлять сотые, может быть десятые доли привлекательности главного аттрактора. Однако по пути к главному аттрактору таких отвлекающих заведений несколько и пренебрегать их влиянием на течение потока людей не следует.

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² ст. преподаватель ЗНТУ

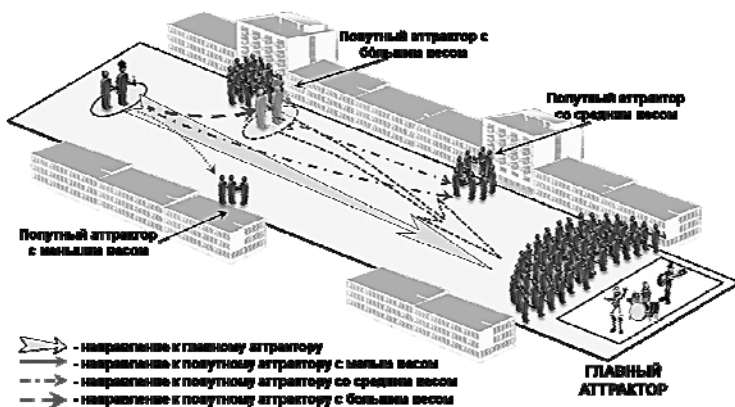


Рисунок 1 – Аттракторы, встречающиеся на пути абонентов к главному аттрактору

На рис. 2 отражены наблюдения за несколькими аттракторами: фиксировалось количество посетителей разных заведений в течение 80 мин. до начала концерта в главном аттракторе.



Рисунок 2 – Графики изменения количества абонентов в 5-ти аттракторах на протяжении 80 мин. до начала концерта в главном аттракторе

Имея информацию о наполненности попутных аттракторов в любой момент времени, нетрудно составить гистограмму задержки абонентов в соответствующих аттракторах (рис. 3). Естественно, что такие задержки определяют пульсации потока абонентов к главному аттрактору.

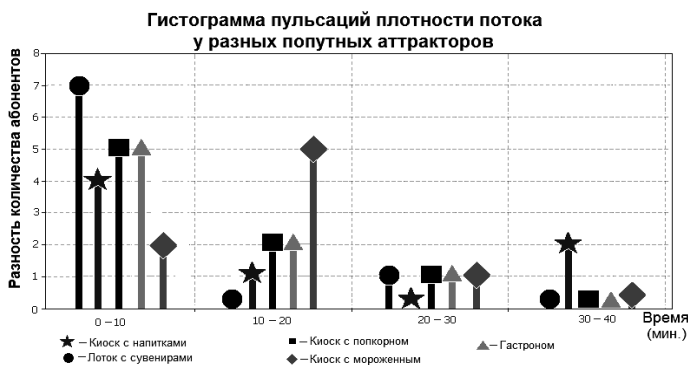


Рисунок 3 – Гистограмма задержек абонентов у разных аттракторов

Для математического и алгебраического представления процессов работы каждого из аттракторов были использованы предложения, описанные в работе [3] и основанные на обычных дифференциальных уравнениях (ODE). Расхождение с практикой не превысило 18%.

В продолжение данной тематики авторы намерены реализовать описанный процесс, создав реалистичную модель мобильности для имитационного моделирования в программном пакете Riverbed® Modeler.

Перечень ссылок

1. H. Costantini, S. Boumerdassi. «Social Mobility Models Realism versus Real Traces», 2012 IEEE Wireless Communications and Networking Conference: Mobile and Wireless Networks (IEEE WCNC 2012 Track 3 Mobile and Wireless), April 2012, pp.10–20.
2. I. Stepanov, J. Haehner, C. Becker, J. Tian, K. Rothermel, «A Meta-Model and Framework for User Mobility in Mobile Networks», in Proceedings of 11th IEEE International Conference on Networks 2003 (ICON'2003), Sydney, Australia, October 2003.
3. B.A.A. Nunes, K.Obraczka. «A framework for modeling spatial node density in waypoint-based mobility». Wireless networks Vol.20(4), pp.775–786.

НАБЛИЖЕНИЙ РОЗРАХУНОК ПОГЛИНАЮЧОГО ФІЛЬТРА ГАРМОНІК

Серед хвилевідних поглинаючих фільтрів для великого рівня потужності найбільш популярні фільтри типу «антенна решітка» – складні з'єднання прямокутних хвилеводів, або прямокутних і круглих хвилеводів через отвори зв'язку різної форми [1, 2].

Строгий електродинамічний розрахунок таких хвилевідних структур є досить трудомістким, так як вимагає чисельної реалізації громіздких дифракційних задач. Тому існує потреба в розробці відносно простих методик розрахунку фільтруючих пристроїв.

У даній роботі приводиться розрахунок характеристик фільтра з додатковими бічними хвилеводами (рис. 1). Розміри бічних хвилеводів вибираються з таким розрахунком, щоб робоча частота фільтра f_0 була для них критичною частотою. Всі бічні хвилеводи навантажені на поглинаючі навантаження.

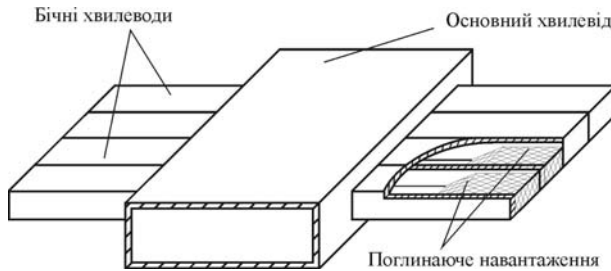


Рисунок 1 – Конструкція поглинаючого фільтра

Вводяться наступні припущення, що спрощують розрахунок: вважається, що щілини не вносять відбиття (в смузі пропускання і загасання); стінки всіх хвилеводів – ідеально провідні; впливом щілин на структуру поля в основному хвилеводі можна знехтувати.

Було проведено експериментальне дослідження фільтра другої гармоніки, побудованого на базі хвилеводу з поперечним перерізом 48x24 мм і бічними хвилеводами – 15x2,5 мм. Робоча частота фільтра f_0 становить 5 ГГц, кількість пар бічних хвилеводів – $Q = 20$.

На рис. 2 представлені результати експериментального дослідження фільтра (величина загасання, показана зірочками, і коефіцієнт

¹ старш. викладач кафедри «Захист інформації», ЗНТУ

стоячої хвилі (КСХ) – штрихпунктирна крива). Для порівняння там же побудований графік чисельного розрахунку загасання фільтра (суцільна крива) за виведеними формулами [3].

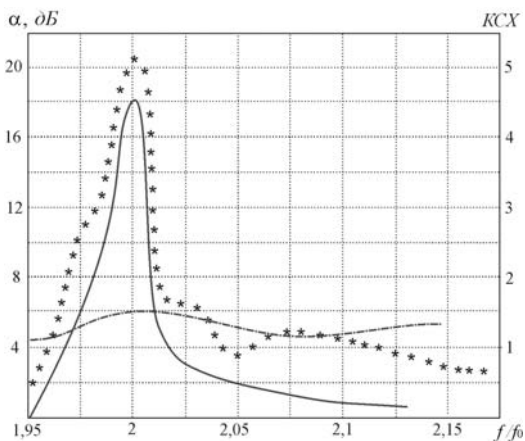


Рисунок 2 – Результати досліджень

Запропонована в роботі наближена методика розрахунку *H*-площинного поглинаючого фільтра гармонік відзначається простотою математичних викладок, які не потребують вирішення складних дифракційних задач, дозволяє провести дослідження в багатомодовому наближенні (з урахуванням вищих мод допоміжних хвилеводів), не вимагає великих обчислювальних витрат.

Перелік посилань

1. Маттей Д.Л., Янг Л., Джонс Е.М.Т. Фильтры СВЧ, согласующие цепи и цепи связи: Пер. с англ./ Под ред. Л.В. Алексеева, Ф.В. Кушнира. М.: Связь, 1971. Т.1. 439 с.; 1972. Т.2. 493 с.
2. Каток В.Б., Цейтлин Е.А., Шебалдин Д.Ю. Мощные поглощающие фильтры побочного излучения СВЧ диапазона // Электросвязь. 1997. № 5. С. 33–37.
3. Куцак С.В., Логачева Л.М. Оценка параметров *H*-плоскостного поглощающего фильтра гармоник // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. 2014. Вып. 179. С. 69–75.

МОБИЛЬНАЯ РЛС МЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ВОЛН МР-18

Мобильная РЛС метрового диапазона волн с цифровой активной фазированной антенной решеткой (АФАР) в твердотельном исполнении – МР-18 предназначена для дальнего обнаружения воздушных объектов, включая малозаметные, выполненные по технологии «Stealth», и измерения их координат.

Современная РЛС МР-18 сочетает в себе достоинства, связанные с использованием метрового диапазона длин волн, с высокой мобильностью, обладает повышенной помехозащищенностью от активных, пассивных, синхронных и несинхронных импульсных помех, решает задачи обнаружения и сопровождения целей в автоматическом режиме. РЛС может работать автономно или в составе национальных автоматизированных систем управления (АСУ) в составе РТВ, ИА и ЗРВ Воздушных Сил и ПВО СВ для контроля воздушного пространства как дежурное средство. В РЛС МР-18 реализованы функции, обеспечивающие высокую эффективность ее применения в условиях боевой обстановки. Такими функциями являются:

- автоматическое обнаружение и автоматический съем координат обнаруженных целей;
- автоматическая завязка трасс и автоматическое сопровождение обнаруженных целей;
- автоматическое документирование информации о целях и режимах работы РЛС для обеспечения воспроизведения и анализа результатов боевых действий;
- автоматизированный функциональный контроль, обеспечивающий непрерывный анализ исправности аппаратуры РЛС и идентификацию неисправных устройств;
- использование цифровой аппаратуры приема и передачи данных;
- обеспечение ввода цифровой карты местности;
- применение спутниковой навигационной системы для быстрого ориентирования РЛС;
- автоматизированный процесс горизонтирования и свертывания/развертывания РЛС.

¹ К.т.н., начальник научно-исследовательского отделения КП «НПК «Искра»

² ведущий инженер-конструктор тематического отдела КП «НПК «Искра»

В РЛС МР-18 реализованы функции, обеспечивающие эффективность ее применения в условиях боевой обстановки: автоматическое обнаружение, съем координат и завязка трасс, документирование информации для анализа результатов БД, непрерывный функциональный контроль аппаратуры, автоматизированное свертывание-развертывание РЛС.

Антенная система РЛС МР-18 построена по схеме приемо-передающей АФАР. Каждый из каналов антенной системы представляет собой линейную АФАР, образующую приемо-передающую строку. Формирование парциальных объемных ДНА *на прием* и изменение их положения в вертикальной плоскости обеспечивается с помощью распределенной цифровой приемной системы и цифровой диаграммообразующей системы, которая векторно суммирует ДН на прием всех строк АФАР.

Распределенная передающая система осуществляет многоканальное когерентное усиление до необходимой выходной мощности радиопульсных сигналов, формируемых задающей системой.

В каждом приемном модуле распределенной приемной системы производится оцифровка принятого сигнала на ПЧ с формированием АЧХ приемного тракта с помощью цифровых фильтров.

Система цифровой обработки сигналов РЛС МР-18 построена на цифровых сигнальных процессорах и программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС) и осуществляет:

- АЦП принятых сигналов, их внутривычислительную и межпериодную обработку;
- формирование пакетов и вычисление координат воздушных объектов;
- формирование пеленгов на постановщики активных помех;
- формирование карт пассивных помех;
- траекторную обработку и отождествление информации РЛС с данными сопрягаемых запросчиков, высотометров или локаторов других диапазонов волн;
- прием и передачу данных на устройства потребителей по проводной линии связи или радиоканалу.

Вся аппаратура РЛС размещается на шасси автомобиля КраЗ, а в кабине КраЗа располагается рабочее место оператора. РЛС МР-18 оснащена системой кондиционирования воздуха, автоматической системой пожарной сигнализации и пожаротушения, другими сервисными устройствами. Имеется одиночный ЗИП-0 в составе каждой РЛС, предусмотрен ЗИП групповой.

МЕТОД ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПРАВИЛЬНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ БЕЗДРОТОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

Функціонування високонадійних телекомунікаційних систем з комплексною системою контролю (КСК) в часі носить випадковий стохастичний характер і може бути описано траєкторіями деякого розривного (стрибокподібного) випадкового процесу. У цьому випадку вивчення ефективності КСК розглядуваної системи зводиться до вивчення абстрактного процесу переходів його із одного стану в другий в межах повної множини виділених станів, який математично може бути описаний з допомогою теорії марковських і напівмарковських процесів.

При аналізі особливостей функціонування даної системи показано, що ряд випадкових величин (інтенсивності відмов і збоїв, тривалість і період тестового контролю, час відновлення тощо), які беруть участь при формалізації контрольованої системи, мають розподіл, відмінний від експоненціального. Ця обставина суттєво обмежує застосування достатньо добре розвинутого математичного апарату теорії марковських процесів для описання функціонування розглядуваної системи. Тому задача яка ставиться в цій роботі, може бути сформульована наступним чином: розробити прийнятний в інженерній практиці метод оцінки ефективності КСК даної системи, не апелюючи до апріорної інформації про конкретний тип функції розподілу вказаних випадкових величин.

Відома невелика кількість робіт [1, 2], у яких наведені аналітичні методи оцінки ефективності засобів контролю технічних пристроїв і систем. Недоліком цих робіт є те, що в них ряд прийнятих допущень рідко виконуються на практиці (усі випадкові величини, які беруть участь при формалізації контрольованої системи, мають експоненціальний розподіл). Оскільки модулі, що входять в склад системи бездротового зв'язку, функціонують (відмовляють, контролюються, відновлюються тощо) незалежно один від другого, а задана ефективність контролю кожного із них може досягатися різними методами, то вираз для загального показника ефективності системи бездротового зв'язку можна записати як:

$$E(t) = \prod_{i=1}^n E_i(t),$$

¹ Мельнє М.В., к.т.н., доцент, Національний університет «Львівська політехніка»,

² Козунь В.І., студентка, Національний університет «Львівська політехніка»

де $E_i(t)$ – показник ефективності контролю i -того модуля системи бездротового зв'язку, а n – кількість модулів системи.

Згідно наведеної формули доцільним є вирішити поставлену задачу стосовно до довільного контролюємого модуля даної системи.

В роботі функціонування розглядуваного модуля в часі описано випадковим дискретним процесом, стани якого характеризують відповідні фізичні стани даного модуля. Для вирішення поставленої задачі для довільного контролюємого модуля розроблено направлений граф станів і переходів. Слід відзначити, що використання КСК в розглядуваній системі призводить до розширення множини її фазових станів, в які переходить система в процесі її функціонування. Для подолання складності аналізу отриманої моделі побудовано більш просту укрупнену модель [3]. При цьому всю множину станів довільного контролюємого модуля розбито на підмножини таким чином, щоб частість переходів між станами кожного із них значно перевищувала частість переходів між ними.

Провівши аналіз особливостей виділених станів довільного контролюємого модуля і направлення переходів із стану в стан неважко помітити, що переходи між виділеними станами здійснюються з різною інтенсивністю, а саме: процес, який описує поведінку даного модуля в часі, являється регенеруючим. При цьому із графу станів і переходів регенеруючого процесу не важко побачити, що модель розглядуваного модуля описується двома незалежними процесами відновлення. Перший із них відповідає відновленню модуля після виявлення відмов, а другий – відповідає відновленню модуля від наслідків збоїв.

В результаті вказаних перетворень ми приходимо до моделі, всі стани якої володіють напівмарковською властивістю, що дозволяє скористатися рівнянням марковського відновлення [3] для її описання.

Скориставшись графом станів і переходів випадкового регенеруючого процесу складено систему рівнянь марковського відновлення і рішаючи її відносно T_0 знаходимо період регенерації випадкового процесу та імовірність перебування випадкового процесу в підмножині E_0 працездатних станів (показник ефективності КСК).

Перелік посилань

1. Журавлев Ю.П. Надежность и контроль ЭВМ / Ю.П. Журавлев, Л.А. Котелюк, Н.И. Циклинский. – М.: «Советское радио», 1978. – 416 с.
2. Иьуду К. А. Надежность, контроль и диагностика вычислительных машин и систем: учеб. пособие для вузов / К. А. Иьуду. – М.: Высш. шк., 1989. – 216 с.
3. Королюк В.С. Процессы марковского восстановления в задачах надежности систем / В.С. Королюк, А.Ф. Турбин. Киев: Накова думка, 1982. – 236 с.

ВИБІР ПОКАЗНИКА НАДІЙНОСТІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ВИСОКОНАДІЙНИХ СИСТЕМ

Більшість бездротових телекомунікаційних високонадійних систем відносяться до класу систем, які функціонують у реальному масштабі часу, що накладає певні обмеження на їх проектування, і разом з тим, ставить ряд проблем, одною із яких є забезпечення високої надійності їх функціонування протягом тривалого часу.

Ця обставина викликає нагальну необхідність побудови таких систем з використанням резервування та розвинутої системи контролю правильності їх функціонування [1], що дає змогу реалізувати самовідновлення таких систем. У такому випадку основним засобом для виявлення несправностей систем такого класу є засоби апаратного контролю [2], для реалізації якого необхідно введення додаткової апаратури. Однак, в силу ряду причин рідко вдається охопити апаратним контролем систему в цілому. Тому контроль правильності функціонування високонадійних систем здійснюється комплексною системою контролю (КСК), яка представляє собою сукупність програмних та апаратних засобів контролю, що дає можливість із необхідною точністю визначити дійсний стан контрольованої системи і підтримувати необхідний рівень надійності її функціонування. Слід зазначити, що реалізація КСК пов'язана із додатковими затратами апаратури та часу, які суттєво впливають на показники надійності контрольованої системи. Тому на етапі проектування таких систем потрібно володіти показником їх надійності, котрий враховував би вплив як надійнісних характеристик пристроїв (модулів) контрольованої системи, так і характеристик КСК (імовірності виявлення відмов та збоїв апаратними та програмними засобами контролю, імовірності їх помилок тощо) на загальний показник надійності їх функціонування.

Відома невелика кількість робіт, в котрих наведені аналітичні методи оцінки надійності складних систем з КСК, наприклад, [2, 3]. Недоліками цих робіт є те, що в них вплив засобів контролю на загальний показник надійності контрольованої системи здійснюється лише через імовірність виявлення відмов і безвідмовність самої схеми контролю.

Слід зазначити, що одною із основних труднощів при проектуванні високонадійних телекомунікаційних систем є проектування КСК, яке представляє собою послідовний вибір із множини альтернативних

¹ Мельнь М.В., к.т.н., доцент, Національний університет «Львівська політехніка»

² Назарук І.Я., студентка, Національний університет «Львівська політехніка»

варіантів контролю найбільш прийняттого, котрий відповідає наперед встановленим вимогам при мінімальних додаткових затратах. Тому для можливості порівняльного аналізу різних варіантів КСК системи бездротового зв'язку в якості показника надійності цієї системи запропоновано ймовірність $R(t)$ того, що в момент часу t система буде функціонувати правильно або, іншими словами, знаходитиметься в множині E_0 працездатних станів. Вихід системи за межі множини E_0 можливий тільки у випадку вичерпання всіх одноіменних резервних модулів контрольованої системи, або у випадках виникнення несправності, здійснення планового програмного контролю та відновлення її працездатності.

Провівши аналіз функціонування телекомунікаційної системи бездротового зв'язку з КСК та позначивши через $S(t)$ стан системи в момент часу t , а через E множини станів системи, яка складається із підмножини станів E_B , при перебуванні в якій мають місце втрати інформації, і підмножини станів \bar{E}_B , при перебуванні в якій втрати інформації відсутні, співвідношення для визначення надійності такої системи в інтервалі часу $[t_0, t+t_0]$ в загальному виді можна представити як ймовірність того, що надійність системи дорівнює заданій, тобто

$$R_c(t, t_0) = P\left\{\forall t_i \in [t_0, t+t_0], S(t_i) \in \bar{E}_B\right\}.$$

У роботі показано, що наведене співвідношення може бути представлено у вигляді добутку ймовірності безвідмовної роботи системи за час t і стаціонарної умовної ймовірності перебування системи в множині працездатних станів, яка залежить від характеристик використаних засобів контролю, при умові, що повна відмова системи не наступила.

Таким чином, запропонований показник надійності враховує вплив як надійнісних характеристик пристроїв (модулів) контрольованої системи, так і характеристик КСК на загальний показник надійності її функціонування і в подальшому може використовуватись для оцінювання надійності високонадійних систем бездротового зв'язку на етапі їх проектування.

Перелік посилань

1. Волочий Б.В. Проектирование отказоустойчивых микропроцессорных информационно-измерительных систем / Б.В. Волочий, И.Д. Калашников, Р.Б. Мазепа, Б.А. Мандзий. – Львов: Вища шк. Изд-во при Львов. ун-те, 1987. – 152 с.
2. Журавлев Ю.П. Надежность и контроль ЭВМ / Ю.П. Журавлев, Л.А. Котелюк, Н.И. Циклинский. – М.: «Советское радио», 1978. – 416 с.
3. Иыуду К. А. Надежность, контроль и диагностика вычислительных машин и систем: учеб. пособие для вузов / К. А. Иыуду. – М.: Высш. шк., 1989. – 216 с.

МЕТОД БОРОТЬБИ ІЗ ЗАВАДАМИ В ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗДРОТОВОГО ІНТЕРНЕТУ LI-FI

Технологія бездротового зв'язку Li-Fi використовує світло від світлодіодів в якості середовища передачі даних. Передача даних в області видимого світла здійснюється шляхом короткочасного подавання напруги на світлодіоди з дуже високою частотою, непомітною для людського ока. Світлові хвилі не можуть проникати крізь стіни, тому радіус дії Li-Fi невеликий. Але Li-Fi більш надійно захищений від несанкціонованого доступу, ніж будь-який інший бездротовий канал зв'язку [1].

Комунікаційна технологія Li-Fi вимагає обов'язкової прямої видимості між приймачем і передавачем. За одночасного впливу кількох джерел випромінювання (наприклад, сонячного світла, роботи люмінесцентних ламп або відбиття світла від дзеркальних поверхонь), виникають шумові завади, що призводить до появи помилок на приймальному боці й, як наслідок, зниження пропускну здатності каналу обміну даними.

Для збільшення завадостійкості Li-Fi в [1] було запропоновано використовувати триколірні RGB-світлодіоди для здійснення маніпуляції зміщенням кольорів (CSK – Color Shift Keying)). Недоліки CSK-маніпуляції полягають у відсутності оптимізації CSK-сузір'я за утворення перехресних завад між кольоровими каналами зв'язку, а також за віддаленні приймача від передавача якість прийнятого сигналу значно погіршується.

З метою компенсації впливу завад, в роботі досліджується ефективність застосування адаптивного фільтра [2], що використовує просторові відмінності між напрямками надходження даних від передавача й джерела завадового випромінювання (див. рис. 1).

На входи основного (ОК) та компенсаційного (КК) каналів надходять як корисні сигнали, так і шумові завади, прийняті фотоприймачами VD1 й VD2. Фотоприймач ОК має вузький кут огляду. VD1 призначено для приймання корисних сигналів – світлової течії, що випромінюється передавачем. Фотоприймач КК має широкий кут огляду. VD2 приймає не тільки корисні сигнали, а й завади, які надходять від різних джерел випромінювання, з різних кутів напрямку.

¹ аспірант кафедри РТТ ЗНТУ

² студент кафедри РТТ ЗНТУ

Комплексне значення вагового коефіцієнта \dot{K} формується на виході подільника. Для цього, на верхній вхід подільника (чисельник) надходить усереднене інтегратором значення результатів перемноження комплексних амплітуд $\overline{\dot{U}_0 \dot{U}_k^*}$, а на нижній (знаменник) – усереднене інтегратором значення $\overline{\dot{U}_k \dot{U}_k^*} = \overline{U_k^2}$. Для компенсації завад, у суматорі, з напруги основного каналу \dot{U}_0 здійснюється шляхом віднімання добутку напруги додаткового каналу \dot{U}_k на розраховане комплексне значення вагового коефіцієнту \dot{K} .

Комплексне значення вагового коефіцієнту \dot{K} використовується в помножувачі для забезпечення необхідної глибини компенсації амплітуди й фази завад, які діють в основному каналі прийому.

Запропонований спосіб придушення завад було перевірено в середовищі імітаційного моделювання Matlab Simulink. Отриманий результат компенсації завади на виході адаптивного фільтра дає підставу стверджувати, що просторова адаптивна фільтрація забезпечує ефективне усунення наявних завад.

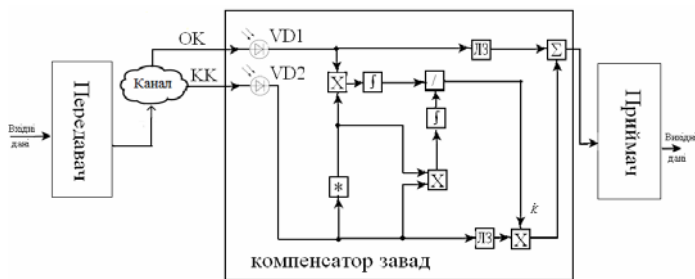


Рисунок 1 – Структурна схема каналу обміну даними з компенсатором завад

VD – фотоприймачі, X – помножувач, I – інтегратор, * – операція комплексного спрямування, \ – подільник, ЛЗ – лінія затримки, Σ – суматор.

Перелік посилань

1. Eric Monteiro. Design and Implementation of Color-Shift Keying for Visible Light Communications – McMaster University, 2013, 155с.
2. Patent 1 599 035 United Kingdom G01 S 7/36 13/52 Adaptive cancellation arrangement [electronic resource]/Jack Gordon McQueen; filed 31 Mar. 1977; published 30 Sep. 1981, index at acceptance H4D 259 265 36X 40X, режим доступу: <http://www.directorypatent.com/GB/1599035-a.html>.

АПРОКСИМАЦІЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕЛЕФОННИХ КАБЕЛІВ У ДІАПАЗОНІ ЧАСТОТ ДО 35 МГц

Розвиток вітчизняних мереж широкосмугового доступу (ШД) на даному етапі характеризується впровадженням нових високошвидкісних технологій передавання даних, як оптичних, так і xDSL-технологій. Так ПАТ «Укртелеком» почав перебудовувати власну мережу ШД на варіант за концепцією FTTC, коли вузол доступу вноситься до розподільної шафи і довжина абонентської лінії (АЛ) не перевищує 500 м. Це дозволяє замінити системи передачі (СП) за технологією ADSL2+ на СП за технологією VDSL2 і підвищити швидкість доступу у кілька разів [1].

Визначення характеристик ШД за технологією VDSL2 та оцінка ефективності провадження технології VDSL2 на вітчизняних мережах ШД вимагає визначення параметрів передачі та взаємного впливу вітчизняних телефонних кабелів у діапазоні частот до 35 МГц [2].

У доповіді надаються результати апроксимації характеристик параметрів передачі і взаємного впливу вітчизняних телефонних кабелів у діапазоні частот до 35 МГц з метою подальшого використання для моделювання роботи СП за технологією VDSL2 цими кабелями.

Для отримання необхідних вихідних даних було проведено експериментальне визначення частотних характеристик параметрів передачі і взаємного впливу телефонних кабелів виробництва ПАТ «Одескабель» ТППеп 10x2x0,4 та ТППепЗ 10x2x0,4 у діапазоні частот від 1 до 31,25 МГц у вимірювальній лабораторії ПАТ «Одескабель» за допомогою вимірювальної системи AESA (Швейцарія) [3].

Методика моделювання роботи СП за технологіями xDSL вимагає визначення значень власного загасання (A), перехідного загасання на ближньому кінці (A_0) та захищеності від перехідних завад на дальньому кінці (A_3) у всій робочій смузі частот відповідних СП xDSL [1].

В області високих частот коефіцієнт загасання збільшується пропорційно кореню квадратному від частоти, а параметри взаємного впливу зменшуються за логарифмічним законом. Це дозволило вибрати в якості апроксимуючих ступеневу функцію з початковим ненульовим значенням для A та функцію десяткового логарифму для A_0 і A_3 .

¹ к.т.н., ст. викл. кафедри ТКС ОНАЗ ім. О.С. Попова

² к.т.н., ст. викл. кафедри ТКС ОНАЗ ім. О.С. Попова

³ аспірант кафедри ТКС ОНАЗ ім. О.С. Попова

Результати визначення апроксимаційних коефіцієнтів надані в табл. 1 (частота f у формули підставляється у мегагерцах).

Таблиця 1 – Коефіцієнти апроксимації частотних параметрів кабелів

Параметр	$A, \text{дБ}/100 \text{ м}$			$A_0, \text{дБ}/100 \text{ м}$		$A_z, \text{дБ}/100 \text{ м}$	
Функції апроксимації	$A = a + b f c$			$A_0 = x - y \log(f)$		$A_z = x - y \log(f)$	
Коефіцієнти апроксимації	a	b	c	x	y	x	y
ТППепЗ 10х2х0,4	0,9	1,24	0,655	61,9	17,14	70,1	23,75
ТППеп 10х2х0,4	0,86	1,18	0,663	60,3	15,3	68,5	21,44

Порівняння апроксимованих характеристик з результатами вимірювань [3], дозволяє зробити наступні висновки:

– значення власного загасання розраховані за апроксимаційною формулою відрізняються від результатів вимірювання для обох марок кабелю не більше ніж на 5 %;

– значення перехідного загасання на ближньому кінці за апроксимаційною формулою відрізняються від результатів вимірювання для кабелю ТППепЗ не більше ніж на 2,3 %, а для кабелю ТППеп – 6,3 %;

– значення захищеності від перехідних завад на дальньому кінці за апроксимаційною формулою відрізняються від результатів вимірювання для кабелю ТППепЗ не більше ніж на 6,5 %, а для кабелю ТППеп – 2,2 %;

– усереднене за частотами значення розбіжності апроксимованих характеристик з результатами вимірювань складає 1...2 %, що дозволяє використовувати отримані функції для моделювання СП за технологією VDSL2, у тому числі й найсучасніших з частотними планами до 35 МГц.

Перелік посилань

1. Балашов В.А. Технологии широкополосного доступа xDSL. Инженерно-технический справочник; под общей ред. В.А. Балашова. – М.: ЭкоТрендз, 2008. – 262 с.
2. ITU-T. Recommendation G.993.2 : Very high speed digital subscriber line transceivers 2 (VDSL2). – Appr. 2015, January. – Geneva, 2015. – 313 p.
3. Дослідження технології VDSL2 мережі ШСД ПАТ «Укртелеком»: Звіт про НДР / Державне підприємство «Одеський науково-дослідний інститут зв'язку»; керівн. В.О. Балашов; викон.: В. Орешков [та ін.]. – Одеса, 2017. – 117 с. – № ДР 0116U008197.

РАЦИОНАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ЗОНДИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ В РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Главным ресурсом обзорного метеорологического радиолокатора является энергия зондирующего излучения. Однако получение информации необходимо обеспечить не во всей зоне наблюдения метеорологического радиолокатора, а только в зоне, называемой пространством наблюдения, которое должно покрываться радиолокационным полем системы гидрометеорологического мониторинга [1, 2]. В процессе исследований был решен вопрос о наиболее рациональном распределении энергии зондирующего излучения с помощью передающих антенн метеорологических радиолокаторов в пространстве наблюдения. Решение было получено за счет количественной оценки параметров геометрических моделей построения радиолокационного поля и логического анализа полученных результатов.

Выяснена зависимость полноты использования энергии зондирующего излучения (коэффициента использования энергии $K_{из}$) от отношения дальности действия радиолокатора и высоты верхней границы радиолокационного поля $X=H_{вр}/R$ (рис. 1). Анализ этой зависимости показывает, что при фиксированной потребной высоте верхней границы увеличение дальности действия радиолокатора приводит к ухудшению полноты использования энергии зондирующего излучения и $K_{из}$ будет уменьшаться.

Наиболее рациональный способ распределения энергии зондирующего излучения заключается в том, что радиолокаторы, образующие поле, расставляются в вершинах связанных правильных шестиугольников (рис. 2) так, чтобы зоны наблюдения смежных радиолокаторов накладывались друг на друга до полной дальности действия радиолокаторов (рис. 3) [3].

В этом случае энергетическая эффективность полученного радиолокационного поля за счет наложения зон наблюдения радиолокаторов наибольшая, поскольку отсутствие необходимости распределять энергию под большими углами места создает существенную экономию энер-

¹ к.т.н., зав. кафедрой автоматизированных систем мониторинга окружающей среды Одесского государственного экологического университета

² к.г.н., нач. научно-исследовательской части Одесского государственного экологического университета

гии зондирующего излучения и доводит степень полноты использования энергии излучения до 70%.

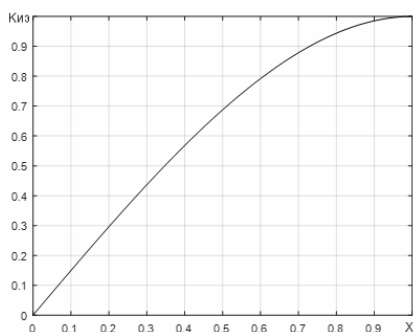


Рисунок 1 – Характеристика полноты использования энергии зондирующего излучения

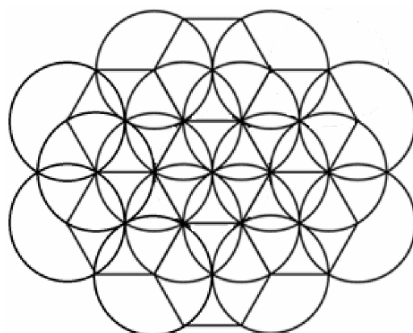


Рисунок 2 – Рациональный способ распределения энергии зондирующего излучения

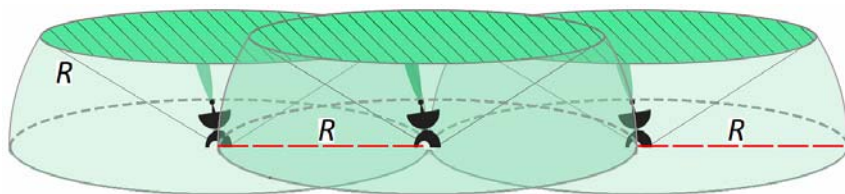


Рисунок 3 – Область сканирования радиолокаторами пространства наблюдений при рациональном распределении энергии зондирующего излучения

Перечень ссылок

1. Perelygin, B.V. Reasonable deployment of radar field for environmental monitoring system // Telecommunications and radio engineering. – 2016. Vol. 75. № 9. – P. 823–833.
2. Perelygin, B.V. Implementation of systematic approach in the creation of radar systems of meteorological monitoring // Telecommunications and Radio Engineering. – 2018. Vol. 77. № 3. – P. 199–209.
3. Перельгин Б.В., Лужбин А.М. Построение сплошного радиолокационного поля системы гидрометеорологического мониторинга на основе геометрического подхода // Радиотехника: Всеукраинский межведомственный научно-технический сборник. – 2017. № 191. – С. 173–180.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТДМ В КАНАЛАХ С ПЕРЕМЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Каналы с переменными параметрами характеризуются возможностью проявления в них частотно-селективных замираний, которые приводят к возникновению межсимвольной интерференции (МСИ) [1]. Если оценивать канал на передающей и приемной сторонах, то для этого необходим канал обратной связи. В этом случае необходимо наличие канального прекодера, который предскажет сигнал так, чтобы после прохождения через канал связи сигнал принимал нужную форму и не возникала МСИ. Такой метод получил название – ортогональное временное мультиплексирование (ОТДМ – Orthogonal Time Division Multiplexing).

Цель работы – сравнить энергетическую эффективность применения технологии ОТДМ и эквалайзеров в каналах с переменными параметрами с МСИ.

На рис.1 приведена структурная схема ОТДМ-системы с канальным прекодером. Прекодер на основе текущих оценок импульсной характеристики (ИХ) канала $h(t-nT)$, полученных от приемника по обратному каналу, формирует последовательность предсказанных импульсов $p(t-nT)$, согласованных с параметрами канала. Последовательность импульсов $q(t-nT)$ рассчитывается канальным прекодером в качестве опорных сигналов. В ОТДМ-системе используется критерий минимизации среднеквадратического отклонения (СКО) сигнального импульса на выходе канала от тестового, за счет чего удастся компенсировать не только глубокие замирания, но и более глубокие частотно-селективные замирания.

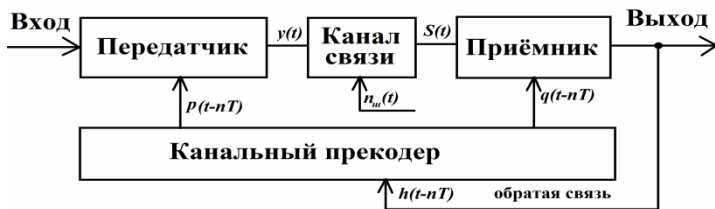


Рисунок 1 – Структурная схема ОТДМ-системы с канальным прекодером

¹ д.т.н, профессор кафедры «Телекоммуникации», ОНАС им. А.С. Попова

² заведующий лабораторией, Киевский колледж связи

³ к.т.н., преподаватель, Киевский колледж связи

В OTDM-системе осуществляется свертка сигналов:

$$q(t - nT) = h(t - nT) * p(t - nT) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(\zeta)h(t - nT)d\zeta ,$$

где * – знак свертки, $q(t - nT)$ – сигнал, наиболее близкий к тестовому сигналу по критерию минимума СКО после прохождения через канал связи сигнала $p(t - nT)$.

Формированием канальным прекодером сигнала, описываемого функцией $f(\zeta)$, обеспечивается адаптация приемопередающего тракта под текущие параметры канала. Для этого сигнал $p(t - nT)$ предскажается так, чтобы после прохождения через канал с частотно-селективными замираниями и аддитивным белым шумом преобразоваться в сигнал $q(t - nT)$ близкий к тестовому. В качестве тестового сигнала может быть выбран импульс типа «приподнятый косинус» [2], имеющий максимум в центре интервала $[0, T]$ и симметричный относительно центра. На рис.2 показаны зависимости вероятности ошибочного приема от отношения сигнал/шум для модуляции BPSK: кривая 1 в канале с МСИ – для линейного трансверсального эквалайзера [2]; кривая 2 в канале с МСИ – для OTDM-системы; кривая 3 в канале с МСИ – для адаптивного эквалайзера с обратной связью по решению [2]; кривая 4 – в канале без МСИ [2].

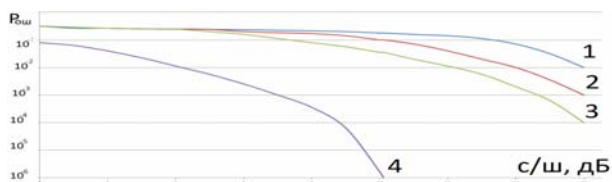


Рисунок 2 – Зависимости вероятности ошибочного приема от отношения сигнал/шум

В заключение отметим, что с точки зрения энергетической эффективности применение технологии OTDM эффективнее по сравнению с применением линейного трансверсального эквалайзера, но проигрывает адаптивному эквалайзеру с обратной связью по решению в канале с переменными параметрами с МСИ.

Перечень ссылок

1. Почерняев В.Н. Борьба с замираниями сигнала в мобильных системах связи // Зв'язок, 2004. – №7. – С.34–36.
2. Варгаузин В.А., Цикин И.А. Методы повышения энергетической и спектральной эффективности цифровой радиосвязи. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 352 с.

АДАПТИВНЫЙ ЭКВАЛАЙЗЕР ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ МЕЖСИМВОЛЬНОЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ В МНОГОЛУЧЕВОМ КАНАЛЕ СВЯЗИ

Многолучевое распространение радиоволн приводит к возникновению межсимвольной интерференции (МСИ). Один из известных методов борьбы с МСИ основывается на применении эквалайзеров, которые выравнивают частотную характеристику (ЧХ) канала [1].

Цель работы – возможный вариант реализации адаптивного эквалайзера и возможные алгоритмы его функционирования.

Возможный вариант построения адаптивного эквалайзера представлен на рис.1.

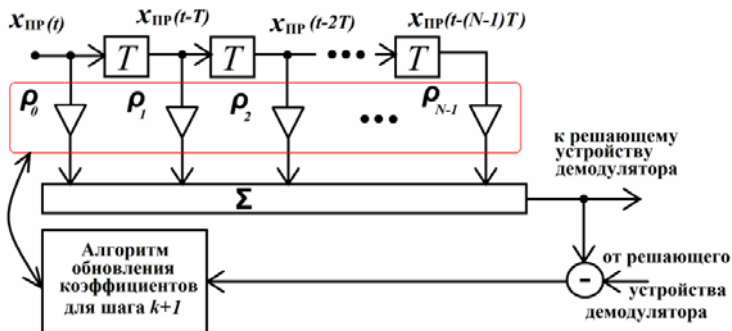


Рисунок 1 – Схема адаптивного эквалайзера

На рис.1 величина $\rho_0 \dots \rho_{N-1}$ – весовые коэффициенты, $x_{np}(t)$ – сигналы в отсчетных точках.

Эквалайзер реализует ЧХ вида:

$$S_{экв}(\zeta) = \sum_{n=0}^{N-1} \rho_n \exp(-j\zeta nT), \quad (1)$$

где ζ – обобщенная частота сигнала.

При нахождении весовых коэффициентов ρ_n в (1) часто используется критерий минимума *среднеквадратического отклонения (СКО)* в отсчетных точках между известным тестовым сигналом и сигналом на

¹ д.т.н, профессор кафедры «Телекоммуникации», ОНАС им. А.С. Попова

² заведующий лабораторией, Киевский колледж связи

выходе эквалайзера. Реализация эквалайзера основана на методе *наименьших квадратов*. При этом минимизация суммы квадратов ошибок достигается выбором весовых коэффициентов ρ_n , получаемых в результате решения системы линейных уравнений.

Применение *итеративного* алгоритма поиска минимума СКО не требует решения системы уравнений. Более сложным в реализации алгоритмом определения весовых коэффициентов эквалайзера является *рекурсивный алгоритм наименьших квадратов*, однако имеющий более высокую скорость сходимости к решению.

В *адаптивных* эквалайзерах (рис.1) может использоваться как итеративный алгоритм наименьших квадратов, так и рекурсивный алгоритм наименьших квадратов.

Заметим, что в рассмотренном адаптивном эквалайзере предыдущее решение используется для подстройки весовых коэффициентов ρ_n при следующем $(k + 1)$ – шаге принятия решения в демодуляторе. При этом алгоритм обработки входного сигнала остается таким же, как и в линейном трансверсальном эквалайзере.

Использование адаптивных эквалайзеров позволяет снизить уровень МСИ в отсчетных точках, но не обеспечивает возможного минимума значений вероятности ошибочного приема в условиях совместного воздействия МСИ и аддитивного шума. Минимизация значений вероятности ошибочного приема может быть достигнута применением методов демодуляции, использующих *алгоритм Витерби*. Подобный метод демодуляции основан на максимально правдоподобной оценке последовательности переданных значений [2].

В заключение отметим, что в многолучевых каналах, каким является тропосферный канал связи адаптивные эквалайзеры демонстрируют высокую эффективность в борьбе с МСИ.

Перечень ссылок

1. Почерняев В.Н. Борьба с межсимвольной интерференцией в мобильных системах связи// Зв'язок, 2006. – №4. – С. 18–20.
2. Варгаузин В.А., Цикин И.А. Методы повышения энергетической и спектральной эффективности цифровой радиосвязи. – СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 352 с.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ОПТИЧЕСКИХ ЛОКАТОРОВ СОLiTeC И РЕЗУЛЬТАТЫ ЕГО АПРОБАЦИИ В АСТРОНОМИИ

Оптическая локация имеет достаточно конкурентных преимуществ и может быть дополнением радиолокации при наличии соответствующего программного обеспечения (ПО). Основной особенностью программного обеспечения обработки данных оптического локатора CoLiTeC является достоверное надежное обнаружение движущихся объектов на фоне большого количества неподвижных в сложных условиях наблюдения.

Достоверное надежное обнаружение движущихся объектов в ПО CoLiTeC обеспечивается комплексным использованием трех оригинальных методов обнаружения движущихся объектов с быстрым (объектов с изображением, смазанным собственным движением) [1], средним и околонулевым видимым движением [2].

Разработчиками ПО CoLiTeC создан метод накопления изображения вдоль траектории с локально неизменными параметрами видимого движения. Данный метод лег в основу разработанного двухэтапного вычислительного метода обработки данных оптических локаторов для обнаружения движущихся объектов. Метод обеспечивает накопление данных вдоль траекторий объектов с неизвестными параметрами движения путем использования предложенного многозначного преобразования координат объектов. За счет этого метод обеспечивает потенциально возможные показатели качества обнаружения движущихся объектов, которые тождественны значениям показателей качества обнаружения неподвижных объектов. Вычислительные затраты метода стабилизированы на приемлемом уровне за счет двухэтапной реализации накопления данных вдоль возможных траекторий и линейной зависимости вычислительных затрат от количества обрабатываемых измерений, в отличие от экспоненциальной зависимости при использовании стробовых методов. Разработанный метод позволил существенно снизить пороги в устройствах и программах первичной обработки, что дало возможность обнару-

¹ Зав. лаборатории ЗЦРН ГКАУ

² Научный сотрудник НИИ астрономии ХНУ им.В.Н.Каразина

³ Младший научный сотрудник НИИ микрографии

⁴ Программист прикладной ТОВ НЛТ

⁵ Зам. начальника ЦКИиС НЦУИКС

живать объекты со сниженной контрастностью их изображений. Перед обнаружением движущихся объектов отбраковываются объекты, неподвижные на серии кадров.

В ПО обработки данных оптических локаторов CoLiТес так же предложен и используется метод обнаружения изображений объектов, смазанных собственным движением. На первом этапе выделяются протяженные изображения в соответствии с выбранными селективными признаками. На втором этапе исключаются образованные случайные кластеры объектов с круговыми изображениями. На третьем этапе проверяется согласованность положений выделенных протяженных изображений на разных кадрах [1]. Обнаружение объектов с околонулевым видимым движением осуществляется с помощью внедренного в ПО CoLiТес разработанного вычислительного метода, основанного на критерии значимости фактора скорости видимого движения исследуемых объектов. Основной особенностью метода является проверка статистической значимости фактора скорости видимого движения объекта с помощью *f*-критерия Фишера вместо традиционного применения критерия максимального правдоподобия [2].

ПО обработки данных оптических локаторов CoLiТес состоит из значительного количества отдельных исполнительных программных модулей для: выравнивания фона цифровых кадров, оценки параметров изображений объектов на кадре, расчета коэффициента астрометрической редукиции измерений кадров, сложения кадров, интерактивной загрузки данных астрономических каталогов, отождествления кадров со звездными каталогами, сегментации изображений объектов различной формы на кадре, on-line поиска и обработки кадров в течение наблюдения в многопоточном режиме с предупреждением коллизий, контроля вычислительного процесса обработки, редактирования и настройки профиля конфигурации для обработки, логирования сообщений вычислительного процесса обработки.

С использованием CoLiТес было открыто 4 кометы и более чем 1500 астероидов, среди которых 5 околоземных астероидов, а также отправлено в Центр Малых Планет более 700 000 измерений.

Перечень ссылок

1. Savanevych V. E. A new method based on the subpixel Gaussian model for accurate estimation of asteroid coordinates / V. E. Savanevych, O. B. Briukhovetskyi, et al. // MNRAS. – 2015. – Vol. 451 (3). – P. 3287–3298.
2. Savanevych V. E. A method of immediate detection of objects with a near-zero apparent motion in series of CCD-frames / V. E. Savanevych, S. V. Khlamov, I. B. Vavilova, et al. // A & A. – 2018. – Volume 609, A54, 11 p.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИРІШЕННЯ ВНУТРІШНЬОЇ ГРАНИЧНОЇ ЗАДАЧІ ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ ДЛЯ РЕЗОНАТОРНИХ СТРУКТУР З ЧАСТКОВИМ ДІЕЛЕКТРИЧНИМ ЗАПОВНЕННЯМ

Дослідження структури поля в хвилеводно-резонаторних системах, а також визначення параметрів таких структур ґрунтується на рішенні системи рівнянь Максвелла при накладенні на них відповідних граничних і початкових умов.

При вирішенні внутрішньої граничної задачі електродинаміки для резонаторних структур зручно використовувати систему рівнянь Максвелла, записаних в диференційній формі. Крім того, ця система рівнянь Максвелла повинна задовольняти граничним умовам на межі розділу середовищ і на металевих стінках резонатора.

Для знаходження власних хвиль та коливань резонаторної структури вважають, що сторонні струми та заряди відсутні. За умови, що вектори напруженості електричного \vec{E} та магнітного \vec{H} полів мають гармонійний характер, система рівнянь Максвелла спроститься і набуде вигляду:

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} \vec{H} &= \tilde{\varepsilon} \varepsilon_0 j \omega \vec{E}(\vec{r}, \tau); \\ \operatorname{rot} \vec{E} &= -\mu \mu_0 j \omega \vec{H}(\vec{r}, \tau); \\ \operatorname{div} \vec{E}(\vec{r}, \tau) &= 0; \\ \operatorname{div} \vec{H}(\vec{r}, \tau) &= 0; \end{aligned}$$

де ε_0, μ_0 – електрична та магнітна сталі повітря,

$\tilde{\varepsilon}$ – комплексна відносна діелектрична проникність середовища, що заповнює резонатор, μ – відносна магнітна проникність середовища, що заповнює резонатор.

Впливаючи оператором ротора на перше рівняння системи і підставляючи в нього вираз для ротора \vec{E} з другого рівняння системи, отримаємо рівняння Гельмгольца щодо вектора \vec{H} :

$$\nabla \times (\tilde{\varepsilon}^{-1} \nabla \times \vec{H}(\vec{r}, \tau)) - \omega^2 \mu \varepsilon_0 \mu_0 \vec{H}(\vec{r}, \tau) = 0.$$

Аналогічним чином можна отримати рівняння Гельмгольца для вектора \vec{E} :

¹ ст. преподаватель ЗНТУ

² д-р. техн. наук, професор ЗНТУ

$$\nabla \times (\mu^{-1} \nabla \times \vec{E}(\vec{r}, \tau)) - \omega^2 \tilde{\epsilon} \epsilon_0 \mu_0 \vec{E}(\vec{r}, \tau) = 0.$$

Спільно ці два рівняння формують внутрішню граничну задачу електродинаміки.

Всі методи вирішення внутрішньої граничної задачі електродинаміки можна розділити на три групи: аналітичні, чисельно-аналітичні, чисельні методи рішення.

Зміст аналітичних методів полягає в тому, що в процесі рішення отримують аналітичні вирази, тобто формули, через відомі функції координат і часу (або в вигляді нескінченних рядів по цим функціям). Перевагою аналітичних методів є точність результатів, що одержують. Недолік аналітичних методів полягає в тому, що вони можуть застосовуватися лише до невеликого числа, як правило, не дуже складних за своєю структурою задач – це, як правило, області правильної форми (паралелепіпед, куля, циліндр тощо) з однорідним ізотропним заповненням.

Чисельні методи зводять рішення внутрішньої граничної задачі до виконання кінцевого числа арифметичних операцій і дають результат у вигляді числового значення з похибкою, прийнятною для конкретного дослідження. Результати при цьому, як правило, виражаються в табличній формі або у вигляді графічних залежностей, що не завжди зручно.

Чисельно-аналітичні методи об'єднують переваги і недоліки чисельного та аналітичного методів.

До появи швидкодіючих ЕОМ основними методами аналізу були аналітичні та чисельно-аналітичні методи. Однак, ускладнення резонаторних структур і швидкий розвиток обчислювальної техніки сприяло тому, що чисельні методи стали основними і широко вживаними для вирішення внутрішньої крайової задачі електродинаміки.

Їх можна розділити на дві групи: чисельні методи для вирішення диференціальних рівнянь і чисельні методи для розв'язання інтегральних рівнянь. До першої групи методів належать: метод кінцевих різниць, метод кінцевих елементів, метод лінії передачі (TLM). До другої групи методів відносять: метод моментів, метод граничних інтегральних рівнянь, метод поверхневих інтегральних рівнянь.

У доповіді розглянуті перелічені методи, для кожного з них наведені переваги і недоліки та рекомендації для області застосування.

ПРОЦЕДУРА ВИЯВЛЕННЯ НЕСТАЦІОНАРНОСТЕЙ ПІД ЧАС ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ РАДІОТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

Основною вимогою до авіаційних перевезень є забезпечення безпеки та регулярності польотів повітряних суден. Наземні радіотехнічні засоби, до яких належить обладнання радіозв'язку, радіонавігації, радіолокації, автоматизовані системи керування повітряним рухом, призначені для забезпечення високих рівнів безпеки та регулярності польотів в частині, що обумовлена їх використанням в процесі льотної діяльності повітряних суден. Надійність функціонування наземних радіотехнічних засобів залежить від системи їх експлуатації. Ця система включає такі складові, як власне засоби, технологічні процеси, персонал, нормативні документи, ресурси тощо [1].

До процесів у системах експлуатації відносять: використання засобу за призначенням, моніторинг, контроль, технічне обслуговування, ремонт, продовження ресурсу тощо.

Головною задачею системи експлуатації є мінімізація витратних ресурсів для заданих рівнів аеронавігаційних ризиків. Одним із шляхів вирішення цієї задачі є формування та виконання своєчасних запобіжних та корегувальних дій щодо експлуатації радіотехнічних засобів, технічний стан яких змінюється внаслідок відмов, пошкоджень, неправильних дій обслуговуючого персоналу тощо. Правильне визначення технічного стану радіотехнічного засобу ґрунтується на використанні процедур статистичної обробки даних.

Відомо, що під час нормальної експлуатації радіотехнічного засобу для опису напрацювань на відмову зазвичай використовують експоненціальну щільність розподілу ймовірностей з заданим значенням інтенсивності відмов. У найпростішому випадку під час зміни технічного стану засобу в деякий невідомий момент часу відбувається зміна величини інтенсивності відмов, характер щільності при цьому зберігається. Отже, на сумарному інтервалі спостереження за тривалостями напрацювання на відмову спостерігається нестационарний випад-

¹ д-р техн. наук, професор кафедри авіаційних радіоелектронних комплексів Національного авіаційного університету (НАУ)

² канд. техн. наук, доцент кафедри авіаційних радіоелектронних комплексів НАУ

³ аспірант кафедри авіаційних радіоелектронних комплексів НАУ

⁴ аспірант кафедри авіаційних радіоелектронних комплексів НАУ

ковий процес. Тому виявлення погіршення технічного стану безпосередньо пов'язане з виявленням не стаціонарності у тренді зміни тривалості напрацювань на відмову.

У цій роботі для виявлення нестационарності була використана класична процедура CUSUM, оптимальність якої доведена в [2]. Відповідно до цієї процедури вирішальна статистика формується за правилом

$$\theta_k = (n - k) \ln a + \lambda(1 - a) \sum_{i=k+1}^n t_i,$$

де λ – значення інтенсивності відмов до початку погіршення технічного стану радіотехнічного засобу ($\lambda > 0$); a – параметр погіршення технічного стану ($a > 0$), що показує у скільки разів змінилось значення інтенсивності відмов; n – загальна кількість зафіксованих відмов за час спостереження, k – параметр, що послідовно набуває всіх значень в інтервалі $[1; n]$.

Вважається, що в тренді змін тривалості напрацювань на відмову присутній нестационарний характер, якщо $\max \theta_k > h$, де h – поріг прийняття рішення, що в цьому дослідженні розраховувався шляхом статистичного моделювання для заданої ймовірності хибного виявлення.

Аналіз розглянутої процедури виконувався шляхом побудови характеристики виявлення. Багатократне моделювання засвідчило придатність процедури CUSUM для найшвидшого визначення зміни технічного стану радіотехнічних засобів.

Розглянута процедура виявлення нестационарностей може бути використана під час проектування та модернізації систем експлуатації радіотехнічних засобів.

Перелік посилань

1. Solomentsev O.V., Melkumyan V.H., Zaliskyi M.Yu., Asanov M.M. «UAV operation system designing.» IEEE 3rd International Conference on Actual Problems of Unmanned Air Vehicles Developments. Proceedings. October 13–15, 2015 (Kyiv, Ukraine), PP. 95 – 98.
2. Tartakovsky A., Nikiforov I., Basseville M. Sequential analysis: hypothesis testing and change-point detection. New York: 2015, Taylor & Francis Group, 580 p.

ВИДІЛЕННЯ ЧАСТОТНИХ СКЛАДОВИХ НЕСТАЦІОНАРНИХ СИГНАЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ВЕЙВЛЕТ-ФІЛЬТРІВ

Використання сучасних підходів, їх контроль, адаптація та впровадження є головними факторами в області цифрової обробки даних. Вейвлет-перетворення (ВП) є однією з перспективних технологій аналізу даних, його інструменти знаходять застосування в самих різних сферах інтелектуальної діяльності. Вейвлет-аналіз успішно застосовується для задач аналізу та розпізнавання звукових сигналів і зображень, а також їх стиснення, фільтрації і порогової обробки, аналізу економетричних даних, медичних даних (кардіосигналів і енцефалограм головного мозку, даних томографії) та ін. Дані функції мають добру частотно-часову адаптацію та мають змогу служити зручним інструментом для дослідження частотних характеристик нестационарного сигналу.

Незважаючи на безліч публікацій, пов'язаних з практичним застосуванням вейвлет-перетворення, в даний час залишається не вирішеним ряд завдань, пов'язаних з оцінюванням параметрів самого вейвлет-перетворення при дослідженні об'єктів різної природи: вибір параметрів при попередній обробці даних, вибір вейвлет-базису, визначення рівня вейвлет-декомпозиції та ін. Визначення оптимального вейвлет-базису є важливим етапом у вейвлет-аналізі, тому, що саме з цього базису будуть проходити процеси розкладання-складання (декомпозиції та реконструювання) сигналу. На даний час вибір материнського вейвлету носить суб'єктивний характер і ґрунтується на існуючому досвіді. Також однією із задач, ефективне рішення якої широко затребуване у цифровій обробці сигналів, є розкладання вихідного сигналу складної форми на складові, вимога до яких визначається, виходячи із прикладної задачі.

Визначення вейвлет-базису для аналізу сигналів є важливим етапом в застосуванні ВП. Для розв'язку цього визначення в роботі запропоновано метод визначення оптимального вейвлет-базису на основі дослідження ВЧХ. Багато в чому від того, який базис і рівень розкладання буде обраний, залежить результат роботи математичного апарату ВП. При побудові ВЧХ вейвлету спочатку виконується пряме ВП. Після цього обчислюється відношення середньоквадратичних значень коефіцієнтів розкладання і вихідного сигналу. Процедура повторюється для різних частот у заданому інтервалі (від 0 Гц до частоти Найквіста).

¹ К.т.н., наук. співр. ЗНТУ РГТ

Для кожної пелюстки ВЧХ можна визначити наступні параметри: ширина смуги пропускання головної пелюстки, площа бічних пелюсток, близькість центральної частоти головної пелюстки до частоти досліджуваного сигналу. Оптимальним вейвлет-базисом назовемо такий вейвлет, для якого досягається мінімізація вище зазначених параметрів.

Для вирішення завдання декомпозиції сигналу складної форми на незалежні складові введено правило: першу компоненту сигналу можна отримати, відновивши сигнал вейвлет-перетворенням на певному рівні за апроксимаційними коефіцієнтами; друга компонента отримується шляхом віднімання першої компоненти із загального сигналу. Розроблений метод оптимальної декомпозиції сигналу складної форми, який використовує критерій мінімізації сумарної ентропії вейвлет-коефіцієнтів обох компонент при визначенні оптимального рівня декомпозиції, відновлення сигналу за апроксимуючими вейвлет-коефіцієнтами оптимального рівня декомпозиції, що дозволяє розкласти сигнал складної форми на незалежні складові. За результатами роботи методу буде отримано криву розподілу сумарної вейвлет-ентропії компонент сигналу (вейвлет-ентропія характеризує посередність, «розмазаність» сигналу та дає критерій того, скільки необхідно ефективних компонент, щоб представити сигнал у певному базисі). Оптимальним рівнем декомпозиції відповідно є той, який надає мінімальне значення вейвлет-ентропії. Таким чином, обґрунтований вибір базису та рівня декомпозиції дозволяє комплексно оцінити параметри ВП, щодо застосування до нестационарних сигналів та бути основою інформаційної технології.

Розроблені методи та інформаційна технологія комплексного оцінювання параметрів ВП нестационарних сигналів практично застосовані в аналізі та діагностуванні об'єктів різної природи, зокрема в медичній (кардіології) та машинобудівній (фрезеруванні) галузях в наступних задачах: виділення профілів хвилястості та шорсткості профілограм металевих поверхонь, виявлення основних комплексів кардіосигналу. Експериментальні дослідження підтвердили коректність запропонованих методів та ІТ. Достовірність отриманих практичних результатів підтверджена експериментальними дослідженнями створеного програмного забезпечення.

UDC 004.942

Kasian M.M.¹, Kasian K.M.²

SYNTHESIS OF CURRENT TOLERANCES FOR THE PARAMETERS OF INTERNAL ELEMENTS DEPENDING ON THE TIME AND OPERATING CONDITIONS OF THE COMPUTER SYSTEM

In real terms, the hardware part of computer systems is exploited under varying parameters q and input influences X , which leads to a variation of the vector of output characteristics

$$Y = F\{X, q(Z)\}, \quad (1)$$

where X – vector of input influences, Y – vector output characteristics, q – vector of the internal parameters of the system, Z – vector of the set of external factors.

In the process of manufacturing computer equipment, the calculated values of the parameters of elements and internal bonds are realized with technological errors, and in the conditions of operation these parameters receive additional variations under the influence of aging processes of materials, mechanical, thermal and other external factors [1]. Therefore, in the study of parameter fluctuations and the parameters themselves, and the initial characteristics can be regarded as random functions of time. At the same time, at each moment of time, the connection between the mathematical expectations of the output characteristics and parameters, as well as between their mean-square deviations, can be obtained in the form of probable models from the expression (1). For this expression (1) decomposes into a Taylor series around the calculated point:

$$Y = Y_p + A_q^Y (q - q_p) + A_X^Y (X - X_p), \quad (2)$$

where A_q^Y and A_X^Y – matrix of absolute first-order sensitivity functions, Y_p – estimated vector of output characteristics, q_p – calculated vector of parameters, X_p – calculated vector of influences.

Subtracting from the expression (1) the given calculated value of the vector of output characteristics, we obtain the absolute variation of the vector of output characteristics:

¹ Ph.D., Dean of the Faculty of Computer Science and Technologies ZNTU

² Ph.D., Assoc. Prof. of the Department of Computer Systems and Networks ZNTU

$$Y - Y_3 = F_p \{X_p, q_p\} - F_3 \{X_3, q_3\} + A_q^Y (q - q_p) + A_X^Y (X - X_p),$$

where F_p – the settlement operator, which, when developing the system may not very different from the given F_3 , Y_3, q_3, X_3 – given calculation vectors that are different from Y_p, q_p, X_p , because the nominal values of the parameters are of a standard value.

Taking the notation $\Delta Y = Y - Y_3$, $\Delta F = F_p - F_3$, $\Delta q = q - q_p$, we get $\Delta Y = \Delta F + A_q^Y \times \Delta q + A_X^Y \times \Delta X$.

Thus, the error of the output characteristic consists of three errors:

$$\Delta Y = \Delta Y_n + \Delta Y_q + \Delta Y_X,$$

where $\Delta Y_n = \Delta F$ – the error due to the distinction of the settlement operator of the system from the ideal (such error is allowed when designing, based on the possibilities of project implementation);

$\Delta Y_q = A_q^Y \times \Delta q$ – the error is due to the deviation of the real values of the parameters of the system from the calculated under the influence of technological and operational factors, ie $\Delta Y_q = \Delta Y_q^T + \Delta Y_q^E = A_q^Y \times (\Delta q_T + \Delta q_E)$;

$\Delta Y_X = A_X^Y \cdot \Delta X$ – the error is due to the deviation of the vector of input impacts from the calculated value during the operation of the system (this error should be attributed to the operational).

If grouped individually technological ΔY_T and operational ΔY_E components of error, we get:

$$\Delta Y = \Delta Y_n + \Delta Y_T + \Delta Y_E. \quad (3)$$

$$\text{Moreover} \quad \Delta Y_T = A_q^Y \times \Delta q_T, \quad (4)$$

$$\Delta Y_E = A_q^Y \times \Delta q_E + A_X^Y \times \Delta X. \quad (5)$$

The obtained equations (3), (4) and (5) can serve as the basis for considering the question of the synthesis of tolerances on the parameters of the system elements while ensuring the diagnosis at the stages of design, production and operation of the computer system [2].

References

1. Bobalo Y. Quality, Reliability of Electronic Equipment: Elements of Theory and Methods of Assurance: Monograph / Yu.Ya. Bobalo L.A. Nedostup, M.D. Kiselychnyk; for ed. L.A. Nedostup. – Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 2013. – 196 p.
2. Mykola Kasian, Kostiantyn Kasian. Diagnostic Mathematical Model of Radio-electronic Devices. Proceedings of 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Lviv-Slavske, Ukraine, February 20 – 24, 2018, p.123–127.

INDUSTRIAL SIMULATOR FOR ON-BOARD SOFTWARE VERIFICATION

Introduction. Applying modelling and simulation at all stages of the Attitude Determination and Control Subsystem (ADCS) development allows to verify the algorithms and on-board software (OBSW) of the spacecraft (S/C) and significantly reduces the time and costs of spacecraft development and testing in general [1]. In this paper the structure of the test bench (TB) and its software for OBSW testing and verification are considered.

Test bench structure. The TB is intended for debugging, testing and tryout of the OBSW of the S/C ADCS. It consists of technological computer (TC) and development kit for the on-board software TMS570LS31x Hercules™ Development Kit (HDK), which includes the TMS570LS31 table top card [2].

To provide the testing of algorithms, code testing, compatibility of on-board computer and OBSW testing and functional and performance testing, the model-based system engineering approach is the standard today. The TB should provide simulation at all stages of the creation of OBSW. For this purpose, the TB provides «Algorithm in the loop», «Software in the loop» and «Controller in the loop» modes.

In the «Controller in the loop» mode, the OBSW is executed on the TMS570LS3137 microcontroller, which is the prototype of the processor of the real on-board computer of the ADCS. The simulation application runs on the TC. It includes programs for simulating the S/C's centre of mass motion, S/C's angular motion around the centre of mass, environment, devices of the ADCS and auxiliary programs, e.g., tools for matrix and vector calculations, operations of quaternion algebra, tools for working with XML files, which apply for presentation of model's parameters, initial values of simulation and modes of the ADCS work. For industrial usage, the TB software infrastructure includes all the basic elements that provide software engineering. There are the following ones: system software, service software, version control software, tools for work with the TMS570LS31 table top card and OBSW, applications for simulation and unit-testing software of these applications.

The main components of the applications for simulation are represented in the SysML package diagram (Fig. 1).

¹ PhD, Head of Computer Systems and Networks Department ZNTU

² Senior Lecturer of Computer Systems and Networks Department ZNTU

³ Student of Computer Systems and Networks Department ZNTU

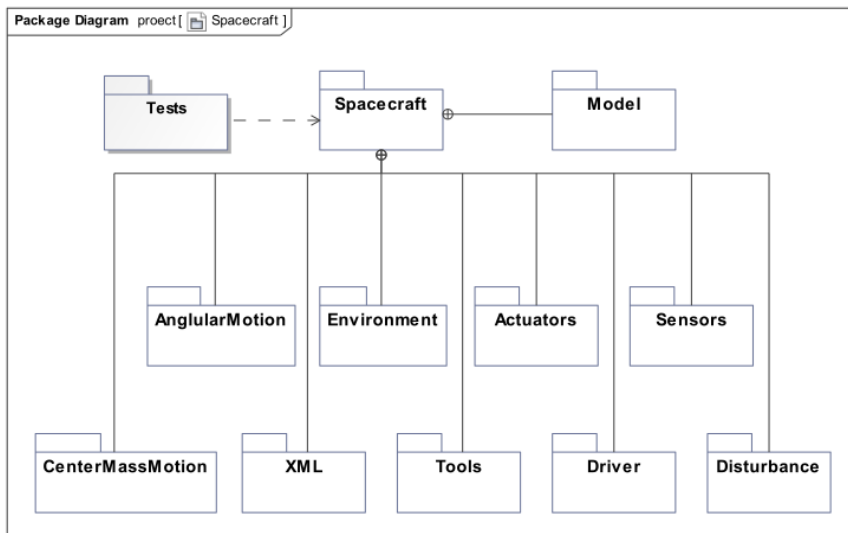


Figure 1 – Package diagram of application for simulation of S/C

The application for S/C simulation includes programmatic realizations of models of the Earth’s gravitational and magnetic fields, the S/C center of mass motion, the S/C angular motion, the angular rate sensor, magnetic field sensor, the star tracker, the reaction wheels and the electromagnets.

Acknowledgment. This work is an interim result of the research and development for the project «Development of research simulator software for tryout of spacecraft control system algorithms and software» (State registration number 0118U001666) funded by SMC «HARTRON-UCOM LTD».

References

1. Eickhoff, J. Onboard Computers, Onboard Software and Satellite Operations / J. Eickhoff. – Springer Berlin Heidelberg, 2012. – 280 p.
2. TMS570LS31x Hercules Development Kit (HDK). User’s Guide. – Texas Instruments, 2013 – 25 p.

SYNTHESIS OF CORRECTIVE AND INFORMATIONAL FEEDBACKS FOR ENERGY-SAVING PRECISIONAL COPROCESSORS

The development of specialized computer-integrated systems (CIS) raises a number of problems associated with high requirements for multifunctional precision energy-saving high-speed coprocessors for reliability.

It is known [1] that the synthesis of the connection of the elements of the coprocessor inside the chip provides the intensity of the failure by 4-5 orders of magnitude less in comparison with the external compounds. Analysis of the topologies of the coprocessor models on the chip realized by the tabular classical method showed that the information processing scheme occupies 1/3 of the area of the chip, and the contact areas – 2/3. In this case, the topology of the input and output registers is $\approx 50\%$ of the area occupied by the information processing scheme [2].

The lack of a unified approach to solve the problem reducing the number of external contacts makes the actual problem.

The aim of the work is to increase the reliability of precision multifunction coprocessors by building models with corrective (CFB) and information (IFB) feedbacks inside the chip, keeping accuracy and speed.

The use of the CFB transmission is formed by a XOR operation, codes the difference between the input and output binary code words to correct the input information.

IFB provides connection of the output of the input register, through the inserted block of gates inside the chip, to the inputs of the coprocessor, which are connected to external contacts.

Verification of the efficiency of the use of CFB and IFB is shown on the examples of the original models [2, 3] of multi-bit coprocessors realized by the bit-coded-tabular logic-rotary (BCTLR) method. On the direct chain in the models, the argument is written using the code inputs of the input register, recognized, and the correcting constant in the numerical memory block (NB) is determined at the specified address. By feedback, the correcting constant from the output of NB goes to the counter inputs of the input register. Under

¹ PhD, Senior Research Fellow, Institute of Electric Welding E. O. Paton

² Doctor of Technical Sciences, Professor, Cherkassy State Technological University

³ PhD, Associate Professor, Cherkassy State Technological University

⁴ Junior Research Fellow, Institute of Electric Welding E. O. Paton

⁵ PhD, Junior Research Fellow, Institute of Electric Welding E. O. Paton

the influence of units of correcting constants, register triggers are flipped, taking the opposite state. At the outputs of the input register, a function code appears which, via the IFB, is fed to the code inputs of the input register connected to external contacts. The appearance of the input and output codes on the external input terminals is time-separated due to the timely control of the inserted gate block.

The introduction of CFB and IFB into the architecture of coprocessors ensures their effectiveness by:

1. Low energy consumption due to a small number of active elements (per n flip-flops) in the information processing circuit.
2. Increase the operating time to refusal to triggers of the register by 2 times.
3. Reduction of the area occupied by the processing circuit of information on the chip by almost 25 % (lack of topology of the output multi-bit register) and a reduction of 1/3 of the area of the chip occupied by external contacts, which allows to expand the functionality on the free area of the chip.
4. Reduction in the number of errors in the design and manufacture of topologies due to the solutions obtained under item 1 and item 3.

Thus, one of the tools to improve the efficiency of digital components of CIS for special purposes are CFB and IFB inside the chip when hardware implementation using method BCTLR.

References

1. Lukashenko, A. G., Zubko, I. A., Kornukh, V. V., Lukashenko, V. A., Lukashenko, V. M. (2017). Znakovi modeli strukturovannykh zalezhnostey dynamichnoho rozvytku spivprotseoriv. Bulletin of Cherkasy State Technological University, 2, 11–16 pp.
2. Lukashenko, A. G., Zubko, I. A., Lukashenko, D. A., Lukashenko, V. A., Lukashenko, V. M. (2017). Model' bahatofunktsionanoho tablychno-lohichnoho spivprotseora dlya komp'uterno-intehrovanykh system spetsial'noho pryznachennya. Nauka i studia, Przemysl, 16 (177), 32–38 pp.
3. Lukashenko, V. A., Lukashenko, A. G., Zubko, I. A., Lukashenko, D. A., Lukashenko, V. M. (2016). Bahatofunktsional'nyy tablychno-lohichnyy spivprotseor. Patent of Ukraine 111459. Kyiv: State Patent Office of Ukraine.

ON THE CLASSIFICATION OF MODEL CHECKING METHODS FOR THE INTERNET OF THINGS

Nowadays, the concept of the Internet of Things (IoT) is broadly recognized as being an enabling technology for different physical objects to communicate, share the information and coordinate decisions [1]. The complexity of the design solutions required to bring into life the IoT systems fosters the need for the intense usage of formal methods in an automated manner. To this end, the model checking methods are considered to be the right direction to go [2]. The proposed approach to classification of model checking methods for the IoT is represented in Fig. 1.

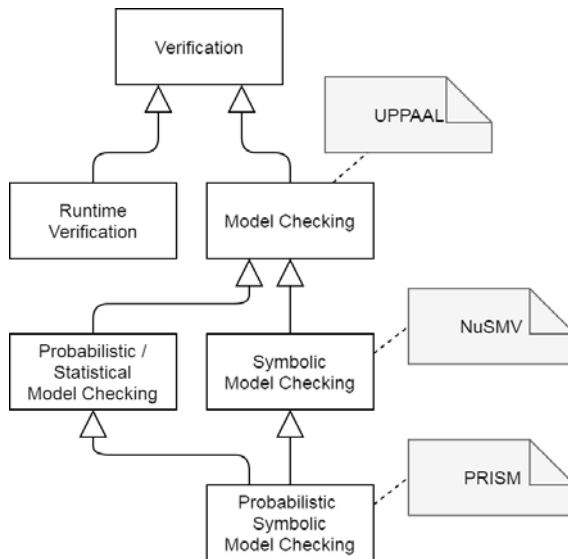


Figure 1 – Proposed classification of model checking methods for the IoT

In Fig. 1, the accent is put on differentiation between the concepts of model checking and runtime verification. The latter is considered to be a lightweight verification technique, complementing the model checking – as an attempt to avoid the negative effect of state space explosion problem dur-

¹ Cand. of techn. sciences, docent, docent of CSN Dept., ZNTU

² Senior lecturer of CSN Dept., ZNTU

³ Senior lecturer of CSN Dept., ZNTU

ing the designing [3]. As an attempt to diminish this effect, the symbolic model checking technique can be successfully applied. To quantitatively assess the specified properties, the probabilistic / statistical model checking methods take place. Moreover, to lower the effect of state space explosion problem, the proper abstraction level of formal specification should be found out first.

In Fig. 1, in comment-boxes the representatives of corresponding model checking tools are given, e.g., UPPAAL [4], NuSMV, PRISM, etc.

The following results have been obtained: classification of model checking methods taking place in the IoT domain has been proposed; it has been recommended to put an accent on finding out the proper abstraction level of formal specification to diminish the negative impact of state space explosion problem during the designing of the IoT solutions.

Acknowledgment. The work has been conducted as part of Erasmus+ Internet of Things: Emerging Curriculum for Industry and Human Applications ALIOT Project (reference number 573818-EPP-1-2016-1-UK-EPPKA2-CBHE-JP), participated by the Department of Computer Systems and Networks (CSN) of Zaporizhzhia National Technical University (Ukraine).

References

1. Al-Fuqaha A. Internet of Things: A survey on enabling technologies protocols and applications / A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari, M. Ayyash // IEEE Communications Surveys & Tutorials. – 2015. – Vol. 17, No. 4. – P. 2347-2376. doi: 10.1109/COMST.2015.2444095
2. Newcombe C. How Amazon web services uses formal methods / C. Newcombe, T.Rath, F. Zhang, B. Munteanu, M. Brooker, M. Deardeuff // Communications of the ACM. – 2015. – Vol. 58, No. 4. – P. 66–73. doi: 10.1145/2699417
3. Leucker M. A brief account of runtime verification / M. Leucker, C. Schallhart // The Journal of Logic and Algebraic Programming. – 2009. – Vol. 78, No. 5. – P. 293–303. doi: 10.1016/j.jlap.2008.08.004
4. Deng X. Greenhouse environment monitoring IOT system modeling based on timed automata / X. Deng, R. Sun, J. Nie, W. Wang, Y. Shi // Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery. – 2016. – Vol. 47, No. 7. – P. 301–308. doi: 10.6041/j.issn.1000–1298.2016.07.041

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF PARALLEL METHOD FOR PRODUCTION RULES EXTRACTION ON HIGH PERFORMANCE COMPUTER SYSTEMS

The method of extraction of production rules based on artificial intelligence proposed in [1] allows reducing the time costs for the synthesis of models for solving complex practical problems with large amounts of diagnostic data by concurrently generalizing the given data samples in the form of models based on decision trees, associative rules and negative selection. The purpose of this paper is an experimental investigation of the method [1] using a cluster and a supercomputer.

A distinctive feature of the cluster is a significantly larger number of computing nodes compared to any single computer, which makes it possible to reduce the execution time of the discussed method. On the other hand, the performance of method [1] is sensitive to transfers and synchronizations, which on the cluster occupy a larger share than on one computer. Therefore, the scientific and practical interest is the investigation of the performance of the discussed method both on a cluster and on a single multi-core computer.

For the investigation, 16 logical nodes of cluster of Pukhov Institute for Modelling in Energy Engineering National Academy of Sciences of Ukraine (*IPME*) were used: processors Intel Xeon 5405, RAM – 4×2 GB DDR-2 for each node, communication environment InfiniBand 20Gb/s, middleware Torque and OMPI. As a supercomputer, the high-performance node of the Faculty of Computer Sciences and Technologies of the Zaporozhye National Technical University (*fCST ZNTU*) was used: Xeon E5-2660 v4 processor (14 cores), 4x16 GB DDR4 memory, Java threads programming model.

The graph of the time spent (T_{spent}) for the implementation of the considered method on the number of cluster nodes involved and the supercomputer cores (N_{cpu}) is shown in Fig. 1. The acceleration graph ($Speedup$) is shown in Fig. 2.

Thus, the acceleration of the computational process on a supercomputer grows almost linear, in view of the much smaller impact of transfers and synchronizations compared to the cluster. On the cluster with increasing number of nodes, the acceleration behaves nonlinearly. In view of the greater number of nodes (compared to the supercomputer), the cluster allows to significantly reduce the time spent for the implementation of the discussed method.

¹ PhD associate professor of computer systems and networks department, ZNTU

² Graduate student of computer systems and networks department, ZNTU

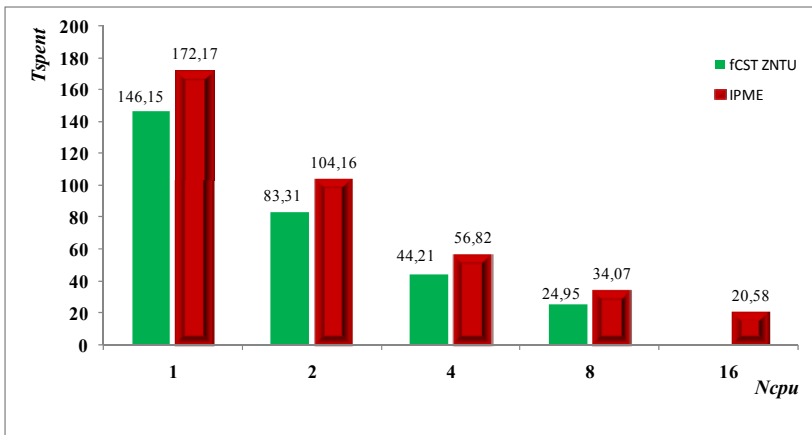


Figure 1 – Graph of the time spent for implementation of method [1]

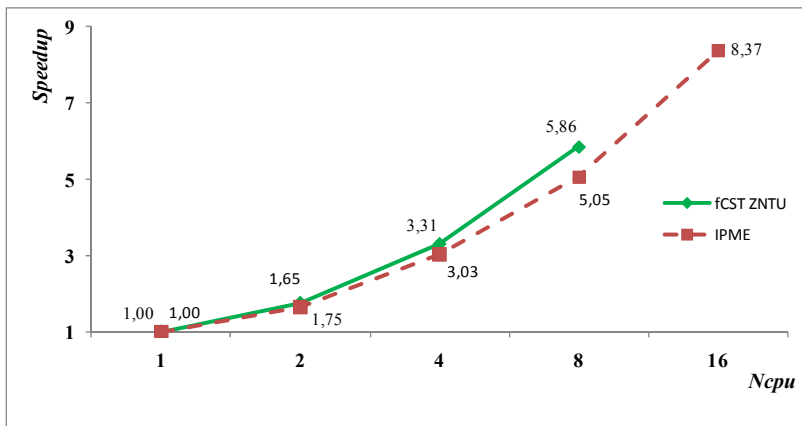


Figure 2 – Speedup graph

References

- Oliinyk, A. Parallel method of production rules extraction based on Computational Intelligence / A. Oliinyk, S. Skrupsky, S. Subbotin, I. Korobiichuk // Automatic Control and Computer Sciences, 2017, Vol. 51, No. 4, P. 215–223 (SCOPUS)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СТРУКТУРНОЙ РЕДУКЦИИ В СОВМЕЩЕННЫХ АВТОМАТАХ

В практике проектирования цифровых систем часто используется модель совмещенного микропрограммного автомата. Предметом исследования в данной работе является логическая схема совмещенного микропрограммного автомата (СМПА), который объединяет функции автомата Мили и автомата Мура. На практике такие модели управляющих автоматов применяются достаточно широко, но в литературе практически отсутствует теоретическое описание моделей СМПА, а также способов их оптимизации. Рассмотрена задача оптимизации логической схемы совмещенного микропрограммного автомата, реализованного в базисе FPGA. При этом можно использовать три внутренних компонента FPGA: элементы табличного типа LUT (look up table), встроенные блоки памяти ЕВМ (embedded memory block) и программируемые межсоединения.

Число компонентов FPGA, необходимое для реализации логической схемы автомата, зависит от параметров СМПА и характеристик элементного базиса. Очевидно, что уменьшение требуемого числа компонентов ведет к уменьшению площади кристалла FPGA, занимаемой схемой СМПА, за счет чего снижаются аппаратурные затраты в схеме и потребляемая энергия, повышается экономическая эффективность проекта в целом.

Для решения задачи оптимизации схемы СМПА по критерию аппаратурных затрат предлагается использовать методы псевдоэквивалентных состояний и замены входных переменных с целью уменьшения разрядности входного кода схемы СМПА, а также структурные особенности элементного базиса FPGA – наличие логических блоков LUT и блоков встроенной памяти ЕМВ.

В совмещенном микропрограммном автомате функции выходных сигналов и функции возбуждения памяти автомата Мили имеют одинаковые аргументы, поэтому их целесообразно реализовать на однотипных элементах. Блоки ЕМВ используются для реализации автомата Мили, а элементы LUT для реализации автомата Мура. Этот подход приво-

¹ Д.т.н., профессор, Институт информатики и электроники, Зеленогурский Университет, Польша

² К.т.н., доцент кафедры «Компьютерные системы и сети» ЗНТУ

³ Ассистент каф. «Компьютерные системы и сети» ЗНТУ

дит к структурной схеме СМПА S_1 , которую будем считать базовой для дальнейшей оптимизации по критерию аппаратурных затрат.

В настоящей работе предлагается метод синтеза СМПА S_2 по исходной ГСА Г. Метод включает следующие этапы:

1. Формирование множества состояний A .
2. Кодирование состояний $a_m \in A$.
3. Формирование разбиения $\pi_A = \{b_1, \dots, b_l\}$.
4. Кодирование классов $b_i = \pi_A$.
5. Замена логических условий.
6. Формирование прямой структурной таблицы СМПА S_2 .
7. Формирование таблицы блока LUTer1.
8. Формирование таблицы блока EMVer.
9. Формирование таблицы блока LUTer.
10. Реализация схемы СМПА в базисе FPGA.

Предложенный метод относится к структурной редукции, когда выполняется декомпозиция схемы автомата на различные функциональные составляющие. При этом блок замены логических условий реализуется на элементах LUT, как и блок формирования выходных переменных автомата Мура. Такой подход позволил уменьшить аппаратурные затраты в 23% схем, синтезированных для стандартных примеров из библиотек. Отметим, что этот результат относится к наиболее сложным автоматам, имеющим более 20 состояний.

Перечень ссылок

1. Baranov S. Logic and System Desing of Digital Systems. – Tallinn: TUT Press, 2008. – 267 pp.
2. Баркалов А.А. Оптимизация схемы совмещенного автомата в базисе FPGA способом замены входных переменных / А.А. Баркалов, И.Я. Зеленева, С.С. Грушко // Науковий вісник ЧНУ імені Юрія Федьковича. Серія: Комп'ютерні системи та компоненти. Том 6, Випуск 2. – Чернівці: ЧНУ, 2015. – с. 49–54.

МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕДАГУВАННЯ ТОВАРІВ В ІНТЕРНЕТ МАГАЗИНІ

Завданням даного досліджування є економія часу користувача у процесі заповнення магазину.

Для того, щоб масово змінити інформацію про товари, ви можете експортувати товари з вашої сторінки в файл. Отриманий файл буде відредагований за допомогою електронних таблиць, таких як Microsoft Excel, а потім імпортувати його на сайт. Така форма дозволить швидко оновити назви та описи багатьох товарів, ціни, знижки та кількість товарів у наявності.

Завданням є спрощення роботи адміністратора з товарами магазину за допомогою:

- парсінгу – автоматизація запису інформації з сайтів до файлу;
- імпорту даних – автоматизація наповнення магазину великими об'ємами контенту (внесення даних в магазин);
- експорт даних – отримання вмісту контенту з магазину.

Одна з найпопулярніших торгівельних платформ використовує імпорт та експорт товарів в форматі CSV.

CSV – файловий формат, котрий є відмежовуваним форматом для представлення табличних даних, у якому поля відокремлюються символом коми та переходу на новий рядок.

Всі вимоги, викликані специфікою e-commerce, і алгоритм, який буде імпортувати дані, повинен враховувати їх в повному обсязі.

Виконати ці вимоги можливо якщо використовувати наступні інструменти:

- використовувати стандартний імпорт;
- імпортувати через механізм обміну ІС;
- програмувати свій власний механізм імпорту.

Аналіз кожного із запропонованих варіантів буде представлений нижче.

Імпорт даних через CSV – річ сама по собі дуже проста і повинна працювати надійно. Правда, як показує практика, це не завжди так. Виникають питання, якщо треба імпортувати щось більш складне ніж набір «ім'я, опис, картинка, артикул, ціна». Сьогодні цей варіант імпорту даних в CMS запрограмований не завжди добре в більшості реалізацій і

¹ студент гр. КНТ-513м ЗНТУ

² к.т.н., доцент кафедри КСМ ЗНТУ

завжди вимагає доопрацювань. Плюс до всього – це проміжні файли (їх же треба сформувати), вимоги до хостингу (обмеження). І найголовніший мінус – ручна робота, а точніше, багато нудною і однотипною ручною роботи.

Програмування власного механізму. Імпортувати цим шляхом складно і дорого, проте реалізація дарує масу переваг, недоступних сьогодні з коробки в пропонуваніх рішеннях. На наш погляд, якщо стоїть завдання виконувати вимоги до імпорту даних в повному обсязі, то тільки цей варіант здатний задовольнити.

Однією з допоміжних функцій, які використовують в наповненні інтернет магазинів це –парсінг.

Парсінг (Parsing) – це прийняте в інформатиці визначення синтаксичного аналізу. Для цього створюється математична модель порівняння лексем з формальної граматикою, описана одною з мов програмування. Наприклад, PHP, Perl, Ruby, Python.

Незалежно від того на якій формальній мові програмування написаний парсер, алгоритм його дії залишається однаковим:

вихід в інтернет, отримання доступу до коду веб-ресурсу і його скачування;

считування, вилучення та обробка даних;

представлення витягнутих даних в легкотравному вигляді – файли .txt, .sql, .xml, .html і інших форматах.

Без програм парсінга власникам інтернет-магазинів, які потребують сотні однотипних описів товарів, технічних характеристик та іншої інформації, яка не є інтелектуальною власністю, було б важко вручну заповнювати характеристики товарів.

Як приклад використання експорту та імпорту товарів приведемо задачу, змінити ціни на всі товари по магазину на 3% збільшивши його порівняно з сайтом постачальника. За допомогою парсеру створюємо таблицю з цінами та назвою товарів, використовуючи формули змінюємо всі ціни за пару натискань та імпортуємо цей файл до магазину. Таким чином адміністратор оновить усі ціни у пару натискань, що прискорює роботу адміністратора приблизно в 10 разів в порівнянні з ручною зміною цін.

Перелік посилань

1. Імпорт даних в інтернет-магазини // Хабрахабр URL: <https://habrahabr.ru/post/209040/> (дата звернення: 02.04.18).
2. Compiling, Volume I: Parsing, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., p. 542,1972.

МЕТОД ЗМЕНШЕННЯ РОЗМІРУ ВЕКТОРУ ТЕРМІВ ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ТЕКСТОВИХ ДОКУМЕНТІВ

У зв'язку з безперервним зростанням задокументованих обсягів інформації завдання класифікації текстових документів не втрачає своєї актуальності навіть з часом.

Класифікація текстових документів полягає у визначенні належності документу, що аналізується, одній із існуючих категорій.

Процес класифікації текстових документів складається з кількох етапів. Окреме місце в цьому процесі займає питання зменшення вектору термів (оброблених слів), що аналізуються, які використовуються як вхідні дані для класифікації. В даній роботі пропонується метод визначення неінформативних термів та зменшення розміру вектору термів в цілому для кожної категорії окремо.

Кожний терм характеризується деякою величиною – вагою, що відображає значимість даного терма для документу або категорії. Для визначення ваги кожного терма використовується параметр SLF – коефіцієнт, що характеризує вагу термів з урахуванням їх входження в категорії [1]. На відміну від багатьох інших підходів визначення вагових значень даний метод враховує важливість кожного окремого терма для конкретної категорії.

На основі параметра SLF можна визначити малоінформативні терми для конкретної категорії і видалити їх з переліку характерних слів категорії (замінити вагове значення терма на 0 для конкретної категорії).

При цьому послідовність дій наступна.

1. Визначити параметр TF для кожного терма. TF (term frequency – частота терма) – відношення числа входження конкретного терма до загальної кількості термів документа. Таким чином, оцінюється важливість терма t_i в рамках окремого документа d_j [2].

Нехай fr_{ij} – число входжень терма t_i в документ d_j . Тоді частота терма визначається як:

$$TF(t_i, d_j) = \frac{fr_{ij}}{\sum_i fr_{ij}}, \quad (1)$$

де $0 \leq i \leq |T|$, $0 \leq j \leq |D|$; D – множина документів; T – множина термів категорії.

¹ асистент каф. КСМ ЗНТУ

² доцент каф. КСМ ЗНТУ

2. Знайти сумарне значення отриманих вагів для кожного терма у всій колекції

$$TF(t_i, C) = \sum_i TF(t_i, d_j), \quad (2)$$

3. Отримати дольову частку кожного терма категорії в масштабах колекції шляхом ділення значення частоти терма з пункту 1 для кожного документа на сумарне значення отриманих вагів з пункту 2:

$$TF(t_i) = \frac{TF(t_i, d_j)}{TF(t_i, C)}, \quad (3)$$

Оцінка значимості конкретного терма для категорії в рамках всієї колекції визначається як добуток суми нормованих вагових значень з пункту 3 для всіх документів категорії та коефіцієнта SLF для категорії.

$$TF(t_i, c_n) = \sum_{j=1}^k TF(t_i, d_j) \cdot SLF_t, \quad (4)$$

де k – кількість документів в конкретній категорії.

Отримане значення відображає ступінь важливості даного терма для конкретної категорії в рамках колекції в цілому. Спираючись на отримані результати можна визначити терми, не характерні для категорії, що аналізується. Пороговим значенням для визначення таких термів є величина, зворотна кількості документів в категорії. Всі терми, що мають вагове значення нижче зазначеного порогового значення, не є характерними для даної категорії. Тому вагове значення терма для даної категорії можна змінити на нульове.

Таким чином, в результаті такої попередньої обробки вагових значень термів в рамках окремих категорій можна зменшити вплив неінформативних термів на результати оцінювання належності документа категорії. Такий підхід дає можливість підвищити якість оцінки відповідності документа при пошуку документів, що належать певній категорії.

Перелік посилань

1. Rehman Abdur, Feature extraction for classification of text documents [Text] / Abdur Rehman, Haroon A. Barbi, Mehreen Saeed // International Conference on Communications and Information Technology (ICCIT 2012): intern. conf., 26–28 June 2012 : тези доп. – Hammamet, Tunisia, 2012 – pp. 234 – 239.
2. Golub T. The Analysis of Text Documents Classifiers Constructing Methods [Text] / T. Golub // Modern Problems Of Radio Engineering, Telecommunications, And Computer Science 2016: International conference: 23–26 February 2016. : тези доп., – Lviv-Slavsko, Ukraine, 2016. – p.742–745.

РЕАЛИЗАЦИЯ СОВМЕЩЕННОГО МИКРОПРОГРАММНОГО АВТОМАТА НА МИКРОСХЕМАХ ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЛОГИКИ

Работа посвящена решению актуальной научной задачи разработки структур и методик синтеза совмещенного микропрограммного автомата (СМПА), ориентированных на уменьшение аппаратных затрат при реализации логической схемы СМПА базисе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), таких как FPGA и CPLD.

В современном процессе проектирования цифровых схем на ПЛИС широко используются системы автоматизированного проектирования. При автоматическом размещении схемы на ПЛИС реализуются различные алгоритмы декомпозиции систем булевых функций, которые, как показывают исследования, не обеспечивают оптимального использования ресурсов микросхемы, чем объясняется актуальность задачи оптимизации при имплементации систем булевых функций в структуре ПЛИС. Следствием такой оптимизации является не только возможное удешевление и уменьшение габаритов схемы, но и минимизация потребляемой и рассеиваемой мощности, сокращение времени распространения сигнала, что в целом повышает эффективность разработанной схемы.

При проектировании схемы СМПА можно использовать такую особенность FPGA, как гетерогенная структура [1]. Это означает, что для реализации схемы можно использовать три компонента FPGA: элементы табличного типа – LUT (Look Up Table), встроенные блоки памяти – EMB (Embedded Memory Block) и программируемые межсоединения.

В работе предложено четыре структуры СМПА для реализации в базисе FPGA, основанные на гетерогенности микросхем программируемой логики. Экспериментально подтверждена эффективность использования гетерогенной структуры FPGA при оптимизации схем СМПА. Показано, что оптимизация схем СМПА, основанная на использовании гетерогенности FPGA, является результативной для всех исследуемых семейств микросхем Xilinx, Altera и Microsemi.

Так как ПЛИС имеют матричную структуру, может возникать необходимость оптимизации количества входов и количества термов в системах функций возбуждения памяти в структуре СМПА. Для этого предлагается применение таких методов структурной редукции, как за-

¹ Ст..викл. каф КСМ ЗНТУ

мена логических условий, использование наличия псевдоэквивалентных состояний в граф-схеме алгоритма (ГСА) устройства управления и их комбинации. В работе предложены структуры СМПА, которые позволяют экономить аппаратные ресурсы при реализации в базе FPGA. Проведен ряд исследований, позволяющих оценить степень эффективности каждой структуры при реализации схемы СМПА в различных семействах микросхем FPGA распространенных фирм-производителей Xilinx, Altera (Intel) и Microsemi.

При реализации схем СМПА в базе CPLD для уменьшения числа термов в системах выходных функций автомата Мили и функций возбуждения памяти можно использовать метод синтеза микропрограммного автомата с кодированием наборов входных переменных, который позволяет уменьшить количество строк в ПСТ [2]. В этом методе кодирования состояний отделено от кодирования наборов выходных сигналов, что позволяет уменьшить число термов в каждой из функций возбуждения памяти и выходных функций автомата Мили. Кодирование наборов выходных сигналов, в свою очередь, выполняется так, чтобы уменьшить число термов в каждой из выходных функций автомата Мура.

На основании этих методов предложено четыре структуры СМПА для реализации в микросхемах CPLD и разработаны методики синтеза СМПА по каждой из представленных структур. Экспериментально доказано, что при оптимизации схем СМПА в базе CPLD из предложенных структур наибольшую эффективность имеет структура U4.

В результате исследований разработаны рекомендации по выбору и использованию предложенных структур и методик для элементной базы различных фирм-производителей.

Перечень ссылок

1. Грушко С.С. Класифікація структур сумішених мікропрограмних автоматів при реалізації в базі FPGA / С.С. Грушко // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І.Вернадського. Серія: Технічні науки, Київ, 2018, Том 29 (68) №1 2018. Частина 1. – с. 131–136.
2. Грушко С.С. Аналіз методів зменшення апаратних витрат при реалізації схем сумішених мікропрограмних автоматів на CPLD / С.С. Грушко, І.Я. Зеленьова // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Електротехнічні та комп'ютерні системи: теорія та практика», Одеса, 29 травня – 1 червня, 2018.

ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ СХЕМИ СУМІЩЕНОГО МІКРОПРОГРАМНОГО АВТОМАТА НА FPGA

В роботі було проведено дослідження реалізації та оптимізації пристрою управління (ПУ) вбудованою системою у вигляді суміщеного мікропрограмного автомата (СМПА). СМПА являє собою модель автомата, що дозволяє поєднувати в одній схемі вихідні сигнали автомата Мура і автомата Мілі, що мають різну тривалість [1].

Базову структуру СМПА було розроблено за заданою граф-схемою алгоритму роботи ПУ. Для реалізації пристрою в базисі FPGA було виконано такі етапи:

- позначення ГСА станами СМПА;
- кодування станів СМПА;
- формування прямої структурної таблиці;
- формування систем функцій збудження елементів пам'яті;
- формування систем вихідних функцій;
- створення проекту мовою VHDL;
- відлагодження проекту;
- імплементація проекту в мікросхему Arria GX EP1AGX20CF484C6.

При такій реалізації схема всього ПУ реалізується на розподілених ресурсах FPGA.

Для зменшення апаратних витрат розподілених ресурсів було виконано спробу оптимізації базової структури, яка полягає в ідеї використання вбудованої пам'яті мікросхеми для реалізації частини алгоритму ПУ [2].

Таким чином, при спробі оптимізації, схему формування вихідних сигналів автомата Мілі було перенесено до вбудованої пам'яті. Після створення проекту мовою VHDL було проведено моделювання роботи схеми у середовищі ActiveHDL з метою підтвердження ідентичності роботи схеми, поданої обома структурами.

В результаті моделювання було отримано часові діаграми для обох структур – оптимізованої та неоптимізованої. Аналіз показав, що часові діаграми співпадають і помилок у роботі алгоритму ПУ не виявлено.

Результати імплементації обох структур подані в табл. 1.

¹ Ст. викл. кафедри комп'ютерних систем та мереж ЗНТУ, м. Запоріжжя

² К.т.н., доцент кафедри КСМ ЗНТУ, м. Запоріжжя

³ Магістр кафедри комп'ютерних систем та мереж ЗНТУ, м. Запоріжжя

Таблиця 1 – Результати імплементації для мікросхеми Artix GX
EPIAGX20CF484C6

Структура	LUT	Memory Bits	Pins
Базова	19	0	20
Оптимізована	17	256	

Результати імплементації показали, що під час використання внутрішньої пам'яті зменшується кількість задіяних розподілених ресурсів (елементів LUT), що підтверджує доцільність використання оптимізованої структури при наявності вільних блоків вбудованої пам'яті. Максимальна ефективність такої структури досягається при умовах доцільності:

$$N_1 \gg N_2, N_1 < V_0, \quad (1)$$

де N_1 – кількість вихідних сигналів автомата Мілі; N_2 – кількість вихідних сигналів автомата Мура; V_0 – загальна ємність блоків вбудованої пам'яті.

Такий спосіб оптимізації є досить трудомістким через специфіку подання автомата Мілі мовою VHDL, але може буди достатньо ефективним за виконання умов доцільності.

Перелік посилань

1. Baranov S. Logic and System Desing of Digital Systems / S. Baranov. – Tallinn: TUT Press, 2008. – 267 pp.
2. Баркалов А. А. Реализация совмещенного микропрограммного автомата в базисе FPGA / А. А. Баркалов, Л. А. Титаренко, И. Я. Зеленева. // Наукові праці ДонНТУ Серія «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка». – 2014. – №1'19.

УДК 004.74

Зеленева И.Я.¹, Грушко С.С.², Котенко А.А.³, Зеленько В.В.³

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ РЕАЛИЗАЦИИ УПРАВЛЯЮЩИХ АЛГОРИТМОВ В БАЗИСЕ FPGA

Алгоритм управления цифровой системой может быть аппаратно реализован в виде микропрограммного автомата с жесткой или с программируемой логикой [1]. Автоматы с жесткой логикой (АЖЛ) отличаются наибольшим быстродействием благодаря параллельному анали-

¹ К.т.н., доцент кафедры «Компьютерные системы и сети», ЗНТУ

² Ст. викл. кафедры «Компьютерные системы и сети», ЗНТУ

³ Бакалавр кафедры «Компьютерные системы и сети», ЗНТУ

зу входных сигналов, однако схемы, полученные таким образом, не обладают «гибкостью» в смысле адаптации к возможным изменениям в управляющем алгоритме. Автоматы с программируемой логикой (АПЛ) не обладают повышенным быстродействием, но хорошо адаптируются к изменениям управляющего алгоритма. При этом АПЛ реализуют промежуточный уровень реализации цифровых систем, который получил название «микропрограммный» (firmware) и предназначен для аппаратного выполнения программ, написанных на языках высокого уровня. При этом каждая команда машинного языка интерпретируется специальной микропрограммой – последовательностью микрокоманд (МК), хранимых в специальной управляющей памяти (УП). Микрокоманды организованы в соответствии с операционно-адресным принципом, при котором каждая МК имеет операционную (ОЧ) и адресную (АЧ) части. Информация о выполняемых микрооперациях содержится в ОЧ, а АЧ содержит код проверяемого логического условия и адрес перехода.

В данной работе рассматривается реализация алгоритма управления автоматизированной бортовой системой (АБС). Алгоритм исходно задан в виде функционального дерева и имеет определенную особенность: в нем чередуются операторные и условные вершины, что отражает принцип «опрос датчиков – реакция устройства».

Такая алгоритмическая особенность характерна для управляющих систем, в отличие от вычислительных, в которых присутствуют последовательности операторных вершин и относительно мало вершин условных. Исходя из анализа свойств моделей АЖЛ и АПЛ, для реализации алгоритма управления АБС был выбран автомат с программируемой логикой и принудительной адресацией микрокоманд (МК). В этом случае формат МК включает поля: FУ – операционная часть; FХ – код проверяемого логического условия, если $FХ = 0$, то переход выполняется безусловно; FA₁ – адрес перехода, если проверяемое логическое условие равняется нулю или при безусловном переходе; FA₂ – адрес перехода, если проверяемое условие равняется единице.

Такой формат управляющего слова дает возможность формировать пары «операторная вершина + словная вершина» в рамках одного управляющего слова. Это позволяет значительно уменьшить количество управляющих слов в алгоритме управления по сравнению с числом состояний АЖЛ в том же алгоритме. Исследования АЖЛ также были проведены для сравнения.

Целью данных исследований является сравнение степени эффективности разных способов реализации управляющего алгоритма АБС при использовании моделей АПЛ, АЖЛ, а также совмещенного микропрограммного автомата (СМПА). В качестве элементного базиса для

исследований выбраны широко используемые микросхемы FPGA фирмы Altera (Intel) и соответствующее программное обеспечение Quartus II [2]. Результаты исследований показывают, что при наличии в алгоритме управления достаточно большого числа последовательных пар вершин «операторная + условная» является более эффективной по аппаратным затратам является реализация в виде автомата с программируемой логикой. Дальнейшие направления исследований заключаются в поиске способов оптимизации схем АПЛ не только по критерию аппаратных затрат, но и по критерию быстродействия, для чего можно использовать встроенные блоки памяти FPGA, присутствующие практически во всех современных сериях микросхем.

Перечень ссылок

1. Baranov S. Logic and System Desing of Digital Systems. – Tallinn: TUT Press, 2008. – 267 pp.
2. Sklyarov V., Sklyarova I., Barkalov A., Titarenko L. Synthesis and Optimization of FPGA – based Systems. – Berlin: Springer, 2014. – 432 pp.

УДК 004.75

Ковалев С.А.¹, Арапин Д.В.²

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В КОМПЛЕКСЕ БОРТОВЫХ СИСТЕМ В БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ

На сегодняшний день беспилотные транспортные средства представляют собой большой научный интерес в виду широкого спектра задач как аппаратного, так и программного уровня. Целью данного исследования является анализ характеристик бортовых систем беспилотного транспортного средства на примере комплекса PilotDrive [1] разработки украинской инжиниринговой компании Infocom-LTD, а также рассматриваются варианты его усовершенствования.

Комплекс бортовых вычислительных систем PilotDrive состоит из программируемого логического контроллера (ПЛК), встраиваемой платформы для автономных устройств Nvidia Jetson и IBM PC-совместимого компьютера (ПК), объединенных в локальную сеть технологией Ethernet. Nvidia Jetson представляет собой мобильную вычислительную систему [2]. Данная система оснащена графическим процессо-

¹ К.т.н., доцент кафедры компьютерной инженерии, ДонНТУ, г. Покровск

² Аспирант, инженер-программист Infocom-LTD, г. Запорожье

ром Nvidia Pascal с 256 CUDA-ядрами, что позволяет развернуть нейронную сеть для распознавания объектов на видеопотоке в условиях низкого энергопотребления. Четырехъядерный процессор на базе ARM A57/2, а также широкий набор шин обмена данными (CAN, UART, SPI и т.д.) позволяет выполнять сбор исходных данных с активных датчиков и инерциальных систем, таких как радар, компас, GPS, сонар, и т.д., но в тоже время является недостаточно производительным для выполнения сложных многопоточных алгоритмических вычислений. Таким образом, на выходе у данной платформы формируются структурированные данные, пригодные для дальнейшего анализа на более производительной системе. Таковой системой является IBM PC-совместимый компьютер. Задачей данного ПК является анализ текущих показаний внутренних систем, внешней ситуации, и принятие решений о дальнейших действиях транспортного средства. Для этого данная система на базе материнской платы mini-ATX оснащена восьмиядерным процессором Intel семейства i7 с минимальной сопутствующей конфигурацией для повышения энергоэффективности. ПЛК в данном комплексе выступает в роли системы реального времени. Аппаратно-программная реализация данного блока не позволяет выполнять вычисления, которыми занимаются ранее рассмотренные системы, но ПЛК является наиболее надежным устройством и обладает наименьшими задержками, что обусловлено выполнением программ на аппаратном уровне. Его задачами являются генерация и передача управляющих команд непосредственно на исполнительные устройства транспортного средства (руль, КПП, электроника, и т.д.), а также обеспечение мер безопасности при отказе других систем. В случае выхода из строя какого-либо из вышестоящих узлов, ПЛК способен в режиме реального времени проанализировать данное событие и выполнить заранее определенный комплекс действий для предотвращения аварийной ситуации.

При всех перечисленных факторах данный комплекс не является универсальным и единственно верным решением для применения в беспилотных транспортных средствах, и следовательно, может совершенствоваться. На данный момент можно выделить несколько направлений дальнейшего развития:

1. Объединение нескольких платформ Nvidia Jetson на канальном или аппаратном уровне с целью увеличения быстродействия обработки данных и возможности развертывания нейронных сетей на большем числе видеопотоков.

2. Программная реализация системы реального времени на ПК.

3. Применение альтернативных способов межсистемного взаимодействия, отличных от локальной сети Ethernet.

На основании проведенного анализа были выявлены сильные и слабые стороны каждой подсистемы и сформулированы задачи по

улучшению показателей быстродействия, надежности, а также уменьшения энергопотребления системы в целом.

Перечень ссылок

1. Беспилотный автомобиль на базе Jeep | INFOCOM Ltd [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ia.ua/ru/solutions-ru/bespilotnye-technologii/unmanned-jeep-ru/>
2. Jetson TX1-TX2 Developer Kit Carrier Board Specification [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developer.nvidia.com/embedded/dlc/jetson-tx1-tx2-developer-kit-carrier-board-spec-20180618>

УДК 004.584

Копарейко О.С.¹, Касьян К.М.²

ВЕБ-СЕРВИС ПІДБОРУ ВІДЕОКОНТЕНТУ ЗА ІНТЕРЕСАМИ КОРИСТУВАЧА

Завданням даного дослідження розробка сервісу, що має за мету економію часу користувача у процесі пошуку цікавого відеоконтенту.

Серед аналогів варто зазначити сайт «Кинопоиск», який в даний момент заблокований. На цьому сайті є навігатор за фільмами, що допомагає скоротити процес пошуку улюбленої кінострічки.

У даній розробці це питання розширюється та соціалізується. На початку роботи з сайтом користувач вказує свої інтереси (жанр, рік, акторів). Також користувач відмічає фільми, що йому сподобалися, а інші (друзі цього користувача, наприклад) зможуть подивитися ці кінострічки. Адже, виходячи з досвіду, найбільш цікавими є фільми, що порадили знайомі.

Алгоритм роботи системи та її функціонал:

1. Користувач вводить у спеціальну форму свої інтереси щодо кінострічок (жанр, рік, акторів).
2. Виконується ряд запитів до бази даних фільмів, і зберігаються отримані результати в базі даних інтересів користувача, тобто формується вибірка.
3. Під час роботи з сайтом користувач буде бачити випадкові фільми з його вибірки.
4. При натисканні на фільм користувач потрапляє на сторінку з відповідною кінострічкою, де зможе залишити свій коментар. Корис-

¹ студент гр. КНТ-513м ЗНТУ

² к.т.н., доцент кафедри КСМ ЗНТУ

тувач може відмітити цей фільм як переглянутий (улюблений), і більше він не буде виводитися у блоці «що переглянути».

5. У той же час, користувач може знайти серед інших користувачів своїх друзів та подивитися їх улюблені фільми.

6. Формується щось подібне соціальної мережі.

7. Повідомлення, якими обмінюються користувачі, аналізуються захищено системою сайту.

На рис. 1 відображений процес виділення інтересів користувачів з повідомлень.

Ідея аналізу частоти вживання слів полягає в тому, що користувачі частіше за інших використовують слова, характерні для області, що їх цікавить.



Рисунок 1 – Процес виділення інтересів користувачів

База даних розроблена у графічній оболонці phpmyadmin на мові SQL. Алгоритм відбору фільмів реалізований на PHP з запитам до бази даних.

У процесі побудови каркасу сайту використовуються сучасні фреймворки React і Redux. Ці технології дозволять динамічно та швидко реагувати на дії від користувача.

При розробці велика увага приділяється рішенням інших соціальних мереж таких, як Instagram та Twitter.

Також у розробці планується впровадити елементи запам'ятовування введених у рядок пошуку даних користувачів. Таким чином, можна прогнозувати поточний напрямок зацікавленості людей у кінематографі. Інформація може бути корисною для кінопрокатників.

У результаті роботи з Web-сервісом, користувачі зможуть знаходити один одного за інтересами, вже знайомі один одному користувачі зможуть вибрати фільм зі сформованої гнучкої вибірки.

Перелік посилань

1. Социальные сети и виртуальные сетевые сообщества / отв. ред. Верченев Л. Н., Ефременко Д. В., Тищенко В. И. – М.: [ИНИОН РАН](#), 2013. – 360 с. – [ISBN 978-5-248-00644-1](#).
2. Boyd, D. and Ellison, N. Social Network Sites: Definition, History, and Scholarship (англ.)// Journal of Computer-Mediated Communication. – 2007. – Vol. 13, no. 1. – P. 210-230. – [ISSN 10836101](#). – [DOI:10.1111/j.1083-6101.2007.00393.x](#)

СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ АЛГОРИТМА УМНОЖЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ КОДОВ

Операция умножения операндов, представленных в дополнительных кодах, является одной из наиболее массовых при организации вычислительных процессов [1]. Для организации операции умножения в дополнительных кодах с помощью классических алгоритмов необходимо использовать дополнительный знаковый разряд либо уменьшить разрядность операндов. При этом отсутствуют теоретические положения об использовании исключительно штатных выходов типовых арифметикологических устройств – суммы и выходного переноса [2]. В силу этого проблема совершенствования алгоритмов функционирования и реализации аппаратного обеспечения блоков умножения дополнительных кодов является актуальной научной задачей.

Для выполнения анализа особенностей алгоритма умножения в работе предложено описывать дополнительные коды операндов в виде функции по соответствующему модулю. Выполнено аналитическое обоснование алгоритма, обеспечивающего в общем случае корректное формирование частичных сумм при произвольных знаках сомножителей.

При реализации алгоритма умножения для упрощения процедуры контроля переполнения суммы частичных произведений дополнительные коды сумматора частичных произведений предложено представлять в преобразованной форме с инвертированными значениями знаковых разрядов. При этом аналитически показано, что совокупность выходного переноса и старшего разряда суммы на основных выходах сумматора преобразованных и не преобразованных дополнительных кодов при аналогичных значениях суммы формирует подобные двоичные коды. В этом случае сумматоры преобразованных и не преобразованных дополнительных кодов инвариантны относительно алгоритма преобразования полинома суммы.

В табл. 1 показаны данные числовых экспериментов умножения дополнительных кодов конкретных сомножителей с использованием преобразованных дополнительных кодов операндов.

¹ К.т.н., профессор кафедры компьютерной инженерии ДонНТУ, г. Покровск

² К.т.н., доцент каф. «Компьютерные системы и сети» ДВНЗ «Национальный университет биоресурсов и природопользования», г. Киев

³ К.т.н., доцент каф. «Компьютерные системы и сети» ЗНТУ, г. Запорожье

⁴ К.т.н., ассистент каф. «Компьютерные системы и сети» ДВНЗ «Национальный университет биоресурсов и природопользования», г. Киев

Таблица 1 – Умножение дополнительных кодов ($A < 0, B < 0$)

Примечание	$C_{\text{дк}}(1,10)$	$A_{\text{дкп}}(1,5)$	$B_{\text{дк}}(1,5)$
$C_{\text{дкп}}^5 = +$	[1] 0000 [0] 0101	'00000	[0] 0101 $b(5) \cdot A_{\text{дкп}}(1,5)$
$E_1 = 0; S(1) = 1;$ ПП = 0; → +	[1] 0101 [1] 1010 [0] 1010 [0] 0101	'00000 '10000 '10000	$= S(1,5) \cdot C_{\text{дк}}(6,10)$ $= C_{\text{дк}}^4$ $= C_{\text{дкп}}^4$ $b(4) \cdot A_{\text{дкп}}(1,5)$
$E_1 = 0; S(1) = 0;$ ПП = 1; → → +	[0] 1111 [1] 0111 [1] 1011 [1] 1101 [0] 1101 [1] 1011	'10000 '11000 '11100 '11110 '11110	$= S(1,5) \cdot C_{\text{дк}}(6,10)$ $= C_{\text{дк}}^3$ $= C_{\text{дк}}^2$ $= C_{\text{дк}}^1$ $= C_{\text{дкп}}^1$ $-b(1) \cdot A_{\text{дкп}}(1,5)$
$E_1 = 1; S(1) = 0;$ ПП = 0; $C_{\text{дк}}(1,5) \cdot C_{\text{дк}}(6,10) \cdot 2^5$	[0] 1000 → [0] 0100	'11110 '01111	$= S(1,5) \cdot C_{\text{дк}}(6,10)$ $= C_{\text{дк}}(1,10)$
$A(1,5) = [-]1011'$ $A_{\text{дк}}(1,5) = [1]0101'$ $A_{\text{дкп}}(1,5) = [0]0101'$ $-A_{\text{дкп}}(1,5) = [1]1011'$ $B(1,5) = [-]1101'$ $B_{\text{дк}}(1,5) = [1]0011'$ $C(1,10) = [+]010001111'$ $C_{\text{дк}}(1,10) = [0]010001111'$			

Таким образом, при использовании преобразованных дополнительных кодов операндов в сумматоре частичных произведений обеспечивается качественно более эффективный способ фиксации переполнения разрядной сетки суммы, основанный на анализе его штатных выходов – выходного переноса сумматора и двоичного кода в знаковом разряде сумматора.

Перечень ссылок

1. Уэйкерли Дж. Проектирование цифровых устройств. Т1| Дж. Уэйкерли. – Москва: Постмаркет, 2002. – 543с.
2. Комп'ютерна схематехніка та логіка [навчальний посібник] / В.В.Лапко, Б.С. Гусев, Д.Ю. Касагкін, В.В. Смолій, А.І. Блозва, Т.Ю. Осипова, Ю.В. Матус, Я.А. Савицька // – К.: НУБіП України, 2017.– 291с.

ОГЛЯД АРХІТЕКТУР СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬ І ПРИМІЩЕНЬ

Функціонування сучасних будівель є неможливим без надійної і ефективної системи управління, яка повинна забезпечувати комфорт і безпеку людей. Зараз існує безліч систем автоматизації, що базуються на концепції розумного будинку. Але перед побудовою таких систем потрібно класифікувати їх за критерієм технології взаємодії [1] для найбільш ефективного використання переваг та врахування недоліків.

Розподілені системи (РС) є сукупністю закінчених пристроїв-автоматів, об'єднаних за допомогою простих зв'язків (рис. 1). Головною перевагою таких систем є легке налаштування, програмування і масштабування. Два основних види пристроїв в РС – джерела і приймачі сигналів. Ключова перевага РС полягає в надійності –навіть якщо один або декілька пристроїв вийдуть з ладу, система продовжить роботу [2].



Рисунок 1 – Розподілена система

Централізована система (ЦС) складається з логічного пристрою і набору датчиків і виконавчих пристроїв (рис. 2). Номенклатура і кількість датчиків визначаються виробником контролера. У ЦС, на відміну від РС, є вільно програмований центральний контролер (ЦК) [3]. В разі виходу з ладу або зависання центрального контролера вся система перестає працювати, що є значним недоліком.

¹ Аспірант, Донецький Національний Технічний Університет

² к.т.н., доц. каф. КІ, Донецький Національний Технічний Університет

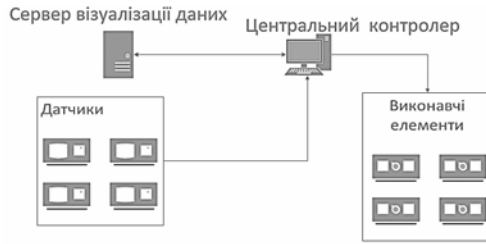


Рисунок 2 – Централізована система

Комбіновані системи (КС) складаються із елементів ЦС та РС (рис. 3), використовуючи ключові переваги кожної з архітектур. При розбудові таких систем використовується підхід, коли кожною окремою системою керує власний (локальний) контролер (ЛК). А вже для керування та резервування функцій ЛК використовується потужний ЦК.

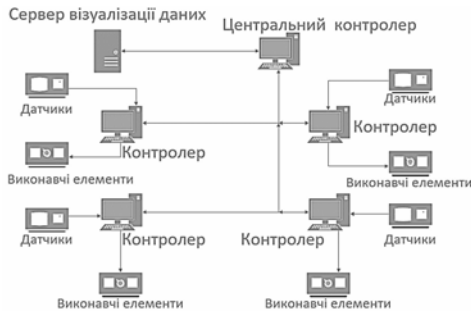


Рисунок 3 – Комбінована система

Отже, можна зробити загальний висновок, що з розглянутих архітектур найбільш прийнятною є КС. Саме вона забезпечує найбільшу надійність функціонування системи, що є ключовим параметром при автоматизації процесів в будівлях та приміщеннях.

Перелік посилань

1. Автоматизация и управление зданием [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ais.by/story/2932>
2. Вікіпедія – вільна енциклопедія [електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Розподілена_система_керування
3. LonWorks – промисловий стандарт організації управляючих мереж [електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.armonoengineering.ru/construction/LonWorks.ahtm>

ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ

В даний час питання розробки масштабованих і ефективних програм на основі використання пірінгованих технологій, криптографії та відкритості даних є досить актуальним. З розвитком криптовалют і смарт-контрактів, більшість проектів вибирає децентралізовану модель. Вимоги децентралізованих проектів до централізованого елементу постійно посилюються [1], роблячи акцент на технологіях розподілених обчислень і загальному консенсусі користувачів. Також свій вплив на децентралізацію технологій здійснюють мережі нового покоління, робототехніка і посилення вимог до швидкості отримання даних [2].

Децентралізованими визнають додатки, основою яких є технологія блокчейн. Основні особливості цих додатків – відкритий вихідний код і стійкість до атак. Блокчейн – сховище інформації в блоках, які послідовно формуються і використовують різні криптографічні алгоритми. Втрата, видалення або зміна даних у блокчейні неможлива [1].

У порівнянні з централізованими програмами, децентралізовані є більш безпечними, відмовостійкими і масштабованими. Використання вже існуючої платформи для побудови додатка, дозволяє значно прискорити розробку подібних програм [3]. Безпека і анонімність сервісів гарантується усуненням посередників та використанням шифрування для захисту даних під час їх передачі по каналах зв'язку.

При побудові децентралізованих додатків поверх криптовалют, розробник використовує смарт-контракти. Смарт-контракти виконуються на спеціальній віртуальній машині безліччю абонентів мережі [4]. Але на даний час децентралізовані додатки можуть взаємодіяти лише з іншими додатками і користувачами, що знаходяться в одній мережі.

Поточні децентралізовані мережі, в рамках яких працюють децентралізовані додатки, побудовані поверх існуючих централізованих мереж. Вони використовують різні P2P алгоритми взаємодії (власні алгоритми маршрутизації). Ці нові мережі, які побудовані поверх існуючих мереж, є оверлейними. Використовуючи оверлейні мережі, децентралізовані програми не взаємодіють безпосередньо з технологіями мереж, які підтримують нижні рівні моделі OSI, збільшуючи при цьому кількість пристроїв, на яких ці додатки можуть працювати.

Повноцінне використання і впровадження децентралізованих систем і додатків в даний момент ускладнено тим, що існуючі алгоритми і

¹ магістр, КНТ-514 м ЗНТУ

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

протоколи роботи в мережі інтернет не пристосовані до децентралізованої моделі, включаючи систему доменних імен (DNS) [2].

Не зважаючи на те, що блокчейн і криптовалюти є досить захищеними, вони все ж мають недоліки. До таких недоліків відносяться: автономність роботи (працює в межах однієї мережі); відсутність можливості генерації випадкових даних; обмеження за обсягом програм і мала швидкість роботи. Ці недоліки не дозволяють розробляти розподілені програми зі складним кодом, тому що сфери застосування децентралізованих додатків достатньо обмежені. З метою створення децентралізованих додатків великого об'єму, спеціалісти повинні займатися розробкою нових мереж, що веде до зниження їх безпеки та масштабованості [1].

Децентралізовані додатки здатні повністю замінити централізовані аналоги. Але для роботи в децентралізованому середовищі, треба змінити існуючі протоколи (DNS, IP, ...) та забезпечити взаємодію цих технологій поза межами однієї мережі. Здатність блокчейна надавати довіру до однорангової мережі, за допомогою розподіленого консенсусного механізму, робить цю технологію одним з найбільших нововведень з моменту винаходу Інтернету [4].

Таким чином перехід від централізованих систем і додатків до децентралізованих є неминучим, тому їх розвиток і забезпечення функціонування в нових мережах потребує проведення додаткових теоретичних та експериментальних досліджень.

Перелік посилань

1. Равал С. Децентрализованные приложения. Технология Blockchain в действии / С. Равал. – Санкт-Петербург: Питер, 2017. – 240 с.
2. Распределенные ЦОД от провайдера: что и зачем. – [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу: <https://habr.com/company/ruvds/blog/412829/>.
3. How to code a decentralized applications or Dapps [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу: <https://blockgeeks.com/guides/decentralized-applications/>.
4. Bahga A. Blockchain Applications: A Hands-On Approach / A.Bahga, V.Madisetti. – VPT, 2017. – 380 p.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ТРАНСПОРТ

Розробка автономних транспортних засобів – актуальний напрям, який в останні роки об'єднує виробників автомобілів та розробників у сфері інформаційних та телекомунікаційних технологій [1].

Прикладом успішної реалізації технології безпілотного автомобіля є Google, який використовує сервіс панорамного огляду вулиць Google Street View. Платформою розумної системи є: радар, відеокамера, вимірювач положення та особливий датчик (активний оптичний сенсор) LIDAR. Він встановлений на даху машини та сканує простір навколо неї в радіусі 60 метрів, використовуючи лазерні промені. Відображення лазера від об'єкта приймає і аналізує сенсор, при цьому фіксується точний час оборту лазерного імпульсу з метою обчислення відстані між сенсором і об'єктом. Разом з інформацією про позиціонування (GPS і INS), ці відстані перетворюються в тривимірні точки, які фіксують поверхню відображення лазерних імпульсів [2]. Тому ще однією з основних технологій потрібних для роботи автономних автомобілів є розпізнавання об'єктів. Ця технологія часто використовує завантаження в нейронну мережу мільйонів зображень, які пов'язані з мітками та назвами об'єктів. Мережа обробляє ці зображення розбиваючи їх на текстури і далі використовує спеціальні алгоритми, комп'ютер може ідентифікувати об'єкти, які містяться у зображенні [3].

Безпілотні авто навчаються швидко, використовуючи інформацію і практичний досвід, що розташовано у базах даних Google та застосовують наступний алгоритм роботи: за допомогою LIDAR генерується об'ємна карта місцевості, а керуючий комп'ютер з'єднує її з тими даними, які містяться в пам'яті; на основі інформації радарів, камери і сенсорів алгоритм оцінює ситуацію на дорозі і враховує поведінку інших учасників руху; комп'ютер визначає траєкторію руху і реагує на ситуацію на дорозі: рух інших авто, жести поліцейського, пішоходи, ожеледь і т.ін.

«Розумний» автомобіль через мережу взаємодіє з навколишнім середовищем і об'єктами та підтримує наступні системи: автомобіль-автомобіль (vehicle-to-vehicle, V2V), автомобіль-інфраструктура (vehicle-to-infrastructure, V2X), автомобіль-пішохід (vehicle-to-pedestrian, V2P), автомобіль-електромережа (vehicle-to-grid, V2G) і автомобіль – пристрій (vehicle-to-device, V2D).

¹ магістр, КНТ-614м, ЗНТУ

² канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

V2V базуються на стандартній технології DSRC (Dedicated short-range communications) IEEE 802.11p. Автомобіль, на якому встановлено V2V з вбудованою антеною, тримає впевнений зв'язок з іншими автомобілями в радіусі 800 м, із стаціонарними об'єктами (V2I) – до 1 км.

Технологія DSRC є різновидом технології Wi-Fi для застосування на транспорті і забезпечує наступні характеристики: миттєве (менш 1/4 сек) з'єднання; передача даних на швидкості до 100 Мбіт на дальність до 1 км; стійка робота при русі транспорту зі швидкістю до 250 км/год [4].

В автомобілі вбудовано безліч сенсорів (камери і радары) недоліками яких є те, що вони відслідковують ситуацію тільки в безпосередній близькості від авто. І у ситуації коли автомобіль через 100 метрів, несподівано, опиниться на жвавому перехресті, камери і сенсори повинні бачити інших учасників дорожнього руху до того, як пристрої передбачать можливість аварії. Підключившись до WiFi або мобільного зв'язку автомобілі отримують достатній обсяг інформації про місцезнаходження один одного і, заздалегідь, змінять маршрут, щоб уникнути зіткнення.

Бездротовий транспортний зв'язок має потенціал для створення безлічі нових додатків, найважливішими з яких є клас програм безпеки, що можуть запобігти зіткненню і зберегти тисячі життів, тому з розвитком технологій комп'ютерний «розум» безпілотних автомобілів зможе повністю замінити водіїв.

Перелік посилань

1. Вреде І. Безпілотні автомобілі: реальність і фантастика. – [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу: <https://www.dw.com/uk/ безпілотні-автомобілі-реальність-i-фантастика/a-39656>.
2. Как работает беспилотный автомобиль [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу <https://bespilot.com/chastye-voprosy/kak-rabotaet-bespilotnyj-avtomobil 329>.
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. – С.129-132.
4. John B. Kenney. Dedicated Short-Range Communications (DSRC) Standards in the United States [Електронний ресурс]. – 2011. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/224242297_Dedicated_Short-Range_Communications_DSRC_Standards_in_the_United_States.

РАСШИРЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТРЕУГОЛЬНИКА УСТОЙЧИВОСТИ ДЛЯ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ФУНКЦИЙ ВЫШЕ ВТОРОГО ПОРЯДКА

Современные специализированные компьютерные, программируемые мобильные и робототехнические системы функционируют в сложных и не предсказуемых условиях, что приводит к необходимости перестройки коэффициентов передаточных функций компонент, входящих в их состав. В этом случае задача обеспечения устойчивости системы имеет очень важное значение. Тогда 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.

Целью работы является упрощение процесса оценки устойчивости системы выше второго порядка 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 Джурри, 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 несколь-

¹ аспирант Одесского национального политехнического университета, кафедра «Компьютерные системы»

² д.т.н., проф. Одесского национального политехнического университета, кафедра «Компьютерные системы»

ких 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

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

В теории показано, что $b_{2\max} \leq 1$.

Для описания систем выше второго порядка можно поступить аналогичным образом. Например, для характеристического уравнения 5-го порядка

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

Уравнения по критерию Джури будут иметь вид

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

Тогда объединим коэффициенты следующим образом

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

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

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

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДУ ВИПАДКОВОГО МНОЖИННОГО ДОСТУПУ В WI-FI МЕРЕЖАХ

При збільшенні інтенсивності трафіку у комп'ютерних мережах стандарту 802.11 з інфраструктурною топологією збільшується кількість колізій, що обмежує смугу пропускання мережі. Проблема колізій частково вирішується в методі доступу CSMA/CA за рахунок пересилання службових пакетів RTS/CTS. Якщо на пакет RTS не одержана відповідь у вигляді квітанції CTS, то вводиться випадкова затримка (послідовність затримок), після закінчення якої даний вузол повторює спробу одержати доступ до точки доступу AP. Невелика частота генерації пакетів RTS приводить до значної затримки передавання інформаційних фреймів робочими станціями STA, а збільшення частоти підвищує інтенсивність службового трафіку і, як наслідок, знижує корисну швидкість каналів мережі.

Альтернативним методом доступу до середовища передавання даних є полінг (polling). Він використовує ідею TDMA, коли в одному частотному діапазоні працюють декілька STA, при цьому різні станції використовують різні часові інтервали для передавання фреймів. Послідовністю передавання даних вузлами керує AP. У теперішній час існує ряд полінгових протоколів від різних виробників, тому при побудованні мережі доцільно використовувати обладнання одного виробника. Передавання інформації робочою станцією починається тільки після одержання службового пакету **poll** від точки доступу AP. Це призводить до збільшення затримки. Вдала передача даних підтверджується квітанцією ACK. Існуючий тут механізм підтверджень і повторів в цілому підвищує надійність передавання. В той же час підвищений рівень завад для однієї STA збільшує час очікування для інших абонентів, у яких такі завади є відсутніми.

Історично першим методом випадкового множинного доступу є метод ALOHA. Він не містить механізму перевірки стану каналів і має невелику продуктивність. Найбільш розповсюдженим у теперішній час в Wi-Fi мережах є метод DCF, який використовує механізм перевірки стану каналів і повторного передавання фреймів. При цьому значний інтерес представляє аналіз залежності пропускної здатності мережі від інтенсивності трафіку в точці доступу AP.

¹ Докт. техн. наук, проф., зав. каф. ЕОМ ДНУ ім.О.Гончара

² Зав. лабораторії каф. ЕОМ ДНУ ім.О.Гончара

³ Провідний інженер каф. ЕОМ ДНУ ім.О.Гончара

Для проведення такого аналізу були прийняті наступні припущення. Кількість робочих станцій STA кластеру мережі n , які працюють з однією точкою доступу AP, змінюється в діапазоні $3 \leq n \leq N = 12$. Часовий інтервал оцінювання $T_0 = 10$ мс. Тривалість передавання одного фрейму $\tau_f = 0,3$ мс. Кожна STA рівномірно генерує за час оцінювання 10 фреймів. Час очікування при наявності колізії вимірюється в слотах тривалістю $\tau_{sl} = 2,5$ мкс і рівномірно обирається з множини $(0, \dots, W-1)$. Значення W (конкурентне вікно) залежить від кількості спроб передавання фрейму k як $W = W_0 \cdot 2^{k-1}$, де W_0 – базове (мінімальне) вікно (звичайно $W_0 = 31$). Після колізії, якщо наступна передача фрейма також виявилася невдалою, час очікування обирається починаючи з попереднього значення. Таким чином, у випадку першої колізії середній час очікування складає $t_{c1} = 0,04$ мс, для другої колізії $t_{c2} = 0,06$ мс, для третьої – $t_{c3} = 0,13$ мс, для четвертої – $t_{c4} = 0,26$ мс, для п'ятої – $t_{c5} = 0,51$ мс. Довжина інтервалу IFS (час прослуховування ефіру після закінчення передавання фрейму) $\tau_{IFS} = 10$ мс, довжина розширеного міжпакетного інтервалу $\tau_{EIFS} = 20$ мс.

Імовірність колізії при наявності n станцій визначалась як $p = (n/N)^3$. Максимальна кількість STA $N = 12$ обиралась із розрахунку повного перекриття колізіями смуги пропускання мережі. При цьому $n = N/2$ забезпечує імовірність колізії $p = 0,125$. Розподіл кількості колізій обчислювався за законом Пуассона з середнім значенням $\alpha = 1,5$. Результати розрахунків приведені в табл.

Таблиця 1 – Ефективність використання смуги пропускання мережі

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\eta = T_\Sigma/T_0$	0,09	0,13	0,18	0,25	0,34	0,47	0,64	0,91	1,22
$\lambda = T_c/T_f$	0	0,04	0,17	0,38	0,61	0,96	1,35	2,0	2,68

В табл. T_f і T_c – це сумарні інтервали часу окремо фреймів і колізій, $T_\Sigma = T_f + T_c$; параметр η відображує частку повного інтервалу зайнятості смуги в інтервалі оцінювання T_0 ; λ характеризує відношення часу передавання фреймів до часу, що витрачається на колізії. Одержані результати дозволяють оцінити ефективність методу випадкового множинного доступу, обрати кількість станцій STA в залежності від необхідного ступеня резервування смуги пропускання мережі.

3 СЕКЦІЯ «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ПРОГРАМНА ІНЖЕНЕРІЯ»

UDC 007.51:681.518

Konkina N.¹, Shaldenko O.²

HOME AUTOMATION SYSTEM USING ARDUINO PLATFORM

Automation of manufacturing systems is the main direction, which is currently being promoted all around the world. One of the spheres of human life that is being automated these days is smart house – an intelligent management system that integrates all equipment into a single complex. It solves various tasks in the field of security, life support, entertainment and communication [1].

Home automation system is a very promising area of research, because of its various benefits, such as increased comfort, greater security, more rational use of energy and other resources. All of this in total are contributes to significant resource and money savings.

The purpose of the work is to create a microprocessor management system of the building and UI interface that will enable to manage and track the operation of its objects (lighting, power supply, air conditioning) in automatic mode.

The main tasks of the system are: analysis of existing methods for building an automatic building management system, the choice of the most suitable hardware base, the choice of software development tools for the controller and the human-machine interface, the development of algorithms for managing the object's work and the implementation of these algorithms in the software for the controller and human machine interface.

To implements the «smart house» system, the following technologies were used: Arduino Mega with ATmega2560 microcontroller and Arduino Uno with ATmega 328P microcontroller, C/C++ languages was used for write programs for microcontrollers, DHT11 Temperature & Humidity Sensor, 4-digit LED module, DS3231 Clock Module, RC522, RFID module RGB strip, active buzzer, 30x30x10 fan, Bluetooth hc-06, 5 HC-SP04 ultrasonic sensors, analog gas sensor, 4 LED, color sensor, RGB LED as sensors. UI

¹ Master of the APEPS Department at the Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

² Ph.D., Associate Professor of the APEPS Department at the Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

was written on WinForms technology with the help of C# language. Microsoft Speech Platform was used for voice control.

The implemented software provides the ability to control lighting, setting up an alarm clock, controlling sleep mode, obtaining current information about temperature and humidity and provides daily statistics about them. If necessary, it sends an electronic message about breaking security mode. The software gives an opportunity to control system with the help of the voice.

Smart home appliance is an interface between the remote control with its mobile or remote control and a home reliever [2].

The control system can be divided into 7 parts:

1. User interface.
2. Database.
3. Data transfer module (Bluetooth).
4. Central microcontroller.
5. Peripheral microcontroller.
6. Sensors.
7. Managed objects.

The system architecture is shown below:

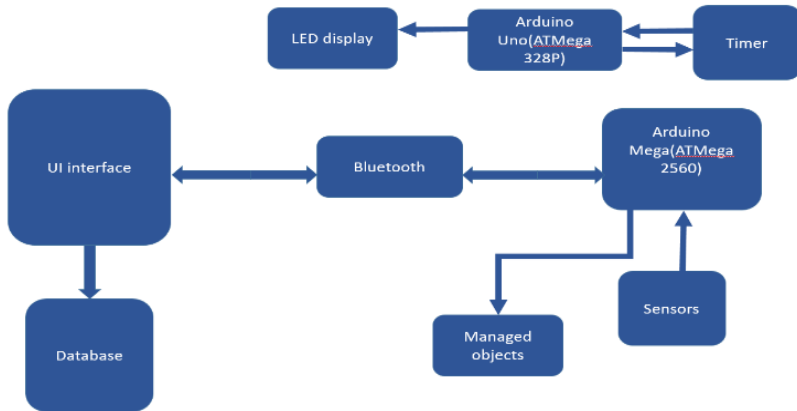


Figure 1 – system architecture scheme

Bluetooth interface used to interact with the hardware and software components of the system.

Smart home – an intelligent system that can be used not only in home automation. It can be applied to any building – schools, kindergartens, hotels, restaurants, etc.

The results of the work show that a smart home can be classified as a convenient, secure, private, and economical system in addition to its great flexibility and reliability.

References

1. Rosslin John Robles¹ and Tai-hoon Kim¹» Applications, Systems and Methods in Smart Home Technology: AReview» International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 15, February, 2010, pp 37–47.
2. Mohamed Abd El-Latif Mowad, Ahmed Fathy, Ahmed Hafez. Smart Home Automated Control System Using Android Application and Microcontroller. International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 5, Issue 5, May-2014.

UDC 621.311.238 : 004.7

O. Shytikova¹, G. Tabunshchik², C. Wolff³

THE MODEL OF DATA TRANSFER FOR THE CONTROL SYSTEMS OF ENERGY UNITS

New approach to the industry automation which is known as Industry 4.0 and based on such technologies as cyber-physical systems, big data and machine learning, internet of things, virtual and augmented reality is characterized by integration of manufacturing and networks, which could improve existing control systems.

Traditionally data transfer between automated control systems (ACS) of Energy Unit (EU) and SCADA is organized through physical data transmission channel.

However, there are numerous situations when traditional solutions for using of the cable technologies are inexpedient or difficult for a number of reasons. In these cases wireless solutions can be selected as they are easy to use, cheap and acceptable network bandwidth [1].

The nodes of the wireless network are characterized by the period T_m of sending messages and the length of the messages L (bytes). To control the load on the network, an equivalent value is used – the density of the generated information stream, determined in accordance to the (1):

$$U_i = \frac{L}{T_m}, \text{ b/sec}, i = 1 \dots N \quad (1)$$

In the case of developing a wireless network for the several EU, which are working in parallel in one energy-system, controlled by one automated

¹ Zaporizhzhia National Technical University, JSC Motor-Sich

² Zaporizhzhia National Technical University

³ FH Dortmund

management system, the density U_i of the created informational stream is unique for each node of the network.

The network load can be calculated as:

$$U = \sum_{i \in S} (U_i^{TX} + U_i^{RX}), \quad (2)$$

where S – is set of wireless network nodes;

U_i^{TX} и U_i^{RX} – the density of the transmitted and received streams for the i -th node, respectively [2].

For the equipment selection for the wireless network the maximum density of the informational stream $U_{f_c}^{\max}$ should be also taken into account in frequency range f_c with consideration the encryption method.

Characteristics of transmitters/receivers in each node include working frequency range, working channel in frequency range, capacity of the signal and throughput corresponding to the channel [2].

There should be also considered that the main load will be on the main node, which is controlling the set of energy units simultaneously.

The minimum required predicted network capacity can be determined:

$$R_{\min} = \max f(U) + \Delta, \quad (3)$$

где Δ – capacity reserve to compensate the additional load on the net for reliable and trouble free operation. For example it can take into account archive files of ACS with operation parameters of each EU.

So the model for the data transfer can be set as

$$M_{transfer} = (\|S_i\|, \|U_i\|, R_{\min}). \quad (4)$$

It can allow for the control system of the energy unit to choose the wireless infrastructure, which could reduce time for the integration of the energy unit into the existing energy systems.

Implementation of the WT to the ASC of the energy units has a set of constraints that depend from reliability characteristics, requirements to the data accuracy and security requirements.

The novelty of the work is the suggested the model for the selection the wireless environment, which is taking into account capacity reserve regarding the reliability and accuracy requirements

References

1. A.I. Kolybel'nikov «Obzor tehnologij besprovodnyh setej» J. Trudy Moskovskogo fiziko-tehnicheskogo instituta, vol. 4, № 2, 2012, pp 3–29. (in Russian).
2. S.S. Tovkach, «Bezprovodni tekhnolohii obminu informatsiieiu v systemakh adaptivnoho keruvannia aviatsiinykh dvyhuniv», J. Visnyk dvyhunobuduvannia, vol. 2, 2017, pp. 24–28. (in Ukrainian).

DEVELOPMENT OF LIGHTING SYSTEM FOR THE ROVER

In recent years, there was a huge rise of interest to Internet of Things (IoT) technologies because of its efficiency and economic benefit. Especially interesting looks the implementation of IoT in the field of Automotive Systems. Usually, automobiles, which use IoT technologies, are called connected cars [1].

Connected car – is the car that uses an Internet access and local area network to obtain data from sensors. After that, the data is sent through the network to the CPU or to the Cloud services to be processed. Obtained results are used to make driving safer, spent less fuel, etc [2].

As a rule, such systems are complex and integration of different elements into one system may cause many problems. The cost of single error might be extremely high and it could be extremely expensive to fix it. That is why it is better to create a model on which you could make various tests, so as to obtain results and apply them to create working prototype.

APP4MC-Rover is an open-source mobile robot (fig.1) with car-to-cloud connection, which is based on APP4MC platform for engineering embedded multi- and many-core software systems. It is very complex system, which consist of such modules as: cloud communication module, image processing module, motor driving implementations module, timing measurements module, Bluetooth-based driving from Android phones module and so on [3].

According to this project, a lot of work and research have been already done [3], but still there is some uncovered topics. One of such topics is Lighting system of Rover. The task was to implement this system and integrate it to Rover working environment.

Scientific novelty of the work is reached by usage of Automotive Grade Linux (AGL) operating system and investigating it's abilities.

The practical value of developed system is that all obtained results and methods from model with relatively small changes, could be applied to real car.

This aim was achieved by creating:

- Python prototype and connection scheme of the Raspberry Pi, LEDS and extension board;
- RoverLighting API, which help control LEDs connected to the Rover;
- New version of RoverDrivingDemo, which demonstrates and tests working of RoverLighting API;

¹ Zaporizhzhia National Technical University

² Dortmund University of Applied Science and Art

- RoverLights AGL service, which uses RoverLighting API.
- New version of Driving demo, which demonstrates interaction of driving and Lighting systems.



Figure 1 – APP4MC-Rover [3]

The future work is planning as following:

- Investigate AGL architecture more deeply, in order to integrate RoverLights servic
- Create RoverLightingDemo, in order to test the working process of developed RoverLights service.

This project was developed in terms of Erasmus + KA1 individual mobility exchange program between ZNTU and FH-Dortmund universities.

References

1. Ansys, n.d. Connected Car. [Online] Available at: <https://www.ansys.com/campaigns/internet-of-things/connected-car> [Accessed 1 September 2018].
2. Autoconnectedcar, n.d. Definition of Connected Car – What is the connected car? Defined. [Online] Available at: <http://www.autoconnectedcar.com/definition-of-connected-car-what-is-the-connected-car-defined/> [Accessed 11 June 2018].
3. Fachhochschule Dortmund - IDiAL, 2017. APP4MC-Rover Documentation. [Online] Available at: <https://app4mc-rover.github.io/rover-docs/content/intro.html> [Accessed 24 July 2018].
4. Automotive Grade Linux, n.d. What is Automotive Grade Linux?. [Online] Available at: <https://www.automotivelinux.org/> [Accessed 24 8 2018].

COMPUTER METHODS FOR SEMANTIC QUASI-ABSTRACTING

In the process of our work we are facing several tasks. To verify the work of the Meaning-text theory (MTT), the problem of semantic quasi-reframing was chosen. It is necessary to develop an applied methodology for quasi-abstracting both from the point of view of frequency analysis and a certain program model of the text that allows obtaining results similar to the MTT for quasi-abstracting, but with no applied constraints on the theory. The both processes should comply with the applied program implementation and they should be completely automated.

In the course of the work, two approaches to the problem of abstracting were developed - based on the proposed semantic model of the document and on the basis of the frequency characteristics of the text. The result of the first approach is shown in table 1, whereas the text obtained by the frequency method is shown in table 2.

Table 1 – Result of semantic quasi-abstract

A specific apple is generally an apple, an apple in general, and any apple in general is a fruit. That is why examples of classes in the textbooks on object-oriented programming so often mention apples and pears. In the future, the words «class», «object», «interface» and «structure» will be used in their special values specified in the framework of OOP. object-oriented program with the use of classes, each object is an «instance» of a particular class, and other objects are not provided. Static fields exist in one instance for the entire program (or, in a more complex version, in one instance per process or thread / thread). Regular fields are created one copy for each specific object - an instance of the class. The algorithms themselves, that is, the actual program code that will perform all these calculations, are not specified by the interface, it is programmed separately and is called the implementation of the interface. Program interfaces, as well as classes, can be extended by inheritance, which is one of the important means of reusing ready-made code in OOP. The inherited class or interface will contain everything that is specified for all its parent classes (depending on the programming language and platform, they can be from zero to infinity). At the same time, inheriting the class, we automatically inherit the ready-made code for the interface (this is not always the case, the parent class can require the implementation of some algorithms in the child class without fail). The words «private» and «public» in this case are so-called «access modifiers». There is a basic rule: nothing in one class can see private elements of another class. Inheritance by private type makes all members of the parent class (including public and protected) private members of the successor class (C ++); protected (protected, internal member of the class hierarchy) - member access is allowed from methods of the class in which this member is defined, as well as from any methods of its heir classes.

Table 2 – Result of frequency quasi-abstract

A class is a software element that describes an abstract data type and its partial or complete implementation. Other abstract data types - metaclasses, interfaces, structures, enumerations, - are characterized by some of their own, other features. Along with the concept of «object», the class is a key concept in OOP (although there are classless object-oriented languages, for example, Self, Lua; see Prototype Programming for details). The essence of the difference between classes from other abstract data types is that when specifying a data

¹ Cand. Sci. (Tech.), Assistant professor of the Department of Computer Science and Information Technologies, Oles Honchar Dnipro National University

² Post-graduate student of the Department of Computer Science and Information Technologies, Oles Honchar Dnipro National University

type, the class defines both the interface and the implementation for all of its instances simultaneously, and the call of the constructor method is mandatory. In practice, object-oriented programming reduces to creating a certain number of classes, including the interface and implementation, and their subsequent use. Human classifications in zoology, botany, chemistry, machine parts, carry the basic idea that anything can always be represented as a particular case of some more general concept. Everywhere further, the words «class», «object», «interface» and «structure» will be used in their special values specified in the framework of OOP. In an object-oriented program using classes, each object is an «instance» of a particular class, and no other objects are provided. That is, the «instance of a class» in this case does not mean «an example of a certain class» or «an individual class», but «an object whose type is a class». In this case, in the different programming languages, the existence of some other data types whose instances are not objects is allowed (that is, the language determines whether objects are things such as numbers, arrays and pointers, or are not, and, accordingly, whether there are such classes as «number», «array» or «pointer», whose instances would be any particular number, array or pointer). When using classes, all elements of the program code, such as variables, constants, methods, procedures and functions, can belong (and in many languages must belong) to a particular class.

On the ground of the performed researches we can conclude that application of Melchuk's theory MTT for solving the task of automatic generation of text responses of intellectual inquiry system is more than justified. Thanks to using this theory as a language model the described approach will give an opportunity to synthesize considered responses (answers) to definite questions (documents) of the user. The word with the maximum weight in the received document was the word «class». Proceeding from this, we can conclude that the model created is supported by semantic rather than frequency links in the text. The text given in table 1 contains sentences whose connection with the original word is understandable only from the point of view of semantics. We are talking about such sentences like «a specific apple is generally an apple, an apple in general, and any apple in general is a fruit» – a clear example of the description of the concept of class, or like «the words «private» and «public» in this case are so-called «access modifiers»» – the concept of encapsulation, inextricably linked with object-oriented programming. On the other hand, the text in Table 2 contains only sentences containing the original search word, supporting only the frequency links.

References

1. O.S. Volkovsky, Y.R. Kovylin. Computer system of automatic determination of the text coherence [Text] // System Technologies; Regional Interuniversity Collection of Scientific Papers. –Release 1 (112) 2017. – Dnipro, 2017.

ЭКСПЕРИМЕНТ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ МОДЕЛЮ ЛИФТА ДЛЯ УДАЛЕННОЙ ЛАБОРАТОРИИ GOLDI

В настоящее время в процессе дистанционного обучения по техническим специальностям получают распространение эксперименты с физическими моделями технических систем, которые проводятся с помощью удаленных лабораторий.

В удаленной лаборатории GOLDi (Ilmenau Technical University (ITU), Germany, сайт лаборатории – <http://goldi-labs.net>) проводятся эксперименты с системой, состоящей из объекта управления – физической модели лифта Elevator4Floors и управляющего устройства на основе микропроцессорной платы. Управляющая программа, которая исполняется в этой плате, реализует конечный автомат управления электромеханикой модели лифта. Недостатком построенной таким образом системы управления является ограниченная номенклатура экспериментов и сложность проверки работоспособности алгоритма управления при высокой интенсивности вызовов лифта пользователями.

Целью работы является расширение номенклатуры экспериментов с физической моделью лифта путем включения ее в систему диспетчерского управления лифтом в потоке вызовов.

Также целью является расширение экспериментальных возможностей с моделью лифта в GOLDiLab TU Ilmenau.

Проведение экспериментов с реальным существующим лифтом требует больших затрат. Поэтому было решено использовать удаленную лабораторию с физической моделью лифта GOLDiLab в TU Ilmenau. Лаборатория позволяет проводить эксперименты в удаленном режиме.

Для разработки и тестирования алгоритма лифта с потоком заявок требуется соответствующе мощности лаборатории. Поэтому было проведено расширение экспериментальных возможностей.

Лаборатория представляет собой виртуальную модель из SVG файла и реальную модель, которая показана через веб-камеру. В виртуальной модели было добавлено SVG изображение условных пассажиров на каждом этаже. При ручном нажатии на кнопку вызова изображение пассажира становится видимым, а при повторном нажатии появляется число, которое показывает количество пассажиров в очереди. Для рабо-

¹ студент Ilmenau University of Technology - Integrated Communication Systems Group, Germany

² к.т.н., доц. каф. РТТ ЗНТУ

ты с SVG файлами было использовано специальная библиотека Snap.svg. Для динамичности клиентской части применяется язык программирования JavaScript.

Было разработано решение, которое позволяет генерировать и отслеживать вызовы. Файл потока заявок пишется заранее в формате .txt. Этот файл загружается на сервер и специальный скрипт читает эти вызовы. После чтения вызовов происходит обработка и отправка команд на нажатие кнопок на этаже и в кабине лифта.

Следующий шаг – это разработка и тестирование алгоритма управления. Микроконтроллер был выбран как вычислительное устройство. Для программной реализации используется метод конечного автомата и язык C.

Конечный автомат имеет такие главные состояния: добавление в очередь; режим ожидания; ехать на 1, 2, 3, 4 этажи; оставаться на 1, 2, 3, 4 этажах. Добавление очереди вызовов реализовано с помощью технологии односвязных списков. Эти списки можно динамически менять без потери вычислительной памяти. Благодаря связным спискам была реализована допосадка пассажиров в попутном направлении.

Разработана платформа, позволяющая обучаться и тестировать расширенные алгоритмы управления физической моделью лифта. Разработан способ, который дает возможность оценить эффективность способа управления. Также есть возможность найти разумное решение, которое включает в себя энергоэффективность и качество обслуживания.

Полученные результаты показывают, что допосадка пассажиров критически важна для энергоэффективности. Но с ростом интенсивности потока пассажиров появляется необходимость в использовании двух лифтов для поддержания качества обслуживания на высоком уровне.

Современный мир развивается стремительными темпами. Рост этажности зданий будет расти. Появляется необходимость в разработке новых алгоритмов, но для группы лифтов.

Работа выполнена в лаборатории GOLDi в университете ITU в рамках проекта европейского сообщества ERASMUS+.

АЛГОРИТМ ОПТИМІЗАЦІЇ ПОРТФЕЛЮ ЦІННИХ ПАПЕРІВ

У роботі було запропоноване використання апарату лінійного програмування та багатокритеріальних методів прийняття рішень для вирішення задачі оптимізації. Розроблено алгоритм оптимізації портфелю цінних паперів на основі аналізу співвідношення ризик-дохідність із використанням симплексного методу та алгоритм оптимізації портфелю проектів виробничої діяльності за показниками різної природи із використанням методу аналізу ієрархій.

Було виконано експериментальне дослідження використання симплексного методу із застосуванням апарату лінійного програмування для оптимізації інвестиційного портфелю цінних паперів, торги якими відбувались на українській біржі.

Першим етапом досліджень є оцінка ризиків інвестування на основі наведеної вибірки з генеральної сукупності даних, що відображає динаміку інструментів дослідження (цінних паперів ПАТ «Мотор Січ», «Укрнафта» і «Центренерго»), після чого постає задача побудови портфелю із деякого числа активів (n) з цільовою функцією досягнення максимального очікуваного доходу при обмеженні максимального рівня β (ризик) портфелю, що полягає у визначенні оптимальних пропорцій (var) кожного з активів із урахуванням β кожного з них, які приведуть до максимізації доходу по портфелю за умови даного максимального розміру β портфелю.

Тобто потрібно максимізувати функцію (дохід) за формулою:

$$Z = E(r_1)V_1 + E(r_2)V_2 + \dots + E(r_n)V_n, \quad (1)$$

де V_1, V_2, \dots, V_n – частки кожного з активів в портфелі,

$E(r_1), E(r_2), \dots, E(r_n)$ – очікувана дохідність відповідного активу.

Застосування симплексного методу для рішення задачі виражає алгебраїчно процес переходу від вершини до вершини області можливих рішень, де рух завжди робиться в напрямку збільшення величини цільової функції.

У другій частині роботи було виконано експериментальне дослідження використання методу аналізу ієрархій для оптимізації інвестиційного портфелю напрямів виробничої діяльності.

¹ студ. гр. КНТ-714 ЗНТУ

² старш. викл. ЗНТУ

³ студ. гр. КНТ-714 ЗНТУ

В якості даних для проведення дослідження були взяті дані публічного акціонерного товариства «Мотор Січ» щодо політики інвестування у сегменти виробництва, що забезпечують зріст обсягів бізнесу підприємства.

У якості початкових даних визначена скінчена множина альтернатив, що формують напрями інвестування і включають у себе двигуни транспортної та пасажирської авіації, вертолітні двигуни й промислові установки. Кожен з альтернативних варіантів оцінюється за набором критеріїв: рентабельність, простота конструкції, ресурс та відповідність екологічним вимогам, за кожним з яких буде проводитися ранжування альтернатив.

На першому етапі виконується попарне порівняння критеріїв за важливістю. Виконується розрахунок компонентів нормалізованого вектора пріоритетів, після чого проводиться перевірка узгодженості локальних пріоритетів [1].

Далі проводиться попарне порівняння варіантів за кожним критерієм та заповнюються відповідні таблиці. Для отриманих даних проводиться перевірка узгодженості локальних пріоритетів.

Проводиться розрахунок підсумкових значень коефіцієнтів, у якому значення коефіцієнта визначає частку інвестиційного ресурсу в процентах, яку буде інвестовано у відповідний сегмент виробництва, що буде узгоджуватися з баченням інвестиційної політики особи, яка приймає рішення [2].

Результати роботи можуть бути використані будь-якими суб'єктами (фізичними особами, підприємствами або фірмами), що мають справу з інвестуванням, для формування та оптимізації портфелю інвестиційних інструментів.

Перелік посилань

1. Метод анализа иерархий [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.vamocenka.ru/metod-analiza-ierarxij-procedura-primeneniya>.
2. Аникин В. И. Актуальные стратегии диверсификации деятельности международных корпораций (роль и место в современной мировой экономике) / В. И. Аникин // Проблемы управления. Теория и практика. – 2012. №31 – С. 1–33.

КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТІ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЕВОЛЮЦІЙНИХ РІВНЯНЬ МЕТОДОМ ПРЯМИХ НА ОСНОВІ ВАРІАЦІЇ РОЗМІРНОСТІ БЛОКУ

У даній роботі основна увага приділена питанням управління кроком інтегрування за часом (τ -уточнення) при реалізації методу прямих для рівнянь з частинними похідними колокаційними блоковими різницеви-ми схемами. Метод прямих [1] для простоти викладу розглядається на прикладі одновимірного параболічного рівняння і являє собою напівдискретний метод з дискретизацією за просторовими змінними, що забезпечує зведення вихідного еволюційного рівняння

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \alpha^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + f(x, t), x \in [x_0, L], t \in [t_0, T]. \quad (1)$$

з початковою і граничними умовами до задачі Коші

$$u' = \varphi(t, u(t)), u(t_0) = u_0, t \in [t_0, T], \quad (2)$$

що описується системою звичайних диференціальних рівнянь (СЗДР). Такий підхід дозволяє досить ефективно реалізовувати великий клас еволюційних завдань. Однак після зведення рівняння з частинними похідними до задачі Коші виникають проблеми, які для вихідного завдання не були характерними. Так, якщо розглядаються явні шаблони реалізації, то вибір кроку інтегрування за часом визначається виконанням умови Куранта і безпосередньо залежить від величини кроку за просторовою змінною [2]. Для випадку неявних різницевих схем крок за часом регламентується фізичною природою розв'язуваної задачі і порядками апроксимації різницевої схеми (схем).

Коли мова йде про чисельний розв'язок сформованої системи ЗДР, виникають додаткові можливості, пов'язані з апроксимацією більш високого порядку (p -уточнення), локальним контролем помилок і автоматичною зміною кроку інтегрування (τ -уточнення). Істотний вплив на похибку одержуваного розв'язання будуть надавати також питання, пов'язані зі зміною кроку за просторовою змінною (h -уточнення). Однак в цьому випадку скорочення просторового кроку на деякий коефіцієнт γ призводить до збільшення розмірності сформованої СЗДР на цей же коефіцієнт, що значно ускладнює розв'язання. Тому в роботі розгляда-

¹ докт. техн. наук, проф., Донецький національний технічний університет (м. Покровськ, Україна)

² асп., Вища технічна школа університету прикладних наук (м. Бінген, Німеччина)

ються питання, пов'язані тільки з τ -уточненням, що особливо актуально при чисельному розв'язанні жорстких диференціальних рівнянь. При цьому актуальними є питання співвіднесення похибок результатів і часу, що витрачається на отримання розв'язання.

Контроль точності здійснюється шляхом введення в опорний блок додаткової точки (рис. 1) для можливого зіставлення розв'язань, отриманих з різними порядками апроксимації. Паралельний пошук розв'язань для чергового блоку забезпечується незалежно двома процесами, які здійснюють розрахунок для блоків однакової розмірності s . Величина норми розбіжностей між значеннями наближених розв'язань в співпадаючих вузлах основного блоку є визначальною для прийняття рішення про вибір розміру кроку інтегрування.

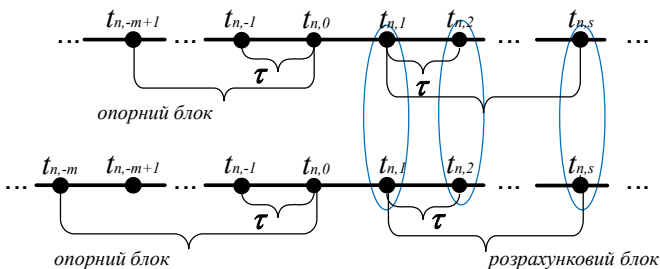


Рисунок 1 – Паралельні нитки обчислень методом прямих на багатокрокових блокових різницевих схемах $((m + 1) \times s)$ і $(m \times s)$

Визначення початкових значень в розрахункових блоках здійснюється на основі багатокрокового предикторного методу Адамса, що дозволяє підвищити точність початкового наближення. Обчислення наближених значень розв'язання задачі Коші в кожному наступному розрахунковому блоці здійснюється ітераційно і незалежно. Для автоматичного формування обчислювальних схем розроблена програмна система, заснована на використанні інтегро-інтерполяційного методу, що дозволяє генерувати коефіцієнти різницевих рівнянь з довільними розмірностями розрахункових і опорних блоків, з можливістю переходу на схеми розтягування – стиснення кроку. Теоретичні положення, наведені в роботі, підкріплені експериментальними дослідженнями на тестових завданнях з відомими точними розв'язаннями.

Перелік посилань

1. Schiesser W. Differential Equation Analysis in Biomedical Science and Engineering/W. Schiesser. – John Wiley & Sons, 2014. – 440 p.
2. Дмитрієва О. Паралельні чисельні методи моделювання динамічних об'єктів/ О. Дмитрієва. – Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2016. – 384 с.

МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ БНТС В КОЛОННЕ

В данной работе рассматривается проблема разработки методов поддержки принятия решений в формации (схеме) ведущий/ведомый с использованием беспилотного наземного транспортного средства (БНТС). Учитывая, что ведущий автомобиль движется по неизвестной траектории, необходимо сохранить ведомое БНТС на некотором расстоянии позади, используя только визуальную информацию о положении ведущего автомобиля.

Как только позиция ведущего автомобиля установлена, должна быть реализована модель передвижения для приведения в движение БНТС. Существуют две основных модели: передвижение по той же траектории что и ведущий автомобиль и следование за ведущим автомобилем по кратчайшему пути.

Основной идеей при реализации модели передвижения по кратчайшему пути, является то что ведомое БНТС постоянно передвигается, ориентируясь на последнюю координату, в которой находился ведущий автомобиль. Таким образом при увеличении дистанции между автомобилями ведомое БНТС начнет «срезать углы» на поворотах.

Модель передвижения по той же траектории что и ведущий автомобиль подразумевает прокладывание маршрута через заранее записанные координаты. Список (FIFO) координат составляется на основе визуального отслеживания передвижений ведущего автомобиля. Таким образом траектория движения ведущего автомобиля представляется набором точек в локальной системе координат.

Передвижение БНТС в колонне подразумевает использование модели передвижения – по той же траектории что и ведущий автомобиль. В работе [1] в качестве метода управления используется метод, объединяющий ПИД регулятор и прямое управление. Так же часто используются методы векторного преследования [2], траекторий Безье [3] или модель «виртуального трейлера» [4].

В данной работе, для отслеживания позиции автомобилей, предлагается использовать математическую модель передвижения БНТС [5]. Показатель точности для данного метода составляет меньше 0,9 метров, в то время как для GPS-данных (без базовой станции) аналогичный показатель составляет 13 метров.

¹ Дубровин В. И. – к.т.н., проф. каф. Программных средств, ЗНТУ

² Икол С. А. – аспирант кафедры Программных средств, ЗНТУ

Чтобы перейти от списка координат к управлению рулем ведомого БНТС, предлагается использовать математическую модель передвижения автомобиля [5]. Для определения радиуса и центра окружности поворота автомобиля необходимо знать как минимум три точки. Первая точка – это текущая позиция ведомого БНТС. Две последующие точки – это позиции ведущего автомобиля. Таким образом зная радиус окружности R можно рассчитать необходимый угол поворота колеса γ , чтобы ведомое БНТС проехало по контуру этой окружности.

$$\gamma = \arctan\left(\frac{d}{R}\right),$$

где d – расстояние между задним и передним колесом.

В данной работе представлен обзор существующих методов и моделей поддержки принятия решений в управлении БНТС для передвижения в колонне. Также предложен новый метод управления ведомым БНТС. Особенности предложенного метода задают перспективу для дальнейших экспериментальных исследований.

Перечень ссылок

1. Hogg W. Sensors and Algorithms for Small Robot Leader/Follower Behavior / Robert W. Hogg, Arturo L. Rankin, Michael C. McHenry, Daniel M. Helmick, Charles F. Bergh, Stergios I. Roumeliotis, Larry Matthies // In Proc. SPIE Unmanned Ground Vehicle Technology III, – 2001. – Vol. 64, P. 72–85.
2. Wit J. Autonomous Ground Vehicle Path Tracking / J. Wit, C. Crane, D. Armstrong // Journal of Robotic Systems, 21(8), P. 439–449.
3. Chiem S. Y. Vision-Based Robot Formations with Bezier Trajectories / S. Y. Chiem, E. Cervera // In Proceedings of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. – 2005. P. 191–198.
4. Ng T. C. Autonomous Vehicle-Following Systems: A Virtual Trailer Link Approach / Teck Chew Ng, Javier Ibañez Guzmán, Martin D. Adams // In Proceedings of IEEE/RSJ Conference on Intelligent Robots and Systems. – 2005. P. 2968-2973.
5. Дубровин В.И. Математическая модель передвижения автомобиля / В.И. Дубровин, С.А. Икол, Э.А. Троценко // Вестник Херсонского национального технического университета 3(62). – 2017. – С. 143–150.

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ В ПОРТФЕЛЬНОМ ИНВЕСТИРОВАНИИ

Финансовое инвестирование непосредственно связано с формированием инвестиционного портфеля. Развитие широкого и эффективного рынка, статистической базы, а также быстрый прогресс в области вычислительной техники привели к возникновению современной теории и практики управления портфелем ценных бумаг. Она основана на использовании статистических и математических методов подбора финансовых инструментов в портфель.

Инвесторы в условиях нестабильной экономики, неопределенности рискуют получить меньший доход, чем ожидаемый, или вообще потерпеть убытки после вложения денежных ресурсов в выбранный портфель. Поэтому инвестор должен формировать портфель инвестиций и управлять им таким образом, чтобы доходность портфеля возрастала, а уровень риска при этом снижался, то есть необходимо формировать эффективные портфели и выбирать из них оптимальный [1].

Портфельное инвестирование имеет ряд особенностей и преимуществ:

- с помощью такого инвестирования возможно дать совокупности ценных бумаг, объединенных в портфель, инвестиционные качества, которые не могут быть достигнуты при вложении средств в ценные бумаги какого-то одного эмитента;
- подбор и управление портфелем ценных бумаг разрешает получать оптимальное соединение прибыльности и риска для каждого конкретного инвестора;
- портфель ценных бумаг требует невысоких затрат в сравнении с инвестированием в реальные активы, поэтому доступен для большого числа инвесторов;
- портфель ценных бумаг на практике обеспечивает получение довольно высоких прибылей за относительно короткий интервал времени.

Задача портфельного инвестирования – получить ожидаемую прибыль при минимально допустимом риске [2].

Основными составляющими инвестиционного портфеля являются ожидаемая доходность портфеля и риск. Для уменьшения неопределенности и снижения вероятности получить меньший доход, чем ожидает-

¹ к.т.н., профессор ЗНГУ

² администратор задач 1 категории ЧАО «Днепропетцсталь»

ся, или вообще потерпеть убытки после вложения денежных ресурсов в выбранный портфель при реализации инвестиционной деятельности были предложены методы оптимизации инвестиционного портфеля. Инвестор при этом может формировать портфель инвестиций и управлять им таким образом, чтобы доходность портфеля возрастала, а уровень риска при этом снижался, то есть может сформировать эффективные портфели и выбирать из них оптимальный.

Можно снизить степень риска инвестиций, не снижая ожидаемой доходности, за счет диверсификации. Диверсификация выражается во владении многими рискованными активами, вместо концентрации всех капиталовложений только в одном из них. Чем их больше, тем, в силу закона больших чисел, значительнее их совместное влияние на ограничение риска. Применение фирмой диверсифицированного портфельного подхода на рынке ценных бумаг позволяет максимально снизить вероятность недополучения дохода. Существует следующая зависимость: чем больше ценных бумаг находится в портфеле, тем ниже значение среднеквадратичного отклонения портфеля в целом [3].

Предложенные методы помогут принять максимально эффективное, комплексное решение, позволят уменьшить интеллектуальную нагрузку, свести к минимуму число рутинных операций и сложных математических и экономических расчетов и, как следствие, значительно сократить время на принятие решения.

Перечень ссылок

1. Шапкин А.С. Теория риска и моделирование рискованных ситуаций. Учебник. / Шапкин А.С, Шапкин В. А – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К0», 2005. – 880 с.
2. Тоценко В.Г. Методы и системы поддержки принятия решений: Алгоритмический аспект. / Тоценко В.Г. – К.: Наукова думка, 2007. – 381 с.
3. Буренин А.Н. Управление портфелем ценных бумаг. / Буренин А.Н. – М., Научно-техническое общество имени академика С.И. Вавилова, 2008, – 440с.

УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИМИ МЕРОПРИЯТИЯМИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Современные постоянно изменяющиеся условия ведения бизнеса диктуют необходимость адекватной коррекции методов управления промышленным предприятием, которые бы обеспечивали эффективное и устойчивое развитие производственной системы в долгосрочной перспективе. Переход к устойчивому развитию должен сопровождаться созданием и оптимальным использованием внутреннего потенциала предприятия, определяемого эффективностью использования всех необходимых для производства ресурсов. Наметившаяся в последнее время тенденция роста ресурсоемкости промышленности и, соответственно, существенное увеличение экологической нагрузки, оказываемой на окружающую среду выдвигают на передний план вопросы, связанные с управлением процессами энерго- и ресурсосбережения. Повышение энергетической и общей ресурсной эффективности промышленного производства через внедрение энерго- и ресурсосберегающих технологий становится задачей первостепенной важности в особенности для энергоемких отраслей промышленности, таких как черная металлургия [1].

Объектом исследования являются металлургические предприятия, реализующие энергосберегающие мероприятия.

Уточнено понятие «энергосбережение» на промышленном предприятии, отличающееся включением расширенного комплекса мер, направленных на сокращение объема используемых топливно-энергетических ресурсов, интенсификацию их использования и, как следствие, повышение эффективности деятельности предприятия. Приведена структура энергопотребления на металлургическом заводе.

Выявлены особенности управления энергосбережением через организацию системы энергоменеджмента на предприятии, основанной на операционном управлении процессами энергообеспечения, энергопотребления и реализации энергосберегающих мероприятий по направлениям их осуществления [2].

Реализация обоснованных в работе концептуальных положений позволит промышленным предприятиям управлять процессами энергосбережения, оценивать влияние интенсификационных факторов развития на эф-

¹ к.т.н., профессор ЗНГУ

² администратор задач 1 категории ЧАО «Днепропетцсталь»

фективность предприятия, повышать устойчивость экономического роста и разрабатывать стратегии своего развития на долгосрочный период.

Разработан алгоритм формирования инвестиционного портфеля энергосберегающих мероприятий на основе энергетического менеджмента, позволяющий идентифицировать и ранжировать возможные мероприятия по степени их релевантности и формировать инвестиционный портфель в пределах доступного фонда капиталовложений. Предложенный метод оценки динамики эффективности промышленного производства, в отличие от существующих методик статической оценки позволит учитывать изменение эффективности предприятия за счет изменения его энергоэффективности в результате реализации инвестиционного портфеля энергосберегающих мероприятий, а также эффективности использования трудовых ресурсов и основных фондов.

Предложен метод оценки влияния реализации инвестиционных проектов в области энергосбережения на повышение эффективности по мере роста интенсификации производства и, как следствие, повышение не только экономической, но социальной и экологической устойчивости развития. В основе метода лежит оценка динамики эффективности и затрат в результате проведения политики энергосбережения. Он позволяет количественно оценить интенсификацию использования ресурсов за счет реализации энергосбережения, обеспечить интенсивный экономический рост предприятия и четко представить стратегии его развития в долгосрочном периоде.

Перечень ссылок

1. Анализ производственно-хозяйственной деятельности металлургических предприятий : Учебное пособие для вузов. 2-е изд. доп. и перераб. / Юзов О.В, Седых А.М. - М.: МИСИС, 2005. - 360 с.
2. Данилов, Н.И. Энциклопедия энергосбережения / Н.И. Данилов, Я.М. Щелков. Екатеринбург: ИД «Сократ», 2002. - 352 с.

ДЕТЕРМІНОВАНИЙ МЕТОД ФОРМУВАННЯ ВИБІРОК ДЛЯ ПОБУДОВИ ДІАГНОСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

Для автоматизації прийняття рішень в задачах технічного діагностування та розпізнавання образів необхідно вирішувати задачу класифікації даних за ознаками, яка полягає у визначенні приналежності наявних об'єктів до певних класів. Побудова таких моделей потребує наявності навчальної вибірки прецедентів [1]. В більшості практичних задач побудови діагностичних моделей вихідні вибірки даних мають великий об'єм або надлишкові дані. Використання таких навчальних вибірок може вимагати значних обчислювальних ресурсів та часу.

Простим та достатньо ефективним вирішенням даної проблеми є методи витягу підвибірок меншого розміру із вихідних вибірок даних. Методи витягу підвибірок можуть бути поділені на дві категорії: імовірнісні та детерміновані методи [2]. При наявності інформації про класи об'єктів, найбільш відповідними є детерміновані методи на основі кластерного аналізу, тому що вони дозволяють виявити та зберегти найбільш значущі екземпляри вихідної вибірки.

В роботі пропонується метод, що дозволяє формувати репрезентативні навчальні вибірки та зберігати при цьому інформативні екземпляри, особливо на межі класів. Суть методу полягає в тому, що вихідна розмічена вибірка розбивається в просторі ознак на гіперсфери з різними радіусами, що залежать від відстаней між екземплярами різних класів. Для цього на першому етапі визначається найбільш перспективний екземпляр класу, який знаходиться ближче за інших до центру мас даного класу. На другому етапі в просторі ознак будується гіперсфера з центром в даній точці та радіусом, що дорівнює відстані до найближчого екземпляру протилежного класу. Всі екземпляри класу, що знаходяться на відстані менш ніж радіус від центру гіперсфери, видаляються з подальшого розгляду. Ці кроки виконуються в циклі доки всі екземпляри класу не будуть виключені з розгляду.

Скорочена навчальна вибірка формується із центрів одержаних гіперсфер. Гіперсфери будуються окремо для кожного класу відносно всіх інших класів. Таким чином, метод адаптується до розподілу даних в вибірці, та автоматично регулює число екземплярів в скороченій вибірці.

¹ аспірант кафедри програмних засобів, ЗНТУ

² д.т.н., професор, завідувач кафедри програмних засобів, ЗНТУ

Завдяки адаптивності радіусів гіперсфер, на межі класів формується більше гіперсфер меншого радіусу (рис. 2). Відповідно в скороченій вибірці зберігається більше значущих екземплярів на межі класів. Іншими словами, в обробленій вибірці щільність екземплярів на межі класів буде вище, що дозволить визначити більш чітку межу між класами.

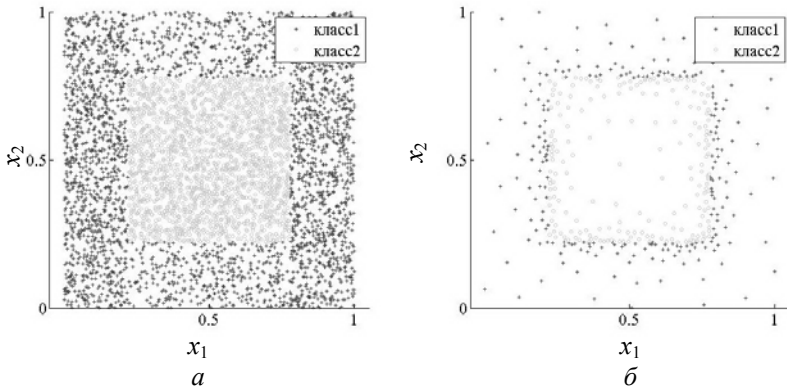


Рисунок 2 – Візуалізація синтетичної бінарної вибірки в просторі ознак:

а – до обробки, *б* – після обробки запропонованим методом.

Пропонований метод був програмно реалізований та перевірений при вирішенні практичних завдань діагностування. Експерименти показали, що метод дозволяє значно скоротити розмір вихідної розміченої вибірки та зберегти найбільш значні екземпляри, що знаходяться на межі класів, та видалити менш інформативні екземпляри, що знаходяться всередині класів. Таким чином, запропонований метод дозволяє в автоматичному режимі вирішувати задачу скорочення вихідних вибірок, адаптуючись до розподілу даних в вибірках.

Перелік посилань

1. Интеллектуальные информационные технологии проектирования автоматизированных систем диагностирования и распознавания образов : монография / [С. А. Субботин, Ан. А. Олейник, Е. А. Гофман, С. А. Зайцев, Ал. А. Олейник ; под ред. С. А. Субботина]. – Харьков : ООО «Компания Смит», 2012. – 317 с.
2. Encyclopedia of survey research methods / ed. P. J. Lavrakas. – Thousand Oaks: Sage Publications, 2008. – Vol. 1–2. – 968 p. DOI: 10.1108/09504121011011879.

ПОДХОДЫ К ФОРМАЛЬНОЙ ВЕРИФИКАЦИИ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Киберфизические системы – это системы, которые предусматривают тесное взаимодействие цифровых и аналоговых компонентов. Их производительность критически зависит как от непрерывной динамики физических частей, так и от решений в режиме реального времени, принимаемых кибернетической системой. Такие системы все чаще играют критическую для безопасности роль в современной жизни, где ошибка в их проектировании может быть катастрофической.

Значимость проблемы верификации работы киберфизических систем может быть рассмотрена на примере растущего списка отзывов автомобилей, которые в сущности являются примером киберфизических систем, из-за проблем с программным обеспечением. Так, в качестве примера можно привести отзыв Toyota 160000 своих автомобилей Prius в 2004 году из-за проблем с программным обеспечением, из-за которых автомобиль неожиданно останавливался или отзыв Jaguar почти 18000 автомобилей X-типа в 2011 году из-за ошибки программного обеспечения, приводящей к неспособности водителя отключить круиз-контроль. Список можно продолжать и это подчеркивает наличие проблемы при разработке и проверке критически важных киберфизических систем. Аналогичные примеры можно также привести для киберфизических систем из других областей, таких как авиация, имплантируемые медицинские устройства, транспортные сети, энергетический сектор и др.

Формальная верификация систем – это набор методов, которые используют строгие математические рассуждения для анализа свойств системы с целью убедиться в ее работоспособности и отказоустойчивости. В качестве метода верификации киберфизических систем представляется возможным использование метода проверки модели – формальном методе верификации, введенном Кларком, Сифакисом и Эмерсоном [1].

Данный метод систематически проверяет, соответствует ли спецификация системной модели, основываясь на формальном описании системы и ее спецификациях.

Поскольку по определению состояния динамической системы меняются со временем, классическая логика высказываний является недостаточной для рассуждения о временных свойствах киберфизических

¹ аспирант, ЗНТУ

² к.т.н., проф., ЗНТУ

систем. Временные логики расширяют логику высказываний или предикатов с помощью модальностей, которые полезны для отслеживания изменения поведения системы с течением времени. Первыми, кто предложил и способствовал использованию временной логики для определения свойств динамических систем в контексте верификации системы были Манна и Пнуэли [2]. Линейная временная логика, логика вычислительного дерева, модальное μ -исчисление, а также их обобщенные и взвешенные вариации – являются некоторыми из популярных временных логик, используемых для спецификации системы.

В общем виде, качественные свойства киберфизических систем можно классифицировать по следующим двум широким категориям:

- свойства достижимости или гарантии, которые ставят вопрос о том, может ли система достигать конфигурации, удовлетворяющей определенному свойству;
- свойства безопасности, которые ставят вопрос, может ли система оставаться навсегда в конфигурациях, удовлетворяющих определенному свойству.

Линейная временная логика обеспечивает формальный язык, позволяющий с большей легкостью определять вложенность таких свойств. Для того чтобы иметь возможность использовать данную логику, необходимо выполнить переход от описания системы к формализованным структурам. В качестве таких структур удобно использовать структуры Крипке, предоставляющие способ маркировки состояния интересующих свойств киберфизической системы.

Таким образом, формальная спецификация базовой системы начинается с определения ключевых свойств проверяемой системы. Структуры Крипке обеспечивают способ маркировки графов перехода состояний, а линейная временная логика определяет свойства последовательности значений истинности этих предложений, позволяя выполнить формальную верификацию киберфизической системы.

Перечень ссылок

1. E. M. Clarke, E. A. Emerson, and J. Sifakis. Model checking: algorithmic verification and debugging. Communications of the ACM, 52(11):74–84, 2009.
2. Z. Manna and A. Pnueli. The Temporal Logic of Reactive and Concurrent Systems. Springer-Verlag, 1992.

ВЫЧИСЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕРВАЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ

Задачи, возникающие в современной науке, значительно усложнились, что привело к появлению, наряду с обычными вещественными числами, новых классов чисел: комплексных чисел, гипернионов, неопределенных чисел и т.д. Неопределенные числа предназначены, соответственно, для изучения неопределенных систем. Известно 3 типа неопределенных чисел: случайные, нечеткие и интервальные. Случайные числа задаются объективными вероятностными распределениями их возможных значений. Эти числа изучаются в теории вероятностей. Нечеткие числа задаются субъективно полученными (с помощью экспертов) распределениями их возможных значений и изучаются в теории нечетких множеств. Интервальные числа задаются интервалами их возможных значений, без указания распределения значений внутри интервала; они изучаются в интервальной математике.

Интервальные числа несут минимум информации о неопределенном объекте, который проще всего получить. Отсюда большой интерес, который представляют эти числа для различных приложений. Существует более общий класс неопределенных чисел, чем интервальные числа – так называемые недетерминированные числа. У них также отсутствуют указания о каком-либо распределении значений числа внутри заданной области возможных значений, однако сама область сложнее интервала. Вследствие этой большей, по сравнению с интервальными числами, сложности недетерминированные числа не стали распространенными.

Пусть $u = f(x, y, \dots, z)$ – непрерывная функция от точно известных аргументов x, y, \dots, z . Пусть аргументы определены не полностью, а с точностью до замкнутых интервалов значений, т.е. $x \in \tilde{x} = [x_1, x_2], \dots, z \in \tilde{z} = [z_1, z_2]$. Тогда значение функции u также окажется определенным не полностью, а с точностью до интервала возможных значений $u \in \tilde{u} = [u_1, u_2]$. При этом зависимость интервала \tilde{u} значений функции f от интервалов $\tilde{x}, \dots, \tilde{z}$ значений ее аргументов есть некоторая функция F , которая может быть определена с помощью следующей теоретико-множественной конструкции:

$$\tilde{u} = F(\tilde{x}, \tilde{y}, \dots, \tilde{z}) \equiv \{f(x, y, \dots, z) \mid x \in \tilde{x}, y \in \tilde{y}, z \in \tilde{z}\}. \quad (1)$$

¹ д-р технических наук, введущ. науч. сотр., Пензенский гос. технологический университет

Другими словами, интервальное значение F при интервальных значениях аргументов $\tilde{x}, \tilde{y}, \dots, \tilde{z}$ есть множество значений исходной функции f , когда ее аргументы x, y, \dots, z пробегает множества своих значений соответственно $\tilde{x}, \tilde{y}, \dots, \tilde{z}$. Функция F вида (1) преобразует интервальные значения аргументов в интервальное значение самой функции. Эту функция называется интервальной функцией, а принимаемые ею самой, а также ее аргументами значения – интервальными числами. Далее, используя общее определение (1), можно ввести уже конкретные интервальные функции – сложение и вычитание

$$\tilde{u} = \tilde{x} \pm \tilde{y} = \{x \pm y \mid x \in \tilde{x}, y \in \tilde{y}\}, \quad (2)$$

умножение переменной на постоянную и переменную и ее возведение в степень

$$\begin{aligned} \tilde{u} &= k\tilde{x} = \{kx \mid x \in \tilde{x}, k = const\}, \\ \tilde{u} &= \tilde{x}\tilde{y} = \{xy \mid x \in \tilde{x}, y \in \tilde{y}\}, \quad , \\ \tilde{u} &= \tilde{x}^n = \{x^n \mid x \in \tilde{x}\} \end{aligned} \quad (3)$$

деление переменных

$$\tilde{u} = \tilde{x}/\tilde{y} = \{x/y \mid x \in \tilde{x}, y \in \tilde{y}\} \quad (4)$$

и т.д. При этом многоместные интервальные функции можно определяются аналогично двухместным. Совокупность этих введенных функций (операций) над интервалами совместно с универсальным множеством, есть интервальная алгебра.

Основная задача интервальной алгебры – это вычисление заданной интервальной функции, т.е. нахождение интервальных значений \tilde{u} функций F (1) по заданным интервальным значениям $\tilde{x}, \tilde{y}, \dots, \tilde{z}$ их аргументов. Вычисление этой функции всегда сводится к вычислению элементарных интервальных функций, выполняемому по соответствующим правилам:

$$\begin{aligned} [x_1, x_2] + [y_1, y_2] &= [x_1 + y_1, x_2 + y_2], \\ [x_1, x_2] - [y_1, y_2] &= [x_1 - y_2, x_2 - y_1], \\ k[x_1, x_2] &= [kx_1, kx_2] \text{ при } k > 0, \\ k[x_1, x_2] &= [kx_2, kx_1] \text{ при } k < 0, \\ [x_1, x_2] \cdot [y_1, y_2] &= [\min_{i,j} (x_i y_j), \max_{i,j} (x_i y_j)], \\ [x_1, x_2]/[y_1, y_2] &= [x_1, x_2] \cdot [1/y_2, 1/y_1]. \end{aligned} \quad (5)$$

Необходимость действий с интервальными числами возникает при вычислении характеристик технических систем с параметрами, заданными с точностью до интервалов. Эти вычисления позволяют анализировать и синтезировать системы.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИЙ С НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬЮ В ТОЧКЕ МЕТОДОМ РАЗДЕТЕРМИНИЗАЦИИ

При моделировании организационно-технических систем в ряде случаев возникают сложности в исследовании функционирования таких систем, если они формализованы на базе аналитико-детерминированных функций. В докладе предлагается новый метод – раздетерминизация, предназначенный для решения задач вычисления детерминированных функций, имеющих так называемые особые точки, в которых у функции не существует определенного значения. Целью является разработка подхода, позволяющего осуществлять деление на нуль и тем самым исключать особые точки исследуемых функций.

Предложенный метод заключается в переходе от проблематичной, с точки зрения вычисления, детерминированной функции к соответствующей недетерминированной, а именно, интервальной функции, путем замены детерминированных параметров функции соответствующими интервальными параметрами. Благодаря данной замене значения функции в особых точках становятся интервальными и вполне определенными значениями, что и позволяет разрешить проблему вычисления функции. Решение указанной проблемы достигается легализацией деления на нуль путем интервализации вычислений. При этом используется принцип вырезания окрестности нуля из интервала, являющегося делителем интервальной дроби, представляющей исследуемую функцию.

Для упрощенной путем вырезания интервальной функции выведены рабочие формулы, основанные на основных положениях интервальной математики и позволяющие легко найти значения этой функции. Предложенный в статье подход к решению проблемы вычисления функций с особыми точками имеет важное значение для всех классов прикладных систем, в которых эта проблема реально существует. Речь здесь идет о тех системах, функции-характеристики которых имеют некоторое число особых точек. Такие системы встречаются чаще всего в телеметрии, теории и практике надежности, гуманитарной сфере и ряде других областей. Особенности этих областей в том, что в них не всегда применимы классические методы детерминистской математики, что и побуждает искать новые подходы к решению возникающих здесь задач.

¹ д-р технических наук, ведущ. науч. сотр., Пензенский гос. технологический университет

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ВКЛАДА УЧЕНОГО В НАУКУ

В связи с авторской характеристикой h -индекс Хирша является показателем писучести и активизационной способности ученого. В связи с этим необходимо сделать два важных замечания. Во первых, становится очевидным, что h -индекс вовсе не является показателем вклада ученого в науку: выдающийся ученый, не слишком любящий писать (вспомним Эйнштейна!), всегда будет иметь невысокий h -индекс, а вот писучий научный работник средней руки, могущий чем-нибудь активизировать читателя (например, неадекватными высказываниями), вполне может иметь высокий h -индекс. При этом h -индекс может характеризовать, в указанном выше смысле, не только ученого, но и писателя, политика, общественного деятеля.

Во-вторых, раскрытый выше смысл h -индекса Хирша действителен только в случае честной работы ученого (писателя, политика и т.д.) по продвижению своих публикаций. Это замечание особенно существенно для России, где нередко применяются специальные технологии управляемого повышения h -индекса, равно как и других наукометрических показателей работы ученых.

Итак, h -индекс Хирша, усиленно проталкиваемый руководством образования России и многих зарубежных стран в качестве основного показателя, оценивающего достижения ученого, на деле не является библиометрическим показателем, обладающим приписываемыми ему свойствами. Этот показатель не дает оценку важности совокупного вклада ученого в науку, не позволяет сравнивать количественно научные достижения различных ученых. Он также не дает возможности выделять выдающихся ученых и ученых-лауреатов престижных премий, членов национальных АН и т.д. из всей массы научных работников, равно как и прогнозировать появление таких ученых. В руках бюрократов, управляющих сферой науки, этот показатель представляет большую опасность: требуя от научных работников большого индекса Хирша, их толкают на то, чтобы заменить стремление совершать открытия на желание публиковать как можно больше статей, помещая их непременно в журналах с высоким импакт-фактором. В результате вся научная деятельность деформируется, а качество статей, да и работы в целом сни-

¹ д-р технических наук, ведущ. науч. сотр., Пензенский гос. технологич. ун-т

жається. Ще одна небезпека заключається в тому, що індекс Хірша легко підделати, отримавши практично будь-яке бажане його значення. Для цього достатньо, наприклад, вступити в змовор про взаємне цитування двома або більше групами, пишущими статті, або впливати на підлеглих, пишущих статті, з вимогами щодо цитування і т.д. Подібні технології вже використовуються. В результаті з'являються «наукові лідери» різних топ-списків цитування, які по суті не є ученими. Вихід із ситуації один – потрібно суворо обмежити, а краще взагалі заборонити застосування *h*-індекса Хірша і інших, викликаючих сумніви, бібліометричних показників діяльності наукових працівників і повернутися до традиційних, перевіраних часом, експертних оцінок. Саме по цьому шляху йдуть зараз деякі західні країни, в першу чергу, Великобританія [4].

Перечень ссылок

1. Hirsch J.E. An index to quantify an individuals research output // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 102(2006). No 46. P.16569-16573.
2. Игра в цифирь, или как теперь оценивают труд ученого (сборник статей о библиометрике). М.: МЦНМО.2011. 72 с.
3. Автоматика. Вычислительная техника: Топ-100 самых цитируемых российских ученых. URL: dissertation-info.ru.
4. Паршин А.Н., академик РАН. Открытое письмо в Президиум РАН. URL: <http://rusrep.ru/article/2013/10/22/ran>.

УДК 004.6

Миронова Н.О.¹, Хохлова В.С.², Твердохліб Є.Р.³

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ СИНТАКСИЧНОГО АНАЛІЗУ ВЕБ-СТОРИНОК

Для швидкої обробки інформації застосовується парсинг – послідовний синтаксичний аналіз інформації, розміщеної на веб-сторінках. Даний метод використовується для оперативного опрацювання та обробки великої кількості текстових даних. Для синтаксичного аналізу інформації створюється математична модель порівняння лексем з формальною граматиною, описана однією з мов програмування, де присутня підтримка регулярних виразів: Python, PHP, Perl, Ruby та ін.

¹ к.т.н., доцент кафедри програмних засобів ЗНТУ

² студент гр. КНТ-415 ЗНТУ

³ студент гр. КНТ-113м ЗНТУ

Парсер за короткий час виконує обхід тисячі сторінок, фільтрує представлені дані, відбираючи серед них потрібні, після чого компонує отриманий результат для подальшої обробки.

Узагальнений алгоритм роботи парсера веб-сторінок складається з наступних етапів:

Етап 1. Вихід в мережу інтернет, отримання доступу до коду веб-ресурсу та його завантаження.

Етап 2. Читання, вилучення та обробка даних.

Етап 3. Подання витягнутих даних в зручному форматі – .txt, .sql, .xml, .html та ін.

Збір інформації в інтернеті – трудомістка, рутинна робота, що забирає багато часу. Парсери дозволяють автоматизувати дану роботу та здатні швидко перебрати більшу частину веб-ресурсів в пошуках потрібної інформації. Вони не читають текст, а всього лише порівнюють запропонований набір слів з тим, що виявили в інтернеті та діють за заданою програмою. Парсери мають такі можливості:

- оновлення інформації для підтримки актуальності;
- збір і швидке копіювання інформації з інших сайтів для розміщення на власному ресурсі;
- з'єднання потоків даних: проводиться збір великої кількості даних з декількох джерел, обробка та розміщення.

Парсинг істотно прискорює процес роботи за ключовими словами. Налаштувавши роботу, можливо оперативно підібрати необхідні для просування запити.

У процесі виконання даної роботи були написані парсери з використанням мов програмування PHP та Python.

PHP – це серверна скриптова мова програмування, зручна для створення парсерів, яка має наступні переваги:

- наявність вбудованої бібліотека libcurl, за допомогою якої скрипт підключається до будь-яких типів серверів, в тому числі тих, які працюють за допомогою протоколів https (зашифроване з'єднання), ftp, telnet;
- підтримка регулярних виразів, за допомогою яких парсер обробляє дані;
- наявність бібліотеки DOM для роботи з XML – розширеною мовою розмітки тексту, на якій зазвичай подаються результати роботи парсеру;
- можливість автоматичної генерації HTML-сторінок.

Нижче наведено приклад парсеру на мові PHP (парсинг атмосферного тиску зі сторінки <https://www.gismeteo.ua/ua/>):

\$pressure = \$dom->find('.higher')->find('.barp')->find('.torr', 0) ->text.

Python – це скриптова мова програмування загального призначення, яка швидко розвивається. Існує багато засобів для парсингу з використанням Python:

- бібліотеки requests та urllib2 для роботи з HTTP запитами для отримання вмісту за URL-адресами;

- бібліотеки lxml та BeautifulSoup для вилучення необхідної інформації з веб-сторінок;

- можливість використання CSS селекторів та XPath для створення пошукових виразів;

- фреймворк Scrapy для вилучення даних за допомогою інтерфейсів API.

Нижче наведено приклад парсеру мовою Python з використанням XPath (парсинг назви посту зі сторінки <https://habr.com/>).

```
links = main_page.xpath('//li/article[@class=«post post_preview»]/h2[@class=«post_title»]/a[@class=«post_title_link»]/@href').
```

Парсери виглядають зрозуміло та лаконічно на обох використаних мовах. Допоміжні бібліотеки зручні у використанні та мають вичерпну документацію. Кожен парсер можна інтегрувати з більшістю систем керування вмістом: Bitrix, Joomla, Wordpress та ін., які використовують відкритий формат зберігання даних, наприклад, MySQL. Отже, парсинг – це зручний інструмент для витягання необхідних даних з будь-якого джерела інформації.

УДК 004.93

Олійник А.О.¹

МЕТОД ДОНАВЧАННЯ НЕЙРО-НЕЧІТКИХ МОДЕЛЕЙ

В процесі експлуатації інтелектуальних систем діагностування та неуруйнівного контролю якості виникає нова інформація про діагностовані об'єкти [1–3]. При цьому інформація, знову отримана за результатами вимірювань діагностованих об'єктів, може як істотно суперечити наявній діагностичній моделі, так і виходити за рамки її компетенції у випадку, якщо при побудові моделі не використовувалися спостереження з тієї ж області простору ознак, що і нові спостереження. У таких ви-

¹ к.т.н., доцент кафедри програмних засобів, ЗНТУ

падках, як правило, виконують повторний синтез діагностичної моделі, використовуючи дані попередніх і нових вимірювань [3].

Однак при роботі з даними великого обсягу час повторного синтезу моделей в нейро-нечіткому базисі може бути значним, що в багатьох практичних застосуваннях є неприйнятним [1]. Тому в процесі експлуатації систем діагностування актуальним є завдання адаптації раніше навчених моделей шляхом їх модифікації на основі нових спостережень.

Для донавчання нейро-нечітких моделей пропонується коригувати наявну модель $NFN(struct, param)$ шляхом впровадження додаткових структурних обчислювальних елементів, що враховують особливості нового набору даних $S' = \langle P', T' \rangle$. При визначенні параметрів, що настраюються, додаткових структурних обчислювальних елементів (коригувальних блоків моделі) пропонується використовувати інформацію про значення координат коригувальних екземплярів (нових спостережень), а також інформацію про ступінь їх належності до кластерів в просторі ознак. Це дозволить при визначенні параметрів, що настраюються, підвищити вклад тих екземплярів, які характеризуються високими оцінками ступеню належності до конкретного кластеру.

При цьому кількість вузлів N_{RNB} другого шару, що відповідають нечітким правилам, в корегувальному блоці NB пропонується прийняти рівною кількості кластерів (правил), виділених на попередньому етапі: $N_{RNB} = N_{Cl}$. З огляду на особливості обчислення параметра N_{Cl} в пропонуваному методі, кількість правил N_{RNB} блоку NB буде пропорційною кількості правил N_R в наявній моделі NFN , а також частки екземплярів $|CS'|$ множини CS' по відношенню до кількості екземплярів Q в множині $S = \langle P, T \rangle$. Таким чином, структурна складність коригуючого блоку N_{RNB} буде пропорційною аналогічній величині вихідної моделі і частці нових екземплярів множини CS' .

Нейроелементи першого шару, що визначають ступінь належності значення вхідного параметра p_m відповідному нечіткому терму f_{mj} ($j = 1, 2, \dots, N_{RNB}$), з'єднані з відповідними вузлами другого шару. Таким чином, в сукупності вузли першого і другого шарів утворюють антецеденти нечітких правил NR_j .

Для визначення значень параметрів w_{mj} в розробленому методі пропонується використовувати інформацію не тільки про значення координат коригувальних екземплярів $cs'_q \in CS'$, але також інформацію про ступінь їх належності u_{qj} до кожного з кластерів Cl_j (по суті, нечіткому правилу NR_j), що визначаються центрами $C = \{C_1, C_2, \dots, C_{NCl}\}$. Це дозволить врахувати значущість екземплярів $cs'_q \in CS'$ для віднов-

лення функцій y_{NBj} , що відповідають кластерам Cl_j , і при визначенні параметрів w_{mj} функції y_{NBj} підвищити вклад тих екземплярів, які характеризуються високими оцінками ступеню належності u_{qj} кластеру Cl_j .

Таким чином, запропонований метод донавчання діагностичних нейро-нечітких моделей дозволяє адаптувати до зміни середовища функціонування існуючі моделі шляхом їх модифікації з урахуванням інформації, отриманої в результаті нових спостережень. Моделі, синтезовані за допомогою запропонованого методу характеризуються високою інтерпретовністю, оскільки кожен блок узагальнює інформацію про свій набір даних і в якості базису використовує нейро-нечіткі моделі.

Перелік посилань

1. Hanrahan G. Artificial Neural Networks in Biological and Environmental Analysis / G. Hanrahan. – Boca Raton, Florida : CRC Press, 2011. – 214 p.
2. Encyclopedia of machine learning / [eds. C. Sammut, G.I. Webb]. – New York: Springer, 2011. – 1031 p.
3. Shin Y.C. Intelligent systems : modeling, optimization, and control / C. Y. Shin, C.Xu. – Boca Raton: CRC Press, 2009. – 456 p.

УДК 004.41(075.8)

О. Петрова,¹ Г. Табунщик.²

НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ НАВИГАЦИИ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЯ

Основой достижения высокого уровня надежности считается качественное проектирование и достаточно полное тестирование программного обеспечения. Низкий уровень надежности системы может привести к значительным затратам на ремонт, простой, аварии, что является критическим для систем навигации внутри помещения направленных на помощь для людей с ограниченными возможностями.

Улучшить надежность возможно за счет дополнительного и более стоящего оборудования. Но в современных экономических условиях важной задачей является уменьшение себестоимости и размеров современного оборудования.

В качестве основных параметров надежности систем позиционирования и навигации внутри помещения выделяют [1]:

¹ , Аспирант кафедры програмних средств ЗНТУ.

² К.т.н., доцент, професор ЗНТУ.

– параметры безотказности (вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, средняя наработка на отказ, гамма-процентная наработка до отказа, интенсивность отказов, параметр потока отказов, средняя доля безотказной наработки, плотность распределения времени безотказной работы);

– параметры долговечности (средний ресурс, гамма-процентный ресурс, назначенный ресурс, средний срок службы, гамма-процентный срок службы, назначенный срок службы);

– параметры ремонтпригодности (вероятность восстановления работоспособного состояния, среднее время восстановления работоспособного состояния, интенсивность восстановления);

– параметры сохраняемости (средний срок сохраняемости, гамма-процентный срок сохраняемости).

Рассмотрим описание системы, использующей для идентификации текущего расположения данные от маячков на основе BLE 4.0 [2]:

$$S = \langle X, B, R, Z, K, R_{\text{sys}}(t) \rangle, \quad (1)$$

где X – вектор входных параметров текущего расположения устройства навигации, B – картографическое представление помещения, R – информация о принятых решениях, Z – текущее состояние устройств вывода, K – режимы работы подсистем, $R_{\text{sys}}(t)$ – параметр надежности.

Для данного класса систем функция надежности будет:

$$R_{\text{sys}}(t) = \prod_{i=1}^n R_i(t), \quad (2)$$

где $R_i(t)$ – вероятность того что не произойдет отказ для i -ой подсистемы за время t .

Основываясь на прогнозное значение функции надежности выполняется верификация текущего состояния системы навигации внутри помещения [3].

В работе рассмотрено описание системы, использующей для идентификации текущего расположения данные от маячков на основе BLE 4.0. в которой при проектировании учитывается параметр надежности.

Перечень ссылок

1. Теория надежности [Электронный ресурс] – 2015 – режим доступа: <http://fan-5.ru/better/article-198251.php>
2. Петрова, О.А. Метод нейро-нечеткой верификации систем позиционирования и навигации внутри помещения [Текст] / О.А. Петрова, Г.В. Табунщик, Т.И. Каплиенко // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія «Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка» (ІКОТ-2017). Випуск 2 (25) – Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ». – 2017. – С. 84–89.
3. Petrova O. „Fuzzy Verification Method for Indoor-Navigation Systems/ O. Petrova, G. Tabunshchuk , T. Kapliienko, O. Kapliienko //Proc. of 14th International Conf. on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Lviv-Slavske, Ukraine, February, 20 – 24, 2018, PP. 65 – 68

ЭКСПЕРИМЕНТ ДЛЯ УДАЛЕННОЙ ЛАБОРАТОРИИ: ГЕНЕРАТОР ПОТОКА ВЫЗОВОВ И ДИСПЕТЧИРОВАНИЕ ДВУХ ЛИФТОВ

В работе рассматривается удаленная лаборатория GOLDi (Ilmenau Technical University (ITU), Germany, сайт лаборатории – <http://goldilabs.net>). В этой лаборатории имеется физическая модель лифта Elevator4Floors. При экспериментировании с этой моделью удаленный студент создает программу управления электромеханикой лифта, которая исполняется, например, с помощью микропроцессорной платы. Для имитации вызовов лифта с этажей имеются кнопки, управляемые мышью.

Недостатки метода ручных вводов вызовов лифта:

1. Невозможно одновременно вводить несколько запросов с разных этажей.

2. Запросы не документируются, и в случае ошибок ввода студента запросов тестирование приведет к возникновению ложных потоков событий.

3. Ввод запроса может быть произведен только с ограниченной скоростью, и во время ввода у обучаемого нет времени для контроля за поведением модели.

Целью работы является автоматизация потока вызовов с переменными параметрами интенсивности, построение много лифтовой системы с возможностью использования алгоритмов диспетчирования работы лифтов.

В работе использованы теоретические положения доклада [1]. Разработанная система может быть реализована в любом браузере и выполняет следующие действия:

1. Генерирует случайный поток заявок на вызов лифта с введенными пользователем параметрами интенсивности – временным интервалом эксперимента и количеством заявок в этом интервале. При этом интервал времени между вызовами, количество одновременных вызовов, этаж вызова и этаж высадки есть случайные величины, которые подчиняются нормальному закону распределения.

¹ учащийся, Запорожская гимназия №28

² к.т.н., проф. кафедры ЕЕА ЗНТУ

2. Отображает заявки на экране программы в виде очередей пассажиров ожидающих посадки в кабину лифта. Заявки отображаются с момента начала их выполнения.

3. Выполняет анимацию процесса посадки пассажиров в кабину и высадки из нее.

4. Отображает на экране результаты генерации заявок и обслуживания пассажиров в ходе работы системы из двух лифтов по программе разработанной студентом. Результаты содержат параметры запроса, продолжительности ожидания в очереди и проезда в кабине.

Управляющая программа эксперимента разработана для тестирования генератора потока вызовов. Она реализует конечный автомат системы диспетчирования лифтов с анализом целесообразности посадки попутных пассажиров на промежуточных этажах.

Программный код генератора вызовов содержит 1070 строк на языках программирования JavaScript, CSS, HTML, а программный код управляющей программы – 160 строк на языке JavaScript. В программе генератора вызовов предусмотрена настройка на другие параметры лифтовой системы – пассажировместимость кабины, количество этажей и лифтов, скорость движения кабины.

Использование разработанного генератора вызовов позволяет тестировать более сложные алгоритмы управления системами лифтов и тем самым повышает многообразие экспериментов в удаленной лаборатории.

Работа выполнена в лаборатории GOLDi в университете ITU в рамках проекта европейского сообщества ERASMUS+.

Перечень ссылок

1. Poliakov, M., Larionova, T., Wuttke, H.-D., Henke, K. Automated testing of physical models in remote laboratories by control event streams. Proceedings of 2016 International Conference on Interactive Mobile Communication Technologies and Learning (IMCTL). Date and Venue: 17–19 October 2016, San Diego, CA, USA, pp. 24–27. DOI: 10.1109/IMCTL.2016.7753764.

МЕТОД ПЕРЕТВОРЕННЯ ЧИСЛОВИХ ДАНИХ В ЗОБРАЖЕННЯ ДЛЯ НАВЧАННЯ ГЛИБОКИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Для своєчасного прийняття рішень при вирішенні задач технічної та медичної діагностики потрібно вирішувати задачу класифікації, мета якої полягає в співвіднесенні вхідних даних до списку класів, що мають певні спільні набори ознак. Для цього доцільно використати глибокі нейронні мережі (НМ) за їх високу здатність до узагальнення даних, і зокрема згорткові НМ, особливістю яких є робота із зображеннями та використання спільних ваг, що зменшує розміри моделі та надає НМ здатність знаходити схожі признаки за всією площею зображення.

Для навчання згорткових НС за допомогою даних у довільній формі – ці дані необхідно перетворити у двовимірні зображення. В цьому напрямку раніше виконувались дослідження, наведені в роботах [1–3]. Метод перетворення числових даних в зображення не є новим, але вартий для застосування в глибоких НМ та для подальших досліджень.

В роботі пропонується метод, що дозволяє перетворювати числові дані (або їх похідні) в двовимірні зображення, виконуючи при цьому нормалізацію, а також доповнення даних для навчання додатковими зображеннями, отриманими з вихідних даних з додаванням шуму.

Суть методу полягає в тому, що кожен рядок (екземпляр) вхідного масиву даних спочатку проходить нормалізацію, а потім перетворюється в зображення, які згодом можна застосовувати для навчання глибоких НМ. Метод складається з чотирьох етапів – нормалізації, перетворення даних, генерації шуму і попереднього навчання мережі.

На етапі нормалізації значення ознак змінюються методом міні-макса таким чином, щоб вони знаходилися в межах [0; 1]. Нормалізоване значення ознаки задається рівнянням (1):

$$v'_y = \frac{v_y - \text{Min}_y}{\text{Max}_y - \text{Min}_y} \quad (1)$$

де v'_y – нормалізоване значення ознаки, v_y – початкове значення ознаки, Min_y та Max_y – це відповідно мінімальне та максимальне значення ознаки.

На етапі перетворення створюється N бінарних (двоколірних) растрових зображень, де N – число екземплярів. Для перетворення числових даних в зображення застосовується метод поплавкового кодування

¹ аспірант кафедри програмних засобів, ЗНТУ

² д.т.н., професор, завідувач кафедри програмних засобів, ЗНТУ

³ к.т.н., доцент кафедри програмних засобів, ЗНТУ

кодування, описаний в роботі [1]. Суть методу полягає в генерації зображення розміру $K \times M$, де K – ширина зображення, M – кількість ознак. У кожному рядку зображення значення ознаки визначається групою пікселів, які розділяють рядок в відношенні, заданим нормалізованим значенням v'_y ознаки. Ймовірність зафарбовування пікселя з координатами на зображенні задається рівнянням (2):

$$p_{x,y} = \begin{cases} 0, & x - k \leq v'_y, w \leq x + k; \\ 1, & x - k > v'_y, w; \\ 1, & x + k < v'_y, w, \end{cases} \quad y = 1 \dots m \quad (2)$$

де $p_{x,y}$ – значення пікселя зображення, x та y – координати цього пікселя, w – ширина зображення, m – кількість ознак, k – розмір поплавку.

На етапі генерації шуму виконується генерація додаткових зображень на базі нормалізованих значень ознак, але значення кожної ознаки v'_y зміщується на деякий випадкове значення.

На етапі попереднього навчання мережі швидкість навчання збільшується в 2 рази. Це дає значний приріст до початкового збільшення ймовірності отримання мережею правильного рішення. Підстроювання мережі відбувається за допомогою зворотного поширення помилки.

Пропонований метод був програмно реалізований та перевірений при вирішенні практичних завдань діагностування. Експерименти показали, що перетворення даних дозволяє використовувати їх для навчання глибоких НМ для роботи з зображеннями без внесення модифікацій в їх структуру. Додавання шуму до вхідних даних при навчанні НМ та фази попереднього навчання позитивно впливають на навчання мережі в цілому, але помітний приріст спостерігався лише для моделей з малим числом класів та екземплярів для навчання.

Перелік посилань

1. Гольцев А. Д. Нейронные сети с ансамблевой организацией / А. Д. Гольцев. – Киев: Наукова думка, 2005. – 200 с.
2. Transforming sensor data to the image domain for deep learning – An application to footprint detection / [MS. Singh, V. Pondenkandath, B. Zhou, P. Lukowicz, et al.] // IJCNN : 2017 International Joint Conference, 14–19 May 2017 : article. Anchorage : IEEE, 2017. P. 2665–2672.
3. Pixel normalization from numeric data as input to neural networks: For machine learning and image processing / P. Sane , R. Agrawal // WiSPNET : 2017 International Conference, 22–24 March 2017 : proceedings. Chennai : IEEE, 2017. P. 2221–2225.

РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ У ВІДЕОПОТОЦІ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Мета застосування проектованої системи – це розпізнавання номерних знаків автомобілів у реальному часі за допомогою камери відеореєстратора чи смартфона та збереження отриманих результатів у базу даних для можливості подальшого аналізу та використання.

Результати в області розпізнавання номерних знаків показала Convolutional Neural Network або згорткова нейронна мережа (далі – CNN), яка є логічним розвитком ідей таких архітектур нейро мереж як когнітрон і неокогнітрон. CNN складається з різних видів шарів: згорткові (convolutional) шари, субдискредизаційні (subsampling, підвибірка) шари і шари «звичайної» нейронної мережі – перцептрона, відповідно до рис. 1.

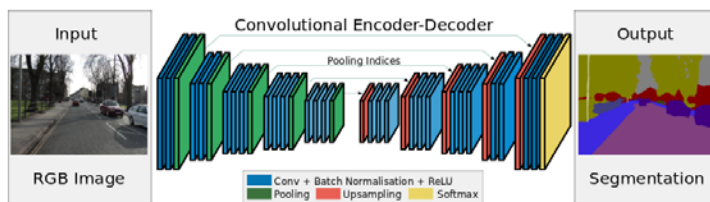


Рисунок 1 – Приклад архітектури CNN для сегментації зображень

Перші два типи шарів (convolutional, subsampling), чергуючись між собою, формують вхідний вектор ознак для багатошарового перцептрона.

Будь-яка згорткова мережа має заздалегідь запрограмовану структуру, в якій закладено, що одні й ті ж ядра (згортки) застосовуються до різних позицій зображення. За рахунок цього досягається значне скорочення кількості ваг. Вхідні дані являють собою кольорові зображення типу JPEG. Вхідний шар враховує двовимірну топологію зображень і складається з декількох карт (матриць), карта може бути одна, в тому випадку, якщо зображення представлено в відтінках сірого, інакше їх 3, де кожна карта відповідає зображенню з конкретним каналом (червоним, синім і зеленим). Згортковий шар являє собою набір карт (інша назва – карти ознак, зазвичай це звичайні матриці), у кожній карті є синаптичне ядро (в різних джерелах його називають по-різному: скануюче ядро або фільтр). Ядро являє со-

¹здобувач вищої освіти ІПФМ, Національний університет «Львівська політехніка

²к.е.н., доцент, доцент кафедри менеджменту Львівський державний університет внутрішніх справ

бою систему поділених ваг або синапсів, це одна з головних особливостей сверточної нейронної мережі. Підвибірковий шар також, як і згортковий має карти, але їх кількість співпадає з попереднім (згортковим) шаром. Мета шару – зменшення розмірності карт попереднього шару. Якщо на попередній операції згортки вже були виявлені деякі ознаки, то для подальшої обробки настільки докладне зображення вже не потрібно, і воно ущільнюється до менш докладного. До того ж фільтрація вже непотрібних деталей допомагає мережі не перенавчатися. Використовують алгоритм зворотного поширення помилки (backpropagation).

Альтернативою згортковим мережам для розпізнавання об'єктів на зображення є **метод ознак (каскадів) Хаара**. Інакше він ще називається метод Віоли-Джонса за іменами дослідників, які адаптували метод вейвлетів Хаара до розпізнавання образів. Основу методу Віоли-Джонса складають примітиви Хаара, що представляють собою розбивку заданої прямокутної області на набори різнотипних прямокутних підобластей.

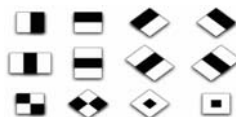


Рисунок 2 – Примітиви Хаара

Сам по собі каскад Хаара – це набір примітивів, для яких обчислюється їх згортка з зображенням. На етапі виявлення в методі Віоли – Джонса вікно встановленого розміру рухається по зображенню, і для кожної області зображення, над якою проходить вікно, розраховується ознака Хаара. Наявність або відсутність предмета в вікні визначається різницею між значенням ознаки і порогом навчання. Існують десятки різних **методів розпізнавання тексту (OCR – optical character recognition)** та сотні їх модифікацій. В цілому, методи розпізнавання тексту можна розбити на два класи: структурні методи засновані на морфології і аналізі контуру, що мають справу з бінарними зображеннями, і растрові методи, засновані на аналізі безпосередньо зображення. При цьому найчастіше використовується комбінація структурних, растрових методів.

Метод кластеризації К-середніх – розпізнавання символів, що часто може перемагати на найвдалішій реалізації SVM або нейронних мереж. Працює він у такий спосіб: 1) попередньо записуємо велику кількість зображень реальних символів вже коректно розбитих на класи вручну; 2) вводимо міру відстані між символами (норму); 3) коли ми намагаємося розпізнати символ, по черзі розраховуємо дистанцію між ним і всіма символами в базі. Серед k найближчих сусідів, можливо, будуть представники різних класів. Природно, представників якого класу більше серед сусідів, до того класу варто віднести розпізнається символ.

Зараз **неймережі для розпізнавання** тексту прийнято розділяти на два покоління. До першого відносяться класичні 2–3х-шарові неймережі (рис. 3) та машини на опорних векторах, які навчаються градієнтними методами зі зворотним поширенням помилок.

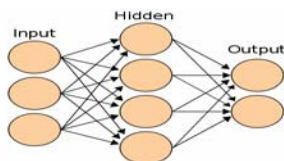


Рисунок 3 – Тришарова нейронна мережа

Мережами другого покоління називаються ті, які використовують **deeplearning** та згорткові неймережі протягом 7 років. На відміну від згорткової нейронної мережі для сегментації зображень, що використовується для детектування об'єктів, для розпізнавання тексту використовується класифікуюча згорткова мережа з дещо іншою структурою шарів (рис. 4).

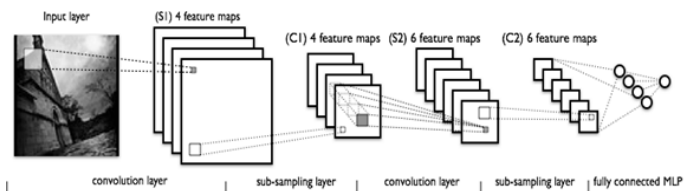


Рисунок 4 – Структура класифікуючої згорткової неймережі

У цій роботі було розглянуто актуальні методи детектування об'єктів у відеопотоці на прикладі автомобільних номерів та методи розпізнавання тексту на них. Описано базову структуру системи розпізнавання номерів в реальному часі, в якій будуть застосовані описані вище методи, та яка буде імплементована як частина дослідження.

Перелік посилань

1. Decoupled Deep Neural Network for Semi-supervised Semantic Segmentation.//Seunghoon Hong, Hyeonwoo Noh, Bohyung Han. (Submitted on 16 Jun 2015 (v1) URL: <https://arxiv.org/abs/1506.04924> .
2. Badrinarayanan V., Kendall A., Cipolla R. SegNet: A Deep Convolutional Encoder-Decoder Architecture for Image Segmentation. URL: <http://arxiv.org/abs/1511.00561>.
3. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks.//Shaoqing Ren, Kaiming He, Ross Girshick, Jian Sun (Submitted on 4 Jun 2015 (v1), last revised 6 Jan 2016 (this version, v3) URL: <https://arxiv.org/abs/1506.01497.html>.
- 4.Heaton: Introduction to Neural Networks for C#, 2nd Edition.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПІДСИСТЕМИ ВИКОНАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ ВІДДАЛЕНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ

REIoT - інтегрований комплекс, що об'єднує віддалену лабораторію RELED (Remote Laboratory for Design of Embedded Systems) з лабораторним обладнанням Smart House& IoT (Smart House & Internet of Things). Комплекс базується на платформах Arduino, Raspberry Pi та OpenHAB. OpenHAB REST API використовується для інтеграції віддаленої лабораторії RELED з Smart House & IoT. Це дозволяє отримати віддалений доступ до лабораторних експериментів та їх станів, а також забезпечує поновлення статусу або відправку команд для експериментів [1].

Система керування віддаленої лабораторії RELED включає декілька підсистем: реєстрації, адміністрування, виконання експериментів та API. В свою чергу підсистема адміністрування включає наступні модулі: нотифікації користувачів, збирання статистики, керування виконанням експериментів. Модуль керування виконанням експериментів забезпечує можливість послідовного виконання віддалених експериментів користувачами, оскільки доступ до певного експерименту та обладнання віддаленої лабораторії в конкретний проміжок часу можливий лише для одного користувача. Даний модуль дозволяє відобразити інформацію про поточний стан кожного віддаленого експерименту (вільний/зайнятий), а також організувати чергу користувачів та сповіщати про час, що залишився на виконання експерименту або на очікування в черзі [2–3].

В якості шаблону розробки було використано MVC (Model-View-Controller) шаблон, що надає зручний спосіб побудови архітектури системи та розбиття бізнес-логіки. Для попередньої реалізації використовувалося середовище Node.js та мова JavaScript в якості серверної мови, яка оперує чергою, що спричиняло складність одночасної підтримки двох проектів на різних мовах програмування (JavaScript та PHP). Крім того, значна частина логіки була винесена у Відображення, що дещо уповільнило розробку.

Після модифікації вся основна логіка вже знаходиться безпосередньо в модулі черги та у Контролері, а у Відображенні запускаються лише таймери для початку та завершення експерименту (рис 1). Крім того, модуль черги було перенесено з Node.js проекту в основний PHP

¹ Веб-розробник компанії ВАНДЕРСЛАБ, Запоріжжя

² К.т.н., доц. кафедри програмних засобів ЗНТУ

проект, що в майбутньому має спростити подальшу розробку, пов'язану з удосконаленням роботи черги шляхом додавання функцій резервування часу проведення експериментів.

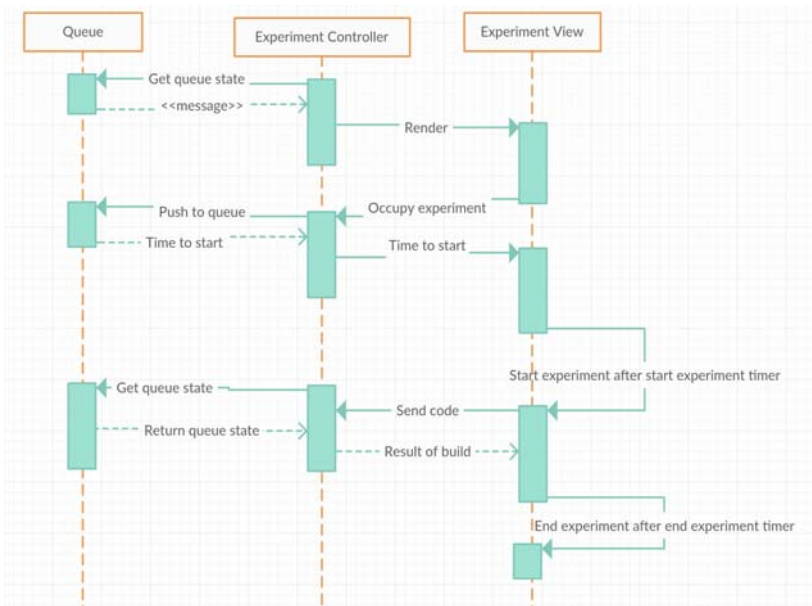


Рисунок 1 – Удосконалена схема організації черги для віддаленої лабораторії

Перелік посилань

1. Parkhomenko, A., Tulenkov, A., Sokolyanskii, A., Zalyubovskiy, Y., Parkhomenko A.: Integrated complex for IoT technologies study. In: Online Engineering & Internet of Things. Lecture Notes in Network and Systems, vol. 22, pp.322–330 (2017)
2. Parkhomenko, A., Gladkova, O., Sokolyanskii, A., Shepelenko, V., Zalyubovskiy, Y.: Implementation of reusable solutions for remote laboratory development. iJOE 12 (07), 24–29 (2016)
3. Parkhomenko, A., Gladkova, O., Sokolyanskii, A., Shepelenko, V., Zalyubovskiy, Y.: Reusable solutions for embedded systems design. In: International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation, pp.313–317 (2016)

ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСТОТИ НЕПЕРІОДИЧНИХ СИГНАЛІВ НА ОСНОВІ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Під час роботи авіаційних двигунів виникають вібрації. Збільшення частоти цих вібрацій до критичного рівня може свідчити про несправність двигуна, а також негативно впливає на нього працездатність. Метою роботи є побудова нейромережевої моделі для прогнозування частоти вібрацій.

За час проведення випробувань двигуна на ВАТ «Мотор Січ» було зібрано дані з $K=15$ датчиків вібрацій з частотою опитування 7200 Гц. Графік коливань для одного з датчиків зображено на рис. 1.

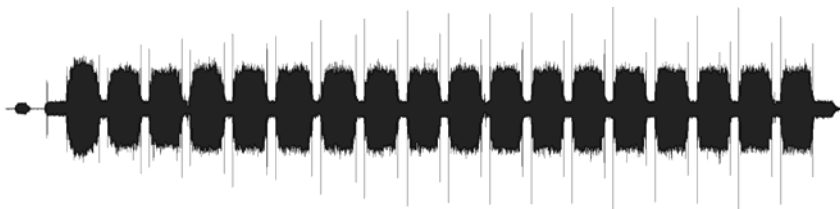


Рисунок 1 – Початковий сигнал

До початкових даних було застосовано аугментацію. Для цього кожен сигнал скопійовано 10 разів, після чого збільшено частоту деяких частин сигналу. В результаті отримано приблизно по 20 годин даних для кожного датчика. Після цього сигнал було розбито на $L=71237$ частин по одній секунді. Для кожної з частин застосовано швидке перетворення Фур'є [1], щоб визначити частоту сигналу. Далі кожну з отриманих спектрограм було розділено на $M=12$ частин, та в кожній частині виділено максимальну амплітуду (рис. 2).



Рисунок 2 – Приклад спектрограми

¹ д.т.н., завідувач кафедри програмних засобів, ЗНТУ

² магістр, ЗНТУ

В результаті було отримано $K \cdot L \cdot M$ значень, за якими побудовано навчальну вибірку, що використовувалася для побудови моделі.

Вхідними параметрами моделі є максимальні значення амплітуд для кожної з M частин за час $N=600$. Вихідними значеннями є 0 або 1 в залежності від наявності вібрацій з частотою, що перевищує критичне значення, на проміжку розміром $P=300$ через час $T=300$ відліків. На рис. 3 схематично зображено процес створення вибірки. Кожен квадрат містить $K \cdot M$ значень. N червоних значень використовується як вхідні, T жовтих не використовуються, а за P зелених визначається вихідне значення для екземпляра.



Рисунок 3 – Схематичне зображення створення вибірки

В результаті було отримано $L-N-P-T+1$ екземплярів вибірки, де кожен екземпляр – тривимірний масив з $N \cdot K \cdot M$ значень.

На цих даних було навчено згорткову нейронну мережу [2], де перший шар – згортковий, з ядром згортки $K \cdot M \cdot 10$. На виході цього шару отримано одновимірну карту ознак. Далі нейронна мережа складається з шарів субдискретизації та одновимірної згортки. В кінці нейронної мережі є два повнозв'язних шари, на виході є два нейрона [2], за якими визначається наявність вібрацій, частота яких перевищує критичний рівень.

Отримано такі результати тестування побудованої моделі: True Positive – 99,3%, True Negative – 94,2% , False Positive – 0,7%, False Negative – 5,8%, де Positive – екземпляри, для яких визначено наявність вібрацій, Negative – екземпляри, для яких визначено відсутність вібрацій з частотою вище критичного рівня, True – правильно визначена та False – неправильно визначена належність екземплярів до класу. Отже, згорткові нейромережі можуть бути рекомендовані щодо використання в задачах прогнозування частоти неперіодичних сигналів.

Перелік посилань

1. Fast Fourier transform [Electronic resource]. – Access mode: https://en.wikipedia.org/wiki/Fast_Fourier_transform
2. CS231n: Convolutional Neural Networks for Visual Recognition. [Electronic resource]. – Access mode: <http://cs231n.github.io>

ИНДУКТИВНИЙ СИНТЕЗ ДЕРЕВ РЕГРЕСІЇ НА ОСНОВІ НЕЙРОМЕРЕЖНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

Дерева рішень є ефективним засобом побудови моделей залежностей за прецедентами оскільки отримувані моделі є інтерпретабельними, а одночасно з побудовою моделі є можливим оцінити важливість ознак. Для побудови моделей кількісних залежностей використовують дерева регресії, відомі методи побудови яких [1–3] фактично зводять задачу регресії до задачі класифікації, замінюючи значення вихідної ознаки на середнє у інтервалі, це не завжди дозволяє отримати прийнятну точність. Метою роботи є удосконалення методів синтезу дерев регресії шляхом підвищення їхньої точності.

Раніше автором в [4] було запропоновано метод побудови кластер-регресійної апроксимації багатовимірних залежностей та його нейромережеву інтерпретацію, який ґрунтується на тому, що вибірка даних розділяється на кластери – компактні групи екземплярів у просторі ознак, а для кожної такої групи будується окрема регресійна модель, які потім поєднуються у єдину модель. Цей метод пропонується використовувати для побудови дерев регресії таким чином.

1. Задати навчальну вибірку даних $\{<x^s, y^s>\}$, де x^s – набір значень вхідних ознак, а y^s – значення вихідної ознаки, співставлені s -му екземпляру вибірки.

2. Виділити кластери в просторі ознак на основі екземплярів навчальної вибірки, визначивши координати центрів кластерів $\{C^q\}$.

3. Визначити належність кожного екземпляра вибірки до кластерів.

4. Для екземплярів кожного q -го кластера: якщо до q -го кластера потрапив тільки один екземпляр, то прийняти його вихід як константне значення вихідної ознаки та перейти до наступного кластера; у протилежному випадку – для екземплярів q -го кластера оцінити індивідуальну інформативність кожної ознаки відносно вихідної ознаки, побудувати одновимірну лінійну регресійну модель залежності вихідної ознаки від індивідуально найбільш інформативної вхідної ознаки та оцінити помилку отриманої моделі, якщо вона є прийнятною, то перейти до наступного кластера, у протилежному випадку – побудувати багатовимірну лінійну регресійну модель залежності вихідної ознаки від усього набору вхідних ознак для екземплярів q -го кластера, оцінити помилку отрима-

¹ д.т.н., завідувач кафедри програмних засобів, ЗНТУт

ної моделі, якщо вона є прийнятною, то перейти до наступного кластера, у протилежному випадку – побудувати багатомірну нелінійну модель залежності вихідної ознаки від усього набору вхідних ознак на основі одношарового перцептрона для екземплярів q -го кластера, оцінити помилку отриманої моделі, якщо вона є прийнятною, то перейти до наступного кластера, у протилежному випадку – побудувати багатомірну нелінійну модель залежності вихідної ознаки від усього набору вхідних ознак на основі двошарового перцептрона для екземплярів q -го кластера, після чого перейти до наступного кластера.

5. Для всіх кластерів, для яких побудовані багатомірні нейромоделі, виконати контрастування ваг, доти, поки помилка є прийнятною.

6. На основі побудованої кластер-регресійної апроксимації синтезувати дерево регресії: спочатку сформувати псевдоекземпляри на основі центрів кластерів, прийнявши за координати вхідних ознак псевдоекземплярів координати центрів кластерів, а як вихід – значення виходу часткової моделі відповідного кластера при подачі на її входи координат центра кластера: $\langle x^q=C^q, y^q=f_q(C^q) \rangle$, де f_q – часткова регресійна модель q -го кластера; для вибірки псевдоекземплярів побудувати дерево рішень на основі відомих методів [1–3]; для листових вузлів дерева регресії замінити константне значення вихідної змінної на часткову регресійну модель відповідного кластера.

Пропонований метод був програмно реалізований та перевірений при вирішенні практичних завдань прогнозування. Експерименти показали, що пропонований метод у порівнянні з методами синтезу дерев регресії [1, 3] підвищує точність синтезованих моделей, забезпечує спрощення складності часткових регресійних моделей як за формою, так і за кількістю використовуваних ознак.

Перелік посилань

1. Rokach L. Data mining with decision trees: theory and applications / L. Rokach, O. Maimon. – River Edge : World Scientific Publishing Co., Inc., 2014. – 328 p.
2. Quinlan J. R. Induction of Decision Trees / J. R. Quinlan // Machine Learning. – 1986. – Vol. 1, Issue 1. – P. 81–106.
3. Breiman L. Classification and regression trees / L. Breiman, J. H. Friedman, R. A. Olshen, C. J. Stone. – Boca Raton: Chapman and Hall, 1984. – 358 p.
4. Субботін С. О. Алгоритми кластер-регресійної апроксимації та їх нейромережіві інтерпретації / С. О. Субботін // Радіоелектроніка. Інформатика. Управління. – 2003. – № 1. – С. 114–121.

СИСТЕМА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНО-АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ ОДНОПЛАТНОГО МІНІКОМП'ЮТЕРА

Якість програмного продукту характеризується набором властивостей, що визначають, наскільки продукт «хороший» з точки зору зацікавлених сторін, таких як замовник продукту, спонсор, кінцевий користувач, розробники і тестувальники продукту, інженери підтримки, співробітники відділів маркетингу, навчання і продажів. Кожен з учасників може мати різне уявлення про продукт і про те, наскільки він хороший чи поганий, тобто про те, наскільки висока якість продукту. Таким чином, постановка задачі забезпечення якості продукту виливається в задачу визначення зацікавлених осіб, їх критеріїв якості і потім знаходження оптимального рішення, що задовольняє цим критеріям. Тестування є одним з найбільш усталених способів забезпечення якості розробки програмних та апаратних засобів. Тестування – важлива частина будь-якої програми контролю якості, а найчастіше і єдина [1]. Саме тому, актуальним є завдання розробки системи тестування програмно-апаратних засобів, що забезпечить ефективну перевірку відповідності працездатності в цілому або окремих модулів очікуванням користувачів.

В даній роботі створено систему тестування програмно-апаратних засобів одноплатного мінікомп'ютера Raspberry Pi.

Одноплатні мінікомп'ютери є сучасним обладнанням. Вони мають мініатюрні розміри, низьке енергоспоживання, не мають рухомих частин і відповідно шуму, ризику засмічення вентиляторів та можуть працювати в запиленних приміщеннях, низьку ціну та наявність стандартних роз'ємів для комп'ютерної периферії. Мінікомп'ютер Raspberry Pi був першим і швидко став мегапопулярним, що створив по суті той стандарт, коли говорять про одноплатний комп'ютер для самостійних проєктів, то перше що приходить на думку це – Raspberry Pi. Одноплатні комп'ютери Raspberry Pi є не тільки сучасною платформою для вивчення мікроелектроніки та програмування, а також для створення безлічі цікавих проєктів. Сьогодні на ринку електроніки можна знайти різноманітні аксесуари, давачі, набори й плати розширення для Raspberry Pi. Цей мінікомп'ютер підтримується не тільки апаратно, але і програмно. Для нього вже було випущено велику кількість програм, що полегшують роботу з ним [2].

¹ Запорізький національний технічний університет

У якості основи розробленої системи було використано популярний високорівневий відкритий Python-фреймворк Django, завдяки особливостям якого, а саме: високому рівню безпеки, інтернаціоналізації, бібліотеці для роботи з формами, наслідуванню та побудові форм за існуючою моделлю бази даних вдалося як найкраще задовольнити вимогам описуваної системи.

Основна задача системи – надання можливості тестування різних компонентів одноплатного комп'ютера Raspberry Pi, а саме камери, низькорівневого інтерфейсу введення-виведення прямого управління (General Purpose Input Output, GPIO), USB-камери, та Web-сторінок.

Система тестування реалізована у якості Web-додатку, та містить у собі чотири додатки: usbapp, gpio, usbcamera, djangoapp.

Додаток usbapp призначений для тестування камери одноплатного комп'ютера Raspberry Pi. В процесі тестування проводиться перевірка на підключення камери до Raspberry Pi.

Додаток gpio призначений для тестування інтерфейсу введення-виведення прямого управління Raspberry Pi, зокрема, роботи світлодіодів. В процесі тестування проводиться перевірка на підключення плати розширення до Raspberry Pi.

Додаток usbcamera призначений для тестування веб-камери, що підключається до Raspberry Pi за допомогою USB-кабелю. В процесі тестування проводиться перевірка на підключення веб-камери до Raspberry Pi.

Додаток djangoapp призначений для тестування URL-адрес. В процесі тестування у поле форми вводиться назва URL-адреси, яку потрібно протестувати. Результат тесту зберігається в базу даних.

Таким чином, розроблена система тестування програмно-апаратних засобів забезпечує ефективну перевірку компонентів одноплатного комп'ютера Raspberry Pi.

Дана робота виконана на кафедрі програмних засобів Запорізького національного технічного університету за пріоритетним напрямом «Перспективні засоби переробки інформації та кібернетичні системи», в рамках теми № 0117U000615 «Інформаційна система діагностування розподілених міні-комп'ютерних систем в багатокomпонентному зовнішньому середовищі».

Перелік посилань

1. Тестирование информационных систем [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://works.doklad.ru/view/53VpY2XXH4Y.html>
2. Використання одно-платних мінікомп'ютерів та OPENCADA в ПТНЗ [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/24487/2/FOSSLviv_2017_Chopovskii_S_S-Use_single_toll_minicomputers_17-22.pdf

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАДАЧІ ПІДВИЩЕННЯ
РЕСУРСОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»**

На даний час ефективне використання ресурсів в Україні є актуальною задачею, як на державному рівні, так і особисто для кожного платника комунальних послуг. Тому, окрім типових заходів ресурсозбереження (утеплення вікон, стін, встановлення лічильників та ін.), актуальним є використання систем домашньої автоматизації. Як свідчать проведені дослідження, більшість постачальників таких систем на українському ринку основну перевагу приділяє питанням безпеки та комфорту користувачів, а задача створення ефективних «розумних» систем, що дозволяють реально економити ресурси та заощаджувати гроші, залишається актуальною.

Віддалена лабораторія SmartHouse&IoT [1] призначена для проведення експериментів та отримання знань у галузі функціонування та розробки систем типу Smart House (SHS). Лабораторія є прототипом реальної SHS, що складається з дев'яти підсистем на основі сенсорів та актуаторів та надає набір функцій, які безпосередньо демонструють можливості моніторингу та контролю використання різних типів ресурсів: Контроль освітлення у різних зонах; Керування інтенсивністю освітлення; Контроль температури та вологості у різних зонах; Керування швидкістю вентиляції; Контроль процесу нагрівання повітря; Контроль температури та вологості повітря; Контроль стану вологості ґрунту; Контроль напруги та струму на сонячній панелі; Контроль струму на шинах живлення 5В та 12В.

Контроль освітлення та керування інтенсивністю освітлення дозволяють виконати вмикання або вимикання освітлення з можливістю встановлення інтенсивності освітлення з візуальним та чисельним контролем. Дані функції дозволяють зрозуміти алгоритм автоматичного встановлення освітлення, ґрунтуючись на даних поточного природного освітлення у приміщенні та на вулиці. Реалізовані функції також допомагають вивчити актуальні алгоритми побудови та використання сценаріїв «Прийшов-Пішов». Використання даних алгоритмів у системах SHS призводять до економії електроенергії за рахунок ефективного використання освітлення.

Контроль температури та вологості у різних зонах дозволяє від самого початку виявити проблеми та виконати вірне налаштування підсистем вентиляції або рекуперації. Ґрунтуючись на даних моніторингу температури та вологості у приміщеннях є можливість контролювати

¹ Аспірант кафедри програмних засобів ЗНТУ

² К.т.н., доц. кафедри програмних засобів ЗНТУ

точку роси та налаштовувати відповідні підсистеми. Керування швидкістю вентиляції, нагрівання повітря, контроль температури та вологості повітря дозволяють в комплексі виконати оптимальні налаштування вентиляції для встановлення необхідних параметрів температури та вологості повітря за рахунок нагрівання, а також встановлення швидкості притоку повітря. Функція дозволяє виконати нагрівання повітря і перевірити на графіку залежність та зміну параметрів повітря у приміщенні від параметрів встановлених на виході вентиляції.

Функція контролю стану вологості ґрунту дозволяє виконати безперервний моніторинг вологості ґрунту та сигналізувати про необхідність поливу рослин. За допомогою даної функції відбувається розрахунок необхідної кількості води для підтримки оптимальних параметрів ґрунту, що призводить до її економії.

Функція контролю напруги та струму на сонячній панелі дозволяє вивчити основні поняття побудови та моніторингу параметрів альтернативних джерел живлення. Також є можливість проведення графічного аналізу потужності генерації енергії в залежності від зовнішнього освітлення.

Лабораторія має 2 шини живлення 5В та 12В. Контроль струму на шинах живлення 5В та 12В дозволяє виконати головний моніторинг використання енергії у лабораторії, загальної навантаженості шини, потужності, виконати аналіз споживання енергії різноманітними елементами лабораторії.

У лабораторії SmatHouse&IoT реалізоване комбіноване одночасне виконання декількох експериментів. Дана можливість дозволяє вивчити залежності багатьох параметрів при роботі реальної системи. Найбільшою практичною цінністю є можливість використання функцій в реальному часі та динамічний моніторинг та візуалізація параметрів.

Перелік посилань

1. Parkhomenko, A., Tulenkov, A., Sokolyanskii, A., Zalyubovskiy, Y., Parkhomenko A.: Integrated complex for IoT technologies study. In: Online Engineering & Internet of Things. Lecture Notes in Network and Systems, vol. 22, pp.322–330 (2017).

АДАПТИВНЕ НЕЙРОМЕРЕЖЕВЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ У ТРЕЙДИНГОВИХ СИСТЕМАХ

Необхідність прогнозування багатовимірних часових рядів досить часто виникає у системах електронної біржової торгівлі (трейдингових системах, де якість прийнятих рішень істотно залежить від точності використаних прогнозів. [1]. При короткостроковому прогнозі ефективними можуть бути адаптивні предиктори, що враховують нестационарність часового ряду і швидко пристосовують свою структуру і параметри до постійно змінюваних умов. Традиційні методи аналізу часових рядів, засновані на регресійному, спектральному та інших подібних підходах, в даному випадку неефективні. Альтернативою традиційним методам є апарат обчислювального інтелекту і, перш за все, штучні нейронні мережі завдяки своїм універсальним апроксимуючим можливостям [2]. Для забезпечення прийнятних прогнозуючих властивостей трейдингових систем доцільно скористатися алгоритмами, заснованими на локальних критеріях навчання і «короткій пам'яті». При цьому алгоритми навчання повинні мати не лише високу швидкодію, але і фільтруючі властивості для приглушення шумів в аналізованих послідовностях.

У доповіді пропонується адаптивний нейромережевий-предиктор багатовимірною нестационарного часового ряду, призначений для короткострокового прогнозування параметрів у трейдингових системах. Структуру предиктора складають n паралельно з'єднаних адаптивних лінійних асоціаторів з $nd + 1$ входами, де $d \geq 1$ – глибина використовуваної для прогнозування часового ряду передісторії.

В кожному з асоціаторів настроюються $nd + 1$ синаптичних ваг w_{ij} , $j = 1, 2, \dots, n$; $i = 0, 1, \dots, nd$. З асоціаторами пов'язаний ланцюжок з d елементів чистого запізнювання, що формує на його входах передісторію за схемою КІХ-фільтрації на входах кожного нейрона. Синаптичні ваги визначають рівень зсуву на виходах асоціатора.

Перетворення, що реалізується за допомогою даної архітектури, може бути записано у вигляді

$$\hat{x}(k) = WX(k),$$

¹ Д.т.н., завідувач каф. ІКТ Харківського національного економічного університету ім. С.Кузнеця

² К.т.н., доцент каф. ШІ Харківського національного університету радіоелектроніки

де $\hat{x}(k)$ – вектор прогнозів, отриманих згідно з передісторією до моменту часу k ; $X(k) = (1, x_1(k-1), \dots, x_1(k-d), x_2(k-1), \dots, x_n(k-d))^T$ – вектор передісторії; W – матриця синаптичних ваг, що підлягають визначенню в процесі навчання предиктора для забезпечення оптимальності одержуваних прогнозів.

Навчання параметрів нейромережевого предиктора здійснюється шляхом покрокової мінімізації локального критерію

$$E(k) = \|x(k) - \hat{x}(k)\|^2 = \|e(k)\|^2 = \|x(k) - WX(k)\|^2$$

за допомогою градієнтної процедури

$$W(k) = W(k-1) - \eta(k) \nabla_w E(k) = W(k-1) + 2\eta(k)e(k)X^T(k),$$

де $\eta(k)$ – параметр кроку навчання, який визначає швидкісні та фільтруючі властивості алгоритму.

Процедура навчання може бути наведена у вигляді оптимальної за швидкодією форми:

$$W(k) = W(k-1) + \frac{e(k)X^T(k)}{\|X(k)\|^2} = W(k-1) + e(k)X^+(k),$$

де $X^+(k)$ – вектор, псевдообернений до $X(k)$.

В кожний поточний момент часу k з надходженням нового вектора спостережень $x(k)$ спочатку розраховується уточнена матриця синаптичних ваг $W(k)$, а на її основі здійснюється однокроковий прогноз.

Для оцінки ефективності запропонованої схеми прогнозування були проведені тестові експерименти з використанням даних FX-ринку. Якість прогнозування оцінювалося за допомогою оцінок середньоквадратичної помилки (RMSE) та середнього нормованого модуля помилок (MAPE). Згідно з результатами тестування нейромережевий фільтр-предиктор забезпечує високу швидкодію та якість прогнозів у складі некомерційної системи електронної біржової торгівлі. Запропонована модель може також знайти практичне застосування в задачах технічного аналізу та інших додатках, пов'язаних з короткостроковим прогнозуванням багатовимірних нестационарних часових послідовностей.

4 СЕКЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОЕКТУВАННІ ТА ВИРОБНИЦТВІ»

УДК 004.9: 621.39

N.I. Furmanova¹, O.Yu. Farafonov¹, A.R. Kalynychenko²

THE MOBILE SYSTEM FOR ENVIRONMENTAL MONITORING

Environmental monitoring is complex observations of the environment, including components of the natural environment, natural ecological systems, processes in them, phenomena, assessment and changes forecast of the environment. Issues of environmental monitoring are relevant today. This is evidenced by a large number of scientific papers on this topic. Thus, in [1] environmental monitoring is considered as a part of Smart Cities and the importance of control with air content in urban cities is emphasized. Using the interval difference operators for analysis of air pollution from vehicular traffic is proposed in [2]. Wireless sensor networks using Wi-Fi are proposed in [3], but this decision has some constraints, so we are proposed using SIM modem.

Based on the considered analogs, we have put forward and implemented the following requirements: modularity, data gathering, presentation of information, energy consumption, price.

To be able to use complex on different objects, cities, countries-complex must have universal measurements. This flexibility has been achieved by using a series of sensors MQ, which allow you to measure a huge range of gases without changing the polling algorithm. The complex provides remote collection of information from a variety of monitoring modules located at a great distance from each other. The collection is carried out by transferring information from each module to the server using the SIM800L GSM modem. This solution has some advantages in comparison with the using of Wi-Fi. Firstly, mobile communication covers significantly larger territories. Secondly, in the absence of communication device will write data in the memory and send them later.

The ability to display information in the form of interactive graphs using any device with Internet access is implemented, as well as daily, weekly, monthly sampling data with information about exceedances. Reporting is carried out by a web application, where you can select the data for the certain period of time and look through them in the different forms.

¹ PhD, Associated Prof. Information technologies of the electronic devices department, Zaporizhzhia National Technical University

² Student, Zaporizhzhia National Technical University

One of the main tasks was to maximally reduce the cost of individual monitoring modules. This problem was solved due to relatively cheap components: a microcontroller (PIC16f887), gas sensors of the MQ series and a temperature and humidity sensor DHT. As sensors for determining the gas concentration optimally take sensors MQ-X series by FC-22. The main advantage of this series is that identical in function to the sensors ensure the measurement of the concentration of a whole range of gases. As a temperature and humidity sensor it was optimal to choose one product in order to reduce the cost and dimensions of the device – DHT22 digital sensor. It has ultra-low power consumption, lack of tying, long life time, digital interface.

Due to the use of surface mounting elements and plating of the board, we were able to place all components on a single-sided PCB. For the developed PCB of the device, we designed a rectangular shaped housing made of plastic. Since the model is developed as a prototype, to test the housing and the device as a whole, housing parts were manufactured using a 3D printer. The housing consists of four parts: the base, partitions with sensor mount and a lid. After testing it is possible to produce a series of pressure casting housings, that will reduce the cost of the housing unit as a whole in mass production.

When the module is turned on, the microcontroller calibrates the MQ-X gas sensors, and then it initializes the connection to the GSM module. After that, the cyclic starts measure the level of air pollution, the information is gathered from the sensors and sent it to the server. The time between measurement and sending can be changed from 10 seconds to several days. Sending data to the server occurs through the HTTP POST request. This allows to record the readings in the form of a JSON string and to process on the server side easy. When the SIM800 modem installed in the module is accessed to the server, the script parses the incoming JSON string to an array of data from each sensor, as well as information about the module and their place to the database.

When designing the complex, the ability to view information from any device in an easy and understandable way has provided. Therefore, for these purpose it was decided to create a web interface and present data in the form of interactive graphs. The web application was written in javascript, which makes a selection for a given period of time and displays this data using the library chart.js.

References

1. H. Song, R. Srinivasan, T. Sookoor and S. Jeschke, *Smart Cities: Foundations, Principles, and Applications*, Wiley; Hoboken, NJ, USA: 2017.
2. I. Voytyuk, N. Porplytsya, A. Pukas and T. Dyvak "Identification the interval difference operators based on artificial bee colony algorithm in task of modeling the air pollution from vehicular traffic," 14th International Conference The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM), 2017, pp. 58–62.
3. M. Pavani, P.T. Rao, "Real time pollution monitoring using Wireless Sensor Networks", 2016 IEEE 7th Annual Information Technology Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON), pp. 1–6, 2016.

DETERMINATION OF TEMPERATURE REGIMES IN SPATIAL NON-HOMOGENEOUS ELEMENTS OF THE RADIO ENGINEERING DEVICES

Determination of temperature regimes both in homogeneous and in non-homogeneous structure attracts attention of many scientists [1, 2].

In the paper [3], an analytical-numerical solution of the axiallysymetric problem of thermoelastisity for a thick-walled cylinder under the action of heat flux with arbitrarily set boundary conditions.

In microelectronics, there are often used materials with foreign inclusions. In heating, the presents of inclusions leads to the emergence of nonhomogeneous temperature field, which causes thermoelastic effect, which consists in to the appearance of bi-beam refraction in structures. The phenomenon of thermoelastic effect was discovered rather many years ago, but it still remains poorly investigated. To study this phenomenon, both considerable temperature gradients and absolute values of temperature are used in experiments.

The 3D medium represented by isotropic layer which contains parallelepiped shaped inclusion whose volume $V_0 = 8hbd = 2dS_0$ is considered. At one of the layer's surface $K_b = \{(x, y, -d - l_b) : |x| < \infty, |y| < \infty\}$, there is a concentrated heat flow whose surface density is equal to $q_0 = const$, and the other surface $K_n = \{(x, y, d + l_n) : |x| < \infty, |y| < \infty\}$, there are given the conditions of convective heat exchange with the external medium at the constant temperature of $t_c = const$. The presented structure is referenced to the Cartesian coordinate system (x, y, z) whose origin O is located at the center of the inclusion. At the surfaces of the inclusion, there exist conditions of ideal heat contact (Fig. 1).

To determine the stationary temperature field $t(x, y, z)$ in the represented non-homogeneous medium, the equation of heat conduction is used

$$\operatorname{div}[\lambda(x, y, z) \operatorname{grad} \theta(x, y, z)] = 0, \quad (1)$$

¹ PhD, Assos. prof., Software Department, Lviv Polytechnic National University

² PhD, Assos. prof. of [Department of Mathematics](#), Lviv Polytechnic National University, E-mail: kolyasa.lubov@gmail.com

³ PhD, Assos. prof., Department of Fire Tactic and Rescue Works, Lviv State University of Life Safety

⁴ Assistant of the Software Department, Lviv Polytechnic National University

where

$$\lambda(x, y, z) = \lambda_1 + \quad (2)$$

$$+ (\lambda_0 - \lambda_1) N(x, h) N(y, b) N(z, d);$$

$$\theta(x, y, z) = t - t_c;$$

$$N(\zeta, \eta) = S(\zeta + \eta) - S(\zeta - \eta);$$

λ_1, λ_0 are the coefficients of thermal conductivity for the materials of the layer and of the inclusion, respectively;

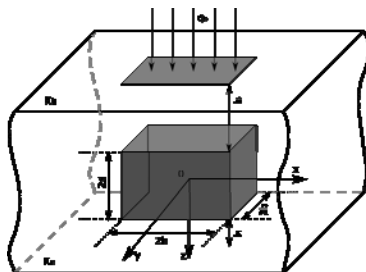


Figure 1 – Isotropic layer with inclusion

$$S(\zeta) = \begin{cases} 1, & \zeta > 0 \\ 0,5, & \zeta = 0 \\ 0, & \zeta < 0 \end{cases} \text{ is the symmetric unit function.}$$

A mathematical model for determination of temperature field in spatial media with locally concentrated foreign inclusions has been developed. A way of solving the boundary value problem has been presented. Formulae which enable us to develop algorithms and calculational programs for analysis of temperature regimes in 3D (spatial) media with inclusions have been obtained.

References

1. A. Carpinteri and M. Paggi, "Thermoelastic mismatch in nonhomogeneous beams," *J. Eng. Math.* vol. 61, No. 2–4, pp. 371–384, 2008.
2. Xu Yangian and Tu. Daihui, "Analysis of steady thermal stress in a ZrO2/FGM/Ti-6Al-4V composite ECBF plate with temperature-dependent material properties by NFEM," *WASE Int. Conf. on Informa. Eng.* vol. 2–2, pp. 433–436, 2009.
3. M. Ghannad and M. P. Yaghoobi, "A thermoelasticity solution for thick cylinders subjected to thermo-mechanical loads under various boundary conditions", *Int. Journal of Advanced Design & Manufacturing Technology*, vol. 8(4), pp. 1–12, 2015.

APPLICATION OF ALGEBRAIC METHODS FOR CONSTRUCTING A TOPOLOGICAL IMAGE OF PLANAR CONSTRUCTS

At the present work we consider algebraic methods for constructing topological image of nonplanar graph. This problem can be applied to flat constructs computer trace, for example, printed circuit boards. The topological pattern may be recorded in a plurality of rotational graphs. Record of rotation is treated as a cyclic entry of nonzero elements in the corresponding row of the graph adjacency matrix. Recording a cortege can be treated as a cyclic entry cortege record, for example $\vec{h}(v_3) = \langle v_5, v_4, v_7, v_2, v_1 \rangle = \langle v_4, v_7, v_2, v_1, v_5 \rangle = \langle v_7, v_2, v_1, v_5, v_4 \rangle = \langle v_2, v_1, v_5, v_4, v_7 \rangle$.

To describe the pattern nonplanar graph we introduce the concept of the dual graph Q to a plane graph G. Such dual planar graph is called a cycle count, and denoted Latin letter Q. Consider the cycle graph properties Q:

1. Count cycles Q planar graph is planar;
2. the number of independent elementary cycles in the graph Q cycles determined by the rank of the original graph G;
3. each simple cycle in cycles graph Q can be mapped to the central section of the corresponding vertex of the original graph.

Consider algorithm for determining correspondence between the cycles in the graph Q and central cuts of cycles for initial vertices of the graph G. Assume that we need a topological graph drawing insert edge $\{v_2, v_4\}$. Naturally, the holding of the compound will necessarily crosses edge flat portion of the graph. We will introduce new vertexes as a result of the intersection of the edges.

The method of propagation select all routes connecting vertices of the dual graph the selected cycles. The result is the topological pattern nonplanar graph with two .

Now apply the algorithm to determine the rotation of vertices:

Step 1. Cyclic vertices recording of cycles subset.

Step 2 Viewing the list of cycles..

Step 3. Framing record vertexes.

Peruse oriented record peaks selected cycle. In the diagram of rotations of vertices for each vertex write fringing its vertices of this vertex oriented in a predetermined recording sequence. If necessary, combine records for each vertex in the graph of rotations, then go to step 2.

¹ Sgadov SA, ZNTU, senior lecturer

We consider algebraic methods for constructing a topological pattern inseparable nonplanar graph. The initial information is used to construct a planar topological pattern of the graph. The construction of the dual graph allows you to find routes for remote connections in the process of planarization. During the compounds corresponding to the selected route, the intersection of edges considered as formation of a planar graph Figure additional vertices. The newly introduced vertices described by the rotation of vertices. This allows us to consider holding overlapping joints as the building of a new topological pattern $G, \hbar(v + v')$ with the added vertices v' . The algebraic closing operation previously carried out edges in planar topological pattern. An algorithm for constructing the rotation diagram of vertices specified relatively simple cycle system oriented.

References

1. McLean S. combinatorial condition for planar graphs / S. McLean // In .: Cybernetic collection. New episode. – 1970, vol. 7.– S.68–77.
2. Swami M. Counts, networks and algorithms: Per. from English. / M. Swami, K. Thulasiraman – M .: Mir.– 1984. – 455s.
3. Ringel G. Theorem of coloring maps / G. Ringel – M .: Mir.– 1977. – 126 p.
4. Harari F. Graph Theory. – trans. from English. Kozyrev VP / Ed. Gavrilov VG / F. Harari – M .: Mir. – 1973. – 300 s.

UDC 621.317.31; 519.6

Vasylenko O.V.¹, Snizhnoi G.V.²

NONLINEAR INDUCTANCE'S MODELING FOR MAGNETIC SUSCEPTIBILITY INVESTIGATIONS

The subsystem for measuring the displacement of the rod is realized on the composition of the alternator generator and the electronic frequency meter, which transmits the data about frequency of oscillations changing relative to the base frequency f_0 to the microprocessor system of measuring magnetic susceptibility [1], which, based on these data, determines the voltage for the compensation system to return the rod in start position [1, 2].

The biasing sensor is actually implemented on the Colpitts oscillator with an inductance, which changes its value by changing the core's depth into the coil (the rod to which the ampule with the test materials attached, is pushed out or retracted by the magnetic field in the experimental subsystem,

¹ Cand. of techn. sciences, docent at MaNE Dept., ZNTU

² Cand. of phys.-math. sciences, docent at MaNE Dept., ZNTU

accordingly, its position changes relative to the coil in measuring subsystem). Parameters of the Colpitts oscillator are calculated for the base frequency $f_0=300$ kHz based on the formula:

$$f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \sqrt{L \cdot \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}}} \quad (1)$$

The inductance of the generator's coil depends on the current position of the core (Δl) and the magnetic field parameters (μ_{VAR}):

$$L_{VAR} = L_0 + \mu_0 \cdot \mu_{VAR} \cdot \left(\frac{N}{l}\right)^2 \cdot \Delta l \cdot S, \quad (2)$$

where L_0 – initial inductance (solenoid without core);

μ_0 – absolute magnetic permeability;

μ_{VAR} – varying magnetic permeability;

N – number of turns;

l, S – length and area of the solenoid cross, respectively;

Δl – variation of the rod's penetration depth.

To take into account the change in the magnetic permeability μ_{VAR} from the intensity of the magnetic field strength H , the following approximation of the Stoletov's curve is used:

$$\mu_{VAR} = \mu_0 + \mu_{max} \cdot \sqrt{H} \cdot e^{-0.01 \cdot H}, \quad (3)$$

where μ_{max} – maximum magnetic permeability on the Stoletov curve for the selected material.

The scheme for modeling the Stoletov curve and nonlinear inductance is shown in Fig. 1, a. Basic parameters of approximation predefined; through the coefficient k the ratio of the number of turns (N) to the length of the coil (l) is given. The field strength change (node with the name H) is given by the generator $V1$. The subsystem of L_{VAR} (determining the inductance of the measuring oscillator by the formula (2)): generator $X1$, which defines a step change in the depth of penetration of the rod into the coil ($DELTA_L$); resistance $R2$; the inductance L_{VAR} , through which the pulsating current flows from the generator $V2$. The results of L_{VAR} simulation in the full range of field intensity variation are shown in Fig. 1, b.

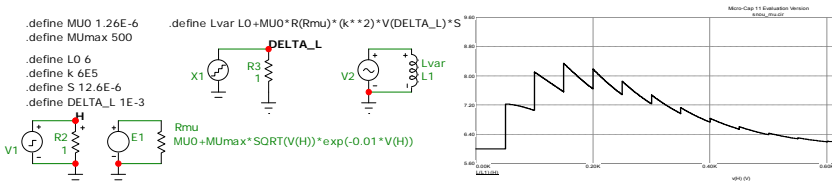


Figure 1 – Modeling and simulation of nonlinear inductance

The developed models are used for study of the system for determining the material's magnetic susceptibility [2].

References

1. Сніжної Г.В. Автоматизована установка для визначення магнетної сприйнятливості криць та стопів / Г.В. Сніжної, Є.Л. Жавжаров // Збірник наукових праць „Вісник Національного технічного університету України „Київський політехнічний інститут”. Серія „Радіотехніка. Радиоапаратобудування”. – 2012. – №49. – С. 136–141.
2. Vasylenko O.V. Modeling of automated system for magnetic susceptibility measurement / O.V. Vasylenko, G.V. Snizhnoi // Матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. „Прикладні науково-технічні дослідження”, 3-5 квіт. 2018р. – Академія технічних наук України. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2018. – С. 103.

УДК 621.313

Бабаш А.В.¹, Квашнін В.О.², Тарасов А.Ф.³, Грибков Е.П.⁴

РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ІНТЕНСИВНОЇ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНОГО КОМПЛЕКТНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА

Сучасні матеріали вимагають розвитку спеціальних видів обробки пластичним деформуванням для створення субмікрокристалічної структури, яка має ряд переваг перед звичайними матеріалами при виготовленні імплантатів [1]. Для реалізації технології інтенсивної пластичної деформації High-Pressure Torsion (НРТ) в Донбаській державній машинобудівній академії ведеться розробка нової установки з автоматизованим електроприводом.

Електропривод експериментальної установки включає в себе частотний перетворювач Altivar 31 потужністю 1.5 кВт, інкрементальний енкадер Siemens 6FX2001-2DB02 1024 імп./об., який використовується для контролю кутової швидкості і встановлений на валу електродвигуна,

¹ Асистент, кафедра комп'ютерних інформаційних технологій Донбаської державної машинобудівної академії (ДДМА) (м. Краматорськ, Україна, email: babashandrey@gmail.com).

² К.т.н., доц., кафедра електромеханічних систем автоматизації ДДМА (м. Краматорськ, Україна, email: v.kvashnin@ukr.net).

³ Д.т.н., проф., зав. кафедрою комп'ютерних інформаційних технологій ДДМА (м. Краматорськ, Україна, email: alexandrtar50@gmail.com).

⁴ Д.т.н., доц., кафедра комп'ютерних інформаційних технологій ДДМА (м. Краматорськ, Україна, email: gribkov.eduard@gmail.com).

налагоджувальну плату STM32F4Discovery на основі мікроконтролера STM32F4VGT6, асинхронний електродвигун 4A71B4 потужністю 0,75 кВт. Перетворювач частоти дозволяє плавно змінювати кутову швидкість обертання асинхронного електродвигуна за допомогою регулювання частоти синусоїдальної трифазної напруги живлення. Також він дозволяє робити плавний пуск та останов електродвигуна, який приводить в рух деформуючий інструмент експериментальної установки. Altivar 31 має дискретні і аналогові входи-виходи. Аналогові служать для плавного завдання та регулювання кутової швидкості обертання. Дискретні – для пуску і зупинки електропривода. Частотний перетворювач дозволяє здійснювати плавний пуск і останов з можливістю налаштування часу пуску і гальмування. Частота імпульсних сигналів на виході датчика пропорційна значенню кутової швидкості. Розрахунок кутової швидкості з використанням імпульсних сигналів з інкрементального енкодера здійснює мікроконтролер STM32F4VGT6. Для вимірювання періоду імпульсного сигналу використовуються можливості захоплення-порівняння (Capture-Compare) каналів таймера мікроконтролера. Захоплення сигналу може відбуватися по передньому, або по задньому фронту імпульсу. Результат захоплення зберігається в спеціальному регістрі CCR (Capture-Compare Register) у вигляді кількості тактових імпульсів [2]. Розрахунок кутової швидкості з використанням імпульсних сигналів з інкрементального енкодера здійснює мікроконтролер STM32F4VGT6. За відомим періодом одного такту таймера розраховується період імпульсу інкрементального енкодера. Далі за відомими розрахунковими співвідношеннями спеціалізованої методики визначення динамічної швидкісної характеристики [3] визначається поточне значення кутової швидкості. Таким чином, мікроконтролер дозволяє визначити миттєве значення кутової швидкості в процесі деформування заготовки. Залежно від значення кутової швидкості на валу електродвигуна здійснюється керування частотним перетворювачем (його пуском або зупинкою) згідно з технологією пластичного деформування. Межі кутових швидкостей, при яких має відбуватися включення або відключення електроприводу, контролюються мікроконтролером. При подачі сигналу на спеціальний дискретний вхід частотного перетворювача Altivar 31 відбувається його запуск, відповідно, при знятті керуючого сигналу відбувається зупинка частотного перетворювача. Особливістю керування даною установкою є те, що пуск та останов здійснюється в умовах робочого крутного моменту, тому для вибору часу включення або відключення частотного перетворювача необхідно враховувати модель процесу деформування заготовки.

Перелік посилань

1. Kaveh Edalati, Zenji Horita, A review on high-pressure torsion (HPT) from 1935 to 1988, In Materials Science and Engineering: A, Volume 652, 2016, Pages 325–352, <https://doi.org/10.1016/j.msea.2015.11.074>
2. Квашнін В. О. Програмування та застосування мікроконтролерів STM32F4Discovery: монографія / В. О. Квашнін, А. В. Бабаш, В. В. Квашнін. [Текст] – Краматорськ: ЦТРІ “Друкарський дім”, 2017. – 143 с. ISBN 978–6177415-30-4.
3. Квашнин, В. О., Методика определения динамических скоростной и токовой характеристик асинхронного электропривода / В.О. Квашнин, А.В. Бабаш [Текст] Электротехнические и компьютерные системы № 19 (95), 2015, с. 28–32.

УДК 621.382.002

Бондарев А. П.¹, Нестор Н.І.²

ХАРАКТЕРИСТИЧНІ ФУНКЦІЇ У МОДЕЛЮВАННІ РОЗПОДІЛІВ ПОХИБОК ОПЕРАЦІЙ КОНТРОЛЮ

В переважній більшості випадків аналіз точності технологічних процесів здійснюється при сильних спрощеннях, які націлені на полегшення обчислень, але, в той же час, призводять до суттєвого зниження достовірності результатів. Використання апарату характеристичних функцій значно спрощує процес реалізації алгоритмів аналізу похибок технологічних процесів без суттєвого зниження достовірності.[2].

На функції розподілу похибок особливий вплив має вимірвальний поопераційний контроль, який розділяє потік виробів на два («придатні» і «брак») і сильно змінює функцію розподілу похибок виробів, які поступають на подальшу обробку. Це відображається і в труднощах аналізу цих операцій. Серед операцій контролю (ОК) можна виділити дві типові їх різновидності: контроль з розділенням по верхній межі контрольованого параметру та контроль з розділенням по нижній межі контрольованого параметру. ОК попадання значення контрольованого параметру в деякий інтервал можна розглядати як послідовне виконання цих типових операцій [3].

На вхід ОК з розділенням по верхніх границях всіх параметрів поступають однорідні вироби, які характеризуються n контрольованими параметрами. Відносні відхилення параметрів від номінальних є випадковими величинами і задаються випадковим вектором δ_x із корельова-

¹ Д.т.н., професор кафедри ТРР НУ «Львівська політехніка» ² Старший викладач кафедри САП НУ «Львівська політехніка»

ними компонентами. Позначимо сумісну густину розподілу цього вектора через $w_X(x_1, \dots, x_n)$. Характеристична функція розподілу визначається з виразу:

$$g_X(\lambda_1, \dots, \lambda_n) = \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} e^{j(\lambda_1 x_1, \dots, \lambda_n x_n)} w(x_1, \dots, x_n) dx_1 \dots dx_n \quad (1)$$

де (λ, x) – скалярний добуток векторів λ і x .

ОК розділяє вироби по заданих граничних значеннях похибок $a = \|a_1, \dots, a_n\|$. За рахунок похибок вимірювань розділення здійснюється неточно. Прийmemo, що похибки вимірювань δ_u розподілені по нормальному закону з нульовим математичним сподіванням і задаються сумісною густиною розподілу [1]:

$$w_u(u) = \frac{1}{\sqrt{2^n \pi^n |K_u|}} e^{-\frac{1}{2}(K_u^{-1} u, u)} \quad (2)$$

де K_u – кореляційна матриця вектора u , а $\|K_u\|$ – визначник кореляційної матриці. Характеристична функція вектора похибок вимірювань має вигляд:

$$g_u(\lambda) = e^{-\frac{1}{2}(K_u \lambda, \lambda)} \quad (3)$$

Введемо випадковий вектор результату вимірювань $= \delta_X + \delta_u$. Якщо вектори δ_X і δ_u незалежні, то характеристична функція вектора η визначається з виразу

$$g_s(\lambda) = g_X(\lambda) g_u(\lambda) = g_X(\lambda) e^{-\frac{1}{2}(K_u \lambda, \lambda)} \quad (4)$$

Після розділення по верхніх граничних значеннях вектора a для потоку виробів, які прийняті як придатні, густина розподілу параметрів з урахуванням похибок вимірювання набирає вигляду:

$$w_t = \begin{cases} \frac{w_s(t)}{c} & t \leq a \\ 0 & t > a \end{cases} \quad \text{де} \quad c = \int_{-\infty}^{a_1} \dots \int_{-\infty}^{a_n} w_s(\xi_1, \dots, \xi_n) d\xi_1, \dots, d\xi_n \quad (5)$$

Видаляючи з вектора t похибки вимірювань, отримаємо випадковий вектор вихідних параметрів виробу, який поступає на подальшу обробку після операції контролю. Характеристичною функцією різниці $t - \delta_k$ буде:

$$g_y(y) = g_t(t) g_u(-\lambda) = e^{-\frac{1}{2}(K_u, -\lambda, \lambda)} \int_0^a e^{j(\lambda, t)} w_s(t) dt \quad (6)$$

Підкреслимо, що в потоці виробів, які вважаються придатними з певною ймовірністю можуть бути вироби, параметри яких виходять за межі допуску, оскільки розділення відбувається з похибками [3].

Таким же способом можна отримати функцію для ОК з розділенням по нижній границі допуску. Для цього слід поміняти знак вектора похибок δ_u і модифікувати межі інтегрування.

Перелік посилань

1. Пугачев В.С. Теория случайных функций и ее применение к задачам автоматического управления. – М.: ГИФМЛ, 1960. – 884 с.
2. Мотика І.І., Недоступ Л.А., Нестор Н. І. Моделювання статистичних характеристик технологічних процесів – Вісник НУ «Львів. Політехніка» № 685 Комп'ютерні системи проектування. Теорія і практика: – Львів 2010. – С.55–59.
3. Мотика І.І., Нестор Н. І. Моделі операцій контролю для аналізу точності технологічних процесів – Вісник ДУ «Львів. Політехніка», № 444, «Комп'ютерні системи проектування. Теорія і практика», Львів, 2002 .–С. 57–60

УДК 004.9

Герасимов В. В.¹

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИХОРОСТРУМОВОЇ ДЕФЕКТΟΣКОПІЇ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ

В наш час бурхливого розвитку інформаційних технологій на зміну детермінованим методам підвищення метрологічних та експлуатаційних характеристик дефектоскопічної апаратури приходять методи, які включають статистичну та кореляційну обробку сигналів, спектральні перетворення в різних базисах, нечіткі технології прийняття рішень. Це дозволяє враховувати статистичний характер процесу дефектоскопії та дефектометрії, особливості квазидетермінованих завод і шумів вимірювання, викликаних впливом об'єкту дефектоскопії, режиму сканування, механізмом перетворення інформації в вимірювальних каналах дефектоскопічної апаратури.

Була створена інформаційна технологія [1] на основі методів і алгоритмів обробки інформації в часовій і спектральній областях [2, 3], направлена на імовірнісну ідентифікацію сигналу дефекту в умовах дії квазидетермінованих завод, пов'язаних з неконтрольованим перекосом чи відводом вихорострумовеого перетворювача в процесі сканування, та високоінтенсивного шуму, обумовленого значною шорсткістю поверхні композиційного матеріалу з армуючими джгутами волокон (рис. 1). За результатами виконаної роботи захищена дисертація за спеціальністю «Інформаційні технології» на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.

¹ Кандидат технічних наук, асистент кафедри ЕОМ Дніпровського національного університету ім. Олеся Гончара

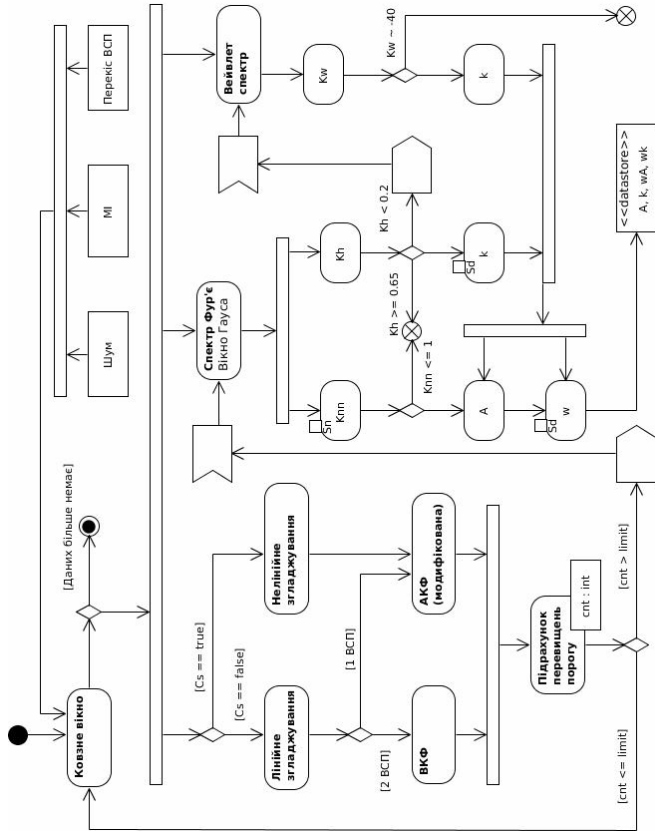


Рисунок 1 – UML-діаграма діяльності процесу дефектоскопії

Перелік посилань

1. Gerasimov V. V. Information technology of eddy current inspection in the conditions of action of high-intensity noises of complex structure / Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. Вип. 6(107). Дніпропетровськ, 2016. С. 51–56.
2. Gerasimov V., Khandetsky V., Gnoevoy S. Research of probability characteristics in defect detection of composite materials using wavelet transform. // Int. J. Materials and Product Technology, Vol. 27, Nos. 3/4, 2006. – P. 210–220.
3. Герасимов В. В., Хандецкий В. С. Развитие спектрального метода идентификации модуляционных импульсов в дефектоскопии композитных материалов / Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. Вип. 1(102). Дніпропетровськ, 2016. С. 3–11.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА МЕТОДІВ ВЕРИФІКАЦІЇ ВІДПОВІДНОСТІ КАНДИДАТІВ НА ПОСАДИ В ІТ-КОМПАНІЇ

В наш час основним чинником створення тривалої конкурентної переваги і зростання інвестиційної привабливості ІТ-компанії стають оптимальні стратегії управління бізнесом. До однієї з таких стратегій відноситься управління персоналом на його безпосередній відбір.

Ефективне управління персоналом – це важливий ресурс, що допомагає не тільки динамічно реагувати на постійно мінливу ринкову ситуацію та контролювати всі сторони діяльності ІТ-компанії, але й оперативно виявляти «вузькі місця» та концентрувати зусилля саме там, де це необхідно в конкретній момент часу. Та щоб досягти правильного результату і впроваджувати ефективне управління необхідно спочатку налагодити процес підбору персоналу, до якого входить вивчення психологічних і професійних якостей працівника з метою встановлення його відповідності до вимог робочого місця і підбору з наявних претендентів того, хто найбільше підходить на це робоче місце, з врахуванням його кваліфікації, спеціальності, особистих якостей, здібностей, характеру та інтересів організації [1].

При відборі персоналу, реалізуючи завдання по його розстановці, організації застосовують різні методи – від аналітичних до медико-психологічних. Вважається, що систематичні та надійні методи відбору вимагають багато часу, коштів на розробку і реалізацію; тому їх розробка виправдана у випадку великої кількості вакантних місць і ще більшої кількості кандидатів.

Підвищення ефективності процесу підбору персоналу стає одним з напрямків вдосконалення подальшої діяльності ІТ-компанії вцілому за рахунок впровадження алгоритмів штучного інтелекту в інструменти для оцінки резюме, відправки листів за підсумками співбесід, пошуку потенційних кандидатів та первинного аналізу кандидату за допомогою тестування [2].

Надійність результатів співбесіди з кандидатом підвищується, коли для кожної вакансії складається свій набір (батарея) тестів, відповідний основним компетенціям співробітників [3].

Найбільш очевидним засобом полегшення та прискорення процесу підбору персоналу є його автоматизація. Для вирішення цього зав-

¹ студ. гр. КНТ-213м

² доцент ЗНТУ

дання, а саме проблеми верифікації кандидатів на ІТ-посади, було прийнято рішення використати засоби штучного інтелекту, а саме розробити HR-бот, що буде проводити первинний відбір кандидату тестуванням. Даний штучний інтелект буде визначатися сукупністю різних інтелектуальних сервісів [4].

Верифікація за допомогою такої системи – це один з найбільш ефективних методів, який можна використовувати в управлінні персоналом, як у сфері бізнесу, так і в державних установах, бо сама процедура не тільки дозволяє отримати відомості про певні властивості особистості та її поведінки, а також займає порівняно небагато часу та не вимагає спеціальної професійної підготовки, але й гарантує достовірність результатів, адже самі підсумки тестування ніяким чином не залежать від суб'єктивності тестуючого.

Отже, система буде складатися з двох частин – адміністративної панелі для HR-менеджера (рекрутера) ІТ-компанії, що відповідає за управління співбесідами та підбором тестів для первинного опитування кандидатів; веб-додатку, що призначений для ведення зовнішньої комунікації з кандидатом. Система буде використовувати методи відбору персоналу, як тестування та первинна співбесіда з кандидатом. Вхідними параметрами будуть відповіді на тести, що даватиме кандидат, а вихідними параметрами – результат відповідей тестування або співбесіди у вигляді графіку або просто короткого висновку у вигляді тексту в залежності від поставленого завдання. Для аналізу тестування будуть використані системи підтримки прийняття рішень та методи штучного інтелекту для рішення задач систем бізнес-аналізу.

Перелік посилань

1. Економічна, соціальна і організаційна ефективність управління персоналом підприємства [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://pidruchniki.com/efektivnist_upravlinnya_personalom_pidpriyemstva
2. HR-боти: як машинне навчання змінює процеси найму [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dev.by/lenta/main/recruitment-automation>
3. Методи відбору персоналу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://stud.com.ua/48978/menedzhment/metodi_vidboru_personalu
4. Benefits and risks of artificial intelligence [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://futureoflife.org/background/benefits-risks-of-artificial-intelligence>

ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ГІДРОГРАФІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ РЕЛЬЄФУ ДНА ВОДОЙМ

Морську і річкову геологію цікавить як сучасний рельєф дна, так і осадова товща, включаючи детальну інформацію верхній частині розрізу дна. Дану інформацію можуть надавати сучасні гідрографічні технології. Актуальним напрямом є виконання інженерних геологічних робіт, до складу яких також входить детальне вивчення поверхні і структури дна.

В рамках виконання подібних робіт найважливішою складовою служить комплексна гідроакустична зйомка дна з використанням багатопроменевих ехолотів (БПЕ) і гідролокатором бічного огляду (ГБО). Застосування БПЕ є провідною тенденцією в сучасній гідрографії. При цьому основна увага приділяється мілководним БПЕ, здатним працювати на частотах в діапазоні від 200 до 400 кГц з використанням при цьому лінійно-частотної модуляції, і забезпечувати управління сектором випромінювання. Обсяги батиметричної інформації настільки великі, що виникає необхідність застосовувати батиметрические цифрові моделі рельєфу, які можуть бути реалізовані на основі регулярних сіток (ГРІД) і нерегулярних триангуляційних сіток.

Значущим досягненням гідроакустики останніх років з'явилися практичні результати досліджень в області нелінійної гідроакустики і впровадження параметричних антен. Нелінійна гідроакустика використовує так звану антену накачування. В антену подається не один, а два синусоїдальних електричних сигналу з частотами f_1 і f_2 які перетворюються в ультразвукові коливання і з'являються у водному середовищі у вигляді пучка хвиль з тими ж частотами f_1 і f_2 . Від квадратичної нелінійності (при зведенні в квадрат суми двох синусів) в кожній точці водного середовища з'являються сигнали з частотами $2f_1$, $2f_2$ « (f_1+f_2) і, головне, виникає сигнал низької різницевої частоти $F = (f_2 - f_1)$. Всі ультразвукові хвилі накачування (подвоєні частоти або сума частот) швидко згасають з відстанню, але хвилі різницевої частоти $F = (f_2-f_1)$ в силу малості загасання на низьких частотах, поширюються на великі відстані. Цей принцип знаходиться в основі побудови всіх параметричних профілографів БПЕ.

Продовжує удосконалюватися програмне забезпечення параметричних профілографів щодо поліпшення якості візуалізації кольоровий профілограм і підвищенню інформативності.

¹ Канд. техн. наук, доц. каф. ІТЕЗ ЗНТУ

² Аспірант каф. ІТЕЗ ЗНТУ

Великі можливості для аналізу структури донних опадів надають пакети програм остаточної обробки даних низькочастотних ехолотів-профілографи. ЕП різних фірм, як правило, здійснюють реєстрацію даних в своїх фірмових форматах. Універсальним форматом, використовуваним для остаточної обробки даних ЕП, є формат SEG-Y. Відомими пакетами програм остаточної обробки даних низькочастотних ЕП є SonarWIZ5 (Chesapeake Technology) і Fledermäuse MidWater (QPS / IVS).

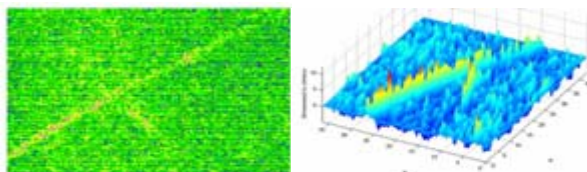


Рисунок 1 – Приклад ехограми та 3D зображення з характерними об'єктами

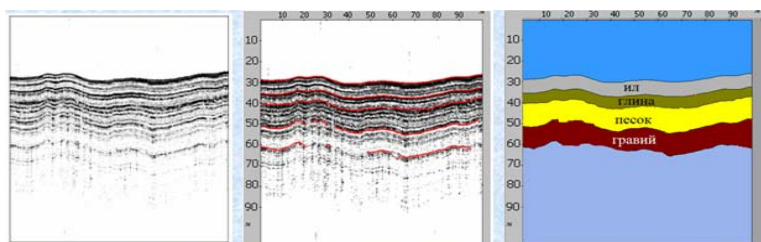


Рисунок 2 – Профілограма, пошук меж шарів дна та виділення матеріалу шарів

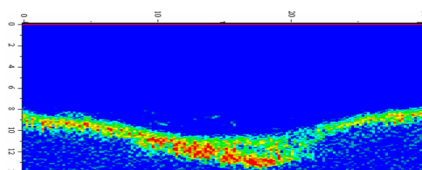


Рисунок 3 – Фрагмент профілограми дна р. Дніпро в районі м. Запоріжжя

Перелік посилань

1. Фирсов Ю. Г. Новые методы пространственной визуализации результатов инженерной батиметрической съемки / Ю. Г. Фирсов, И. В. Кожухов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. – 2014. – № 2 (24). – С. 17–23.
2. Lindsay Gee. New Tools for Water Column Feature Detection, Extraction and Analysis / Gee Lindsay [et al.] // Sea Technology. – October 2014. – P. 27–30.

ОГЛЯД СУЧАСНИХ СИСТЕМ ТА МОДЕЛЕЙ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ГРУПАМИ РОБОТІВ ТА АЛГОРИТМІВ РОЗПОДІЛУ ПОСТАВЛЕНИХ ЇМ ЗАДАЧ

У сучасному світі мікропроцесорної техніки все стрімкіше розвивається робототехніка. Вона стала одним з найважливіших напрямків науково-технічного прогресу, яке об'єднує механіку, електроніку і штучний інтелект.

Вже на даному етапі розвитку успішно застосовуються роботи в різних областях таких як:

- медицина, де роботи допомагають і проводять в хірургічні операції;
- промисловість, на складальних конвеєрах;
- військова розвідка, як безпілотних літальних апаратів (БПЛА);
- сільське господарство, для «моніторингу» і аналізу сільськогосподарських культур;
- космічна промисловість, для дослідження в зонах небезпечних або важкодоступних для людини, наприклад, Марса;
- побут, наприклад, робот-пилосос;
- розваги.

Інтелектуальні роботи (ІР) використовуються в багатьох областях науки, техніки і промисловості, в першу чергу там, де життєдіяльність людини або утруднена, або взагалі неможлива, наприклад, в зонах радіоактивного або хімічного забруднення, в умовах бойових дій, при проведенні підводних або космічних досліджень і т.п. До теперішнього часу досить добре опрацьовані основні проблеми, з якими доводиться стикатися розробникам при створенні інтелектуальних роботів, такі, як розпізнавання об'єктів і сцен, формування моделей навколишнього середовища, планування маршрутів руху і послідовностей дій для досягнення мети, управління рухом з урахуванням динаміки інтелектуальних роботів і т.д.

У той же час зрозуміло, що одиночний робот, яким би інтелектуальним він не був, може використовуватися тільки для вирішення деяких приватних задач або виконання досить простих операцій, оскільки він, як правило, має порівняно малими можливостями для виконання поставленої великомасштабної завдання.

¹ Канд. техн. наук, доц. каф. ІТЕЗ ЗНТУ

² Аспірант каф. ІТЕЗ ЗНТУ

Преваги групового застосування роботів очевидні. Це і більший радіус дії, що досягається за рахунок розосередження роботів по всій робочій зоні; і розширений набір виконуваних функцій, що досягається за рахунок установки на кожен робот індивідуальних виконавчих пристроїв; і, нарешті, більш висока ймовірність виконання завдання, що досягається за рахунок можливості перерозподілу цілей між роботами групи в разі виходу з ладу деяких з них [1].

Найважливішим завданням робототехніки є розвиток і створення нових моделей і алгоритмів для управління групами роботів, а також оптимізацією і поліпшенням взаємодії між ними.

Ефективність виконання поставленого завдання для групи роботів багато в чому залежить від обраної стратегії колективного управління. Розрізняють централізовані і децентралізовані стратегії управління.

При централізованих стратегіях управління існує деякий центральний пристрій управління, якому доступна інформація про стан всіх роботів групи і навколишньому середовищу. Керуючий пристрій оцінює поточну ситуацію і приймає рішення про дії роботів групи.

До децентралізованим стратегіям управління відносять:

– колективні, із загальним каналом зв'язку для всіх роботів;

– зграйні, без каналу зв'язку;

– ройові стратегії управління, з каналом зв'язку в обмеженому просторі [2].

На даному етапі розробка програмного забезпечення, алгоритмів і моделей для управління групою роботів є більш пріоритетною метою, ніж розробка апаратної і механічної частин.

Таким чином, проблема групового керування роботами є дуже актуальною. Її рішення дозволить розширити області застосування роботів і вдосконалити вже існуючі.

Перелік посилань

1. Капустян С.Г. Метод организации мультиагентного взаимодействия в распределенных системах управления группой роботов при решении задачи покрытия площади // «Искусственный интеллект» 3'2004. 2004. – с. 715–727.
2. Иванов Д.Я. Использование принципов роевого интеллекта для управления целенаправленным поведением массово-применяемых микророботов в экстремальных условиях // Известия высших учебных заведений. 2011. №9. С. 70–78.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО МОНІТОРІНГУ ПОТОКУ ВАНТАЖНИХ МАШИН ЧЕРЕЗ МОСТИ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ РУЙНУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ ТА ПОКРИТТЯ

В даний час транспортні системи відіграють найважливішу роль у світовій господарській системі. Ваговий контроль автомобільного потоку спрямований на збереження і захист автомобільних дороги інженерних конструкцій таких як мостові переправи. Є встановлені навантаження як осьові, так і по загальній масі, які забезпечують збереження дорожнього полотна та інженерних споруд, зокрема, мостів і переходів (рис.1).

Сьогодні контроль вагових параметрів великовантажних транспортних засобів здійснюється на стаціонарних постах вагового контролю (СПВК), обладнаних автомобільними вагами поосного зважування. Для їх установки зазвичай виділяється окрема смуга руху, але через малу швидкість зважування пропускна здатність таких постів, як правило, невелика. Це призводить до звуження проїзної частини, утворення низок машин, а нерідко і пробок.

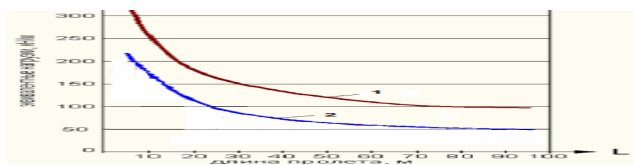


Рисунок 1 – Графік еквівалентних навантажень :

1 – норма Єврокода LM1; 2 – норма України А15.

Для забезпечення безперервності транспортного потоку, з метою уникнення виникнення пробок на пунктах контролю маси автомобілів, що в'їжджають на мости і виключення додаткових витрат на оплату праці персоналу, оптимальним є використання автоматизованих систем контролю маси машин в русі.

Пункти вагового контролю розставляються виходячи із специфіки маршрутів перевезення вантажів. Основне завдання цих пунктів – припинити перевищення навантажень і компенсувати ті збитки, яких завдає дорогах і мостах. На місцевих дорогах пункти вагового контролю повинні бути організовані органами місцевого самоврядування. Порушення по вазі автотранспорту фіксуються, і на їх підставі службою з нагляду в

¹ Канд. техн. наук, доц. каф. ІТЕЗ ЗНТУ

² Студ. гр. РТ-513м ЗНТУ

сфері транспорту може бути проведена перевірка на підприємстві. В ході неї з'ясується, з якої причини відбувається перевантаження транспортних засобів, і тоді накладається відповідальність на керівництво підприємства.

Пункт автоматизованого вагового контролю – це ваги, вмонтовані в полотно дороги, призначені для динамічного зважування і з'єднані з комп'ютером підключеним до сервера. Машина зважується в русі для попередньої оцінки. При рівномірному русі вага визначається більш точно, при нерівномірному – навантаження може перерозподілятися. Також впливають такі чинники: з якою швидкістю заїжджає водій, який майданчик перед і за вагами, наскільки вона рівна. Автоматизована система визначає, що при даних відстанях між осями є перевищення осьових мас. У цю суму включається і похибка системи. Після попереднього визначення перевищення ваги машина повинна бути повторно зважена в статичному режимі, тому вона зупиняється і виводиться з смуги руху. У динамічному режимі похибка досить велика, вона може досягати 100 кг на вісь, а іноді і 500 кг на вісь.

Згідно з нормативами загальна вага стандартної фури разом з вантажем 38 тонн: 8 тонн на вісь і 10 тонн на передню і задню осі тягача. Це стандарт виходячи з технічних характеристик наших доріг. До сих пір у нас нормативи залишаються нижчими за європейські (рис.1). Там нормально вважається навантаження в 11,5 тонни на вісь, у Фінляндії цей показник ще вище, але у нас якість доріг не відповідає європейським нормам, тому загальні стандарти невисокі.

Розрахунок збитків дороги обчислюється виходячи з відстані, розміру перевищення осьового навантаження або загальної маси.

Для зважування автомобілів існує кілька різновидів ваг: це платформні ваги для зважування в статистиці (із заїздом автомобіля або автопоїзда на ваги), врізні для зважування як в статистиці, так і в динаміці, і переносні для поколесного (а в разі суміщення пари платформ – поосного зважування). Підкладні ваги зазвичай менш точні.

Перелік посилань

1. Алюшин, С. А. Модели, методы и программные средства построения сложных адаптивных систем дорожного движения: автореф. дис. На соискание учен. степени канд. техн. наук : спец. 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»; 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (в информационных системах)» / С.А. Алюшин. – Москва, 2011. – 22 с.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗБОРУ ДАНИХ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ СТАТИСТИКИ ВІДНОСНО СПІВВІДНОШЕННЯ ТПВ, ЩО ЗДАЮТЬСЯ В ЯКОСТІ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ ВІДНОСНО ЗАГАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ

Сьогодні в Україні на 1 жителя щодня доводиться до 1 кг твердих побутових відходів. З ростом добробуту населення кількість відходів буде щорічно збільшуватися, що вже призвело, і буде призводити до появи величезної кількості сміттєзвалищ та полігонів для зберігання. Як наслідок виникла необхідність не тільки в розподілі твердих побутових відходів (ТПВ) по фракціям, а й в утилізації їх для подальшого використання при виробництві будівельних матеріалів, виробів та конструкцій. Управління поводженням з відходами відіграє значну роль в економіці країни і міста.

Мінекології України ще в кінці 2016 року подав перший варіант проекту Національної стратегії поводження з відходами та виставило його на громадське обговорення. До 2022 р пропонується створити мережу центрів прийому побутових відходів у всіх населених пунктах України з населенням більше 50 тисяч чоловік (іх 140). Такі центри будуть служити для збору і зберігання небезпечних побутових відходів, великогабаритних відходів (меблів, великих предметів домашнього ужитку і т.д.), вторинна сировина (в тому числі батарейок і акумуляторів), садових відходів, а також будівельних відходів домогосподарств.

Щоб розуміти обсяг ТПВ, що здається в якості вторинної сировини і підлягає подальшій переробки по відношенню до загального обсягу вироблюваних населення ТПВ, необхідно впроваджувати систему обліку кількості відходів, що здаються. Впровадження таких систем на підприємствах з прийому та переробки вторинної сировини дозволить оцінити рівень скорочення площ звалищ, а також дозволить бізнесу захистити свої доходи від недобросовісних працівників, які можуть пропускати прийняту сировину повз підприємства.

Програмно-апаратний комплекс (система) «Scale Connect GPRS Platform 300» призначений для роботи з електронними тензометричними платформеними вагами з максимальною межею зважування 300 кг. Даний програмно-апаратний комплекс використовується для реєстрації, обліку та зберігання даних результатів зважування вантажів (на сервері) з можливістю вибору найменування вантажу за допомогою клавіатури вагового термі-

¹ Канд. техн. наук, доц. каф. ІТЕЗ ЗНТУ

² Студ. гр. РТ-513м ЗНТУ

налу. Можливість віддаленого вводу цін на продукцію (на сервері), індивідуальних для кожного екземпляра системи, користувач може проводити не тільки облік товарообігу вантажів, що зважуються на вагових терміналах, а й складати звіти про фінансовому еквіваленті цього товарообігу.

Товар, для якого проводиться зважування вибирається по його коду (список кодів попередньо вводиться адміністратором системи в серверній частині). Після натискання кнопки «С» система вкаже у другому рядку ціну за 1 кг вантажу, а в третьому рядку введений код товару, а в першому рядку маса вантажу встановленого на платформу і дані про зважування автоматично відправляються на сервер з використанням GPRS з'єднання (рис. 1)



Рисунок 1 – Послідовність роботи з системою при збиранні статистики

Усі проведені заміри автоматично відправляються на сервер на якому користувач може переглядати статистику по кожному виду вторинної сировини у розрізі окремих точок прийому вторинної сировини, типу вторинної сировини, діапазону часу. Маючи статистику стосовно загальної кількості відходів, що виробляються населенням можна проводити оцінку динаміки наростання чи зменшення ТПО на звалищах окремих областей та населених пунктів, а також загальну динаміку по Україні.

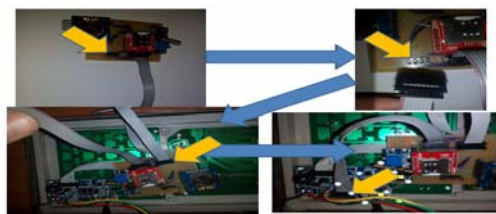


Рисунок 2 – Монтаж апаратної частини у ваговий термінал

Перевагою системи є можливість її роботи з широким модельним рядом вагових терміналів, що випускаються різними виробниками (включаючи виробників з Китаю) без заміни вагових терміналів на підприємствах збору вторинної сировини та без використання пайки під час монтажу (рис. 2).

Перелік посилань

1. Васюта О.А. Проблеми екологічної стратегії України в контексті глобального розвитку/ О.А. Васюта. – К., 2016. – 238 с.

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ДАТЧИКІВ ВОГНЮ ТА ЇХ РОЗТАШУВАННЯ НА ОБ'ЄКТИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Оптико-електронний датчик (ОЕД) вогню реєструє потік оптичного випромінювання від полум'я некоординатним методом. Датчик вогню має просту конструкцію і високу чутливість, що підвищує ймовірність виявлення полум'я в умовах запиленої середовища. За рахунок високого кутового поля датчиків вогню і характеру їх розташування забезпечується можливість виявлення полум'я по всьому об'єму приміщення, що охороняється і підвищується надійність визначення просторових координат полум'я. Одним з етапів при розробці системи є визначення оптимальної кількості точок контролю і їх розташування на об'єкті, що охороняється.

При визначенні координат полум'я автоматизованої системи необхідно виконати рішення системи рівнянь:

$$\begin{cases} x_n = f_1(R_1, R_2, \dots, R_S); \\ y_n = f_2(R_1, R_2, \dots, R_S); \\ z_n = f_3(R_1, R_2, \dots, R_S); \end{cases} \quad (1)$$

де x_n, y_n, z_n – координати полум'я;

R_1, R_2, \dots, R_S – відношення вихідних сигналів датчиків вогню;

S – кількість відношень сигналів датчиків вогню.

Аналітичний опис рівнянь, що входять в систему (1) є досить складним завданням, оскільки параметри горіння (площа, температура і т.п.), що визначають вихідні сигнали датчика вогню, заздалегідь невідомі. Також на показники датчиків вогню впливає пропускання проміжного середовища у вигляді задимленої атмосфери, яке також невідомо.

Метою дослідження є визначення числа точок контролю і їх просторового розташування на об'єкті, що охороняється від пожежі промислового об'єкті для розробленої автоматизованої системи пожежогашіння.

Методика виконання розрахунку:

1. Вибирається базовий ОЕД і складаються відносини значення вихідного сигналу (напруги) базового ОЕД до значень сигналів інших ОЕД – $R=U/U, R=U/U, R=U/U$. При складенні відношень використовуються не менш як чотири ОЕД.

¹ Канд. техн. наук, доц. каф. ІТЕЗ ЗНТУ

² Студ. гр. РТ-513м ЗНТУ

2. Розраховується відношення величини сигналу окремого ОЕД до суми сигналів всіх ОЕД:

$$\frac{U_{dv}}{\sum_{v=1}^M U_{dv}} \quad (2)$$

де v – номер датчика.

При завданні відносин, таким чином, передбачається ввести алгоритмічну надмірність (введення в рівняння системи (1) додаткових відношень без збільшення числа використовуваних датчиків) [2].

3. Відношення сигналів ОЕД можуть бути складені на основі рішення задачі про координати центру ваги системи матеріальних точок, проводячи аналогії між масами матеріальних точок і вихідними сигналами ОЕД (сигнали на виходах датчиків U_{dv} відповідають масам точок). Просторові координати матеріальних точок відповідають координатам розташування ОЕД [1].

Відношення сигналів ОЕД розраховуються за формулами:

$$R_1 = \frac{\sum_{v=1}^M x_{dv} \cdot U_{dv}}{\sum_{v=1}^M U_{dv}}; \quad R_2 = \frac{\sum_{v=1}^M y_{dv} \cdot U_{dv}}{\sum_{v=1}^M U_{dv}}; \quad R_3 = \frac{\sum_{v=1}^M z_{dv} \cdot U_{dv}}{\sum_{v=1}^M U_{dv}} \quad (3)$$

Для оцінки просторових координат необхідно використовувати не менше чотирьох ОЕД, при цьому датчики не повинні розташовуватися в одній площині.

Таким чином, для визначення координат джерела випромінювання для всіх варіантів відношень необхідно скласти мінімум три відношення сигналів ОЕД і використовувати мінімум чотири ОЕД, щоб вирішити систему рівнянь (1) з трьома невідомими.

Рішення задачі визначення просторових координат полум'я виконується на основі наступних методів:

- метод багатофакторної поліноміальної регресії;
- метод регресії нейронними мережами;
- чисельні методи рішення систем нелінійних рівнянь.

Розглянуті підходи дозволяють реалізувати швидкодіючу багато-точкову оптикоелектронну систему виявлення полум'я і визначення його просторових координат.

Перелік посилань

1. Бабуров, В. П. Автоматические установки пожаротушения. Вчера. Сегодня. Завтра : учеб.–справ. пособие / В. П. Бабуров, В. В. Бабурин, В. И. Фомин. – М. : Пожнаука, 2009. – 291 с.

ВИКОРИСТАННЯ МАШИНОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ СИГНАЛІВ

На теперішній час машинне навчання є областю наукових досліджень, яке активно розвивається. Це пов'язано як з можливістю швидше, простіше і дешевше збирати і обробляти дані, так і з розвитком методів виявлення з цих даних законів, за якими протікають фізичні, біологічні, економічні та інші процеси. У деяких завданнях, коли такий закон визначити досить складно, використовують штучні нейронні мережі. На сьогоднішній день нейронні мережі успішно використовуються для вирішення таких завдань, як прогнозування, розпізнавання образів, стиснення даних і ряду інших.

Сучасним підходом до розпізнавання зображень є згорткові нейронні мережі. Вони мають велику кількість шарів, в порівнянні з класичним багатошаровим перцептроном. За рахунок спільних ваг, які використовуються відразу декількома нейронами в кожному шарі, вдається знизити загальну кількість параметрів мережі, які треба навчити, і прискорити процес навчання. Також, на відміну від багатошарового перцептрона, згорткові мережі сприйнятливі до топології вхідного зображення.

В роботі запропоновано використовувати згорткові нейронні мережі [1] для розпізнавання зображень електромагнітних сигналів, які отримуються при сканування поверхні композитних матеріалів.

Сигнали можуть мати вузьку унімодальну форму, що характеризує довгі тріщини, довжина яких перебільшує зону контролю; положисту унімодальну – для тріщин меншої розмірності; бімодальний вигляд сигналу для маленьких тріщин (точковий дефект).

В силу шорсткості поверхні та ряду інших впливів до сигналів додаються різні види шумів, що перешкоджає правильному розпізнаванню форми сигналів.

В процесі дослідження спочатку виконувалась підготовка даних, з якими буде працювати нейронна мережа. Для створення зображень сигналів розміром 21x13 використовувався багатофункціональний редактор Adobe Photoshop. Для моделювання шуму, який присутній при скануванні поверхні композитних матеріалів, розроблена функція [2], яка дозволяє додавати шум-точки до зображень сигналів (рис. 1).

¹ Канд. техн. наук, доцент каф. ЕОМ ДНУ

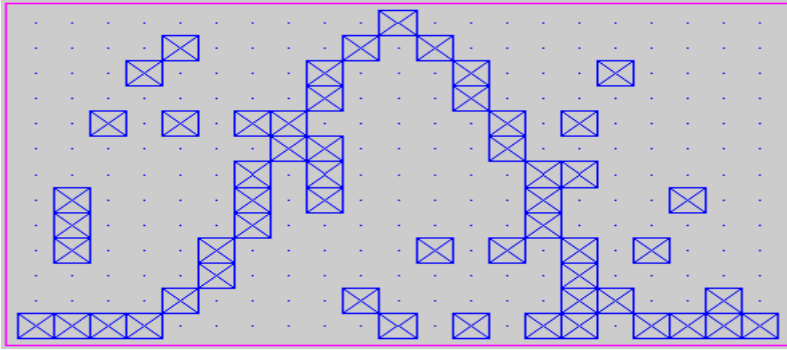


Рисунок 1 – Унімодальний сигнал з 25 шум-точками

Формується база сигналів з шумом, з якою буде працювати нейронна мережа.

Засобами середовища Matlab створюється архітектура згорткової нейронної мережі, яка має сім шарів: вхідний шар, шари згортки, ректифікації, об'єднання, повнозв'язаний шар, шари ймовірностей та класифікації. Перший вхідний шар – має розмір 21×13 , шар згортки визначає згортку розміром 3×3 та 10 фільтрів. В шарі maxPooling задається розмір фільтрів 2×2 . Повнозв'язаний шар визначає три класи, за якими виконується класифікація. Далі виконується перетворення виходів повнозв'язаного шару до значень ймовірностей. Використовуючи максимальну ймовірність та пропускаючи через шар класифікації, отримуємо мітку класу, яка визначає форму сигналу.

Проводимо процес навчання створеної мережі та перевіряємо її на тестових прикладах. Мережа показує хороші результати, якщо шум-точок до 25% від загальної кількості точок зображення.

Перелік посилань

1. LeCun, Y., Kavukcuoglu, K., Farabet, C.: Convolutional networks and applications in vision. In: Proc. of the IEEE Int. Symposium on Circuits and Systems (ISCAS). pp. 253–256. (2010)
2. Матвєєва Н.О. Розпізнавання візуальних образів сигналів за допомогою нейронної мережі / Матвєєва Н.О., Лазоренко Ю.В. // Системні технології: – Рег. міжвуз. збір. наук. праць. – Вип. 1(108), Дніпро, 2017, С. 71–79

АЛГОРИТМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ АППАРАТОВ В НЕПРЕРЫВНОМ РЕЖИМЕ

Аварийные ситуации, связанные с пробоем конденсаторной изоляции высоковольтных вводов и трансформаторов тока, входят в число одних из наиболее частых и экономически затратных. Автоматизированный непрерывный контроль под рабочим напряжением имеет ряд преимуществ над другими методами диагностирования благодаря высокой периодичности регистрации значений диагностических параметров.

Наиболее полезными эксплуатационными факторами, которые помогают выявить дефекты, являются рабочее напряжение, а также изменения температуры изоляции, вызванные колебаниями нагрузки и температуры окружающей среды. Важность первого фактора давно изучена и доказана – развивающиеся дефекты в изоляции невозможно выявить при пониженном испытательном напряжении. Возможность использования изменений температуры изоляции и влияния температуры при разнообразных дефектах конденсаторной изоляции изучена сравнительно слабо. Поэтому целью данной работы является разработка алгоритма диагностирования для систем непрерывного контроля состояния аппаратов под рабочим напряжением с использованием температурной зависимости тангенса угла диэлектрических потерь основной изоляции аппаратов с бумажно-масляной изоляцией конденсаторного типа (БМКИ).

Исследование было проведено методом непрерывного контроля (периодичность один раз в 30–60 минут) под рабочим напряжением (“онлайн”) выборки из 17-ти маслонеполненных вводов 330кВ, срок наблюдений от 12 до 20 месяцев в диапазоне температур изоляций -20...+33°C. Участвовали вводы типа ГМТПА-45-330/1000У1, ГМТП-45-330/1000У1, ГМТП-0-45-330/1000 залитые маслом типа ГК. Для исследований применялась компьютерная система непрерывного контроля (СНК) SAFE-T (ООО «Энергоавтоматизация» [1]). СНК выполняла непосредственный контроль значения тангенса угла диэлектрических потерь ($tg\delta_i$) и ёмкости (C_i) основной изоляции.

Для вычисления температуры основной изоляции ввода применялась методика [2]. В качестве средней температуры изоляции ввода (t_{insul}), для вертикально (наклонно) установленных вводов использовалась зависимость:

¹ к.т.н., доцент кафедры ЭЭА ЗНТУ

² старший преподаватель кафедры ЭЭА ЗНТУ

$$t_{insul} = k \cdot t_{air} + (1 - k) \cdot t_{top_oil}, \quad (1)$$

где k – температурный коэффициент; t_{air} – температура окружающей среды; t_{top_oil} – температура верхних слоев масла.

В работе предложен диагностический параметр β – температурный коэффициент изоляции, который не зависит от абсолютных значений тангенса угла диэлектрических потерь конкретного ввода, а также от рассматриваемого диапазона температур, что делает его универсальным диагностическим критерием.

$$\beta = \arctg\left(\frac{\operatorname{tg}\delta_1(t_{insul-1}) - \operatorname{tg}\delta_1(t_{insul-2})}{t_{insul-2} - t_{insul-1}}\right), \quad (2)$$

где $t_{insul-1}$ – более низкая температура изоляции, °C; $t_{insul-2}$ – более высокая температура изоляции, °C.

Предложенный алгоритм диагностирования изоляции аппаратов основан на результатах, полученных авторами работы, а также результатах опубликованными П.М. Сви в [2] и состоит из нескольких этапов:

1. Сбор и подготовка необходимых данных;
2. Оценка линейности зависимости тангенса угла диэлектрических потерь от температуры;
3. Если зависимость признана линейной, то делается диагностическое заключение на основании коэффициента β , значения коэффициента менее 0,02, на основании экспериментальных данных, соответствуют рабочему состоянию аппаратов;
4. Если зависимость признана нелинейной, то расчет температурного коэффициента и диагностическое заключение формируется на основании модели и алгоритма, предложенного в [2].

Перечень ссылок

1. Системы мониторинга высоковольтного оборудования SAFE-T: (официальный сайт ООО «Энергоавтоматизация») [Электронный ресурс]. – 2018. Режим доступа – <http://www.enera.com.ua/>.
2. Сви П.М. Методы и средства диагностики оборудования высокого напряжения / П. М. Сви. – М. : Энергоатомиздат, 1992 – 240 с.

КРОССПЛАТФОРМЕННЫЙ ВИРТУАЛЬНЫЙ ВОЛЬТМЕТР-САМОПИСЕЦ С 12-РАЗРЯДНОЙ СИСТЕМОЙ СБОРА ДАННЫХ

В настоящее время разработка виртуальных приборов является актуальной задачей.

При работе виртуального измерительного прибора аналоговые сигналы от датчиков представляются в цифровом виде с помощью систем сбора данных на основе аналого-цифровых преобразователей (АЦП).

На современном рынке электронных компонентов доступны микроконтроллерные платы ArduinoTM. Их можно запрограммировать в качестве систем сбора данных для виртуальных приборов.

Плата Arduino Mega 2560 имеет в своем составе 10-разрядные АЦП. Повысить разрядность аналого-цифрового преобразования, при использовании Arduino Mega 2560, позволяет подключение к ней АЦП с разрядностью более 10, которые при своей работе используют, в частности, SPI-интерфейс.

В данной работе был разработан кроссплатформенный виртуальный вольтметр-самописец, состоящий из 12-разрядной системы сбора данных (ССД) и компьютерной программы (V12_Recorder), созданной с помощью языка программирования JavaTM, которая управляла работой прибора и отображала результаты измерений. Вольтметр измерял напряжение в диапазоне 0-5 Вольт и использовал интерфейс RS-232.

При этом ССД была создана на основе платы Arduino Mega 2560, к которой подключался 12-разрядный АЦП MCP3201 с SPI-интерфейсом обмена данными, работавший совместно с повторителем входного напряжения на Rail-to-Rail операционном усилителе ОРА340.

В тоже время, программа V12_Recorder имела графический интерфейс пользователя. С его помощью задавалась периодичность проведения измерений напряжения виртуальным вольтметром и длительность их проведения, а также осуществлялся запуск, остановка и возобновление работы самописца.

При работе виртуального прибора в окне программы V12_Recorder отображалось численное значение последнего измерения напряжения и времени его проведения, а также представление всех зарегистрированных данных в графическом и табличном виде. При этом пользователь программы имел возможность удалить данные измерений или сохранить их в файлах формата *. csv.

¹ канд. физ.-мат. наук, доц. ЗНТУ

В тоже время при подключении к ОРА340 температурного датчика (LM35, LM315, LM325 или др.), на котором в рабочем режиме напряжение возрастает на 10 мВ при его нагревании на 1 К, вольтметр-самописец, наряду с напряжением, мог регистрировать и отображать соответствующую ему температуру. В этих целях использовался дополнительный столбец таблицы данных измерений программы V12_Recorder, который появлялся в таблице в случае установки флажка (T, C) в «включенное» состояние. При этом на графической панели также дополнительно отображались временная зависимость температуры датчика и соответствующая ей шкала.

На рис.1 приведено окно программы V12_Recorder с данными измерений напряжения и температуры для погруженного в воду датчика LM325, полученными в процессе остывания воды от 95 °С до 45 °С.

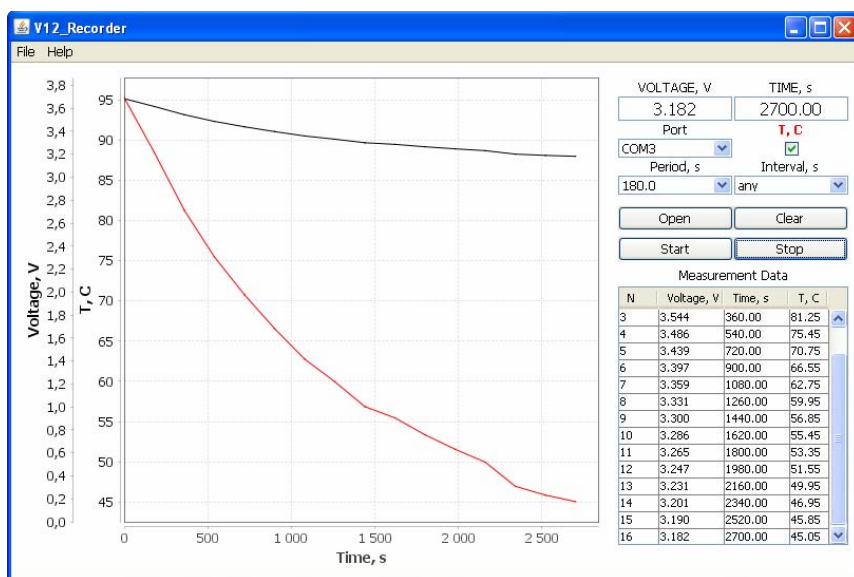


Рисунок 1 – Окно программы V12_Recorder с данными измерений напряжения и температуры, полученными для погруженного в воду датчика LM325 в процессе остывания жидкости

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ОТРАЖЕНИЯ ВИДИМОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СВЕТОФИЛЬТРАМИ НА ОСНОВЕ ФОТОННОГО КРИСТАЛЛА

В настоящее время проводятся исследования направленные на использование физических свойств фотонных кристаллов (ФК) в прикладных целях.

В частности, в работе [1] установлена возможность создания узкополосных светофильтров (СФ) на основе пористого ФК, сформированного из глобул кремнезема (опала) и среды, которая заполняет поры кристалла.

В данной работе, с помощью языка программирования JavaTM, была разработана компьютерная программа для моделирования спектральных зависимостей отражения (СЗО) видимого излучения СФ на основе ФК, сформированного из опала и вещества, введенного в его поры.

При моделировании полагалось, что зависимость коэффициента отражения светофильтра R от циклической частоты ω падающей электромагнитной волны имеет вид:

$$R(\omega) = \left| \left(c\omega^{-1}k(\omega) - 1 \right) \cdot \left(c\omega^{-1}k(\omega) + 1 \right)^{-1} \right|^2,$$

где c – скорость света в вакууме, $k(\omega)$ – обратная функция дисперсионной зависимости $\omega(k)$ распространения электромагнитных волн в СФ на основе ФК (см. [1]).

Программа (FK_Filter_Calculation) имела графический интерфейс пользователя (Graphical User Interface – GUI).

С помощью полей ввода «Length» и «Width» задавалась рабочая длина волны и ширина полосы отражения СФ, соответственно.

На следующем этапе, при нажатии на кнопку «Calculation», рассчитывалась наиболее близкая к заданным параметрам СЗО видимого излучения светофильтра, которая имела вид зависимости $R(L)$, где L – длина падающей электромагнитной волны. Кривая $R(L)$ отображалась на панели приложения в виде графика, а ее численные значения становились доступными в таблице GUI «Spectral Data».

¹канд. физ.-мат. наук, доц. ЗНТУ

При этом параметры СФ для рассчитанной СЗО: рабочая длина волны, ширина полосы отражения, диаметр глобул опала и показатель преломления вещества, введенного в поры ФК, отображались в полях ввода «CLength», «CWidth», «Diameter» и «Refraction», соответственно.

Результаты моделирования можно было сохранить в файле формата *.csv, и открыть, для графического отображения СЗО видимого излучения определенного СФ, используя пункты меню «File».

В тоже время информация о программе и особенностях работы с ней была доступна при использовании пунктов меню «Help».

На рис.1, в качестве примера, приведено окно разработанной программы с графиком кривой $R(L)$, полученной для узкополосного СФ, на основе ФК, который подавляет лазерное излучение с длиной волны 488,0 нм.

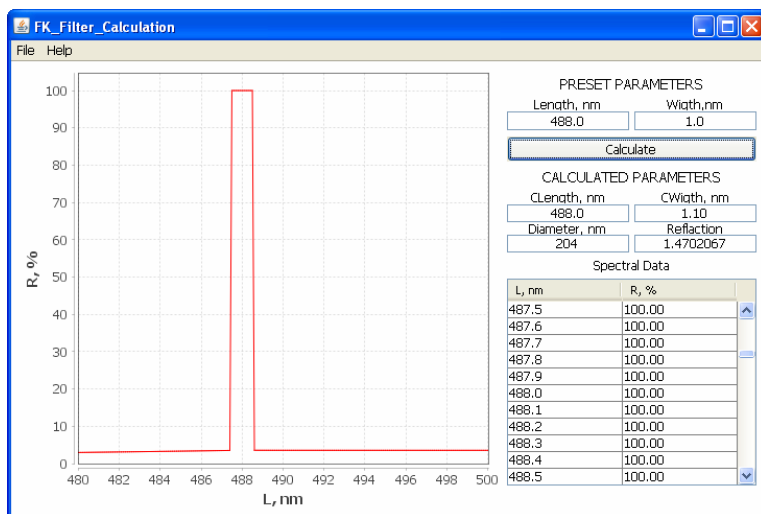


Рисунок 1 – Окно программы FK_Filter_Calculation при моделировании СЗО видимого излучения для узкополосного СФ на основе ФК

Перечень ссылок

1. Горелик В.С. Узкополосные фильтры в видимом спектральном диапазоне на основе пористого фотонного кристалла / В.С. Горелик, М.М. Яшин // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Естественные науки. – № 5. – 2016. – С. 105–114.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ИНДУКТИВНОСТИ НА ИНТЕГРАЛЬНОМ ТАЙМЕРЕ

Представляет интерес исследование особенностей построения на интегральном таймере NE555 преобразователя индуктивности, т.к. сведения о таких преобразователях практически отсутствуют.

В схеме (рис.1) предложенной реализации преобразователя индуктивности L с активным r и времязадающим R сопротивлениями выходное

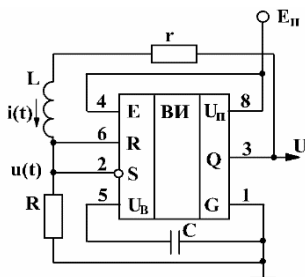


Рисунок 1 – Схема преобразователя индуктивности L в последовательность прямоугольных импульсов

напряжение U таймера распределяется на элементах интегрирующей LR цепи согласно уравнению

$$L \frac{di}{dt} + (R + r)i = U, \quad (1)$$

Из решения (1) вытекает уравнение линейной зависимости периода следования T выходных прямоугольных импульсов от индуктивности L в виде

$$T = \frac{2L}{R+r} \ln \frac{2R-r}{R-2r}. \quad (2)$$

Из анализа (2) следует, что колебания в схеме будут существовать только при выполнении условия

$$R > 2r. \quad (3)$$

На рис. 2, 3 показаны экспериментальные зависимости, подтверждающие справедливость выражений (2) и (3) с погрешностью не более 10%.

Установлены такие особенности преобразователя L на таймере:

а) преобразование индуктивности в период следования прямоугольных импульсов происходит по линейному закону в широком диапазоне;

¹ к.т.н., доцент кафедры ЭВМ, Днепровский национальный университет

б) коэффициент преобразования индуктивности обратно пропорционален сумме активных сопротивлений интегрирующей цепи и зависит от их отношения;

в) для обеспечения колебаний времязадающее сопротивление интегрирующей цепи всегда должно быть больше удвоенного активного сопротивления преобразуемой индуктивности.

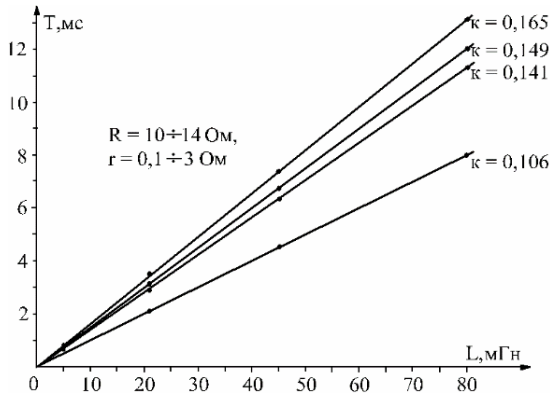


Рисунок 2 – Характеристики преобразования индуктивности L при различных коэффициентах преобразования k

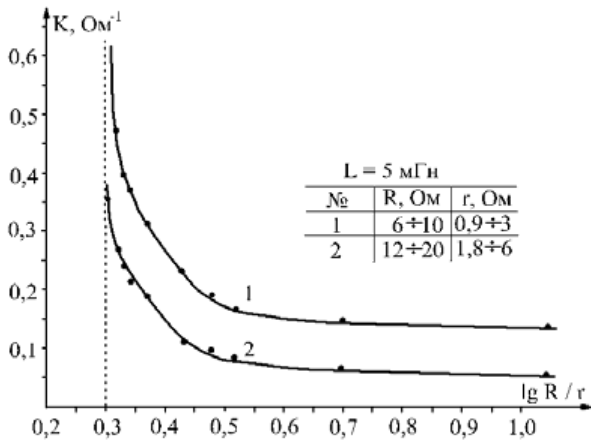


Рисунок 3 – Зависимости коэффициента преобразования k от отношения сопротивлений R/r

МОДЕЛИРОВАНИЕ КАНАЛА СВЯЗИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ О СОСТОЯНИИ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ЗАБОЯ В LABVIEW

Одним из аспектов повышения эффективности процесса угледобычи является надежная и своевременная передача данных от подсистем контроля состояния забоя оператору добычного комбайна. Поэтому выход параметров канала связи за допустимые расчетные значения может привести к ее потере и входу комбайна в опасную зону на повышенной скорости [1].

Вдоль забоя информация передается по радиоканалу, а для ее передачи на штрек, куда предложено вывести оператора комбайна при приближении к опасной зоне, используем передачу по фидерным линиям [2].

В данной работе на основе математического описания распространения радиоволн в угледобывающем забое, построена модель передачи информации по фидерным линиям в программном пакете LabView, которая позволяет определить параметры канала связи, максимальное расстояние между приемником и передатчиком при разных частотах передаваемого сигнала и разных мощностях передатчика.

Предложенная модель позволяет определять мощность на входе приемника при заданной дальности или максимальную дальность связи при заданной чувствительности приемника. Необходимыми исходными данными являются:

- частота сигнала в МГц;
- мощность передатчика в Вт;
- чувствительность приемника в дБ/мВт;
- КПД передающей и приемной антенн в дБ;
- коэффициенты отражения этих антенн;
- длины в м и погонные затухания в дБ/м фидеров от передатчика до передающей антенны и от приемной антенны до приемника.

Для структурирования задачи подготовлен ряд вспомогательных виртуальных инструментов – СубВИ. Полный их набор и взаимодействие, реализованные в программном пакете LabView, приведены на рис. 1.

Разработанная модель канала связи дает возможность расчета расстояния между приемной и передающей антеннами, эффективной площади приемной антенны, коэффициентов полезного действия пере-

¹ д.т.н., профессор, НТУУ «КПИ им. И.И. Сикорского»;

² к.т.н., ассистент, НУБиП Украины;

³ к.т.н., доцент, НУБиП Украины.

дающего и принимающего трактов, а также мощности сигнала на входе приемника. Позволяет учитывать основные факторы и влияние внешней среды в условиях шахт, туннелей и других подземных сооружений. Данная установка может быть использована для проектирования радио-передающих систем в условиях ограниченного пространства.

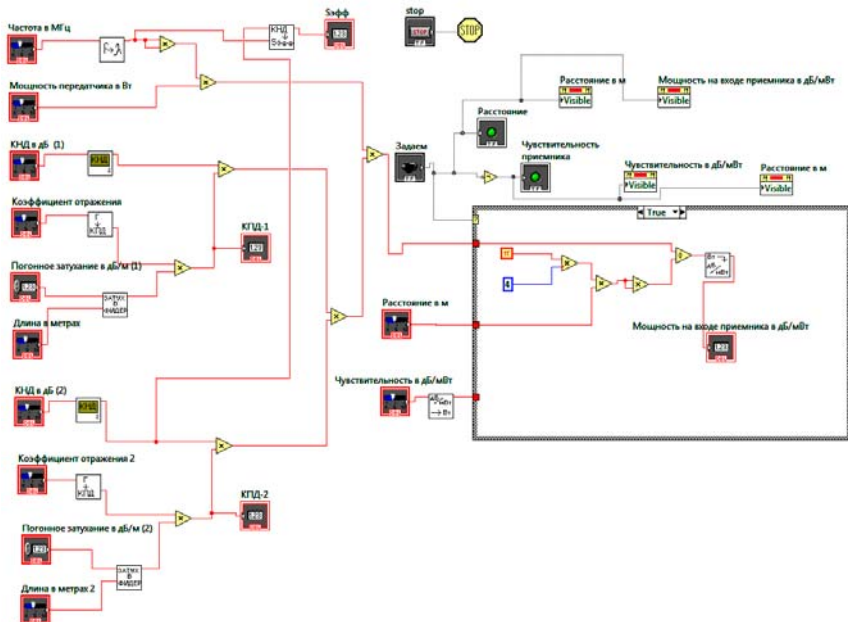


Рисунок 1 – Модель виртуального инструмента «Канал связи от угледобывающего комбайна до штрека»

Перечень ссылок

1. Савицкая Я.А. Построение виртуальной модели для экспериментальных исследований поведения кровли в призабойном пространстве / Я.А. Савицкая, В.Ю. Ларин, Н.И. Чичикало // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Сер. Обчислювальна техніка та автоматизація. 2013. № 1(24). С. 275–280.
2. Савицкая Я.А. Информационная технология управления сложным комплексом без непосредственного присутствия оператора в опасных зонах / Я.А. Савицкая // Перша Міжнародна конференція «Проблеми виведення з експлуатації об'єктів ядерної енергетики та відновлення оточуючого середовища» / Славутицька філія НТУУ КПІ, 25–27 квітня 2016 р. С. 185–187.

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДОПОВНЕНОЇ ТА ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТЕЙ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

В останні роки відбувається стрімке впровадження нових інформаційних технологій в систему освіти, і одним з яскравих прикладів цього є використання в процесі навчання студентів доповненої та віртуальної реальності (ДР та ВР відповідно). На відміну від віртуальної реальності, що складається тільки з нереальних, створених в спеціальній програмі об'єктів, ДР можна уявити як змішану реальність, яка створюється з використанням «доповнених» за допомогою комп'ютера елементів існуючої реальності [1]. ДР можна розглядати як сполучну ланку між віртуальними даними та реальним світом. Вона повинна характеризуватися наступними трьома характеристиками: здатністю комбінувати реальний світ і віртуальні дані в реальному часі; здатністю до інтерактивності та здатністю бачити навколишній світ у 3D.

ВР дозволяє занурити користувача у віртуальний світ у вигляді простору, заповненого 3D-моделям, за допомогою віртуальних окулярів, маніпуляторів та датчиків, що відслідковують рухи.

Для створення ДР необхідні, як мінімум, три елементи:

- прилад, який вловлює навколишнє середовище та представляє собою один або комбінацію цілого ряду датчиків: GPS, камера, акселерометр, гігрометр і т. ін.;
- пристосування для розпізнавання навколишнього середовища та правильного її змішування з віртуальними елементами;
- пристрій, який демонструє користувачу результат комбінації.

Ефективність використання ВР та ДР в навчальному процесі полягає у наступному. Перш за все, вона створює ефект присутності, дуже чітко відображає зв'язок між реальним і віртуальним світом. 3D-зображення дозволяє візуально проникнути в іншу, віртуальну реальність, що, безумовно, психологічно привертає людину та активізує його увагу і сприйнятливність до інформаційної складової. Незалежно від досліджуваного предмета, ці технології допомагають підвищити його привабливість для студентів і збільшують мотивацію до отримання знань.

При використанні ВР та ДР студенти можуть управляти об'єктами, переміщати їх, повертати, змінювати масштаб, розглядати з

¹ канд. техн. наук, доц., зав. каф. ІТЕЗ

² канд. техн. наук, доц., доц. каф. ІТЕЗ

³ студент гр. РТ-115 ЗНТУ

різних боків. Оскільки візуальна або аудіальна інформація подається синхронно з тим, що відбувається в реальності, створюється повне занурення в інформаційну ситуацію та активізується її сприйняття.

В результаті ряду досліджень було виявлено, що в навчальних групах, де використовувалася ДР та ВР, відсоток засвоєння інформації наближався до 90%, а рівень зацікавленості – до 95%, тоді як в групах з використанням двовимірних посібників ці показники були вдвічі та втричі менше відповідно. Навчання з використанням ДР скорочує витрати на знаряддя праці викладачів.

Недоліки застосування цих технологій у викладанні виходять за рамки навчального процесу та пов'язані, в першу чергу, з соціальними наслідками (застосування контактних лінз з доповненою реальністю, проблеми, пов'язані з конфіденційністю інформації тощо).

Спільне використання ДР і 3D-моделювання може допомогти при виконанні проектних завдань, для візуалізації результатів роботи над проектом, зробивши його максимально інтерактивним.

На кафедрі «Інформаційні технології електронних засобів» Запорізького національного технічного університету технологія ДР була застосована у рамках курсового проектування з дисципліни «Технології та конструкції мікросхем та мікрозбірок». В ході виконання технічного завдання до проекту студенти мають обрати необхідну технологію для створення інтегральних мікросхем, виходячи із заданих матеріалів та обмежень, викликаних розмірами елементів топологічного рисунка. Після проведення розрахунків студенти повинні візуалізувати результати у вигляді креслень або 3D-моделей.

Такий підхід до виконання курсового проекту значно підвищив інтерес студентів, активізував їхні творчі нахили, додав елемент змагання зі створення найбільш зрозумілого та наочного відображення процесів.

Розроблений мобільний додаток та найкращі зі створених анімаційних файлів планується використати у створенні навчального посібника з відповідної дисципліни.

Перелік посилань

1. Фурманова, Н.І. Застосування технології доповненої реальності в освітньому процесі для навчання студентів радіотехнічних спеціальностей. / Н.І. Фурманова, І.Є. Поспеева, П.А. Костяной // Міжнародна наукова інтернет-конференція «Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення». Збірник тез доповідей: випуск 30. – Тернопіль. – 2018. – с. 85–88

UDC 004.056:004.272.23:004.274

Hilgurt S. Ya.¹

A METHOD TO CONSTRUCT THE SIGNATURE-BASED SECURE TOOLS ON RECONFIGURABLE ACCELERATORS

With the growth of amount and sophistication of malicious activity, information safety has become an important issue all over the world. Network intrusion detection systems (NIDS) as well as firewalls play an important role in detecting large number of external attacks [1]. As the number and complexity of intrusions increase, and because the growth of the frequency of microprocessors stopped, the software implementation of NIDS on traditional computers is becoming increasingly problematic. Network traffic increases day by day and the sizes of signature databases already count thousands of rules.

So hardware devices, such as Field Programmable Gate Arrays (FPGA), have become increasingly popular for this purpose. Combining the flexibility of software and high performance of hardware, reconfigurable accelerators based on FPGAs allow to effectively perform the multi-pattern matching – the most computationally expensive task of signature-based NIDS [1].

Unfortunately, the complexity of developing the FPGA-based digital circuits, as well as the lack of a leading technical solution, hinder the wide adopting of reconfigurable devices.

In this paper, we have analyzed the state-of-the-art applications of FPGAs for the signature NIDS constructing. As a solution to the problem mentioned above, a method for building an automated system for the synthesis of recognition modules for network intrusion detection systems is proposed.

Now, there are a lot of studies is being done in this area. The most common are such approaches and technical solutions as:

- finite automata realizing the Aho-Corasick algorithm [2] and its numerous modifications;
- schemes based on hash-functions, in particular, the Bloom-filter [3];
- varieties of content-addressable memory (CAM) based on parallel discrete comparators [4].

As their comparative analysis shows, each of these approaches has its own pros and cons. None of them demonstrates key advantages over others

¹ Cand. of techn. sciences, senior researcher of Gorge Pukhov Institute for Energy Modelling NAS of Ukraine.

and does not fully meet the requirements for NIDS based on FPGAs. The lack of the best solution, which exceeds the competitive solutions by technical parameters, forces the developers to combine the mentioned approaches in a wide variety of combinations.

For further acceleration, the following techniques are used:

- signature database clustering;
- parallelizing the network packets flow;
- pipelining;
- other than bitwise data processing (bit-split and so on.)

In this work, information on known solutions is structured and systematized in order to increase the efficiency and convenience of applying the available experience. Descriptions of specific approaches are formalized in order to quantitatively compare their features with each other.

Wherein, first, the dependence of technical parameters of various schemes on the properties of signatures to be recognized (length, self-similarity, the presence of regular expressions, etc.), and secondly, their ability to implement specific options are taken into account. Options may be: ability to work in the intrusion prevention mode (IPS – Intrusion Prevention System); dynamic update of the signature database; a mode of counteraction to special attacks on CCOB (for example, attacks of algorithmic complexity), etc.

The method obtained as a result of the systematization allows for a pre-defined list of signatures to automatically create a composite structure of the recognition module, which includes, in the general case, several known schemes synthesized and connected optimally in the sense of meeting the specified criteria and constraints.

The criteria are performance or cost parameters; constraints are such factors as: the family and the specific type of FPGA applied, RAM parameters and other properties of the reconfigurable accelerator, as well as specific options listed above.

References

1. Hilhurt S.Ya. Application of FPGA-based Reconfigurable Accelerators for Network Security Tasks / S.Ya. Hilhurt // Collection of scientific works. Simulation and informational technologies. – Gorge Pukhov Institute for Energy Modelling NAS of Ukraine. – Kyiv, 2014. – Vol. 73. – P. 17–26.
2. Song T. A memory efficient multiple pattern matching architecture for network security / T. Song, W. Zhang, D. Wang, Y. Xue. – Proceedings of the 27-th Conference on Computer Communications. IEEE, April 2008. – P. 166–170.
3. Dharmapurikar S. Deep packet inspection using parallel bloom filters / S. Dharmapurikar, J.W. Lockwood. – Micro, IEEE, 2004. – Vol. 24. – P. 52–61.
4. Yu F. Gigabit rate packet pattern matching using TCAM / R.H. Katz, T.V. Lakshman. – Network Protocols, 2004. – Proceedings of the 12-th IEEE International Conference, 2004. – P. 174–183.

THE ADDITIONAL MEANS OF PROTECTION INFORMATION IN CLOUD STORAGE

Currently, the proliferation of networks with high capacities, relatively low cost of computers and storage devices, led to a wide introduction of virtualization and the creation of service-oriented architectures. One example of such architectures can be considered cloud storage services.

One of the most important features in cloud storage is the lack of the need to think about the operation of the technological infrastructure of the «cloud». However, this is also the main disadvantage of the cloud – the user's private information becomes available to third parties – the provider, besides this, the data is under threat during their transmission through the communication channels. [1]

One way to protect data in cloud storage is through user authentication [2]. For any authentication, it is important that the parties have a common secret, through which the user can verify their identity.

The main problems encountered during authentication are the ability to intercept authentication data and leak the database with user keys.

Prevent interception or theft of sensitive data by using additional tools such as authentication using public key encryption.

First, the client requests the server's public key from the certification authority. Then he encrypts with it a randomly chosen number and his identifier. Only a real server can decrypt this message.

Next, the server accesses the certification authority to obtain the public key of the client. The server receives a message from the client, decrypts it, and encrypts the client's public key with a random client number, its random number, and the shared secret key.

Further, if the client is what he claims to be for, decrypts the server message, finds the shared secret key, and to confirm that he was able to decrypt the server message, sends the server randomly the number, encrypting it with the shared secret key.

Another way to securely store data is encryption. Encryption is the process of encoding a message or information in such a way that only authorized parties can access it, and those cannot who are not authorized. Encryption alone does not interfere with interference, but does not allow a comprehensible interpretation of the contents of the potential interceptor. [3]

¹ Computer Engineering, 5 year

² Candidate of Technical Sciences, Assistant professor, Oles Honchar Dnipro National University

The merits of this method of protection include:

1. Confidentiality. Encryption is used to hide information from unauthorized users during transmission or while storing.
2. Integrity. Encryption is used to prevent changes in information during transmission or storage.

The disadvantages are:

1. The process of encryption and decryption is time consuming and resource intensive.
2. At the slightest damage to the data, the decoding becomes ambiguous.

When using this method of data protection, the encryption process should be performed when data is directly transferred to the storage.

The data from the client is transmitted to the encryption services provided by the cloud storage provider. Further, these data from the encryption services are forwarded to the file servers of the cloud storage, and the provider writes the corresponding metadata to the metadata servers.

Thus, the client does not need to spend the time-cost operation of data encryption and decryption and there is no need to search for special means for securely storing the key from the ciphers. [4]

Conclusion. As a result of the analysis, we can draw the following conclusions. Additional authentication tools are a more reliable means of protecting personal data, since a more stringent identity check is performed. However, in the event of theft of a database with client certificates or the interception of a public key, the data can be easily obtained by a third party. On the other hand, additional encryption is a more costly method for resources, but even if a third-party person accesses data stored on a cloud storage server, understanding the information contained in the files will not be possible.

References

1. Захист даних в хмарних технологiях обчислень // ВНТУ – ВНТУ. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2013/inaeksu/txt/tytarchuk.pdf>.
2. Authentication [Електронний ресурс] – Режим доступу <https://en.wikipedia.org/wiki/Authentication>
3. Encryption [Електронний ресурс] – Режим доступу <https://en.wikipedia.org/wiki/Encryption>
4. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учеб. для вузов / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2014. – 944 с.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ ЗАПОБІГАННЯ ВИТОКІВ ІНФОРМАЦІЇ

Системи для запобігання витоків інформації (Data leak prevention – DLP) призначені для захисту конфіденційної інформації від внутрішніх загроз. Основною метою таких систем є захист від дій інсайдерів та некомпетентних дій працівників, що може призвести до витоку конфіденційної інформації.

Сучасні DLP-системи засновані на аналізі потоків даних, які перетинають периметр інформаційної системи, що захищається. При виявленні в потоці конфіденційної інформації спрацьовує захист, і передача повідомлень (пакета, потоку, сесії) блокується або відстежується.

Крім основної своєї функції DLP-рішення допомагають відповісти на три простих, але дуже важливих питання: «Де знаходиться моя конфіденційна інформація?», «Як використовуються ці дані?» і «Як найкраще захистити їх від втрати?». Щоб відповісти на них, DLP-система виконує глибокий аналіз змісту інформації, організовує автоматичний її захист на рівні шлюзів передавання даних у системах статичного зберігання даних, а також запускає процедури реагування на інциденти для прийняття належних заходів.

Системи прекрасно справляються з цією задачею, але, враховуючи різноманітні режими роботи, DLP теж мають недоліки.

Для початку розглянемо два методи роботи системи:

1. Лінгвістичні методи, які ґрунтуються на лінгвістичному аналізі документів і визначені грифами секретності у документі, а також проводять аналіз текстів, які передаються всередині локальної або корпоративної мережі. Лінгвістичні методи аналізу тексту допомагають визначити, до якої категорії відноситься документ, надати йому гриф секретності й відправити у відповідну категорію.

2. Статичні методи аналізують посимвольні дані будь-яких файлів що дозволяє їх використовувати, у порівнянні з лінгвістичним методом, набагато ефективніше при роботі з медіафайлами.

Майже у всіх DLP-систем ці два методи використовуються паралельно, що забезпечує надійність у роботі.

Розглянемо недоліки даних систем. Недоліками їх є те, що перший метод може працювати тільки з файлами мови, яку він розуміє. Враховуючи, що на ринку України працює багато корпорацій з інших

¹ к.т.н., доцент кафедри «Захист інформації», ЗНТУ

країн, то їхні методи можуть не працювати з документами на українській мові. Російські компанії, які розробляють аналогічні системи, краще обізнані з особливостями української мови, так як російська та українська мають спільні корені. Хоча дії і таких лінгвістичних методів не завжди є успішними. Також лінгвістичні методи не можуть успішно опрацьовувати медіафайли та інженерні креслення, які є інтелектуальною власністю. Також не всі продукти можуть аналізувати скановані документи. Основною проблемою для DLP-систем є визначення, до якого каталогу відноситься той чи інший документ. При обробленні тексту у файлах іноді виникає невизначеність, і документ, який має мати гриф секретності, може бути визначений як публічний. У системах використовуються аналоги спам-фільтрів, хоча і допрацьовані.

Статичний метод прекрасно справляється з медіафайлами та файлами, в яких немає необхідності відкривати, а тільки слід перевірити хеш-ключі, які можуть сказати: чи інформація є однаковою. Інформація повторюється в обох файлах, якщо іде перевірка таких файлів.

Недоліком цього методу є те, що визначення секретності файлу покладається на працівника, а це може порушити конфіденційність файлів, якщо працівник не відмітив правильно статус документа (це може бути зроблено навмисне або просто через халатність працівника). Ще одна проблема методу складається в тому, що фізичний відбиток, який має файл, може змінюватися, і коли йде перевірка на наявність змін та створення нового відбитку, це може зайняти багато часу при обробці даних по мережі. Для файлів це не так критично, як для баз даних, що змінюються декілька раз на секунду.

Загальною проблемою DLP-систем є те, що вони не можуть контролювати запис файлів на змінні носії, а це робить таку систему повністю не потрібною, так як вона не може контролювати робочу станцію. Вирішенням даних ситуацій є тільки встановлення бездискових станцій та робота виключно в термінальному режимі, що також навантажує мережу й створює незручності.

Перелік посилань

1. Актуальність проблеми захисту інформації [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <http://ne.nadoest.com/1-aktualeniste-problemi-zahistu-informaciyi/index.html>.
2. Системы DLP: как это работает. [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://www.bytemag.ru/articles/detail.php?ID=13844>

БЛОЧНЕ ШИФРУВАННЯ ДАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕХАНІЗМІВ ЗАПЕРЕЧУВАНОВОГО ШИФРУВАННЯ

Кожний електронно-обчислювальний пристрій є джерелом інформації, тому вони є об'єктами для несанкціонованого доступу зловмисників, однією з основних задач яких є отримання інформації з вказаних пристроїв в будь-який спосіб. Таким чином, проблема захисту статичних даних користувачів на вищевказаних пристроях зростає щороку [1].

Традиційні підходи до шифрування даних втрачають свою надійність через їх некоректне використання з боку користувачів. Тому автори пропонують використання алгоритмів заперечуваного шифрування [2, 3] для вказаних цілей, оскільки дані алгоритми дозволяють заперечити факт існування даних та ввести зловмисника в оману надавши йому публічні дані.

Проте використання алгоритмів заперечуваного шифрування для захисту статичних даних обмежено розмірами даних M , з якими вони можуть працювати, та розміром публічного ключа N , згідно виразу $\|M\| \leq 2^N$. Отже, вихідні алгоритми заперечуваного шифрування не пристосовані та не можуть використовуватися для захисту статичних даних.

М. Молдовян запропонував алгоритм заперечуваного шифрування [2], який ґрунтується на використанні розширеної криптографічної схеми Рабіна [2]. Використання вищевказаної схеми шифрування надає можливість дешифрувати декілька варіантів публічних та секретних вихідних даних з використанням лише одного секретного ключа. Також М. Молдовян запропонував декілька подібних алгоритмів, в основі яких лежить використання блочного шифрування даних [4]. Але дослідивши вказані алгоритми автори даної статті дійшли висновку, що вказані алгоритми не реалізують заперечуване шифрування вихідних даних в повній мірі, оскільки для дешифрування публічних та фіктивних даних М.А. Молдовян використовує два різних ключа дешифрування. Таким чином, в разі з застосування грубої сили зловмисник має можливість отримати як один, так і обидва ключа, що дає йому змогу самостійно дешифрувати секретні дані користувача. Вище вказане не відповідає вихідним ідеям заперечуваного шифрування.

¹ професіонал з організації інформаційної безпеки Казенного підприємства «Науково-виробничого комплексу «Іскра»

² канд. техн. наук, доцент кафедри «Програмна інженерія» Запорізького національного університету

На протипагу рішенню [4], автори розробили прототип алгоритму заперечуваного шифрування, на основі алгоритму [3], який зберігає особливості вихідного алгоритму заперечуваного шифрування, реалізує механізм блочного шифрування даних та має кращі показники продуктивності, аніж в [4] (табл. 1):

Таблиця 1 – Порівняння швидкодії алгоритмів

Алгоритми шифрування	Швидкодія алгоритмів, МБ/с				
	K0032	K0064	K0128	K0256	K0512
Алгоритм [4]	0,005	0,009	0,017	0,033	0,065
Алгоритм шифрування авторів	1,028	1,735	2,658	3,347	2,946
Алгоритм дешифрування 1 авторів	0,038	0,040	0,033	0,015	0,005
Алгоритм дешифрування 2 авторів	0,025	0,024	0,021	0,009	0,003

Таким чином, запропонований авторами прототип блочного алгоритму заперечуваного шифрування даних в 200 раз (для алгоритму шифрування) та в 100 раз швидший (для алгоритмів дешифрування 1 і 2), аніж алгоритм блочного шифрування запропонований М.А. Молдовяном.

Перелік посилань

- 1 Годовой отчет по кибербезопасности за 2018 год [Электронный ресурс]. – Калифорния: Cisco Systems Inc., 2018. – Режим доступа: www.cisco.com/c/ru_ru/products/security/security-reports.html.
- 2 Canetti R. Deniable Encryption / R. Canetti, C. Dwork, M. Naor, R. Ostrovsky // Advances in Cryptology: CRYPTO. – 1997. – Proceedings. P. 90–104.
- 3 Молдовян Н.А. Расширение криптосхемы Рабина: алгоритм отрицаемого шифрования по открытому ключу / Н.А. Молдовян, М.А. Вайчикаускас // Научно-технический центр оборонного комплекса «Компас»: Вопросы защиты информации. – 2014. – № 2. С. 12–16.
- 4 Молдовян Н.А. Отрицаемое шифрование на основе блочных шифров / Н.А. Молдовян, А.Р. Биричевский, Я.А. Мондикова // Информационно-управляющие системы. – 2014. – № 5. – С. 80–86.

ВИКОРИСТАННЯ КРИМІНАЛЬНОГО АНАЛІЗУ У ПРОТИДІІ КІБЕРЗЛОЧИНАМ

Досягнення у сфері ІТ закладають платформу для нових суспільних відносин, які виступають предметом кіберзлочинів та уможливають поширення інцидентів у сфері захисту інформаційного та кібернетичного простору.

Аналіз кіберзлочинності дає підстави стверджувати, що виявлені кіберзлочини проходять по звітах різних структурних підрозділів Національної поліції України, а це не дозволяє провести комплексний аналіз кіберзлочинності. Тому створено Управління кримінального аналізу Національної поліції, яке консолідує різні джерела оперативної інформації та здійснює поглиблений аналіз.

Сьогодні невизначеними у нормативно-правовому забезпеченні залишаються питання щодо методології підходів до проблематики забезпечення інформаційної безпеки, яка є технічною основою протидії кіберзлочинності. Ми згідні з розглядом понять «інформаційна безпека» та «кібербезпека» [1], як ціле і складова, враховуючи необхідність розгляду національного сегменту кіберпростору як складової частини інформаційного простору держави [1]. Як результат логічність протидії кіберзагрозам у контексті забезпечення інформаційної безпеки [2].

Основною метою функціонування ІАС є переорієнтація з версій різних систем управління базами даних на вищий якісний рівень, який дозволяє виконувати аналітичні експертні дії. Робота ІАС базується на застосуванні методів, які допоможуть співробітникам НПУ приймати об'єктивні рішення у проблемних ситуаціях, а саме: діагностика стану, інтерпретація даних, прогнозування, моніторинг.

Звідси, інформаційно-аналітична діяльність (ІАД) – це особливий напрям інформаційної діяльності, пов'язаний з виявленням, опрацюванням, збереженням, використанням та поширенням інформації у сфері управління. Інструментальний зміст ІАД у системі управління

¹ д.е.н., професор, завідувач кафедри менеджменту Львівський державний університет внутрішніх справ

² д.е.н., доцент, професор кафедри менеджменту, Львівський ДУВС

³ к.т.н., доцент, доцент кафедри інформатики Львівський ДУВС

⁴ к.е.н., доцент, доцент кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

уточнюється через сутність інформаційно-аналітичного забезпечення діяльності підрозділів НПУ та проведення кримінального аналізу інформації (КАІ). На основі [3] визначимо термін «кримінальний аналіз» – це процес ідентифікації і точного визначення внутрішніх зв'язків між відомостями стосовно злочину та іншими даними, отриманими з різних джерел; їх використання в оперативно-розшуковій та досудовій діяльності; прийняття адекватних управлінських рішень на основі їх аналітичної підтримки (на математичних моделях і методах інтелектуального семантичного аналізу, візуального темпорального аналізу, аналізу поведінкового профілю, аналізу прихованих закономірностей).

Візуальний темпоральний аналіз – відтворення та візуалізація хронології подій, які відбулися, їх тимчасове розмежування, що сприяє оперативному виявленню прихованих просторово-тимчасових закономірностей між різними подіями.

Аналіз поведінкового профілю – відображає різні аспекти діяльності злочинця звичний спосіб вчинення злочину, місця скоєння та інші залежності, які в сукупності відповідають одному профілю. Аналіз групового поведінкового профілю дозволяє визначати спільників без явних зв'язків між собою.

Аналіз прихованих закономірностей дозволяє виявити приховані закономірності (родинні, за родом професійної діяльності, географічні стосовно до місця проживання, місця відбування покарання тощо), що дає можливість встановити ідентифікаційні зв'язки між злочинцем і скоєними ним злочинами.

В кримінальному аналізі розрізняють такі типи аналітичних продуктів: 1) аналітичний звіт (сепарована інформація з внутрішніх і зовнішніх джерел; висновки; рекомендації, прогнози, настанови; додаткові матеріали (графіки, схеми, дані геолокації)); 2) профіль (досьє) особи, об'єкта ОЗГ (максимальний обсяг інформації на об'єкт аналізу у відповідності до запиту ініціатора); 3) інформаційне зведення (оброблені табличні дані шляхом вибірки з баз даних за критеріями ініціатора); 4) витяг інформації (вибірка інформації з баз даних за критеріями ініціатора).

Отже, на думку авторів успішна реалізація та впровадження технологій кримінального аналізу дасть можливість активно використовувати ІАД у протидії кіберзлочинності.

Перечень ссылок

1. Бурячок, В. Л. Інформаційна та кібербезпека: соціотехнічний аспект: підручник / В. Л. Бурячок, В. Б. Толубко, В. О. Хорошко, С. В. Толлопа; за заг. ред. д-ра техн. наук, професора В. Б. Толубка. К.: ДУТ, 2015. – 288 с.
2. Проблеми чинної вітчизняної нормативно-правової бази у сфері боротьби з кіберзлочинністю: основні напрями реформування. Аналітична записка. Національний інститут стратегічних досліджень. Електронний ресурс. Шлях доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/454/>.
3. Кримінальний аналіз у діяльності НПУ / Концепції впровадження в Національній поліції України моделі поліцейської діяльності, керованої аналітикою «Intelligence Led Policing» // Електронний ресурс. Шлях доступу: www.slideshare.net/NationalPolice/ss-75925350.

УДК 004.056.53

Защелкин К.В.¹, Дрозд А.В.², Иванова Е.Н.³

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВОГО ВОДЯНОГО ЗНАКА В ПРОГРАММНЫЙ КОД МИКРОСХЕМ FPGA

Микросхемы FPGA являются элементной базой, широко используемой в структуре современных компьютерных систем. Настройка FPGA на решение конкретной задачи выполняется при помощи двоичного программного кода (конфигурационной информации, bitstream). Целостность программного кода FPGA потенциально может быть нарушена как в результате природных воздействий, так и в результате злонамеренных искажений. В работах [1], [2] для контроля целостности программного кода микросхем FPGA предлагается использовать цифровой водяной знак (ЦВЗ). Этот ЦВЗ содержит эталонную хэш-сумму контролируемого программного кода и внедряется в программный код вычислительных блоков LUT (Look Up Table) микросхемы FPGA.

Методы внедрения ЦВЗ [1], [2] ориентированы на FPGA с классической архитектурой. В рамках этой архитектуры элементарная про-

¹ Кандидат технических наук, доцент, кафедра компьютерных интеллектуальных систем и сетей Одесского национального политехнического университета

² Доктор технических наук, профессор, кафедра компьютерных интеллектуальных систем и сетей Одесского национального политехнического университета

³ Старший преподаватель, кафедра компьютерных систем Одесского национального политехнического университета

граммируемая ячейка FPGA содержит программируемый вычислительный блок LUT и программируемый триггер. Блок LUT имеет n входов и реализует одну логическую функцию от n аргументов. Результат вычисления логической функции может подаваться на выход программируемой ячейки FPGA через триггер (который входит в состав ячейки) или минуя его.

Внедрение ЦВЗ выполняется за счет системы эквивалентных преобразований программного кода пары последовательно соединенных блоков LUT, предложенной в работах [3], [4]. Методы внедрения ЦВЗ в программный код FPGA [1], [2] предполагают только два варианта последовательного соединения блоков LUT для образования целевых пар блоков: 1) непосредственное соединение блоков LUT; 2) соединение блоков LUT через триггер, входящий в состав элементарной программируемой ячейки FPGA.

В последние годы имеется тенденция усложнения элементарной программируемой ячейки FPGA, которое заключается в: а) увеличении количества, входящих в ячейку блоков LUT и программируемых элементов памяти; б) включении в ячейку наряду с программируемыми блоками также и блоков, имеющих жесткую логику функционирования («жестких блоков»). Так, например в FPGA Intel (Altera) Cyclone V и Cyclone 10GX имеют в составе элементарной программируемой ячейки 2 (6) блоков LUT, 2 «жестких сумматора» и 4 программируемых триггера.

Методы внедрения ЦВЗ в программный код FPGA, предложенные в работах [1], [2] не позволяют использовать для внедрения разрядов ЦВЗ блоки LUT, между которыми включены сумматоры. В этих условиях использование методов [1], [2] применительно к ячейкам с усложненной (по сравнению классической) структурой возможно, но ограничивается только целевыми блоками LUT, которые соединены непосредственно или через триггер. Это ограничивает возможный объем ЦВЗ, внедряемого в микросхему FPGA с целью контроля целостности ее программного кода.

В данной работе предлагается усовершенствование методов [1], [2] путем добавления возможности внедрения разрядов ЦВЗ в блоки LUT, которые формируют значения операндов для «жестких сумматоров» программируемой ячейки FPGA. Усовершенствование достигается за счет использования свойств двоичных сумматоров, заключающихся в инвертировании или сохранении значений на выходе суммы и переноса при различных вариантах инвертирования входных значений. Предлагаемое усовершенствование позволяет увеличить количество блоков LUT, пригодных для внедрения разрядов ЦВЗ, в условиях использования элементарной программируемой ячейки с усложненной структурой.

Перечень ссылок

1. Zashcholkin K. The Control Technology of Integrity and Legitimacy of LUT-Oriented Information Object Usage by Self-Recovering Digital Watermark / K. Zashcholkin, O. Ivanova // CEUR Workshop Proceedings. – 2015. – Vol. 1356. – P. 486–497.
2. Zashcholkin K. LUT-object integrity monitoring methods based on low impact embedding of digital watermark / K. Zashcholkin, O. Ivanova // Proceedings of the 14th International Conference «Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET-2018)». – Lviv-Slavske, 2018. – P. 519–523.
3. Drozd A. Use of natural LUT redundancy to improve trustworthiness of FPGA design / A. Drozd, M. Drozd, M. Kuznietsov // CEUR Workshop Proceedings. – 2016. – Vol. 1614. – P. 322–331.
4. Drozd O. Improving of a circuit checkability and trustworthiness of data processing results in LUT-based FPGA components of safety-related systems / O. Drozd, M. Drozd, O. Martynyuk and M. Kuznietsov // CEUR Workshop Proceedings. – 2017. – Vol. 1844. – P. 654–661.

УДК 621.391.63

Карпуков Л.М.¹, Щекотихин О.В.², Савченко Д.К.³

АНАЛИЗ ВОЗБУЖДЕНИЯ МОД НА РАДИАЛЬНЫХ СМЕЩЕНИЯХ СОЧЛЕНЯЕМЫХ ОПТОВОЛОКОН

В процессе монтажа оптических линий связи в местах сочленения оптоволокон возможно появление неоднородностей, обусловленных: осевым, радиальным и угловым смещением соединяемых волокон, не параллельностью их торцевых поверхностей, а также несоответствием их размеров и различием в показателях преломления материала световодов.

На неоднородностях световодов возникают потери оптической мощности, которые обусловлены частичным отражением основной моды от плоскости сочленения, ее преобразованием в распространяющиеся моды высших порядков и моды излучения.

Оценка оптических потерь на неоднородностях, как правило, производится с помощью коэффициентов Френеля в предположении нормального падения плоской оптической волны на плоско-параллельные границы раздела диэлектрических сред [1, 2]. Более строгий анализ процессов на неоднородностях обеспечивает общая теория возбуждения мод [1].

¹ д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Защита информации», ЗНТУ

² к.т.н., доцент кафедры «Защита информации», ЗНТУ

³ аспирант кафедры «Радиотехники и телекоммуникаций», ЗНТУ

Для радиального смещения оптоволокон, представленного на рис.1, Френелевская оценка потерь выполнена в [1].

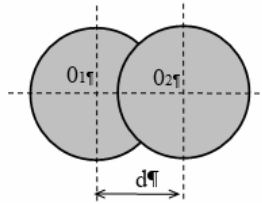


Рисунок 1 – Радиальное смещение оптоволокон

Целью настоящей работы является электродинамический анализ возбуждения мод при радиальном смещении сочленяемых оптоволокон.

Пусть в сечении $z=0$ на торец слабнонаправляющего оптоволоконка вдоль его оси падает однородный пучок света. Радиусы пучка и оптоволоконка одинаковы и равны a . Центр пучка смещен относительно центра волокна на величину d . Смещение намного меньше радиусов пучка и волокна. Будем считать, что оптоволоконно возбуждается только той частью пучка света, который непосредственно попадает на торец сердцевинны оптоволоконка.

Мощность m -й моды, возбуждаемой однородным пучком света, может быть вычислена по соотношению:

$$P_m = A_m^2 N_m = \frac{n_1}{2Z_0} \frac{\left| \int_0^{2\pi} \int_0^\infty E_x e_m(\rho, \varphi) \rho d\rho d\varphi \right|^2}{\int_0^{2\pi} \int_0^\infty e_m^2(\rho, \varphi) \rho d\rho d\varphi}, \quad (1)$$

где A_m – амплитуда m -й моды; N_m – коэффициент нормировки мощности; ρ – радиус сердцевинны оптоволоконка; Z_0 – волновое сопротивление свободного пространства; n_1 – коэффициент преломления сердцевинны;

$e_m(\rho, \varphi)$ – напряженность поля m -й моды; $E_s(\rho) = \begin{cases} 1, & 0 \leq \rho \leq a, \\ 0, & a > \rho, \end{cases}$ – поле

пучка света, несущего мощность

$$P_s = \frac{n_1 \pi a^2}{2Z_0}. \quad (2)$$

В цилиндрической системе координат граница поверхности торца оптоволоконка, облучаемой светом, определяется следующим выражением:

$$\rho(\varphi, d) = \begin{cases} a \delta(\varphi, d), & -\varphi_0 \leq \varphi \leq \varphi_0, \\ a, & \varphi_0 \leq \varphi \leq 2\pi - \varphi_0, \end{cases} \quad (3)$$

$$\text{где } \delta(\varphi, d) = \sqrt{1 - \left(\frac{d}{a}\right)^2 \sin^2(\varphi)} - \frac{d}{a} \cos(\varphi),$$

$$\varphi_0 = \frac{\pi}{2} + \arcsin\left(\frac{d}{2a}\right).$$

Интегрирование в (1) по области с границей (2) дает следующее соотношение для мощности возбуждаемой моды:

$$P_m = \frac{n_1}{2\pi a^2 Z_0 N_m} |S_0 - S_1|^2, \quad (4)$$

где

$$S_0(m) = \int_0^{2\pi} \int_0^a \frac{J_m(\bar{\chi}_1 \rho/a)}{J_m(\bar{\chi}_1)} \cos(m\varphi) \rho d\rho d\varphi = \begin{cases} 2\pi a \frac{J_1(\bar{\chi}_1)}{\bar{\chi}_1 J_0(\bar{\chi}_1)}, & m=0, \\ 0, & m \neq 0, \end{cases} \quad (5)$$

$$S_1(m, d) = 2 \int_0^{\varphi_0} \cos(m\varphi) \int_{\rho(\varphi, d)}^a \frac{J_m(\bar{\chi}_1 \rho/a)}{J_m(\bar{\chi}_1)} \rho d\rho d\varphi, \quad (6)$$

J_m – функция Бесселя m -го порядка, $\bar{\chi}_1$ – характеристический параметр сердцевины световода.

На основании (2), (4) отношение мощности возбуждаемой моды к мощности пучка света будет определяться следующим образом:

$$\gamma_m = \frac{1}{\pi a^2} \frac{|S_0(m) - S_1(m, d)|^2}{D(m)}, \quad (7)$$

$$\text{где } D(m) = \pi a^2 \begin{cases} \frac{J_1(\bar{\chi}_1)^2}{J_0(\bar{\chi}_1)^2} + \frac{K_1(\bar{\chi}_2)^2}{K_0(\bar{\chi}_2)^2} \text{ при } m=0, \\ \frac{1}{2} \left[\frac{K_{m+1}(\bar{\chi}_2) K_{m-1}(\bar{\chi}_2)}{K_m(\bar{\chi}_2)^2} - \frac{J_{m+1}(\bar{\chi}_1) J_{m-1}(\bar{\chi}_1)}{J_m(\bar{\chi}_1)^2} \right] \text{ при } m \neq 0, \end{cases}$$

K_m – функция Кельвина m -го порядка, $\bar{\chi}_2$ – характеристический параметр оболочки световода.

Перечень ссылок

1. Снайдер А. Теория оптических волноводов: Пер. с англ. Под ред. Е.М. Дианова, В.В. Шевченко. / Снайдер А., Лав Дж. // – М.: Радио и связь, 1987. – 656 с.
2. Гладких В.А. Френелевские потери энергии в волоконно-оптических линиях связи / В.А. Гладких, И.А. Кривошеев, Т.В. Кожевникова // Вестник ТСГУ «Машиностроение и приборостроение» – 2011, №4 (23), с.89–96.

СПОСОБ ШИФРОВАНИЯ МЕТОДОМ МАСКИРОВКИ ЛИНЕЙНОГО КОДА

В настоящее время все больше конфиденциальной информации передается по волоконно-оптическими линиям связи (ВОЛС). Это объясняется тем, что с точки зрения быстродействия, дальности, надежности и защищенности от НСИ ВОЛС занимают ведущее место.

Однако существует ряд методов съема информации с ВОЛС, в связи с чем необходимо совершенствовать их способы защиты.

Представляет интерес способ маскировки, описанный в [1], который обладает следующим недостатком: производится маскировка бит информации, содержащих «1», биты «0» передаются по линии без изменения. В связи с этим перехватчику информации легко отличить передачу незамаскированного «0» и видоизмененной «1».

Выше описанный способ предлагается усовершенствовать: перед передачей информации по волоконно-оптической линии связи выполняется ее маскировка.

Информацию, которую надо защитить, распределяют по коду RZ- 1/4, то есть на четыре части тактового интервала T.

Двоичная единица передается одной четвертью тактового интервала T в его начале, задерживается на время, равное 1/2 части тактового интервала, и передается как в начале тактового интервала, так и в третьей его четверти вместе на протяжении каждого тактового интервала T.

Маскировка информации выполняется также при передаче двоичного нуля, передача которого происходит заменой отсутствующей в тактовом интервале T нулевой посылки на посылку импульсов соответствующих двоичной единице, и выполняются такие же преобразовательные действия как для двоичных единиц.

Передача замаскированных двоичных единиц и нуля происходит на двух обязательно соседних длинах волн стандартного частотного плана WDM, которые мультиплексируются и передаются одновременно, на приемной стороне после демультимплексирования информация замаскированных двоичных нулей отбрасывается, а двоичных единиц передается для дальнейшей обработки, в процессе которой информация на 1/4 и 3/4 частях каждого тактового интервала T кода RZ-1/4 задерживается на время, равное 1/4 части тактового интервала, в соответствии информа-

¹ д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Защита информации», ЗНТУ

² к.т.н., доцент, доцент кафедры «Защита информации», ЗНТУ

³ аспирант кафедры «Радиотехники и телекоммуникаций», ЗНТУ

⁴ магистр кафедры «Защита информации», ЗНТУ

ція отображається на 2/4 і 4/4 частях в кожному тактовому інтервалі при передачі двоичної одиниці, а на виході приймача отримується інформація в коді NRZ.

Перечень ссылок

1. Манько А. А. Захист інформації на волоконно-оптичних лініях зв'язку від несанкціонованого доступу. / Манько А. А., Каток В.Б., Задорожній М.Д. // Ювелійна науково-технічна конференція «Правове, нормативне та Метрологічне забезпечення системи захисту інформації в Україні» – Київ 2001
2. Пат. 123836 Україна, МПК Н 04 К 1/10 Н 04 В 10/25. Спосіб захисту інформації у волоконно-оптичних лініях зв'язку від несанкціонованого доступу [Електронний ресурс] / О. В. Щекотихін, Л.М. Карпуков, Д.К. Савченко, Т.В Литовка; опубл. 12.03.2018, – Режим доступу: <http://base.uipv.org>
3. Литовка Т.В. Вдосконалений метод маскування лінійного коду / Литовка Т.В., Щекотихін О.В. // Тиждень науки: Щорічна наук.-практ. конф. викладачів, науковців, молодих учених і аспірантів, 18–21 квітня 2017 р. : тези доповідей. – Запоріжжя 2017.

УДК 004.056.5

Корольков Р.Ю.¹

ЕМПІРИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАХИЩЕНОСТІ БЕЗДРОВОТИХ МЕРЕЖ СТАНДАРТУ 802.11 НА ВУЛИЦЯХ М. ЗАПОРІЖЖЯ

Розвиток стандартизації в рамках проекту IEEE 802.11, бездротового високошвидкісного доступу в Інтернет, захоплення масового ринку обладнанням Wi-Fi – всі ці фактори призвели до широкого впровадження WLAN. Однак небезпечне використання або адміністрування бездротових мереж тягне за собою серйозні загрози. Так, підключення до Wi-Fi мережі, зі слабким налаштуванням безпеки, є ризикованим: дані, що передаються, можуть бути доступні стороннім особам, внаслідок чого вся конфіденційна інформація може стати відкритою для зловмисників. Для перехоплення всіх необхідних даних досить перебувати в зоні дії мережі Wi-Fi, в якій безпосередньо знаходиться електронний пристрій. Одним з важливих аспектів при передачі даних по мережі є шифрування трафіку, так як для перехоплення інформації, що передається по бездротовій мережі, не потрібно фізичного впливу, а досить просто «слухати» канал і перехоплювати необхідну інформацію.

На прикладі міста Запоріжжя, насиченого Wi-Fi мережами, представляє інтерес виконати аналіз вразливостей бездротових мереж і оцінити існуючий на сьогоднішній день розподіл мереж по типу шифрування і способам автентифікації.

¹ ст. викладач кафедри «Захист інформації», ЗНТУ

Будь-яка взаємодія точки доступу та бездротового клієнта, побудовано на двох основних процедурах: автентифікації (встановлення автентичності) та шифруванні. Процедура автентифікації визначає, яким чином клієнт представляється точці доступу. Дана процедура можлива в трьох варіантах:

- відкрита мережа, в якій всі пристрої, які підключаються вважаються вже авторизованими (Open);
- захищена мережа Shared, в якій процедура автентифікації пристрою перевіряється ключем/паролем;
- автентифікація по протоколу EAP, при якій справжність пристрою, що підключається перевіряється зовнішнім сервером.

Якщо мережа вважається відкритою (Open Authentication), то це не означає, що дані які в ній передаються знаходяться у відкритому вигляді. При передачі даних використовуються різні процедури шифрування.

1. WEP – використовує RC4 шифр з довжиною ключа 64 або 128 біт (ключі статичні або динамічні).

2. TKIP – вдосконалений протокол WEP, також заснований на алгоритмі шифрування RC4, який відповідає за збільшення розміру ключа до 128 біт і за заміну одного статичного ключа WEP ключами, які автоматично генеруються і розсилаються сервером автентифікації.

3. AES / CCMP використовує шифр AES з 256 бітовим і є найбільш надійним алгоритмом шифрування.

4. Варіант None передбачає відсутність шифрування.

Комбінація No Encryption – Open Authentication являє собою саму незахищену мережу і використовується тільки в системах гостьового доступу. Таким чином, щоб зламати мережу з Open Authentication, No Encryption – нічого не потрібно, крім підключення до мережі. При використанні шифрування WEP, необхідний час тільки на перебір вектора ініціалізації. При використанні шифрування TKIP або AES пряме дешифрування можливо, але важке. Ці алгоритми можуть бути зламані за допомогою перебору варіантів пароля з використанням словника. Прості паролі підбираються за кілька годин, в той час як на підбір складних паролів може знадобитися кілька тижнів і навіть місяців.

Для аналізу вразливостей бездротових мереж в центральній частині м. Запоріжжя був проведений збір інформації. За допомогою необхідного обладнання, а саме, дводіапазонного підсилювача бездротового сигналу, ноутбука, та GPS пристрою, що дозволяє точно оцінити місце розташування бездротової точки доступу, були отримані координати Wi-Fi мереж в центрі м. Запоріжжя, згідно заданому заздалегідь маршрутом. У нього були включені центральні вулиці, провулки, набережні, проїзди і площі з вели-

кою різноманітністю громадських місць, що і дозволило надалі провести аналіз загальнодоступних Wi-Fi мереж міста Запоріжжя.

Автоматично були визначені наступні параметри знайдених бездротових точок: ідентифікатор і назву бездротової мережі (робоче системне ім'я); MAC адреса пристрою (фізичну адресу точки доступу); виробник точки доступу; показник рівня сигналу (потужність Wi-Fi сигналу); тип шифрування; спосіб авторизації; канал, на якому працює пристрій; координати знайденої точки; час і дата.

В результаті аналізу отриманих даних була виконана оцінка захищеності бездротових точок в центрі м. Запоріжжя. Отримані оцінки були засновані на аналізі типу шифрування і способу автентифікації. За типом шифрування Wi-Fi мережі в основному захищені від атак зловмисників. Але, не дивлячись на те, що близько 76% всіх перевірених бездротових точок використовують надійний метод шифрування CCMP, що залишилися 24%, використовують менш захищені способи, такі як: TKIP, WEP або, взагалі, відкритий вид шифрування. Також можна зробити висновок, що бездротові мережі в центрі м. Запоріжжя в основному захищені від загроз і за способом автентифікації: найбільш надійною формою захисту користуються переважна кількість – 65%, але також варто відзначити, що 21% всіх пристроїв – це відкриті мережі, які не потребують авторизації користувачів.

Підводячи підсумок, хотілося б відзначити, що існуючі методи авторизації та шифрування, та їх комбінації дозволяють отримати прийнятний рівень безпеки. Рекомендується використовувати протокол захисту WPA2 та протокол шифрування CCMP з використанням складного ключа доступу (довжина пароля від 10 знаків використовуючи прописні та рядкові букви алфавіту, цифрові спецсимволи. Також парольна політика повинна включати обмеження по терміну дії пароля до 90днів).

У той же час, для створення надійної системи захисту, окрім програмного захисту слід також враховувати необхідність постійного моніторингу роботи мережі, організацію технічного та фізичного захисту.

Перелік посилань

1. IEEE 802.11. IEEE standards. <http://standards.ieee.org>, 2008. [On- line; accessed January-2016].
2. Hanwei Hsiao, Tienhe Chang, and ChihChe Chang. Wireless security analysis using wardrive investigation in kaohsiung areas. In The 3rd International Workshop on Intelligent Data Analysis and Management, pages 111–121. Springer, 2013.
3. Бандурян А. Анализ угроз для беспроводных сетей // Журнал «Компьютерное обозрение». – 2010. – No12(723).
4. Frank Bulk The ABCs Of WPA2 Wi-Fi Security – Network Computing, 2006
5. Щербак В.Б., Ермаков С.А. «Безопасность беспроводных сетей: стандарт IEEE 802.11». - М: РадиоСофт, 2010, –255 с.

ОЦІНКА ЗАХИЩЕНОСТІ СИСТЕМ NEXEDGE

Для багатьох організацій захист радіозв'язку відіграє найважливішу роль в забезпеченні щоденної планової діяльності та в координації дій в разі виникнення надзвичайної ситуації. У стрімко мінливому світі бізнесу, промисловості та громадської безпеки вимоги до засобів зв'язку значно еволюціонували. Зараз користувачам потрібні інноваційні функції новітніх цифрових технологій.

Сучасна відповідь на цей запит – NEXEDGE Gen2 від компанії JVC Kenwood [1, 2]. NEXEDGE – це універсальна телекомунікаційна система, яка має широкий спектр можливостей, затребуваних у державних структурах, бізнесом, підприємствами різних галузей. В даній системі використовується цифровий радіопротокол NXDN [3] та багатосайтові транкінгові мережі.

Проведений аналіз технічної документації показав, що при розробці систем NEXEDGE Gen2 особливу увагу було приділено таким аспектам забезпечення безпеки зв'язку, як шифрування інформації, автентифікація абонентів і захист від несанкціонованого доступу. Вирішення цих завдань досягається за рахунок таких складових (рис. 1):

1. високий рівень захисту, що використовує наскрізне шифрування (від джерела до одержувача), для забезпечення наскрізного шифрування допускає опціональне використання: власних, відомчих засобів криптографічного захисту, як окремих модулів, вбудованих в термінали NEXEDGE, для чого передбачені спеціальні функціональні роз'єми; установка опціонних модулів криптозахисту системи NEXEDGE, таких як Rolling Code, Freq hopping, DES, вбудованих в термінали NEXEDGE.

2. Система NEXEDGE забезпечує два рівні безпеки інформації:

3. стандартний рівень захисту, що використовує шифрування радіоінтерфейсу NXDN. Засоби захисту радіоінтерфейсу включають в себе механізми автентифікації абонента, а також забезпечення конфіденційності трафіку і шифрування інформації. Вбудований в термінали NEXEDGE інверсійний скремблер забезпечує захист мови в аналоговому FM режимі. Функції AES високорівневого кодування голосової інформації забезпечують захист від випадкового прослуховування в цифровому (digital) режимі. Наявність 15-бітового кодового ключа забезпечує надійний захист від навмисного прослуховування;

¹ старш. викладач кафедри «Захист інформації», ЗНТУ

4. На кожен систему NEXEDGE виробник надає ліцензійний ключ, що дозволяє проводити адміністрування системи, навіть якщо зломисники мають такі ж радіостанції та інформацію про частоти користувача. Без ліцензійного ключа неможливо не тільки прописатися в систему зв'язку, а й просто прослухати радіоефір.



Рисунок 1 – Складові забезпечення безпеки зв'язку NEXEDGE

Міжмережні канали зв'язку додатково захищені за допомогою шифрованого VPN-тунелювання. Kenwood додатково пропонує модулі AES & DES шифрування для забезпечення більш високого рівня захисту.

Для деяких користувачів критично важливо мати гарантований безперебійний зв'язок для вирішення особливо відповідальних завдань. В цьому випадку, в системі NEXEDGE Gen2 призначається захищений пріоритетний канал для певної групи, кількох груп, або диспетчера. Члени такої групи будуть мати пріоритетний доступ до свого каналу, що дуже важливо, наприклад, для забезпечення роботи служб громадської безпеки.

Такі рішення максимально захищають систему зв'язку в цілому і виключають ризики і проблеми, пов'язані з несанкціонованими або спрямованими протиправними діями.

Перелік посилань

1. Цифровая радиосвязь Kenwood NEXEDGE [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <http://www.nexedge.com.ua>.
2. Цифровая система связи NEXEDGE [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <http://nxdn.ru/faq/#23>.
3. NXDN™: A brief overview [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <http://www.nxdn-forum.com/what-is-nxdn/nxdn-a-brief-overview/>.

КОНТРОЛЬ ЗА ОБ'ЄКТАМИ БЕЗКОНТАКТНИМ МЕТОДОМ

Контроль за виділеним приміщенням повинен здійснюватися постійно і, бажано, негласно.

Можливість виявити людину за непрозорою перешкодою завжди цікавила військових, служби спеціального призначення та рятувальників. Прилади, які здатні спостерігати крізь стіни, працюють за принципом радара [1,2]. Досліджувана зона опромінюється електромагнітними хвилями тієї довжини, яка дозволяє проникати крізь перешкоди. За характером їх відображення судили про кількість об'єктів на шляху поширення радіохвиль, їх швидкість і напрямок переміщення.

Проаналізована можливість практичного застосування розробки американських програмістів, які навчилися бачити крізь стіни за допомогою RF Capture [3]: за допомогою бездротового передавача була складена тривимірна карта приміщення для пошуку людей. На основі сигналів, що відбиваються від людини, новий механізм відтворює його точний силует і місце розташування.

Прилад RF Capture [4] був розроблений в лабораторії інформатики та штучного інтелекту Массачусетського технологічного інституту. Він передає Wi-Fi-сигнали, які проходять крізь стіну і відбиваються від тіл людей, які знаходяться в сусідньому приміщенні.

Різні частини тіла людини відображають такий сигнал по-різному в залежності від положення тіла щодо джерела опромінення. Цей пристрій відстежує, як ці відбиті хвилі змінюються в залежності від рухів людини. Потім він збирає ці відображення і «склеює» їх в єдиний силует.

RF Capture відстежує рухи об'єктів за допомогою техніки зворотного радіолокаційного синтезування апертури (ISAR). Техніка працює наступним чином: коли об'єкт переміщується, він відображає сигнал з різних точок простору, що дозволяє думати про нього, як про рухому антену. Пристрій захоплює тимчасову послідовність значень відбитого сигналу і розглядає їх послідовність просторових міток. Використовуючи стандартну антену, RF Capture здатний визначити відносний кут руху людини по відношенню до пристрою.

Такий пристрій здатний відрізнити людей по їх «силуетним відбиткам». В результаті, він зміг розрізнити 15 осіб з точністю в 90 від-

¹ канд. техн. наук, проф. ЗНТУ

² студент ЗНТУ

сотків, а також визначати особливості рухів (наприклад, пише людина або ходить по кімнаті).

Завдяки даній технології розширюється вибір засобів безконтактного захисту приміщення. Пристроєм Wi-Fi можливо поєднувати 2 функції: як доступ в інтернет, так і контроль за виділеним приміщенням з можливістю свосчасно виявити проникнення людей на територію, що контролюється. Таким чином, стає можливим негласний контроль за тим, що відбувається в приміщенні. Крім того, для використання таких пристроїв не потрібно отримувати будь-які додаткові дозволи, тому що використовується стандартний діапазон частот і потужність випромінювання.

Перелік посилань

1. Wi-Fi: как видеть сквозь стены и отслеживать перемещения людей по сигналу Wi-Fi <https://www.computerra.ru/183630/wi-vi-see-through-the-wall/>
2. Обычный Wi-Fi роутер поможет видеть сквозь стены <https://nplus1.ru/news/2017/05/08/wi-fi-through-the-walls>
3. Лізунов С.І., Верещака М.П. Спостереження за виділеним приміщенням за допомогою пристрою RF Capture. Матеріали Всеукраїнського науково-практичного семінару «Використання сучасних інформаційних технологій в діяльності Національної поліції України». 25 листопада 2016 року, Дніпро: Державний університет внутрішніх справ, 2016. – с. 86–87.
4. RF-Capture: Capturing the Human Figure Through a Wall <http://rfcapture.csail.mit.edu/>

УДК 004.056.5

Неласа Г.В.¹, Козіна Г.Л.², Шовгенюк Р.В.³

ВИКОРИСТАННЯ ПРОТОКОЛУ КОЛЕКТИВНОГО ЦИФРОВОГО ПІДПISУ В ТЕЛЕМЕДИЦИНІ ПРИ ПРОВЕДЕННІ КОНСЛІУМУ ЛІКАРІВ

Фундаментальним завданням кожної держави є забезпечення права громадянина на здоров'я та захист. В Україні існує висока концентрація технічного та кадрового потенціалу у великих містах та мегаполісах. За такої ситуації якісна, своєчасна, кваліфікована медична допомога недоступна для більшості населення, яке проживає в сільській місцевості, що призводить до погіршення здоров'я населення та скорочення середньої тривалості життя. Сучасні економічні, наукові та суспільні змі-

¹ канд. техн. наук, доц. ЗНТУ

² канд. ф.-м. наук, доц. ЗНТУ

³ студент ЗНТУ

ни, розвиток та впровадження інноваційних технологій, глобалізація обміну інформацією примушують до відповідних швидких змін у медичній галузі, зокрема щодо комплексного захисту і конфіденційності персональних та корпоративних даних в сучасних телемедичних системах.

Одним із пріоритетних напрямів діяльності держави є створення ефективних механізмів побудови та функціонування національної телемедичної мережі, розвиток сумісних науково-практичних галузей, правове регулювання системи надання телемедичних послуг. Телемедицина стає все більш важливішою галуззю щодо надання медичних послуг, обміну лікарським досвідом та підвищенні рівня кваліфікації медичного персоналу.

Актуальність питань захисту телемедичної інформації та забезпечення належного рівня криптографічної безпеки безсумнівна. Це пов'язано з тим, що дедалі більше в практичній діяльності закладів охорони здоров'я впроваджуються та використовуються новітні медичні технології та заходи, в тому числі телемедичне консультування. При наданні телемедичних послуг має бути забезпечено збереження особистої, лікарської таємниці і інших таємниць, передбачених законодавством України, а також конфіденційності персональних даних. Зокрема, програмне забезпечення, що використовується для телемедичного консультування повинно забезпечувати відповідний рівень захисту інформації та її автентичність шляхом використання електронного цифрового підпису.

Розробка та зручна програмна реалізація криптографічних протоколів цифрового підпису на основі еліптичних кривих може бути тим інструментом, який дозволить медичному персоналу при використанні інструментів телемедицини передавати та отримувати відповідні повідомлення та медичну інформацію з достатньою криптографічною стійкістю та потрібною швидкістю.

Консиліум – нарада кількох лікарів однієї чи різних спеціальностей. Консиліум може бути необхідним для встановлення стану здоров'я обстежуваного, діагнозу, визначення медичного прогнозу, тактики подальшого обстеження та лікування, доцільності направлення у спеціалізоване відділення чи інший, профільний, лікувальний заклад.

Ключовою відмінністю консиліуму лікарів є колективна відповідальність за зміст медичного висновку. Для забезпечення автентичності такого документу в телемедичній системі авторами пропонується використовувати протоколи колективного цифрового підпису (рис. 1), засновані на стандартах відповідних країн.

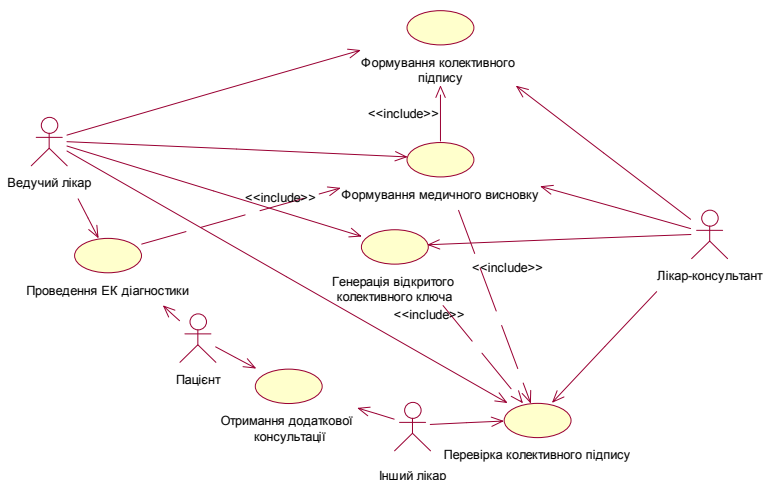


Рисунок 1 – Процес телемедичного консилиуму лікарів з отриманням підписаного колективним ЕЦП медичного висновку

В рамках даного дослідження авторами також розроблено відповідне програмне забезпечення у вигляді клієно-серверного додатку.

УДК 004.056(075)

Трухачов А.В.¹, Козина Г.Л.²

МОДЕЛЬ КОДУВАННЯ ДАНИХ У ФОРМАТ BASE58CHECK ДЛЯ ФОРМУВАННЯ BITCOIN-АДРЕСИ

Володіння біткоїнами встановлюється через цифрові ключі, біткоїн-адреси і цифрові підписи. Приватний ключ користувача являє собою 256-бітне випадкове число. За допомогою приватного ключа формують публічний ключ і біткоїн-адреса.

Схема перетворення приватного ключа у біткоїн-адресу зазначена на рис. 1.

¹ студент гр. РТ-813м ЗНТУ

² к.ф.-м.н., доцент кафедри захисту інформації ЗНТУ

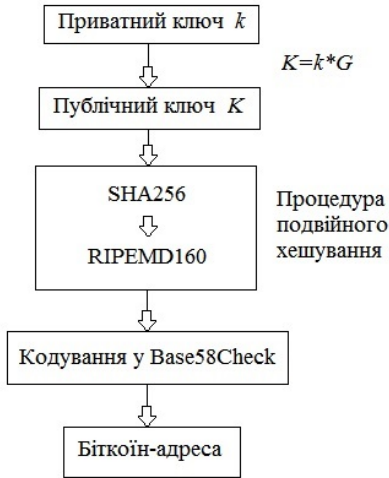


Рисунок 1 – Схема перетворення приватного ключа у біткоїн-адресу

Формат кодування Base58Check був розроблений для використання в Біткоїн і інших криптовалютах.

Base58 – це підмножина Base64, що використовує прописні і заголовні букви і цифри, але без символів 0 (нуль), O (заголовна буква o), l (маленька L), I (велика i), і символів «+» і «/», які часто стають причиною помилок і можуть відображатися ідентично деякими шрифтами [1].

Для конвертації біткоїн-адреси або інших даних в формат Base58Check, до неї додається префікс, званий «байтом версії», який служить для визначення типу кодованих даних. Наступним етапом є обчислення контрольної суми. Для цього префікс і дані хешуються алгоритмом SHA256. Потім отриманий результат хешується повторно цим же алгоритмом[2].

Авторами побудована комп'ютерна модель перетворення приватного 256-бітного ключа в біткоїн-адресу, досліджено можливість колізій, тобто співпадіння біткоїн-адрес, які відповідають різним приватним ключам.

Схема кодування даних у формат Base58Check зазначена нижче:

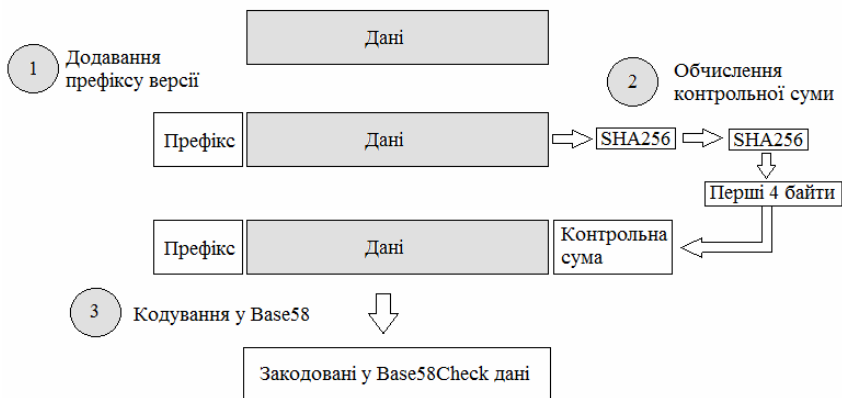


Рисунок 2 – Схема кодування даних у формат Base58Check

Перелік посилань:

1. Arvind Narayanan Bitcoin and Cryptocurrency Technologies [Електронний ресурс] / Arvind Narayanan, Joseph Bonneau, Edward Felten, Andrew Miller, Steven Goldfeder – Режим доступу: <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/IN5420/v18/timeplan/resources/bitcoin-and-cryptocurrency-techniques.pdf>
2. Andreas M. Antonopoulos Mastering Bitcoin [Електронний ресурс] / Andreas M. Antonopoulos – Режим доступу: <https://bitcoinbook.info/wp-content/translations/ru/book.pdf>

6 СЕКЦІЯ «ФІЗИКА І ТЕХНОЛОГІЯ МІКРО- ТА НАНОЕЛЕКТРОНІКИ, МЕТРОЛОГІЯ»

УДК 621.372.543

Ilchenko M.E.¹, Zhivkov A.P.², Kamarali R.V.³,
Saychenko I.O.³, Shevtsov K.O.⁴

NORMAL AND PARTIAL OSCILLATIONS IN THE MICROWAVE FILTERS WITH MUTUALLY DEGENERATED ON FREQUENCY RESONATORS

Using the formulas given in [1], it can be shown that for a bandpass filter on mutually detuned resonators of different types disposed in parallel channels and unrelated, their transmission coefficients are defined as (for $K_p = K_m = K$):

$$T = j2K*a/[(1 + K + j\xi)^2 + a^2] \quad (1)$$

where ξ is the generalized frequency detuning with respect to f_0 – the central frequency, and a generalized frequency detuning with respect to the frequencies of the «magnetic» f_m and the «electric» f_e oscillations with respect to f_0 .

From the expressions given in [2] follows that the transmission and reflection coefficients of the bandstop filters are «dual» to the expressions (1) for the bandpass filters.

In Fig. 1 a), b) and c) the amplitude-frequency characteristics (AFC) of transmission coefficients of the band-pass and notch filters are presented, respectively.

According to common terminology (see e.g. [3].) that oscillations 1 and 2 of the individual resonators – «partial», and AFC 3 – resulting, exhibits maxima at the frequencies, which are called «normal». As for the bandpass and bandstop filter for separate oscillation frequency response peaks correspond to detuning $\xi_m = \pm a$. The maxima of the frequency response of bandpass filter corresponding to the frequencies of «normal» oscillations are achieved by detuning

$$\xi_m = \pm \sqrt{a^2 - (1 + K)^2} \quad (2)$$

¹ PhD, vice-rector of science, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute» (KPI)

² PhD, associate professor, KPI

³ postgraduate student, KPI

⁴ student, KPI

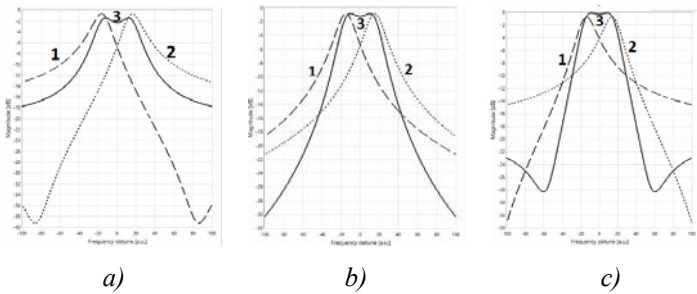


Figure 1 – Curves 1 and 2 – the frequency response of the individual resonators, curves 3 – AFC cavity filter as a whole. AFC plotted for values of $K = 10$ and $a = 15$ $d = -0,1$ (Fig. a) and $K = 10$ and $a = 15$ $d = 0$ (Fig. b)) and $K = 10$ and $a = 15$ $d = 0,1$ (Fig. c)

From (2) follow that the «normal» frequency lie within the «partial». The graphs in Fig. 1 a), b) and c) is confirmed what was said for both band-pass and bandstop filters for the constructed on the basis of resonators with different, unrelated types of vibrations. For filters interconnected resonators all exactly the opposite [3] – «partial» frequencies lie within the «normal». It is possible that this is one of the consequences of «metamaterial» filters with mutually frustrated resonators.

References

1. Ilchenko ME, Zhivkov A.P. Dual channel UHF bandpass filter // Electronic Appliances, Microwave Electronics, vol. 9, 1989, p. 12–14.
2. Ilchenko ME, Zhivkov A.P. Orlov A.T. Filters based on resonators with close frequency modes as a metamaterial cell.// Naukovi visti NTU «KPI». – 2016. – № 1 (104). – S. 7–14.
3. M.I. Rabinovich and D.I. Trubetskov. Introduction to the theory of waves and vibrations. – M. «Science,» Heads. Ed. Physics and Mathematics of literature, 1984. – 431 p.

МОДЕЛЬ БЕЗВІДМОВНОСТІ СКЛАДНОГО ТЕХНІЧНОГО ОБ'ЄКТУ

Складні технічні об'єкти в сучасному суспільстві мають виключно важливе значення. Йдеться в першу чергу про різні радіоелектронних комплексах військового і спеціального призначення, радіолокаційних станціях, автоматизованих системах управління (повітряним рухом, об'єктами енергетики і т.п.). Від рівня безвідмовності таких об'єктів залежить обороноздатність держави, економічна безпека, життя сотень і тисяч людей.

Такі об'єкти відносяться до класу відновлюваних об'єктів тривалого багаторазового застосування. Вони, як правило, є дорогими і вимагають значних витрат на їх експлуатацію.

Проблема полягає в тому, що при розробці таких об'єктів всі питання, пов'язані з ремонтпридатністю і технічним обслуговуванням повинні вирішуватися вже на ранніх етапах проектування об'єкта. Оскільки всі ці питання повинні вирішуватися на етапі створення об'єкта (коли об'єкта ще немає), необхідні математичні моделі процесу ТО, за допомогою яких можна було б прорахувати можливий виграш в рівні безвідмовності об'єкта за рахунок проведення ТО, оцінити необхідні для цього вартісні витрати.

Розробляється модель призначена для отримання функцій ймовірності безвідмовної роботи (або функції розподілу напрацювання до відмови) для об'єкта в цілому і всіх його конструктивних елементів за наявною інформацією про показники безвідмовності комплектуючих елементів. Функції і є показниками безвідмовності невідновлюваних об'єктів, тому й модель будемо називати моделлю безвідмовності (МБ) невідновлюваного об'єкта.

Об'єкт в цілому розглядається як елемент нульового рівня. Він завжди єдиний і не входить ні в які інші елементи.

Стратегія «адаптивного ТО» окремо не досліджували. Параметр адаптивного ТО (постійна експоненціального згладжування) було поставлено рівним 0,5 для всіх тестових об'єктів.

Це відповідає нейтральній ситуації, коли «вага» вихідних даних про показники безвідмовності елементів (завжди апіорна інформація) і даних про фактичні виміряних значеннях визначальних параметрів (апостеріорної інформації) приблизно однаковий.

¹ к.т.н., доцент кафедри Метрології та метрологічного забезпечення, Одеської державної академії технічного регулювання та якості

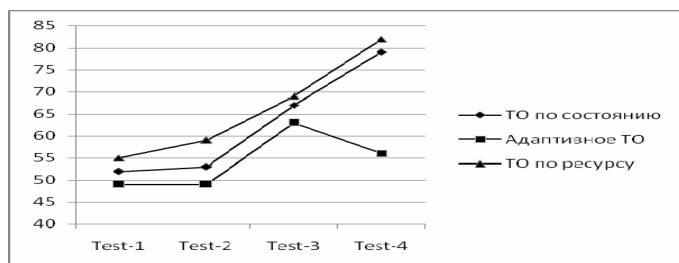


Рисунок 1 – Коефіцієнт рівня безвідмовності δT_0 , %

Отримані дані повністю підтверджують висунуте припущення про те, що стратегія «адаптивного ТО» є більш кращою в разі недостовірної (неточної) інформації про показники надійності елементів об'єкта.

За отриманими результатами можна зробити такі висновки:

1. Ефективність різних стратегій ТО істотно залежить від надійно-вартісної структури об'єкта. Якщо розподіл вартості відновлюваних (в тому числі і обслуговуються) елементів близько корелюється з розподілом їх показників безвідмовності, відмінність в ефективності різних стратегій ТО скорочується.

2. Оптимальні параметри різних стратегій ТО істотно залежать як від надійно-вартісної структури об'єкта, так і від заданої вимоги до рівня безвідмовності об'єкта. Чим більше задане значення, тим більша кількість обслуговуваних елементів має включатися в оптимальну стратегію ТО.

Перелік посилань

1. Банзак Г.В. Математическая модель процесса эксплуатации сложного технического объекта / Г.В.Банзак // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2011. – № 33. – С. 14 – 20.
2. Банзак Г.В. Методика определения оптимальных параметров технического обслуживания «по состоянию» с постоянной периодичностью контроля / Г.В.Банзак, В.Н.Цыцарев // Вісник Хмельницького національного університету. – 2011. – №4. – С.45 – 50.

ДЕТЕКТОР ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ОСНОВІ ТВЕРДОТІЛЬНОГО РОЗЧИНУ CdZnTe ДЛЯ ДОЗИМЕТРІЇ

Розробка сучасних блоків детектування, призначених для контролю стану захисних бар'єрів шляхом вимірювання потужності дози гамма-випромінювання в повітрі, в складі систем радіаційного контролю АЕС є важливим і актуальним завданням. Знаходяться в даний час в експлуатації блоки детектування системи АКРБ-03 виробили свій ресурс (АКРБ – апаратура контролю радіаційної безпеки) [1, 2]. Сама система, розроблена більше 20-ти років тому, не тільки виробила свій ресурс, але і морально застаріла [1]. Очевидно, що нові блоки детектування повинні володіти більш високими метрологічними і експлуатаційними показниками.

На основі розробленої моделі створено детектор іонізуючого випромінювання для дозиметрії. Принциповою відмінністю його від відомих приладів служить застосування в якості первинного перетворювача гамма-випромінювання (датчика) кристалів CdZnTe . Переваги такого рішення, доведені попередніми дослідженнями, дозволили створити детектор, що має:

- велику роздільну здатність, не більше 40 кеВ;
- більш широкий динамічний діапазон значень реєструється потужності дози випромінювання – від фонових до аварійних режимів роботи реактора;
- менше значення енергетичного еквівалента шуму.

Чутливий елемент дозиметра виконаний на основі кристала CdZnTe і є закінченим елементом детектора. В дозиметрі застосований алгоритм програмної корекції «ходу жорсткості» реєстрованого випромінювання, розглянутий раніше.

Функціонально індивідуальний дозиметр складається з наступних вузлів:

- детектування (детектор, попередній підсилювач, нормалізатор імпульсів);
- живлення детектора (програмно керована подача напруги на детектор);
- вимірювання температури (корекція вимірювання дози реалізовано на DS18B20);

¹ д.т.н., завідувач кафедри Нановимірювань та вимірювальної техніки, Одеської державної академії технічного регулювання та якості.

- годин реального часу (для розрахунку потужності дози DS1302);
- бездротового інтерфейсу (для отримання міток контролю проходу певних зон, а також присутності на робочому місці);
- однопровідного інтерфейсу (для передачі даних через основний блок в ЕОМ);
- контролю живлення (для контролю зарядки акумулятора);
- мікроконтролера (для загальної організації роботи управління пристроєм ATMEGA8).

При створенні такого детектора вирішена важливе завдання корекції енергетичної залежності чутливості (ЕЗЧ). Для цього розроблена модель, що зв'язує частоту імпульсів на виході блоку детектування з енергією реєстрованого випромінювання. Запропонований в ній алгоритм дозволяє корекцію ЕЗЧ з похибкою менш 7% для енергії випромінювання від 20 кеВ до 1,5 МеВ.

Вперше розроблено комплекс індивідуального дозиметричного контролю. Комплекс складається з індивідуального електронного прямопоказуючим дозиметра (ВД) і блоку розширення (БР) з ВД, розміщеними в осередках.

Застосування такого комплексу дозволить вперше створити систему контролю радіаційної обстановки та персональної дозиметрії, здатну виявляти ділянки з підвищеною радіоактивністю, вимірювати повний набір їх параметрів в реальному часі, дозу опромінення носія ВД і т.д. і забезпечить впровадження в практику роботи АЕС принцип ALARA.

Перелік посилань

1. Lutz G. Semiconductor Radiation Detectors. Device Physics / Springer-Springer-Verlag. – Berlin Heidelberg 1999, 2007. – 353 p.
2. Акимов Ю.К. Полупроводниковые детекторы в экспериментальной физике / Ю.К. Акимов, О.В. Игнатьев, А.И. Калинин, В.Ф. Кушнирук. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 384 с.

Деменский А. Н.¹, Ерохин С. Ю.², Краснов В. А.³, Шутов С. В.⁴
**ДИНАМИКА ПЕРЕГРЕВА АКТИВНОЙ ОБЛАСТИ
КРИСТАЛЛА СИЛОВОГО ДИОДА**

Основные электрофизические параметры кристаллов полупроводниковых диодов являются температурозависимыми. Ключевыми факторами, определяющими состояние активной области кристалла, являются температура окружающей среды, а также величина протекающего через диод тока. Существенное повышение температуры кристалла диода в процессе эксплуатации негативно сказывается на его долговечности, а превышение предельной температуры, указанной производителем и вовсе приводит к необратимой деградации прибора. Промышленно выпускаемые кристаллы полупроводниковых диодов, как правило, выпускаются производителем в различных вариантах корпусировки: для поверхностного монтажа, объемного монтажа, с теплоотводом и без такового и т. д. Соответственно будет различной температура, до которой нагревается кристалл. В этой связи точное определение температуры диодов, функционирующих при больших плотностях токов, а также в экстремальных температурных режимах, является актуальной задачей для инженеров и разработчиков современной электронной техники. Для определения температуры кристалла полупроводниковых приборов в настоящее время существует множество контактных и бесконтактных способов, использующих различные физические принципы, которые, как правило, подразумевают наличие доступа к открытому (некорпусированному) кристаллу. В качестве примера можно выделить такие способы как: сканирующая термомикроскопия, рамановская спектроскопия, термоотражение, жидкокристаллическая термография и др. [1]. Однако уже сами названия способов подразумевают сложность процессов измерения и необходимость в использовании специального дорогостоящего оборудования. Также большинство из них непригодны для применения в случае корпусированных приборов.

Для решения поставленной задачи авторами разработан и запатентован простой способ [2], позволяющий определять температуру как некорпусированных так и корпусированных диодов, реализация которого не требует наличия сложного оборудования. В данной работе, используя предложенный способ, авторами исследовалась динамика пере-

¹ м.н.с. ИФП им. В.Е. Лашкарева НАН Украины

² н.с. ИФП им. В.Е. Лашкарева НАН Украины

³ к.т.н., с.н.с. ИФП им. В.Е. Лашкарева НАН Украины

⁴ к.т.н., зав. лаб. №23 ИФП им. В.Е. Лашкарева НАН Украины

грева активной области кристалла силового диода UD0506T фирмы ON Semiconductor. Согласно способу, были измерены вольт-амперные характеристики (ВАХ) исследуемого прибора в диапазоне температур окружающей среды T_a от 0 до 100 °C и построены в полулогарифмическом масштабе. Также были проведены измерения зависимости дифференциального сопротивления диода от прямого тока в окрестностях предполагаемой точки перехода линейного участка ВАХ к нелинейному для каждого измеренного значения температуры. После чего была измерена калибровочная зависимость прямого падения напряжения на диоде от температуры окружающей среды при токе, не перегревающем кристалл для определения дифференциальной токовой термочувствительности.

На рисунке представлена полученная зависимость перегрева ΔT активной области исследуемого диода в процессе эксплуатации от величины температуры окружающей среды T_a . Измерения проводились при величине прямого тока $I = 5$ А (максимальное значение, указанное производителем). Определено предельное значение температуры окружающей среды для безаварийной работы исследуемого образца (пунктирная линия на рисунке).

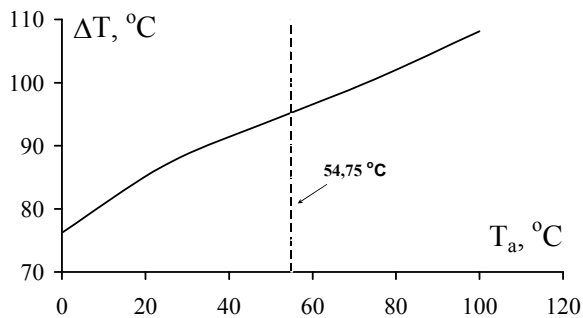


Рисунок – Зависимость перегрева кристалла диода от температуры среды

Перелік посилань

1. Физические методы диагностики в микро- и нанoeлектронике / Беляев А. Е. и др. – Харьков: ИСМА. – 2011. – С. 192–249.
2. Спосіб визначення перегріву кристалу напівпровідникового діода / О. М. Деменський, С. Ю. Єрохін, В. О. Краснов, О. М. Лебедь, С. В. Шутов // Патент України № 122011 U, опубл. 26.12.2017, Бюл. № 24.

ПОВЕРХНЕВА ОПТИЧНА ПРОВІДНІСТЬ ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОТРУБОК ТИПУ «ARMCHAIR»

Незвичайні електричні властивості вуглецевих нанотрубок (ВНТ) роблять їх одним із основних матеріалів наноелектроніки [1], прогрес у розвитку якої є істотним. На основі нанопровідників і нанотрубок вже створено практично всі базові пристрої, функціонально еквівалентні сучасним цифровим або аналоговим схемам. Продемонстровані експериментальні зразки елементарних логічних схем, модулів пам'яті на нанотрубках.

Крім того, композитні матеріали на основі ВНТ можуть бути використані в пристроях мікрохвильового діапазону, наприклад в якості частотно-селективних поверхонь. [2]. Широке впровадження таких пристроїв в практику неможливо без знання їхніх електродинамічних характеристик, зокрема, поверхневої оптичної провідності.

Поверхнева провідність одношарової ВНТ в одноелектронному наближенні [3] може бути записана у вигляді

$$\sigma(\omega) = \sigma_1(\omega) + \sigma_2(\omega),$$

де

$$\sigma_1(\omega) = \frac{e^2}{2\pi^2 \hbar (i\omega - \tau^{-1}) R} \sum_{s=1}^m \int_{-a}^a \frac{\partial \varepsilon_c(p, s)}{\partial p} \frac{\partial}{\partial p} [f(\varepsilon_c(p, s)) - f(-\varepsilon_c(p, s))] dp,$$

$$\sigma_2(\omega) = \frac{i\omega e^2}{\pi^2 \hbar^2 R} \sum_{s=1}^m \int_{-a}^a \frac{\omega_{cv}(p, s) R_{cv}^2(p, s) [f(\varepsilon_c(p, s)) - f(-\varepsilon_c(p, s))]}{\omega_{cv}^2(p, s) - (\omega + i\tau^{-1})^2} dp.$$

– частини поверхневої провідності, зумовлені внутрішньозонними та міжзонними переходами, відповідно; τ – час релаксації; $R = 3bm/2\pi$ – радіус одношарової ВНТ типу «armchair»; m – індекс хіральності; $b = 0,142$ нм – міжатомна відстань у кристалічній ґратці графену; p – квазіімпульс електронів, що змінюється у межах $-a \leq p \leq a$; $f[\varepsilon_c(p, s)]$ – розподіл Фермі – Дірака; $\varepsilon_c(p, s)$ – дисперсійний закон руху π -електронів у зоні провідності; $\gamma_0 = 2,7$ еВ – інтеграл перекриття; $\omega_{cv}(p, s) = \varepsilon_c(p, s) / \hbar$ – частота міжзонних переходів; $R_{cv}(p, s)$ – матричний елемент оператора дипольного моменту вуглецевої нанотрубки.

¹ Аспірант ЗНТУ

² К. ф.-м.н., доцент ЗНТУ

На рис. 1 зображено частотні залежності дійсної частини повної поверхневої провідності для ВНТ з різними індексами хіральності. Наведені залежності мають осциляційний характер, причому зі збільшенням індекса хіральності амплітуди осциляцій і відстані між піками зменшується. Це зумовлено збільшенням кількості рівнів розмірного квантування, і, відповідно зменшенням відстані між ними.

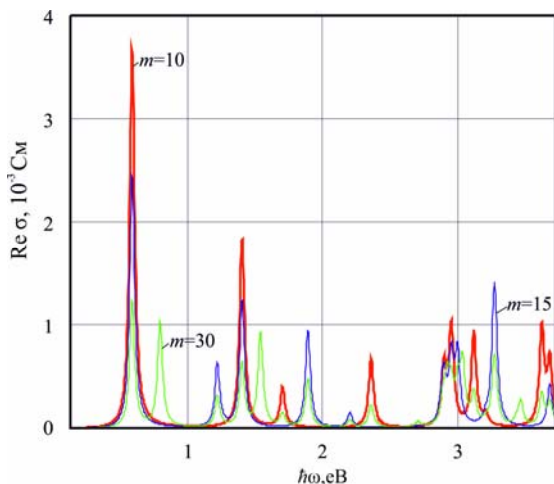


Рисунок 1 – Частотні залежності дійсної частини повної поверхневої провідності для ВНТ за різних значень хіральності

Перелік посилань

1. Дьячков, П.Н. Электронные свойства и применение нанотрубок [Текст] / П.Н. Дьячков. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 491 с.
2. Loh, K. J. Inductively Coupled Multifunctional Carbon Nanotube-Based Nanocomposite Sensors [Text] / K.J. Loh, J.P. Lynch, N.A. Kotov // Proc. Int. Symp. of Applied Electromagnetics & Mechanics. 2007.
3. Коротун, А. В. Високочастотна провідність вуглецевих нанотрубок zigzag-конфігурації [Текст] / А.В. Коротун, І.М. Тігов, Я.В. Карандась // ЖНЕФ. 2015. – Т. 7. – №2. – 02021.

ОПТИКА МЕТАЛЕВИХ НАНОПЛІВОК: НАБЛИЖЕННЯ НЕОБМЕЖЕНОГО СЕРЕДОВИЩА

Врахування дисипації у металевих плівках нанометрової товщини здійснюється шляхом введення у кінетичне рівняння для статистичного оператора члену, який містить швидкість релаксації γ [1]:

$$\frac{\partial c\epsilon}{\partial t} + \frac{i}{\hbar} \{ H\epsilon, c\epsilon \} = -\gamma (c\epsilon - c\epsilon_0),$$

де $H\epsilon$ – оператор Гамільтона електрона у плівці у присутності електромагнітного поля. Швидкість релаксації – інтегральна величина, яка характеризує дисипацію у всій плівці, в об'ємі і на поверхні. У загальному випадку $\gamma = \gamma(L)$, де L – товщина плівки; $\gamma \rightarrow \gamma^0$, коли $L \rightarrow \infty$, γ^0 – швидкість релаксації у необмеженому металевому зразку.

Розв'язок кінетичного рівняння дає можливість отримати діелектричний тензор плівки [2] та всі її оптичні характеристики. У роботі [3] доведено, що для однорідних за товщиною плівок за умови $L \ll |l_\omega|$, де $l_\omega \equiv v_F^0 / (\gamma - i\omega)$ – ефективна довжина вільного пробігу електронів, ω – частота випромінювання, v_F^0 – швидкість електронів на рівні Фермі, компоненти діелектричного тензору зводяться до діелектричної функції Друде однорідного нескінченного металевого середовища

$$\epsilon_D = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega(\omega + i\gamma)},$$

де ω_p – плазмова частота.

Типове значення ефективної довжини вільного пробігу в інфрачервоній області частот $|l_\omega| \approx 10$ нм, тому слід очікувати, що плівка буде поводити себе як необмежене середовище, коли її товщина досягає кількох десятків нанометрів. Але серед експериментаторів дуже поширена практика застосування діелектричної функції Друде для описання оптичних властивостей металевих плівок товщиною у декілька нанометрів (див., наприклад, [4, 5]), причому значення параметрів ω_p та γ знаходять за результатами експерименту.

¹ Кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри МІНЕ

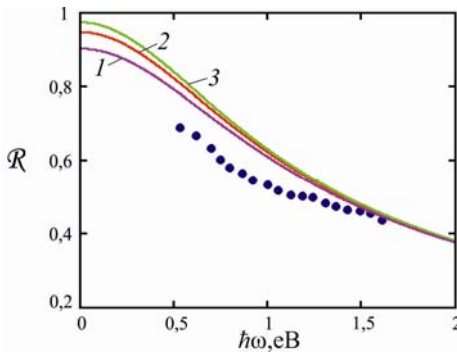


Рисунок 1 – Частотні залежності коефіцієнта відбивання плівок Au товщиною 4 нм:

1 – $\gamma = 1,4 \cdot 10^{14} \text{ c}^{-1}$; 2 – $\gamma = 3,3 \cdot 10^{13} \text{ c}^{-1}$; 3 – $\gamma = 7,1 \cdot 10^{13} \text{ c}^{-1}$;

експериментальні значення взяті з [6]

Як видно, варіація дисипації у широких межах слабо впливає на результати. Обґрунтування моделі необмеженого середовища для нанометрових плівок слід шукати у «розмазуванні» рівнів розмірного квантування плівки внаслідок неоднорідності її поверхні.

Перелік посилань

1. Trivedi, N. Quantum size effects in transport properties of metallic films [Текст] / N. Trivedi, N.W. Ashcroft // Phys. Rev. B. – 1988. – V. 38. – №17. – P. 12298-12308.
2. Kurbatsky, V. P. Optical conductivity of metal nanofilms and nanowires: the rectangular-box model [Text] / V.P. Kurbatsky, V.V. Pogosov // Phys. Rev. B. – 2010. – Vol. 81. – id. 155404.
3. Курбацкий, В. П. Диэлектрический тензор низкоразмерных металлических систем [Текст] / В.П. Курбацкий // ЖЭТФ. – 2017. – Т. 152. – № 1 (7). – С. 177–188.
4. Pucci, A. Infrared spectroscopy of Pb layer growth on Si(111) [Text] / A. Pucci, F.Kost, G. Fahsold [Text] // Phys. Rev. B. – 2006. – V. 74. – No 12. – id. 125428.
5. Hövel, M. Electrodynamics of ultrathin gold films at the insulator-to-metal transition [Text] / M. Hövel, B. Gompf, M. Dressel [Text] // Thin Solid Films. – 2011. – V. 519. – No 12. – P. 2955–2958.
6. Dryzek, J. Quantum size effect in optical spectra of thin metallic films [Text] / J. Dryzek, A. Czaplа [Text] // Phys. Rev. Lett. – 1987. – V. 58. – No 7. – P. 721–724.

О ВЛИЯНИИ ВАКАНСИЙ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТАЛЛА. РАБОТА ВЫХОДА ЭЛЕКТРОНОВ И ПОВЕРХНОСТНАЯ ЭНЕРГИЯ

Характеристики металла чувствительны к наличию дефектов. Влияние тепловых вакансий на удельное сопротивление ρ металла определяется из экспериментов по остаточному сопротивлению. Полагая аддитивными вклады в рассеяние электронов на различных дефектах малых концентраций (правило Маттиссена), и основываясь на термодинамическом определении концентрации вакансий, зависимость электрического сопротивления от концентрации c_v можно записать в виде

$$\rho(c_v) = \rho^0 (1 + \alpha_p c_v) \quad (1)$$

где ρ^0 – значение сопротивления при комнатной температуре, α_p – коэффициент.

Зависимость (1) наряду с температурной зависимостью сопротивления наиболее интересна вблизи точки плавления, где понятие вакансии является еще вполне определенным для кристаллического состояния, а концентрации вакансий максимальны. После плавления, скорее всего, следует говорить о «квазивакансиях», концентрация которых продолжает увеличиваться с ростом температуры.

Расчеты фаз рассеяния электронных волн на моновакансии в различных приближениях проводились неоднократно. В частности, методом Кона-Шема в модели стабильного желе нами также найдены фазы рассеяния электронов на уединенной вакансии [1]. Это дало возможность оценить вакансионный вклад в электрическое сопротивление α_p .

Расчитанные фазы рассеяния позволяют также определить смещения дна зон проводимости $\varepsilon^0 \propto c_v$ электронов, обусловленные наличием системы некоррелированных и упорядоченных в сверхрешетку вакансий в однородном металле (без учета поверхности). Величину ε^0 можно охарактеризовать как отсчет энергии электронов в дефектном металле. В [2] предложен подход, в котором дополнительно учитывается решение вариационной задачи для неоднородного металла с однородным объемом пониженной плотности вследствие наличия вакансий.

¹ Профессор ЗНТУ

Зависимости вида (1) для работы выхода электронов и поверхностной энергии металла до сих пор не приводились. Зависимость от c_v представляет интерес для неравновесных ситуаций, а также дает информацию о взаимодействии вакансий. Например, для простой кубической сверхрешетки и концентраций $c_v \geq 10^{-3}$ необходим учет взаимодействий вакансий-соседей [1]. В кластерах-многогранниках с числом атомов $N \leq 100$ при поверхностном плавлении (предплавлении) наблюдается диффузия вакансий вдоль ребер, а с повышением температуры возможна также диффузия поверхностных вакансий в объем. Наличие даже одной внутренней вакансии при $N = 100$ приводит к аномально высокому значению $c_v = 10^{-2}$, а сам кластер становится вакансионной ячейкой.

В рамках метода Кона-Шема предложен метод определения зависимости работы выхода электронов и удельной поверхностной энергии металла от относительной концентрации внутренних вакансий. Сохраняя стиль модели стабильного желе, в одномерный функционал в качестве «zero-point energy» вводится, рассчитанный ранее объемный сдвиг дна зоны проводимости $\varepsilon^{(0)}$ в конкретном однородном металле. Используя c_v в качестве малого параметра, найдены линейные по c_v поправки к работе выхода электронов и поверхностной энергии металла. Коэффициенты разложения выражаются через характеристики бездефектного металла. В термодинамическом пределе построены температурные зависимости характеристик Al.

Перечень ссылок

1. Бабич, А.В О вакансии в металле [Текст] / А.В.Бабич, П.В. Вакула, В.В. Погосов // Физика твердого тела. – 2014. – Т.56.– № 5. – С. 841– 847.
2. Pogosov V.V. Energetics of charged metal clusters containing vacancies [Text] / V.V.Pogosov, V.I. Reva // J. Chem. Phys. – 2018.–V. 148.– N 4.– P. 044105 (17).

ИНТЕГРАЛЬНІ СХЕМИ З ОПТИЧНИМИ ЗВ'ЯЗКАМИ: КОНСТРУКЦІЯ МІКРОПОТУЖНИХ СВІТЛОДІОДІВ.

Вступ. Швидкодіючі некогерентні випромінювачі типу світлодіодів (СД) використовуються в оптоелектронних пристроях (гальванічні розв'язки на базі оптронів), волоконнооптичних лініях зв'язку (ВОЛЗ) довжиною 0,01мм...3км, а також в цифрових пристроях розподілу потоків (типу оптоелектронних матриць комутації– ОЕМК [1]). Перевагами твердотільних СД є їх малі розміри, приемне значення ККД (10...50% і більше) [2], помірна вартість, можливість виробництва по сучасним технологіям, що визначає їх широке застосування в техніці, електронних пристроях та технологіях. Останній час більше приділяється уваги до використання надшвидкісних інтегральних мікропотужних інфрачервоних (ІЧ) СД оптронів для створення **оптичних каналів зв'язку, інтерфейсів** на малих відстанях 1мкм...10мм в інтегральних схемах (ІС) і/або розробки оптоелектронних логічних елементів для цифрових ІС на їх основі [3–4]. При проектуванні ІЧ СД зазвичай **формують набір вимог** (у вигляді технічного завдання – ТЗ) та формалізують їх у вигляді набору параметрів. Означені типи ІЧ СД є планарні гомогенні або гетерогенні напівпровідникові структури (НПС) на основі прямозонних матеріалів A_3B_5 з p-n переходом (GaAs і/або з домішкою Al: $Al_xGa_{1-x}As$, ін.). Перебіг через нього прямого струму певної величини – основних носіїв заряду (НЗ), інжектуємих в активний прошарок СД (зазвичай p+ область) викликає спонтанну рекомбінацію з неосновними НЗ у вказаній p+ області і інтенсивне випромінювання з товщини НПС. Характеристики GaAs (основний прямозонний матеріал для СД ІЧ діапазону) та етапи, методики розрахунку його НПС структури, вхідних/вихідних параметрів та оптимізації наведено в слайдах презентації до цих тез.

Аналіз досліджень і публікацій. У роботі автора тез [3] наголошено на можливості створення ІЧ СД для інтерфейсів ІС з оптичними зв'язками (ІСОЗ) на основі планарних мікропотужних інтегральних оптронів (ІЧ СД і p-i-n фотодіод – ФД) із поверхневим/торцевим виходом випромінювання (ПВВ/ТВВ) у вигляді НПС, які можуть бути розміщені в GaAs мезах, що сформовані на підкладці Si-SiO₂ (метод гетерофазної епітаксії – ГФЕ). Такі оптрони можуть бути використані в експериментальних планарних ІС з **оптичними зв'язками** (ІСОЗ), наприклад, патент автора цієї статті [4].

Невирішена проблематика. Завданнями аналізу, проектування і створення ІЧ СД УВЧ діапазону (у складі інтегральних мікропотужних оптронів) є огляд, визначення та відбір відомих, прийнятних підходів до їх

¹ К.т.н., ЗНТУ, доцент, доцент каф. КСМ

розробки, розрахунків НПС СД і ФД, їх режимів роботи та моделювання з метою отримання перспективних інтегральних конструкцій оптронів. Після попереднього огляду автор окреслив **кілька складових по вибору конструктивно-технологічного рішення** (КТР) для мікропотужного оптрона UVЧ діапазону і його інтегральної моделі:

1 – тип модуляції ІЧ СД (режими «малий/великий сигнал»);
2 – конструкції мікропотужних СД по технологіям планарних НПС: а – СД із ПВВ/ТВВ; б – ФД з підсилювачем детектованого оптичного сигналу (наприклад: р-і-п ФД з ВЧ підсилювачем – біполярний/МДН транзистор, ін.); 3 – спосіб формування оптичних мікроканалів типу ВОЛЗ на поверхні НПС (від СД до ФД). Аналіз кожної означеної складової можливо знайти в окремих фахових публікаціях; але їх об'єднання і комплексне застосування в єдиному КТР ще не проводилось. Це може привести до розв'язання завдання: створення мікропотужних інтегральних оптронів UVЧ діапазону (ІЧ СД і р-і-п ФД) для цифрових ІСОЗ і їх інтерфейсів.

Висновки. 1. В тезах висвітлено деякі етапи аналізу, проектування, розрахунку і моделювання мікропотужних ІЧ СД UVЧ діапазону (0,3...3,0 ГГц) для планарних інтегральних оптронів у складі ІСОЗ. Акцентовано, що для виходу на прийнятне КТР (по частоті перемикання СД), необхідно використати **комбінацію з трьох підходів**: 1 – зменшення струму СД у 10...100 і більш разів (порівняно з номінальним струмом прототипу); 2 – використання режиму модуляції типу «малий сигнал»; 3 – збільшення концентрації домішки робочої області випромінювання $p_0 \geq 10^{19} \text{ см}^{-3}$ і її оптимізація (товщина Z активного шару $r^+ \leq 1,0...2,0$ мкм).
2. Отримані розрахункові данні було формалізовано і інтегровано в моделі кількох віртуальних оптронів UVЧ діапазону (за основу було взято оптрон 249КП1С: СД-ФТр.), які промодельовано в ПС МАЕС-П.
3. Проведене моделювання ІЧ СД UVЧ діапазону в двох схемах КГП (на основі трьох інверторів з мікропотужними оптронами) надало наступні результати: частоти F перемикання ІЧ СД від 0,333ГГц до 1,6ГГц (значення струму СД: ІСД1макс~113мкА і ІСД2макс~84мкА відповідно) [5].
4. При виборі КТР (для створення в ІСОЗ інтерфейсів на мікропотужних оптронах UVЧ діапазону) перспективними є планарні Si технології.

Перелік посилань

1. А.К.Гребнев, В.Н.Гридин, др. Оптоэлектронные элементы и устройства. – М.: Радио и связь, 1998.–336с.
2. С.Никифоров. Исследование параметров светодиодов Cree XLamp XP-E/XP-G/XM-L. Ж. Полупроводниковая светотехника, №2–2011, [Эл. ресурс]– Режим доступа <http://www.lede.ru/archive.php?year=2011&number=2>.
3. М.П. Проскурін. Оптичні інтерфейси цифрових інтегральних схем на Si підкладках / Проскурін М.П. Науковий вісник ЧНУ. Вип.4, Т.4: Комп'ютерні системи та компоненти–Чернівці: ЧНУ, 2013.– С.125–133.

4. М.П. Проскурін. Пат. на корисну модель №123838 від 12.03.2018, Україна, МПК G02F 3/00, H01L 27/00, H01L 31/00. Цифровий пристрій на планарній оптоелектронній цифровій інтегральній схемі / Проскурін М.П. – № u 2017 09447; Заявл.26.09.2017; Опубл. 05.12.2017, Бюл. №13 – 3 с.

5. Н.П. Проскурін. Микромощная оптоэлектронная логика и интерфейсы: параметры моделей ОБЧ, УВЧ схем для цифровых автоматов и компьютерных систем/Проскурин Н.П., Костенко В.Л., Касьяненко И.В. , НВ ЧНУ, Вип.4, т.2: Комп'ютерні системи та компоненти– Чернівці: ЧНУ, 2011, с.30–37.

УДК 538.915

Рева В. І. ¹

РОЗМІРНА ЗАЛЕЖНІСТЬ ЕНЕРГІЇ УТВОРЕННЯ ВАКАНСІЙ У МЕТАЛЕВИХ НАНОКЛАСТЕРАХ

Перспективним об'єктом наноелектроніки є металеві гранули (острівці, кластери атомів), зв'язані слабкими тунельними взаємодіями [1]. Кластери, що містять вакансії, можуть мати інші магичні числа атомів, ніж бездефектні. Це може приводити, зокрема, до розмиття впливу оболонкових ефектів на надпровідні кореляції, включаючи щільну спектра збудження.

Для розрахунку енергії утворення вакансії у кластерах та впливу на неї квантування електронного спектра використовувалася модель стабільного желе, що не містить підгоночних параметрів.

Розмірні залежності для енергій утворення моновакансії розраховувалися за двома механізмами: Шоттки та «видування пухирця» [2].

Відповідно до механізму Шоттки з суцільної N – атомної сфери радіусом $R_N = N^{1/3}r_0$ і повною енергією E_N видаляється на нескінченність один атом; r_0 – радіус комірки Вігнера–Зейтца. У кінцевому стані маємо сферу такого ж радіусу ($R_{N-1,v} = R_N$), але з енергією $E_{N-1,v}$, що містить $N-1$ атомів та одну вакансію радіусом r_0 у центрі сфери. Сферичний шар між $r = r_0$ і $r = R_{N-1,v}$ містить $N-1$ атомів. Тоді для зарядженої зарядом Q сфери енергія утворення вакансії визначається виразом

$$\varepsilon_{N,v}^{\text{vac, Sh}, Q} = \left[E_{N-1,v}^Q + E_{\text{at}} \right] - E_N^Q, \quad (1)$$

де E_{at} – енергія атома (желе-сфери радіусом r_0) у вакуумі.

¹ ст. викладач каф. мікро- та наноелектроніки ЗНТУ

Суть другого механізму, при якому число атомів у сфері не змінюється [2], у «видуванні вакансії» (сферичної дірки радіусом r_0 у центрі сфери):

$$\varepsilon_{N,v}^{\text{vac,blow},Q} = E_{N,v}^Q - E_N^Q. \quad (2)$$

На рис. 1 наведені результати розрахунків розмірних залежностей енергії утворення вакансій за двома механізмами, порівняння яких, зокрема, підтверджує енергетичну вигідність механізму видування вакансії:

$$\varepsilon_{N,v}^{\text{vac,Sh}} = \varepsilon_{N,v}^{\text{vac,blow}} + \varepsilon_{N,v}^{\text{dis}}. \quad (3)$$

Для даного інтервалу N ці залежності сильно осцилюють, що є результатом квантування спектра електронів і заповнення електронних оболонок. Неочікуваним виявилось те, що в асимптотиці розмірна залежність $\varepsilon_{N,v}^{\text{vac,Sh}}$ фактично відсутня.

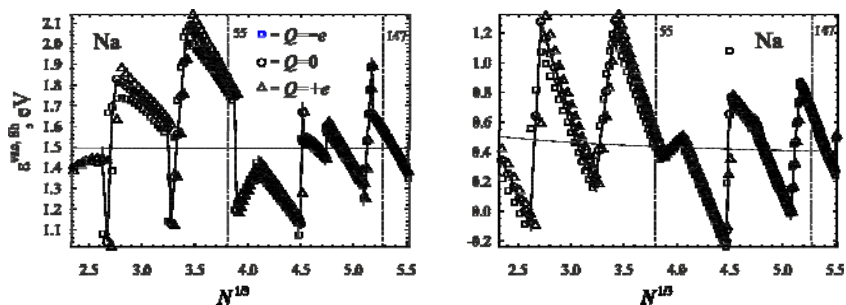


Рисунок 1 – Розраховані енергії утворення вакансій $\varepsilon_{N,v}^{\text{vac,Sh}}$

- (1) та $\varepsilon_{N,v}^{\text{vac,blow}}$ (2) у заряджених та нейтральних кластерах Na;
штрих-пунктирні лінії – асимптотики [3]

Перелік посилань

1. Pogosov V. V. Effects of charging and tunneling in structure based on magic and non-magic metal clusters / V. V. Pogosov, E. V. Vasyutin // Nanotechnology. – 2006. – Vol.17. – P. 3366–3374.
2. Pogosov V.V. Calculation of the surface-tension size correction of ultradisperse metallic particles // Physics of the Solid State. – V. 36. – P. 2521. – 1994.
3. Погосов, В. В. Квантово-размерная зависимость энергии образования вакансий в заряженных малых металлических кластерах. Капельная модель / В.В. Погосов, В.И. Рева // ФТТ. – 2018. – Т. 60. – №6. – С. 631–636.

ВПЛИВ МЕТРОЛОГІЧНОЇ НАДІЙНОСТІ НА ЯКІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ

Робота метрологічної служби промислових підприємств направлена на вирішення задач з метрологічного обслуговування засобів виміральної техніки (ЗВТ). Важливішим показником якості метрологічного обслуговування є властивість збереження працездатного стану ЗВТ упродовж деякого часу (метрологічна надійність). Для характеристики метрологічної надійності ЗВТ застосовується ряд показників. Основними показниками метрологічної надійності ЗВТ є: T_y – середня наробка (напрацювання) на явну відмову; T_p – середнє напрацювання на ремонт [1].

Метрологічне обслуговування ЗВТ повинно підлягати головній задачі самого виробництва – забезпечення необхідного об'єму випуску виробів при мінімальних витратах. Метрологічне обслуговування можна розглядати в цьому аспекті як забезпечуючу підсистему виробництва. Структура і стратегія керування цією підсистемою визначають витрати, пов'язані з її утриманням на виробництві, а також витрати, викликані випуском бракованої продукції через застосування ЗВТ з недостовірними показаннями. Необхідно використання ЗВТ, які б забезпечували компроміс між втратами від виробництва бракованої продукції і витратами на метрологічне обслуговування ЗВТ, тобто в досягненні мінімуму загальних втрат виробництва.

Припустимо існує P типів робочих місць по виготовленню продукції, де використовуються ЗВТ, p_k – кількість робочих місць k -го типу, $k = 1, \dots, P$. Парк ЗВТ підприємства нарахує M типів ЗВТ. У кожному j -му типі ЗВТ є n_j одиниць ЗВТ, ($j = 1, \dots, M$).

Сумарні втрати від браку по причині метрологічних відмов в ЗВТ виражаються:

$$C^{\text{бр}} = \sum_{j=1}^M \left(1 - K_{D_j}\right) \sum_{k=1}^P q_{jk} \cdot P_k \cdot C_{jk}^{\text{бр}}, \quad (1)$$

де K_{D_j} – коефіцієнт вірогідності (достовірності) показань j -ї групи однотипних приладів, q_{jk} – величина, яка вказує тип і кількість ЗВТ кожного типу на робо-

¹ к.т.н., доцент кафедри мікро- і наноелектроніки ЗНТУ

² д.т.н., професор кафедри апаратури радіозв'язку, радіомовлення і телебачення Дніпропетровського державного технічного університету

³ к.ф.-м.н., доцент кафедри мікро- і наноелектроніки ЗНТУ

чому місці деякого типу, $C_{jk}^{бр}$ – штрафні коефіцієнти застосування даного типу ЗВТ з метрологічною відмовою на визначеному типі робочого місця.

Незважаючи на простоту виразу (1), у ньому нетривіальною компонентою виступає величина $C_{jk}^{бр}$. Остання залежність від множини факторів: типу виробництва виробничої програми, технологічних процесів, складу основного й допоміжного устаткування і його компонування на виробничих площах, стратегії керування виробництвом та ін., тобто від організаційно-виробничої структури. Вивчення поведінки величини $C_{jk}^{бр}$ потребує аналізу організаційно-виробничої структури підприємства.

Для зменшення втрат від виробництва бракованої продукції необхідно збільшувати коефіцієнт достовірності показань ЗВТ, що потребує дослідження зв'язку цього коефіцієнта з показниками метрологічною надійності ЗВТ. На підставі математичного моделювання метрологічного обслуговування ЗВТ [1, 2] одержані залежності показників метрологічної надійності від основних параметрів системи метрологічного обслуговування ЗВТ.

Визначено, що коефіцієнт вірогідності буде зростати зі зменшенням середнє напруцювання на ремонт віднесеного до середній наробки на явну відмову .

Перелік посилань

1. Метрологічне забезпечення контролю якості продукції: монографія [Електронний ресурс] / Ігнаткін В. У., Туз Ю. М., Левківський К. М., Томашевський О. В. // Запоріжжя: Запорізький національний технічний університет, – 2017. – 202 с. – Режим доступу: <http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/309>
2. Томашевський О.В. Вплив оціночних характеристик стану інформаційно-виміральної техніки на метрологічну надійність [Текст] / Томашевський О. В., Ігнаткін В. У. // Матеріали ІІ міжнар. наук.-прак. конф. «Прикладні науково-технічні дослідження», 3–5 квіт. 2018 р. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2018. – С. 98

ГІДРОДИНАМІКА ТА ТЕПЛОБМІН В КРИВОЛІНІЙНИХ КАНАЛАХ ЗІ ВСТАВКАМИ ПРИ МАЛИХ ЧИСЛАХ РЕЙНОЛЬДСА

Одним із можливих технічних розв'язків проблеми надійного відведення електричної теплоти, що виділяється процесорами, є створення в підкладці кристала системи каналів, заповнених рідким теплоносієм. Нагрітий теплоносій по трубках може надходити в окремо винесений тепловідвід, який дозволить одержану теплоту передати в зовнішнє середовище.

Аналіз теплових і гідродинамічних процесів у каналах показує, що в даній системі має місце два найбільш важливі механізми теплопередачі: молекулярна дифузія, викликана передачею тепла за рахунок броунівського руху, і конвективний перенос, викликаний передачею тепла за рахунок руху теплоносія в каналі [1].

Розглядається двовимірною задачею конвективно-дифузійної теплопередачі від зовнішнього твердого середовища в рідкий теплоносій.

Основними рівняннями, що описують гідродинамічні процеси всередині каналу і процеси теплопередачі, є рівняння Нав'є-Стокса, рівняння нерозривності і рівняння переносу тепла [2]:

$$\frac{\partial \mathbf{U}}{\partial t} + (\mathbf{U} \cdot \nabla) \mathbf{U} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \nu \Delta \mathbf{U} \quad (1)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{U} = 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} + (\mathbf{U} \cdot \nabla) T = \alpha \Delta T \quad (3)$$

де \mathbf{U} – поле швидкості, p – поле тиску, T – поле температур, ρ – густина рідини, ν – кінематичний коефіцієнт в'язкості рідини, α – коефіцієнт температуропровідності теплоносія, ∇ – оператор Гамільтона, Δ – оператор Лапласа.

Задача розв'язувалась чисельно на рівномірній сітці з кроком просторової дискретизації δ і кроком Δ за часовою змінною. Геометрія каналу задавалася в окремому файлі з позначеннями: «0» – вузол належить каналу, «1» – вузол відноситься до зовнішнього твердого середовища.

Для аналізу гідродинамічних параметрів течії всередині криволінійного каналу (рис.1) і процесу теплопередачі із зовнішнього середовища в теплоносій було побудовано наступний канал.

¹ к.т.н., старший викладач, кафедра АПЕПС, КПІ ім. Ігоря Сікорського

У середині каналу може перебувати система симетричних і несиметричних вставок висотою h , з шириною c , які розташовані на відстані a відносно один одного.

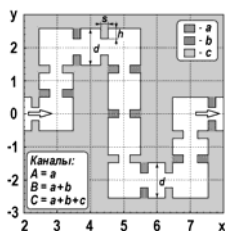


Рисунок 1 – Геометрія зигзагоподібного каналу

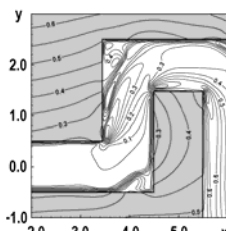


Рисунок 2 – Розподіл $Q(x,y)$ в каналі без вставок при $Re = 150$

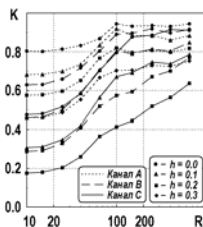


Рисунок 3 – Залежність коефіцієнта відносної ефективності для зигзагоподібних каналів від значень Re

При малих значеннях чисел Рейнольда в каналі формується течія, яка характеризується плавним обтіканням кутових областей каналу. На рис.2 показано розподіл поля температур $Q(x,y)$ в області, прилеглих до входу каналу при досягненні стаціонарного режиму течії. Видно, що максимальний градієнт поля температур з'являється близько поверхонь, до яких основний потік наближається за інерцією.

На рис.3 показана залежність коефіцієнта відносної ефективності зигзагоподібних каналів зі вставками по відношенню до каналу без вставок. Видно, що для всіх видів каналів і геометрії вставок значення K менше одиниці. Це означає, що збільшення втрат на тиск у зигзагоподібному каналі перевищують відповідне збільшення рівнів теплових потоків крізь поверхні, що обмежують. Цікаво відзначити, що з енергетичної точки зору система вставок малої висоти є більш ефективною в порівнянні з каналами, що містять великі ($h > 0.1$) вставки, через істотне зменшення ефективної ширини перерізу криволінійного каналу.

Перелік посилань

1. Chen, Y. Heat transfer and pressure drop in fractal tree-like microchannel nets [Text] / Y. Chen, P. Cheng // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2002. – Vol. 45, Issue 13. – P. 2643–2648. doi: 10.1016/s0017-9310(02)00013-3
2. Кутателадзе, С. С. Основы теории теплообмен / С. С. Кутателадзе. – М.: Атомиздат, 1979. – 416 с.

АНАЛІЗ БІМЕТАЛЕВИХ АТОМНИХ СТРУКТУР, СФОРМОВАНИХ З ВИХІДНИХ ЯНУС-ПОДІБНИХ НАНОКЛАСТЕРІВ ПІД ДІЄЮ ІОННОГО БОМБАРДУВАННЯ

Оболонкові нанокластери сьогодні представляють великий інтерес завдяки значній різноманітності їх можливого застосування: очищення навколишнього середовища, сучасна біомедицина, відновлювана енергетика тощо. Хоча деякі з таких атомних нанокластерів демонструють очікувані та дещо системні властивості, інші – менш передбачувані та мають несподівані характеристики. В рамках класичної молекулярної динаміки проводилось моделювання до 500 пс еволюції 390-атомних вільних біметалевих кластерів Cu-Au і Cu-Vi в умовах низькоенергетичного бомбардування частинками Ag₁ і Ag₁₃. Вихідні кластери мали янус-подібну структуру, що складається з двох розділених монокомпонентних частин з незначним взаємним перекриттям і рівним числом атомів.

Взаємодія атомів металів описувалась з використанням багатодомного потенціалу Акланда з додаванням відштовхуючого потенціалу Борн-Майєра у діапазоні високих енергій [1]. Відштовхуючий потенціал ZBL було використано для моделювання взаємодії атомів металу та аргону. Взаємодії Ag-Ag визначалися потенціалом HFDTCS1, з доданим до нього потенціалом Борн-Майєра.

Візуалізація еволюції кластерів показує, що атоми кластерів Cu-Au переважно взаємопроникають з однієї частини в іншу, що є відображенням тенденції до перерозподілу атомів Cu до внутрішньої частини Cu-Au та атомів Au до його зовнішньої частини. Атоми кластерів Cu-Vi прагнуть сформувати структуру ядро-оболонка з переважно мідним ядром та оболонкою з вісмуту, але досягають лише певної стадії розподілу компонентів, так звану «ball-and-cup». Крім того, після 100 пс модифіковані кластери Cu-Au і Cu-Vi демонструють значну ексцентричність у розподілу компонентів суміші міді та золота, а також в розташуванні збагаченого міддю ядра середини монокомпонентної частини вісмуту. Крім того, збагачене міддю ядро в кластері Cu-Vi може розташовуватися поза центром, з великою ймовірністю навіть у приповерхневій області середовища, багатого на Vi, під час еволюції. Це може бути якісно інтерпретоване як «квазі-янус» структура. Подібні розподіли компонентів зберігаються навіть після 500 пс еволюції кластерів. Взагалі, інтенсивність цих процесів атомного перенесення співвідноситься з температурами кластерів, які представлені у роботі [2].

¹ асистент кафедри СА та ОМ ЗНТУ

² д. ф.-м. н., професор, зав. кафедри СА та ОМ ЗНТУ

У випадку кластеру Cu-Bi значне перевищення радіусу монокомпонентної частинки вісмуту в порівнянні з радіусом міді водночас з невеликою міжцентровою відстанню вказує на існування вже сформованої структури ядро-оболонка для випадку впливу Ar_{13} після 100 пс еволюції. Для випадку 300 еВ можна виділити внутрішню сферу з радіусом близько 6 Å, в якій спостерігається практично однакове число атомів Cu та Bi, тоді як за низьких та високих енергіях спостерігається домінування атомів Cu до 9 Å. Таким чином, внутрішня область, збагачена Cu, розташована навколо центру мас кластера. Крім того, є зовнішній шар, збагачений атомами вісмуту, і відносно невелика кількість адсорбованих атомів обох типів на поверхні кластерів. Також очевидно, що процеси атомного перенесення в кластері Cu-Bi активуються при 300 еВ ударної енергії навіть у інтервалі часу 100–500 пс, на відміну від кластера Cu-Au. Після 500 пс кластери Cu-Bi представляють збагачене міддю ядро, інкапсульоване в оболонку, збагачену вісмутом, з максимальною різницею кількості атомів Cu та Bi приблизно 35% від загальної кількості обох атомів у зовнішньому сферичному шарі. Настільки велика різниця кількості атомів Cu та Bi у зовнішньому шарі пояснюється рядом факторів, а саме: більшим розміром атомів вісмуту, помітно більшою енергією зв'язку атомів Cu та додатною теплою перемішування відповідних атомних компонентів, що призводить до явної оболонкової структури атомів Cu та Bi в кластері на фоні високих температур. За низьких та високих енергіях бомбардування спостерігається така ж тенденція до перерозподілу атомів Cu та Bi, хоча за високих енергіях переміщення атомів супроводжується значним переважним розпиленням атомів Bi. Очевидно, колективний вплив цих трьох факторів призводить до подібних тенденцій переміщення атомів у випадку кластера Cu-Au, хоча вони менш інтенсивні через відносно низьку мобільність атомів Au у кластері. Ексцентриситет в компонентних розподілах кластерів практично відсутній за таких умов бомбардування.

Перелік посилань

1. M. Yan, M. Šob, D. Luzzi, V. Vitek, G.J. Ackland, M. Methfessel, et al., Interatomic forces and atomic structure of grain boundaries in copper-bismuth alloys, *Phys. Rev. B.* 47 (1993) 5571–5582
2. D.V. Shyrokorad, G.V. Kornich, S.G. Buga, Simulation of the interaction of free Cu-Bi clusters with low-energy single atoms and clusters of argon, *J. Surf. Investig. X-Ray, Synchrotron Neutron Tech.* 11 (2017) 639–645.

UDC: 004.94:007.5:519.6

Kovalenko A.E.¹

DATA COMPRESSION IN REGULAR STRUCTURES FOR PMC DIAGNOSIS MODELS

Abstract Some important properties of PMC system-level diagnosis model in a self diagnosable distributed systems are discussed. Fault identification in this system in great extent depends on the number of fault patterns under given system syndrome. Complexity of such analysis define the whole productivity of diagnosis. Some new of these complexity evaluations are given in this work.

PMC diagnosis system-level model/ Autonomic, fault-tolerant self-managing systems rely on the technical states of system units (modules, services of built-in self-diagnosis) [1,2].

The structure of self – diagnosable distributed system may be defined by diagnostic graph $G(V,E)$, where V is the set of system autonomic units and E is the set of directed links (v_i, v_j) , $v_i, v_j \in V$, between these units[3]. Every graph $G(V,E)$ may be decomposed on regular sub graphs G_j - structures L_j , in such a way, that

$$G(V,E) = \bigcup_j G_j, \quad G_j = (V_j, E_j), \quad n_j = |V_j|, \quad V_j \subseteq V, E_j \subseteq E,$$

$$V = \bigcup_j V_j, E = \bigcup_j E_j. \quad \text{Diagnostic syndrome} \quad A_j = \{A_j^i\} \quad |A_j^i| \leq |E_j|,$$

$A_j^i = \{a_{xy} | \exists (v_x, v_y) \in E_j\}$ must be processed, where a_{xy} is the state test result for a unit pair (v_x, v_y) .

There are different diagnostic models (DM), which may be used for given A_j . The most known are PMC models [1,2]. Thus there is a problem of system state space comparison, especially for typical regular structures (chains, rings, stars).

For example, the chain structure $L_j = l_j(G_j, A_j^i) = (n_j, V_j, E_j, A_j^i)$,

¹ PhD, Assoc. prof., Institute for Applied System Analysis of NTUU «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

$$E_j = \{v_i, v_{i+1} \mid v_i, v_{i+1} \in V_j, i=1, 2, \dots, n_j-1\}$$

Syndrome compatible sets/ For every structure L_j and given DM there are syndrome compatible set (SCS) of unit states for the every syndrome. The maximum number of SCS for structure L_j is called as maximum syndrome appreciation (MSA).

Expanding structures Let as N_0, N_1 is a number of system states with $v_i = 0$ or $v_i = 1$. Thus we have following lemmas.

Lemma 1. The number of admissible state patterns $N_x, x=0$ or $x=1$ for interacted –system S with element $v_i \in S$ with directed links $(v_i, v_j), (v_j, v_i)$ with test results $a_{ij} = 1$ or $a_{ji} = 1$ for PMC-model is defined as: $N_1(n+1) = N_0(n) + N_1(n), N_0(n+1) = N_1(n)$

Lemma 3. The number of admissible state patterns $N_x, x=0$ or $x=1$ for interacted –system S with element $v_i \in S$ with directed links (v_j, v_i) , with test result $a_{ji} = 0$ for PMC-model is defined as: $N_0(n+1) = N_0(n), N_1(n+1) = N_0(n) + N_1(n)$

Lemma 4. The number N of admissible state patterns N for the –system S with n element, $v_i, v_{i+1} \in S, i=1, \dots, n-1$ with directed links $(v_i, v_{i+1}), (v_{i+1}, v_i)$ with test result $a_{i,i+1} = 1$ or $a_{i+1,i} = 1$ for PMC-model is defined $N = f_{n+2}, f_i = f_{i-1} + f_{i-2}, f_1 = f_2 = 1$ (fibonaccies number)

Lemma 5. The number N of admissible state patterns N for the –system S with n element, $v_i, v_{i+1} \in S, i=1, \dots, n-1$ with directed links (v_i, v_{i+1}) and test result $a_{i,i+1} = 0$ for PMC-model is defined $N = n+1$

Data compression. Some problems on compression of system-level diagnostic data were investigated. To study the algorithms were used software-certified products. The encoding and compression of diagnostic data with their use was carried out. Especially the gzip based on the DEFLATE algorithm (LZ77 and Huffman), bzip2 (a Borrow-based algorithm based on the Huffman method and the modified RLE) and xz based on the LZMAZ as a combination of LZ and LZMA were used [3] for 10^3 - 10^7 elements (syndrome links or nodes). The dependence of the encoding and decoding time, as well as the total time consumed were investigated. Thus some preferences has bzip2 in comared with xz and gzip.

References

1. A.E. Kovalenko «Distributed information systems» Kyiv:NTUU «KPI», 2008.244 p. (In Ukrainian)
2. Manik M., Gramatova E. «Diagnosis of faulty units in regular graphs under the PMC model. Proc. of IEEE DDECS, 2009. P. 202–205.
3. D.A.Huffman «A method for the construction of minimum-redundancy codes» in Proc. IRE, vol. 40, pp. 1098-1101, Sept. 1952.

ФОРМУВАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ВИБІРКИ ДЛЯ ІСППР В ЮРИСПРУДЕНЦІЇ

При побудові інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (ІСППР) в юриспруденції проблемою є слабка структурованість даних в текстових документах вироків, що займає дуже багато часу для їх збору.

В даній роботі пропонується організувати формування навчальної вибірки для ІСППР в юриспруденції за допомогою програмної реалізації імпорту даних вироків за справами з єдиного державного реєстру судових рішень <http://www.reyestr.court.gov.ua>.

Для дослідження проблеми передбачається проведення аналізу представлення даних та написання скрипта для їх імпорту з веб-ресурсу, з використанням технології парсингу на мові R з двома основними бібліотеками для парсингу `library(XML)` та `library(RCurl)`.

Як відомо, парсинг (Parsing) – це прийняття в інформатиці визначення синтаксичного аналізу, для чого створюється математична модель порівняння лексем з формальною граматикою, описана одною з мов програмування. Програма (скрипт), що дає можливість комп'ютеру «читати» – порівнювати запропоновані слова з наявними у Всесвітній мережі, називається парсером [1, 2]. Незалежно від того на якій формальній мові програмування написаний парсер, алгоритм його дії залишається однаковим: 1) завантаження коду сторінок, з яких беруться необхідні дані; 2) аналіз отриманої інформації. На цьому етапі витягають необхідну інформацію з усієї отриманої. Для цієї мети використовують регулярні вирази; 3) обробка і перетворення даних. В рамках даного фрагмента процесу перетворюють дані в необхідний формат; 4) генерація результату і його виведення в файл або на екран.

Інформація, що представлена на сайті державного реєстру судових рішень дає можливість пошуку за контекстом та має структуру у вигляді таких таблиць. Табл. 1. Суд та судді: Регіон суду (область, регіон, ВС ВМС); Найменування суду; Код суду; Інстанція (перша; апеляційна; касаційна); ПІБ судді. Таблиця 2. Судове рішення: Реєстраційний № рішення; Період ухвалення (постановлення) (з _ по _); Період надходження (з _ по _); Форма судового рішення (вирок, постанова, рішення,

¹ д.ек.н., професор, Запорізький національний технічний університет

² к.ф.-м.н., доцент, Запорізький національний технічний університет

³ аспірант, Запорізький національний технічний університет

судовий наказ, ухвала, окрема ухвала, окрема думка). Табл. 3. Судова справа: Форма судочинства (адміністративне, господарське, кримінальне, цивільне, справи про адміністративні порушення); Категорія справи (адміністративні, господарські, кримінальні справи, справи про адмінправопорушення, у порядку процесуального законодавства, цивільні справи); Справа №; Статус сторін судового процесу (Державний орган, підприємство, установа, організація; Юридична особа; Фізична особа).

Відповіді на запит пошуку подаються у вигляді таблиці, що містить стовпці: № рішення, Форма судового рішення, Дата ухвалення рішення, Дата набрання законної сили, Форма судочинства, № судової справи, Назва суду, Суддя.

Побудована раніше авторами загальна модель ІСППР в юриспруденції для частини третьої ст. 185 КК України про крадіжку [3] має вигляд: $Years = F(Severity, Personality, Mitigation, LM, Burden, LB, Lawyer)$, де F – відповідний алгоритм нечіткого виведення.

Інформацію про особу обвинуваченого (Personality), обставини, що пом'якшують (Mitigation) та обтяжують (Burden) покарання, а також тяжкість злочину (Severity) можна витягнути з першої частини вироку «Встановив». Ступінь остаточного покарання за сукупністю злочинів (Years) можна отримати з другої частини вироку «Засудив», тобто вся інформація здобувається з аналізу текстового документу судового рішення. Множина юридичних термінів утворює множину регулярних виразів, необхідних для реалізації другого етапу технології парсингу.

Перелік посилань

1. <https://habr.com/post/162583/>
2. <http://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/69552c6760795680448f8ab9f47c08669ca0.html>
3. Бакурова А.В., Терещенко Е.В., Пасічник М.С. Алгоритм Сугено у системі підтримки прийняття судових рішень [Текст] // Тези доповідей. Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання», Івано-Франківськ, 14–19 травня 2018 року. – Ів.– Франковськ, 2018. – с. 830–834.

МЕТОДИКА КОРЕКЦІЇ СИГНАЛІВ БІНС НА ОСНОВІ ВІЗУАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Актуальність теми. Підвищення ефективності та безпеки застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у військових та цивільних цілях, пов'язане з розробкою автономних систем управління (СУ), спроможних функціонувати без участі оператора у разі часткової втрати працездатності. Основна проблематика розробки таких СУ полягає в процесі переходу від класичного управління до інтелектуального. У більшості БПЛА встановлені оптичні системи, що представлені курсовими камерами чи цільовим навантаженням. Візуальні дані можна використовувати в якості альтернативного джерела інформації, синтезуючи при цьому параметри просторового положення.

Мета дослідження полягає у забезпеченні функціонально стійкого управління рухом малого автономного літального апарату за допомогою глибокого діагностування та корекції сигналів безплатформенної інерціальної навігаційної системи (БІНС) за основи візуальної інформації.

Мінімальною і необхідною вимогою до апаратної відповідності для розробленої системи управління є наявність відповідного набору вимірвальних засобів: мікроелектромеханічні системи, до складу яких входять 3х осьовий акселерометр, 3х осьовий датчик кутових швидкостей та 2–3х осьовий магнітометр, приймач супутникової навігаційної системи, а також підвіс з камерою з опцією гіроскопічної стабілізації.

Розробка програмної частини по обчисленню навігаційних параметрів виконана на графічному процесорі з використанням мови програмування python, тому необхідна підтримка даної мови на апаратній частині з урахуванням установки всіх супутніх модулів та бібліотек. Операційна система активується автоматично при запуску літального апарату. Також система автоматично перемикається в режим відновлення параметрів за рахунок візуальної інформації і назад (в разі відновлення сигналу природного джерела).

Система автономно вирішує завдання забезпечення функціональної стійкості в будь-якій місцевості (з різними типами підстильної пове-

¹ студентка 5 курсу «ХАІ»

² аспірант кафедри електротехніки і мехатроніки (305) «ХАІ»

³ аспірант кафедри електротехніки і мехатроніки (305) «ХАІ»

⁴ д.т.н., професор кафедри електротехніки і мехатроніки (305), в. о. декана факультету ракетно-космічної техніки «ХАІ»

рхні), при різних погодних умовах (за підвищеної хмарності, недостатній освітленості та в температурному діапазоні від -10 до $+40\text{C}$).

Функціонально стійка система являє собою замкнуту систему (рис. 1), що складається з блоків діагностування, відновлення та реконфігурації, вимірювальної системи та об'єкта управління.

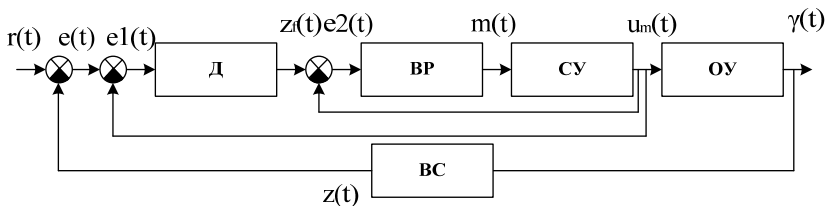


Рисунок 1 – Загальна схема функціонально стійкої системи управління літального апарата

де $r(t)$ – задавальний сигнал керування; $e(t)$, $e1(t)$, $e2(t)$ – сигнали корекції; $z_1(t)$ – сигнал діагностування; $m(t)$ – сигнал прийняття рішення щодо реконфігурації; $u_m(t)$ – вихідний сигнал системи управління; $\gamma(t)$ – фізичний параметр руху; $z(t)$ – сигнал вимірювача; Д – блок діагностування; ВР – блок відновлення та реконфігурації; СУ – система управління; ОУ – об'єкт управління; ВС – вимірювальні системи.

Процес діагностування поширюється в режимі реального часу на всі існуючі ВС, що беруть участь у функціональному забезпеченні БПЛА під час руху. У разі появи позаштатної ситуації (ПС), на підставі отриманої інформації, проводиться відновлення працездатності пошкодженої системи за допомогою реконфігурації алгоритму обчислення просторових параметрів літального апарата. При цьому інтервал часу діагностування, реконфігурації та відновлення значення сигналу має бути менше самого інтервалу квантування сигналу.

Основною перевагою параметричного підходу, є автономність від тестового сигналу, при цьому отримання оціночних значень відбувається на підставі вимірювання вхідного і вихідного сигналів або із застосуванням параметричної ідентифікації. Математичне обґрунтування підходу стверджує, що множина ПС характеризується параметрами, що входять в певні функціональні залежності коефіцієнтів системи. На підставі цих функціональних залежностей і результатів параметричної ідентифікації стає можливим обчислення параметрів ПС.

РОЗМІРНІСТЬ ФРАГМЕНТАРНИХ СТРУКТУР

Фрагментарні структури застосовуються при пошуку наближених розв'язків низки дискретних оптимізаційних задач [1, 2], при цьому будується максимальний за включенням фрагмент за допомогою фрагментарного алгоритму, який є «жадібним» алгоритмом на фрагментарній структурі. Фрагментарна структура – це впорядкована пара (X, Φ) , де X – це скінченна множина, $\Phi = \{E_0, E_1, \dots, E_n\}$ – сімейство її підмножин, $E_i \subseteq X, i = 0, \dots, n$, таке, що $\forall E_i \in \Phi, E_i \neq \emptyset \exists e \in E_i, E_i \setminus \{e\} \in \Phi$. Елементи множини Φ називаються фрагментами. Множину X будемо називати універсальною множиною. З означення випливає, що сімейство підмножин Φ завжди містить допустимий фрагмент – порожню множину ($E_0 \equiv \emptyset$).

Означення 1. Допустимим графом [3] будемо називати нерозмічений зв'язний оргграф з одним джерелом, який відповідає деякому класу F ізоморфних фрагментарних структур [3] таким чином, що його суміжні вершини відповідають послідовним фрагментам цих структур, при цьому напрям дуги збігається з напрямом слідування фрагментів.

Двійковий m -вимірний орієнтований куб, що визначає впорядкований булеан, є діаграмою Гассе. Він має один істок (кореневу вершину) і один сток. На рис. 1 зображений орієнтований гіперкуб розмірності 2, тобто квадрат, розмічений так, що відповідає діаграмі Гассе.

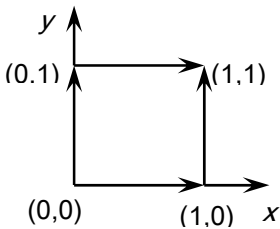


Рисунок 1 – Діаграма Гассе на квадраті (розмірність 2)

Лема 1. Для того, щоб нерозмічений ациклічний оргграф з однією кореневою вершиною був допустимим необхідно, щоби він був підграфом деякого орієнтованого гіперкуба.

Далі під підграфом гіперкуба будемо розуміти оргграф, для якого виконується умова леми 1.

Допустимий граф, що відповідає класу F ізоморфних фрагментарних структур (X, Φ) , визначає структуру сімейств підмножин Φ . Для будь-якої фрагментарної структури з F

¹ Канд. фіз.-мат. наук, доцент каф. СА та ОМ ЗНТУ

виконується нерівність $|X| \geq |\bigcup_{i=1}^n E_i|$. Тоді, підбравши відповідну розмітку, за допустимим графом можна визначити мінімальну потужність універсальних множин цих фрагментарних структур, яка дорівнює $|\bigcup_{i=1}^n E_i|$.

Означення 2. Будемо називати мінімальну потужність N універсальних множин фрагментарних структур з класу F розмірністю [3] допустимого графа та відповідних йому ізоморфних фрагментарних структур,

$$N = |X|_{\min} = \min_F |\bigcup_{i=1}^n E_i|.$$

Розмірність не може бути менша за довжину максимального шляху у графі та не може бути менша за напівстепінь виходу кореневої вершини. Узагальненням цього твердження є нерівність

$$N \geq \max_i (l_i + p_i),$$

де l_i – номер ярусу i -ї вершини, p_i – її напівстепінь виходу.

Будемо називати гіперкуб розмірності N достатнім гіперкубом для даного допустимого графа, а гіперкуб мінімальної розмірності, підграфом якого є заданий допустимий граф, необхідним гіперкубом. Очевидно, що розмірність необхідного гіперкуба допустимого графа є нижньою оцінкою розмірності його достатнього гіперкуба.

Перелік посилань

1. Козин И. В., Кривцун Е. В., Пинчук В. П. Эволюционно-фрагментарная модель задачи трассировки. Кибернетика и системный анализ : междунар. науч.-теорет. журн. 2015. Т.51, № 3. С. 125 – 131.
2. Козин И. В., Кривцун Е. В. Моделирование однослойных и двухслойных трассировок. Управляющие системы и машины : междунар. науч. журн. 2016. № 2. С. 58 – 64.
3. Кривцун О. В. Фрагментарні моделі задач трасування, пакування і логічного проектування [Електронний ресурс] : дис. ... канд. фіз.-мат. наук : 01.05.02 / Олена Володимирівна Кривцун. – Запоріжжя, 2017. – 184 с. – Режим доступу : http://phd.znu.edu.ua/page//dis/06_2017/Diss_Kryvtsun.pdf

МОДЕЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ТЕРИТОРІЇ В УМОВАХ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Сучасні економічні умови сприяють виникненню нових вимог і потреб територіальних громад, що призводить до структурних та функціональних змін в управлінні соціально-економічним розвитком територій. Підвищення якості управління передбачає вирішення задачі планування, координації, розподілу матеріальних, фінансових інформаційних потоків, тобто визначення оптимальних параметрів територіальної логістичної інфраструктури.

У загальному випадку ще одним критичним ресурсом стає час, тому дана задача є багатокритеріальною багатовимірною нелінійною задачею динамічного програмування, множина екзотених параметрів якої носить ймовірнісний або невизначений характер.

Зокрема, невід'ємною складовою задачі оптимізації територіальної логістичної інфраструктури є визначення оптимальних обсягів логістичних потоків в процесі ліквідації надзвичайної ситуації техногенного характеру (ТНС) та мінімізації її наслідків, тобто визначення величини потреби у ресурсах $Y = \{y_1, \dots, y_q, \dots, y_\xi\}$ в районах (пунктах доставки) $\varphi = \{\varphi_i\} i \in I$, постраждалих від ТНС [1]. При цьому об'єктивна невизначеність місця і часу виникнення ТНС, її типу та рівня важкості значно утруднює оцінку обсягів ресурсів щодо її локалізації та ліквідації, що може стати причиною втрати людських життів, шкоди здоров'ю, породжувати значні матеріальні, фінансові, психологічні збитки. Тому важливим є визначення раціонального підходу в оцінюванні ресурсів територіальної підсистеми системи техногенної безпеки.

Метою даного дослідження є розробка методичного, алгоритмічного та програмного забезпечення оцінки обсягів необхідних ресурсів ліквідації ТНС із застосуванням апарату нечітких множин і нечіткої логіки [2].

Для реалізації поставленої мети проведено аналіз та класифікацію можливих типів ТНС за регіонами України, виділені типові для певних

¹ д. ф.-м.н., проф., зав.каф. Харківський національний університет міського господарства імені О.М.Бекетова, кафедра прикладної математики і інформаційних технологій

² к. е.н., ст. викладач Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра економічної кібернетики та управління економічною безпекою

³ Національний університет цивільного захисту України, ад'юнкт кафедри пожежної профілактики в населених пунктах

територій види ТНС [3]. На прикладі Харківської області визначені групи властивостей $P_k \supset P$, $k=1,2,\dots,K$, $\text{card}(P) = \sum_{k=1}^K \text{card}P_k$, $P_k = \{p_{ki}\}$, $i=1,2,\dots,I_k$, що характеризують різні аспекти ТНС та оточуючого середовища та є вагомими для визначення рівнів ресурсного забезпечення процесу локалізації та ліквідації наслідків ТНС.

Для опису чинників P_k , що частково виконаний у відповідності із Класифікатором надзвичайних ситуацій ДК 019:2010 [3], інших нормативних документів та довідкової інформації, сформовані вхідні змінні (терм-множини) та терми t_{ki} , що означають рівень реалізації чинника p_{ki} . Крім того, зважаючи на недостатню для статистичної обробки довжину рядів вихідних даних, певна частина терм-множин визначалась на основі обробки результатів експертних опитувань.

Проведена формалізація нечітких множин вхідних та вихідних змінних задачі стає основою побудови нечіткої бази знань щодо визначення рівнів забезпечення Y , яка містить множину продукцій

$$\bigcup_{k=1}^K \bigcup_{i=1}^{I_k} \left(\bigcap_{l=1}^{L_{ki}} (p_{ki} = t_{ki}^l) \right) \rightarrow (y^q = a^{qi}), j=1,2,\dots,J_q, q=1,2,\dots, \xi,$$

де $\{a^{qi}\}$, $j=1,2,\dots,J_q$ – можливі значення рівнів ресурсного забезпечення, що є основою застосування композиційного правила виведення.

Таким чином, нечітке логічне виведення дозволяє здійснити визначення оцінки A необхідних обсягів ресурсного забезпечення на стратегічному рівні з урахуванням рівня небезпеки, тобто поточного рівня техногенної безпеки як функції множини властивостей P можливої ТНС і оточуючого середовища.

Перелік посилань

1. І.Чуб, Ю.Михайловська, М.Новожилова «Формалізація задачі ресурсного забезпечення ліквідації техногенної надзвичайної ситуації», Проблеми надзвичайних ситуацій, дип. 25. с. 153–158, 2017.
2. А. Kaufmann Introduction a la theorie des sous-ensembles flus. Masson:Paris-NewYork-Barcelona-Milan, 1977.
3. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2016 році. – К.: Український науково-дослідний інститут цивільного захисту ДСНС України, 2017.
4. Класифікатор надзвичайних ситуацій ДК 019:2010. Київ: Держспоживстандарт України, 2010.

СИСТЕМНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРОЦЕСІВ

Розвиток технологій та процесів складають основу удосконалення та конкурентну спроможність продукції у різних галузях виробництва та обумовлюють збереження ресурсів, соціальні переваги, екологічну доцільність та інше.

Сучасній стан та можливості кожної країни характеризуються технологіями та процесами, які використовуються для переробки сировини, скорочення витрат, підвищення якості продукції, покращення соціального розвитку.

У відомих публікаціях та літературі [1] приведено описи звісних технологій та процесів для конкретної продукції, шляхів їх удосконалення, використанню ресурсів (сировинних, енергетичних, кадрових), моделювання процесів та операцій, можливостям автоматизації, та інше. Але практично відсутні матеріали системної ідентифікації, що дозволять ідентифікувати нові технології та процеси, сучасні та ефективні, розробляти нову продукцію, з новими характеристиками та можливостями, використовуючи закони фізики, хімії, біології, енергетики, приваблюючи інвестиції для їх реалізації.

Мета доповіді полягає в визначенні підходів до системного формування технології та процесів, зважаючи на можливості, ресурси, потрібну продукцію, забезпечуючи їх ефективність та конкурентну спроможність, соціальну значимість, та екологічність.

В практичній діяльності, при обґрунтуванні технологій виробництва бажаного продукту, розглядають діючі технології, з використанням обладнання, яке дозволяє перетворювати сировину, з використанням ресурсів енергетичних, кадрових, сировинних та інше в кінцевий продукт з визначеними характеристиками та властивостями. Далі формуються процеси та операції, виконується їх моделювання та оптимізація, організується структура управління процесами і всією технологією [2]. Впровадження такої технології пов'язано з узгодженням характеристик та вимог до обладнання, процесів, операцій для забезпечення кількісних та якісних характеристик кінцевого продукту, зменшення відходів виробництва, впливу на екологію середовища, урахування соціальних наслідків.

¹ доцент кафедри системного аналізу і управління Національного ТУ «Дніпровська політехніка»

² старший викладач кафедри системного аналізу і управління Національного ТУ «Дніпровська політехніка»

В діючий час розвиток наук системного аналізу, ідентифікації, моделювання тощо, дозволяє значно покращити системну ідентифікацію технологій та процесів. Системність та можливості ідентифікації дали поштовх розвитку засад *технологічного підприємництва* [http://ru.wikipedia.org/wiki/технологическое_предпринимательство], що обумовлює створення нової технології бізнесу, в основу якого закладається інноваційна (наукоємна) високотехнічна ідея .

В доповіді розглянуто три закони термодинаміки, які реалізуються в будь-яких виробничих технологіях і які пояснюють більшість процесів перетворення та обробки сировини, дозволяють виконати ідентифікацію та моделювання при створенні нової технології.

Алгоритм системної ідентифікації, на нашу думку, може також складати ряд послідовних етапів, які в деякій мірі формалізують підходи до створення нових технологій та процесів та володіють принципами *стартапа*. Перший етап включає формування ідеї, постановку цілі та опис задач реалізації ідеї. На другому і послідовних етапах вивчають та аналізують наявність сировини, ресурсів, та формують уявлення по нову продукцію, її конкурентоспроможність, аналізують звісні технології, оцінюють необхідність інвестицій. Ідентифікація структури нової технології пов'язана з використанням як діючого обладнання, так і формування вимог та характеристик до нового обладнання, що зможе забезпечити процеси та операції технології. Весь процес синтезу технології виконують одночасно з необхідністю автоматизації та автоматичного управління, оптимізації процесів та операцій, виконують їх моделювання і параметричну ідентифікацію для узгодження характеристик та формування режимів роботи.

Подібна системна ідентифікація можлива, на наш погляд, при умовах [2]:

- трансфера наукових досягнень у бізнес;
- наявність інвестицій;
- розвинутий ринок технологій.

Перелік посилань

1. Шалугин В.С. Процеси та апарати промислових технологій. Навчальний посібник / В.С. Шалугин. -Центр уч. літер., 2008. – 392с.
2. Букетов А.В. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів систем /А.В. Букетов.– Тернопіль: СМП «Тайп»,2009. –260с.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ МИКРОСТРУКТУРЫ ОСТРОВКОВЫХ ПЛЕНОК

Современный этап развития микроэлектроники характеризуется широким применением разного типа пленочных интегральных микросхем с обеспечением микроминиатюризации радиоэлектронной аппаратуры. Качество и надежность работоспособного состояния микросхем, в процессе их функционирования, в особенности, под влиянием воздействия каких-либо внешних факторов, существенно зависят от структурной стабильности пленочного материала.

Системный анализ сводится к выявлению кинетических особенностей процессов, протекающих в многоэлементной системе, применительно к островковым тонким пленкам.

Рассматриваются металлические пленки островкового типа, подверженные огрублению из-за оствальдовской коагуляции микроостровков.

Островковые пленки представляют интерес потому, что их структурное состояние является промежуточным между кристаллическим и аморфным, поскольку они являются одними из представителей керметов. Так, например, несмотря на металлическую природу пленки, ее электрофизические свойства все ближе к полупроводникам, что является одной из причин повышенного интереса к ним. Дестабилизация их электрических и прочностных свойств связана с укрупнением островков в процессе коалесценции.

Формирование островковой пленки на подложке характеризуется образованием и ростом островков, а свободная поверхность между ними покрывается слоем адатомов (адсорбированных атомов) с разной плотностью в зависимости от ее микрорельефа. Степень выживаемости островков (например, золота, платины, меди и др.) в такой дисперсной системе существенно зависит от их размера, огранки и структурного состояния. Переход пленки в более стабильное состояние происходит путем укрупнения островков и сопровождается значительным уменьшением свободной поверхностной энергии.

В основе расчетов лежит математическое моделирование физических процессов. Математическая модель физического явления – это обычно система уравнений, описывающая элементарные физические процессы, из которых складывается это явление.

¹ к.ф.-м.н., доц. каф. САОМ ЗНТУ

В случае дисперсной системы островков, имеющих форму сферического сегмента, предложена математическая модель уравнения размерного движения

$$\frac{dr}{dt} = \frac{a \cdot D_s \cdot K \cdot V}{D_s + K \cdot r^2} \left(\frac{1}{r_k} - \frac{1}{r} \right),$$

где $\frac{dr}{dt}$ – скорость изменения пространственного размера островков радиуса $r = \frac{r_s}{\sin \theta}$, r_s – эффективный радиус островков в плоскости подложки, θ – краевой угол; D_s – коэффициент поверхностной диффузии адатомов; V – удельный объем вещества пленки; K – скорость присоединения адатомов к поверхности островков.

Перераспределение вещества островков при нагревании пленки определяется величиной их критического радиуса r_k . Островки докритического размера ($r < r_k$) постепенно расплываются по поверхности подложки, а расти будут только те из них, размер которых больше критического ($r > r_k$). Такой процесс сопровождается уменьшением их общего числа, степени пересыщения адатомами поверхности подложки, а значит, и ростом среднего r_s , критического r_k , модального r_m , наибольшего r_g размеров и размаха распределений $(0, r_g)$. Введя безразмерную переменную $u = \frac{r}{r_k}$, получили выражение для произведения функций распределения островков по их относительным размерам. Постоянная интегрирования определяется из закона сохранения массы вещества островковой пленки.

Информацию о природе и особенностях протекания внутрисистемных процессов можно получить путем идентификации теоретических распределений с экспериментальными гистограммами с последующим выявлением их сходства и различия. Системный анализ был применен к экспериментальным распределениям платиновых островков на $\gamma - \text{Al}_2\text{O}_3$ подложке по их эффективным радиусам.

Предлагаемый анализ экспериментальных распределений с теоретическими по признаку совпадения их характеристик позволит получать ценную информацию о влиянии воздействия ряда факторов (легирования, присутствия атмосферы, переогранки растущих островков и др.) на процесс огрубления пленочного островкового материала.

МЕТОДИКА ГЕНЕРАЦІЇ НЕЧІТКИХ ЛОГІЧНИХ ПРАВИЛ ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АПТЕЧНОЇ МЕРЕЖІ

Для оперативної оцінки стану аптечної мережі, виявлення її проблемних торговельних точок, прийняття рішення щодо відкриття нової аптеки розроблена методика генерації нечітких логічних правил, за допомогою якої було проаналізовано ефективність функціонування аптек. Досліджено відомі моделі аналізу даних з використанням математичного апарату нечітких множин для аналізу даних та побудови алгоритму генерації нечітких логічних правил.

Основні етапи методики побудови нечітких баз: вибірка вихідного набору даних, підготовка даних, перетворення даних, розробка алгоритму нечіткого виводу.

Для генерування та настройки нечіткої бази знань використано дані облікової системи аптечної мережі, що характеризують місце розміщення аптеки та фінансові показники функціонування торговельної точки. Результуючим показником виступає ефективність функціонування торговельної точки (Ef). Під оцінкою рівня привабливості місця для розміщення аптеки в даній роботі будемо розуміти значення вихідної змінної Ef що залежить від шести вхідних змінних:

$$Ef = f(A, B, C, D, E, F), \quad (1)$$

де: A – трафік, B – якість пішохідного потоку, C – купівельна спроможність, D – тип району, E – конкурентне середовище, F – відстань до медичних установ. Для побудови правил використовується математичний апарат нечітких множин, згідно з яким кожній вхідній і вихідній змінній необхідно призначити відповідні лінгвістичні терми (наприклад «високий», «середній», «низький»):

$$A = \{a^1, a^2, \dots, a^m\} \quad B = \{b^1, b^2, \dots, b^m\} \quad C = \{c^1, c^2, \dots, c^m\} \quad D = \{d^1, d^2, \dots, d^m\} \\ E = \{e^1, e^2, \dots, e^m\} \quad F = \{f^1, f^2, \dots, f^m\} \quad Ef = \{ef^1, ef^2, \dots, ef^m\} \quad m \in 1..M \quad (2)$$

$a^m, b^m, c^m, d^m, e^m, f^m, Ef^m$ – лінгвістичні терми змінних A, B, C, D, E, F, Ef

Базуючись на цих даних було сформовано базу нечітких правил, що складається з нечітких висловлювань у формі «ЯКЩО ... ТО».

¹ Аспірант, кафедра Системного аналізу та обчислювальної математики ЗНТУ

Нечіткі правила визначають взаємозв'язок між входами і виходами досліджуваного об'єкта, їх можна представити наступним чином:

$$\begin{aligned}
 & \text{ЯКЩО}(A = a^2) \text{ТА}(B = b^1) \text{ТА}(C = c^2) \text{ТА}(D = d^1) \text{ТА}(E = e^1) \text{ТА}(F = f^2) \text{АБО} \\
 & (A = a^1) \text{ТА}(B = b^1) \text{ТА}(C = c^1) \text{ТА}(D = d^1) \text{ТА}(E = e^3) \text{ТА}(F = f^2) \text{АБО} \\
 & \dots \\
 & \text{ТО } Ef = ef^1 \text{ ІНАКШЕ} \\
 & \text{ЯКЩО}(A = a^2) \text{ТА}(B = b^2) \text{ТА}(C = c^3) \text{ТА}(D = d^2) \text{ТА}(E = e^2) \text{ТА}(F = f^2) \text{АБО} \\
 & (A = a^2) \text{ТА}(B = b^2) \text{ТА}(C = c^2) \text{ТА}(D = d^2) \text{ТА}(E = e^2) \text{ТА}(F = f^3) \text{АБО} \\
 & \dots \\
 & \text{ТО } Ef = ef^2 \text{ ІНАКШЕ} \\
 & \text{ЯКЩО}(A = a^2) \text{ТА}(B = b^3) \text{ТА}(C = c^3) \text{ТА}(D = d^3) \text{ТА}(E = e^3) \text{ТА}(F = f^2) \text{АБО} \\
 & (A = a^3) \text{ТА}(B = b^3) \text{ТА}(C = c^2) \text{ТА}(D = d^2) \text{ТА}(E = e^3) \text{ТА}(F = f^3) \text{АБО} \\
 & \dots \\
 & \text{ТО } Ef = ef^3
 \end{aligned} \tag{3}$$

Генерація таких правил дозволяє сформувати базу знань, яку можна застосувати при побудові моделі нечіткого логічного виводу для прийняття відповідного рішення (вибір місця для розміщення нової аптеки, переїзд, закриття чи ребрендинг існуючої аптеки). Була сформована база знань нечітких логічних правил та проаналізовано всі аптеки досліджуваної аптечної мережі. Згідно даних облікової системи аптечної мережі зачинені чи ребрендовані аптеки мали низьку ефективність.

Новизну даної роботи складає запропонована методика генерації нечітких логічних правил визначення ефективності функціонування аптечної мережі. Запропонована методика дозволяє прийняти рішення щодо відкриття нової аптеки або закриття існуючої, що має низьку ефективність.

Перелік посилань

1. Бакурова А.В., Ропало Г.М. Система підтримки прийняття рішення про розміщення аптек на основі нечіткої логіки /Управління проектами, системний аналіз і логістика – К.: НТУ, 2018
2. Олейник А.А., Субботин С.А. Редукція баз нечетких правил на основі мультиагентного підходу // Сборник научных трудов «Вестник НТУ «ХПИ»: Информатика і моделювання №43 – Вестник НТУ «ХПИ», 2009.
3. Ракитянська Г. Б. Побудова класифікаційних нечітких правил на основі оберненого логічного виведення / Г.Б. Ракитянська //Вісник Вінницького політехнічного інституту – № 6. – С. 99–107.

МОДЕЛЬ УДОСКОНАЛЕНОЇ ВИСОКОТОЧНОЇ СИСТЕМИ НАВЕДЕННЯ СНАРЯДІВ РЕАКТИВНИХ СИСТЕМ ЗАЛПОВОГО ВОГНЮ

Ураження цілей з високою точністю є однією з головних умов щодо ефективного ведення бойових дій. Основна увага приділяється високоточним засобам ураження, що в процесі польоту мають можливість здійснювати корегування наведення.

Керовані засоби ураження, до яких відносяться й снаряди реактивної системи залпового вогню (РСЗВ) «Смерч», не дозволяють уражати цілі з високою точністю. Причиною тому є недосконалість роботи системи наведення, що використовується в снарядах даного типу [1], яка в процесі польоту накопичує помилки. В свою чергу це призводить до недопустимих значень кругового імовірного відхилення снаряду відносно цілі. Неточність наведення снаряду несе за собою ряд суттєвих обмежень щодо застосування РСЗВ в умовах сучасної війни.

Аналіз побудови та функціонування системи наведення снарядів РСЗВ «Смерч» [1, 2], останніх досягнень в області високоточної автономної навігації безпілотних літальних апаратів та наведення керованих засобів ураження, зокрема [3–5], вказує на можливість та доцільність проведення наукових досліджень спрямованих на удосконалення існуючої інерційної системи наведення снарядів РСЗВ «Смерч» шляхом застосування коригуючої системи більш високого порядку точності. У якості такої системи, що здатна у автономному режимі забезпечити високоточне визначення просторового положення снаряда, пропонується застосовувати оптико-електронну кореляційно-екстремальну систему наведення (КЕСН)[6].

Для вивчення особливостей побудови КЕСН, функціонування її у процесі наведення снаряду на наземні цілі в умовах протидії противника, розроблена математична модель процесу функціонування КЕСН, яка, на відміну від існуючих, окрім поступального руху снаряду враховує його обертання навколо своєї осі, що призводить до спотворення поточного зображення об'єкта прив'язки на поверхні візування, отриманого

¹ доктор технічних наук доцент, професор кафедри озброєння радіотехнічних військ Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба.

² ад'юнкт науково-організаційного відділу Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

на борту снаряда, та його відмінності від сформованого заздалегідь еталонного зображення.

Застосування розробленої моделі забезпечує можливість вивчення впливу поступального та обертового руху снаряда на отримане у процесі польоту зображення об'єктів і фонів поточного зображення, що мають різний яскравісно-контрастний склад та відрізняються розміщенням на поточному зображенні, а також протидію противника, у тому числі і з застосуванням сучасних засобів зниження помітності [7], результат якої призводить до спотворення об'єкта прив'язки та навколишнього фону.

Створена модель є основою для розробки методів високоточного наведення снарядів РСЗВ на точкові цілі в умовах розвиненої інфраструктури та неможливості отримання чітких зображень цілей, а також розробки імітаційної моделі процесу високоточного наведення снарядів РСЗВ.

Перелік посилань

1. Гуров С. В. Реактивная система залпового огня 9К58 «Смерч» // Реактивные системы залпового огня. Обзор. Изд. 2, электронное, периодическое исп. и доп.. – Тула: ФГУП ГНПП «Сплав», 2010. – С. 206.
2. Тези з ЦНДІ ОВТ.
3. Сотников А. М., Таршин В. А. Проблемы и перспективы развития навигационного обеспечения летательных аппаратов. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба. Харків, 2013. Вип.3(36). С.57–63.
4. Сотников О. М., Таршин В. А., Опенько П. В. Проблемы та напрямки розвитку кореляційно-екстремальних систем наведення керованих літальних апаратів. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. 2013. № 3(18). С. 93–96.
5. [A method for localizing a reference object in a current image with several bright objects](#) / A. Sotnikov, V. Tarshyn, N. Yeromina, S. Petrov, N. Antonenko. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Vol. 3. № 9 (87). pp. 68–74.
6. Корреляционно-экстремальные радионавигационные системы / В.И. Сырякин, В.С. Шидловский. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2010. – 316 с.
7. Development of radioisotopic-plasma technology for the protection of radio electronic means from powerful electromagnetic radiation / O. Vorobiov, V. Savchenko, A. Sotnikov, V. Tarshin, T. Kurtseitov. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017. Vol. 1, № 5 (85).pp. 16–22.

**СВОЙСТВО КВАЗИПОЛНОТЫ ДВУХКРИТЕРИАЛЬНЫХ
ЗАДАЧ НА ГРАФАХ КЛАССА «СУММАРНЫЙ
ВЕС-КРИТИЧЕСКОЕ РЕБРО»**

Символом $Z_{1,2}$ будем обозначать двухкритериальную задачу на двухвзвешенном графе $G = (V, E)$, с векторной целевой функцией $F_{1,2}(x)$, составляющими которой являются критерии $F_1(x)$ и $F_2(x)$. Критерий $F_1(x)$ представляет собой целевую функцию некоторой однокритериальной задачи Z_1 «об экстремальном суммарном весе», например, «об остовном дереве», «о пути между двумя вершинами». Критерий $F_2(x)$ представляет собой целевую функцию однокритериальной задачи Z_2 «об экстремальном ребре» [1]. Каждому ребру $e_i \in E$ n -вершинного графа $G = (V, E)$, $|E| = m$, $t = \overline{1, m}$ присвоена пара весов $\omega_i(e_i)$, $i = \overline{1, 2}$, $t = \overline{1, m}$. Векторная целевая функция (ВЦФ) задачи $F_{1,2}(x)$ определяет множество допустимых решений (МДР) $X_{1,2} = \{x\}$, паретовское множество (ПМ) $\tilde{X}_{1,2}$ и полное множество альтернатив (ПМА) $X^0_{1,2}$ [1] и имеет вид

$$F(x) = (F_1(x), F_2(x)) , \quad (1)$$

$$F_1(x) = \sum_{e \in E_{x_1}} \omega_1(e) \rightarrow \text{extr} , \quad (2)$$

$$F_2(x) = \text{extr}_{e \in E_{x_1}} \omega_2(e) \rightarrow \text{extr} , \quad (3)$$

где E_{x_1} – множество ребер подграфа $x_1 = (V_{x_1}, E_{x_1})$, который входит в МДР X_1 задачи Z_1 .

Многокритериальную задачу Z назовем квазиполной, если существуют такие параметры ВЦФ $F(x)$, при которых максимальные мощности МДР X , ПМ \tilde{X} и ПМА X^0 подчинены соотношению $|X^0| = |\tilde{X}| < |X|$ [2].

¹ к.ф.-м.н., доцент, Запорожский национальный технический университет

Построим алгоритм α решения задачи $F_{1,2}(x)$. На первом этапе алгоритма α формируется МДР $X_1 = \{x_1^\mu\}$, $|X_1| = M$, $\mu = \overline{1, M}$ задачи Z_1 . Каждое допустимое решение $x_1^\mu \in X_1$ представляет собой подграф $x_1^\mu = (V_1^\mu, E_1^\mu)$ графа $G = (V, E)$, $V_1^\mu \subseteq V$, $E_1^\mu \subseteq E$. На втором этапе по значению второго веса $\omega_2(e)$, $e \in E_1^\mu$ на каждом подграфе x_1^μ , $\mu = \overline{1, M}$ решается задача о нахождении ребра экстремального веса (3). Применяя этот прием для каждого номера $\mu = \overline{1, M}$, формируем МДР $X_{1,2} = \{x^\mu\}$ задачи $Z_{1,2}$. Для каждого допустимого решения x^μ значение ВЦФ (1)–(3) определено в виде пары $(F_1(x^\mu), F_2(x^\mu))$. На третьем этапе из МДР $X_{1,2}$ выделяется ПМ $\tilde{X}_{1,2}$ и ПМА $X^0_{1,2}$ согласно направлению критериев (2)–(3).

Необходимость третьего этапа в алгоритме α демонстрирует справедливость неравенства $|\tilde{X}_{1,2}| < |X_{1,2}|$. Согласно определению ПМА [1], очевидно равенство $|\tilde{X}_{1,2}| = |X^0_{1,2}|$. Является справедливой

Теорема. Двукритериальная задача $Z_{1,2}$ с векторной целевой функцией (1)–(3) является квазиполной, т.е. справедливо соотношение $|\tilde{X}_{1,2}| = |X^0_{1,2}| < |X_{1,2}|$. Мощность МДР $X_{1,2}$ определяется мощностью МДР задачи Z_1 . Мощность ПМ $\tilde{X}_{1,2}$ и ПМА $X^0_{1,2}$ определяются количеством классов разбиения МДР $X_{1,2}$ по признаку «экстремальный второй вес ребра». Мощности ПМ $\tilde{X}_{1,2}$ и ПМА $X^0_{1,2}$ ограничены сверху количеством ребер графа G .

Перечень ссылок

1. Перепелица В.А. Многокритериальные модели и методы для задач оптимизации на графах. — Saarbrücken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. — 337с.
2. Перепелица В.А. О полных и квазиполных двукритериальных задачах на графах / В.А. Перепелица, Э.В. Терещенко // Кибернетика и системный анализ. — 2018. — №3. — С.3–17.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ДВУХЭТАПНОГО ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ РЕСУРСА, НЕПРЕРЫВНО РАСПРЕДЕЛЕННОГО НА ЗАДАННОЙ ТЕРРИТОРИИ

Рассмотрен двухэтапный процесс распределения материальных потоков в транспортно-логистической системе, структурными элементами которой являются предприятия, осуществляющие сбор некоторого непрерывно распределенного на определенной территории ресурса (центры первого этапа), и предприятия, которые этот ресурс потребляют или перерабатывают (центры второго этапа). В таких системах за каждым центром первого этапа закрепляется территория (зона) его обслуживания. Движение материальных потоков осуществляется сначала в направлении от каждой точки рассматриваемой области непосредственно до обслуживающего ее предприятия, а затем первично обработанный или рассортированный ресурс в определенных количествах направляется на предприятия-потребители этого ресурса. Примерами таких логистических процессов и связанных с ними оптимизационных задач являются: рациональный сбор сельскохозяйственных культур и их доставка сначала в зернохранилища, а затем к конечному потребителю; формирование сети современных мусороперегрузочных и мусоросортировочных станций с целью сокращения удельных суммарных затрат на вывоз отходов; планирование лесосечных работ и последующей вывозки древесины с организацией промежуточных складов; формирование сети почтовых служб доставки и др.

Предложена математическая модель описанного процесса – непрерывная задача оптимального разбиения континуального множества с размещением центров подмножеств и дополнительными связями.

Теоретическое обоснование методов и алгоритмов решения непрерывных задач оптимального разбиения множеств с дополнительными связями (ОРМДЗ) осуществлено с использованием основных положений теории оптимального разбиения множеств [1], теории двойственности, а также методов решения задач линейного программирования транспортного типа. Применение разработанного математического ап-

¹ Ус С. А. – канд. физ.-мат. наук, профессор кафедры системного анализа и управления Национального ТУ «Днепровская политехника»

² Коряшкина Л. С. – канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры системного анализа и управления Национального ТУ «Днепровская политехника»

³ Станина О. Д. – ассистент кафедры компьютерных информационных технологий ДВНЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»

парата дает возможность найти оптимальное решение непрерывной двух-этапной задачи размещения-распределения в аналитическом виде. Несмотря на то, что аналитическое выражение содержит параметры, являющиеся оптимальным решением вспомогательной конечномерной оптимизационной задачи с негладкой целевой функцией, формулирование многоэтапной транспортно-логистической задачи в непрерывном варианте в виде задачи бесконечномерной оптимизации целесообразно в случае, когда количество поставщиков ресурса ограничено, но очень велико.

Предложен итерационный алгоритм решения сформулированной задачи ОРМДЗ с размещением центров первого этапа, который разработан на основе g -алгоритма Шора с применением метода потенциалов решения транспортной задачи. Численная реализация алгоритма предполагает дискретизацию заданной области. Для вычисления кратных интегралов в разработанной программе применяется кубатурная формула трапеций.

Вычислительные эксперименты проводились с целью проверки корректности работы алгоритмов; выявления зависимости результатов и времени решения задачи ОРМДЗ от размера сетки дискретизации области; выяснения параметров задачи, влияющих на форму границ между подмножествами. Также оценивался выигрыш (снижение затрат), получаемый за счет постановки и решения непрерывных задач ОРМДЗ при формировании систем двухэтапного транспортирования материальных (сырьевых) ресурсов, сплошь занимаемых определенной территорией.

Разработанные методы, алгоритмы и программный продукт позволяют решать целый ряд практических проблем, связанных, например, с задачами стратегического планирования, которые возникают в производственной, социальной, экономической сферах. Полученные теоретические результаты доведены до уровня конкретных рекомендаций, которые могут быть использованы государственными и частными предприятиями при решении логистических задач, связанных с организацией сбора определенного ресурса и его доставкой до пунктов переработки, а также дальнейшей перевозки полученного продукта к местам назначения.

Перелік посилань

Киселева Е.М. Непрерывные задачи оптимального разбиения множеств: теория, алгоритмы, приложения: монография / Е. М. Киселева, Н. З. Шор. – К.: Наукова думка, 2005. – 564 с.

ФОРМИРОВАНИЕ СОГЛАСОВАННЫХ РЕШЕНИЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Организация параллельных вычислений является действенным способом увеличения производительности информационных систем различного назначения с различной архитектурой от уровня многоядерных процессоров до уровня распределенных вычислительных систем. Поэтому решению вопросов организации параллельных вычислений посвящается большое количество публикаций.

Особенно важным данное обстоятельство становится с использованием ресурсов облачных технологий (Cloud computing), позволяющих оперативно менять архитектуру системы в зависимости от потребностей обработки в соответствии с заданными критериями ее эффективности.

Условия применения ресурсов облачных технологий, предлагаемых различными провайдерами, позволяют учитывать особенности требований реализации процессов обработки для построения и адаптации архитектуры информационной системы в режиме online.

Определение архитектуры системы и ее характеристик может быть выполнено на основании построения математической модели информационной системы, отражающей характеристики данных и особенности решаемых задач, возможные варианты использования вычислительных ресурсов с требуемыми параметрами, ограничения по техническим и доступным условиям. Искомые решения формируются с использованием решения задачи математического программирования на основе математической модели, построенной в соответствии с изложенной концепцией, и включением ряда критериев оптимальности. Это, прежде всего, производительность, надежность и стоимость. Указанные критерии являются противоречивыми, что предполагает необходимость построения множества эффективных решений. Оценки значений показателей эффективности могут быть получены и с использованием алгоритмических моделей, позволяющих характеризовать значения производительности и надежности для отдельных вариантов композиции виртуальных машин с выбранными архитектурными решениями.

Предпочтительными вариантами решений следует считать использование именно алгоритмических моделей, которые при приемлемых значениях точности позволяют более быстро определять требуемые параметры архитектуры виртуальной информационной системы. Для этого долж-

¹ к.т.н., профессор кафедры ПШТУ НТУ «ХПИ»

ны быть предварительно проведены имитационные эксперименты с целью построения рядов статистических оценок, которые могут быть использованы для выделения искомым функциональных зависимостей.

Согласование искомым вариантов по значениям отдельных критериев (например, с применением метода уступок), позволяет сформировать множество эффективных решений, элементы которого могут служить основой для представления оперативного образа архитектуры виртуальной информационной системы в среде Cloud computing, обеспечивающей решение выделенного потока задач с эффективностью, близкой к максимальной.

При использовании метода уступок для согласования получаемых решений целесообразным является использование в качестве ключевого фактора значения стоимости вычислений, влияющего на все компоненты эффективности обработки. Стоимость вычислений в среде Cloud computing определяется фактическим использованием всех компонент виртуальной вычислительной системы с заданными техническими параметрами и характеристиками. Таким образом, online-выбор требуемых параметров вычислительной системы по предлагаемой методике позволяет динамически отслеживать изменения состава и характеристик решаемых задач, обеспечивая приемлемые условия вычислений.

Предлагаемый подход может служить основой для создания системы управления оперативного формирования заявок провайдером на виртуальные вычислительные ресурсы в среде Cloud computing.

8 СПЕЦІАЛЬНА СЕКЦІЯ З ТЕМАТИКИ ERASMUS+ ПРОЕКТІВ



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



«ІННОВАЦІЙНА МУЛЬТИДИСЦИПЛІНАРНА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ БАКАЛАВРІВ ТА МАГІСТРІВ ЗІ ШТУЧНИХ ІМПЛАНТІВ ДЛЯ БІОІНЖЕНЕРІЇ» 586114-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SVHE-JP

Disclaimer: The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Luengo D.¹, Meltzer D.¹, Trigano T.²

SPARSE REPRESENTATION OF ECG SIGNALS WITH MULTI-SCALE OVERCOMPLETE DICTIONARIES

Electrocardiographic Signals

Since the development of the first practical apparatus for the recording of the electrocardiogram (ECG) by Willem Einthoven in 1903 (see Fig. 1), ECGs have been extensively used by physicians to diagnose and monitor many cardiac disorders. The ECG provides a glimpse of the electrical activity occurring within the heart: an electrical impulse originates at the so-called sino-atrial (SA) node in the left atrium, propagating initially through both atria and then through the ventricles (which are electrically connected to the atria only through the atrio-ventricular (AV) node). This electrical signal is responsible for the coordinated contraction of the atria first (thus expelling the blood received from the body to the lungs for oxygenation) and then the contraction of the ventricles (thus pumping the oxygenated blood to the rest of the body). Hence, many cardiac disorders can be diagnosed by examining the ECG.

Indeed, the use of the ECG has become so widespread that it is nowadays routinely used both in clinical and ambulatory settings to obtain a series of indicators related to the health status of patients [1]. This ubiquitous presence of ECGs in the medical field has been greatly enabled by digital signal

¹ Universidad Politécnica de Madrid (Spain)

² Shamoon College of Engineering (Israel)

processing (DSP) techniques: ECGs were the first biomedical signals where DSP algorithms were extensively applied to remove noise and interferences, detect and characterize the different waveforms contained in the ECG, extract the signals of interest (e.g., the fetal ECG) from the composite ECG, etc.[2]



Figure 1 – Willem Einthoven making use of the novel electrocardiograph devised by himself in 1903

Two types of ECGs are available in the literature. On the one hand, the external ECG has traditionally been obtained non-invasively by attaching a set of electrodes (normally 2–12) to the chest and limbs of the patient, although alternative wearable and even wireless devices to acquire the ECG signal have been recently developed [3]. On the other hand, internal ECGs (a.k.a. electrograms (EGMs)) are obtained by setting one or more (typically 10-20, but can be as high as 64 using basket catheters) electrodes in direct contact with the inner surface of the heart. EGMs are used in implantable devices (e.g., pacemakers and defibrillators) for the identification of ventricular tachycardias, early alert of the presence of acute myocardial infarction, arrhythmia classification for appropriate therapy delivery, etc. They are also acquired during heart surgery performed on patients with sustained atrial fibrillation (AF), which is one of the most common heart disorders [4], to guide catheter ablation for patients not responding to drug therapies [5].

By its own nature, both the clean external and internal ECGs are typically sparse signals, composed of regular activations (e.g., the QRS complexes and other waveforms like the P and T waves in the external ECG) and periods of inactivity (corresponding to isoelectric intervals like the PQ or ST segments), plus noise and interferences (baseline wander, motion artifacts, alternating current (AC) interference, electromyographic noise, etc.) [1, 2]. Fig. 2 shows an example of two clean external ECG signals, whereas Fig. 3 displays time and frequency examples of typical ECG noises and interferences.

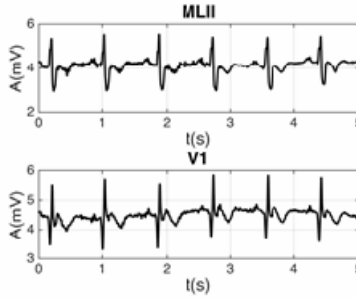


Figure 2 – Example of ECG signals corresponding to register 118 of MIT-BIH arrhythmia database [6]

Single Channel Sparse ECG Modelling

As previously discussed and seen in Fig. 2, the clean ECG signal is a sparse signal, composed of several relevant waveforms plus isoelectric periods where no significant electrical activity exists. Altogether with this desired activity, ECG sensors record interference and noise signals like the ones shown in Fig. 3. Taking all this into account, a uniformly sampled ECG signal (with a sampling period $T_s = 1/f_s$), $y[n] = y(t)|_{t=t_n=nT_s}$ for $n = 0, 1, \dots, N-1$, can be represented using the so-called *shot-noise model*,

$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} E_k \phi_k(t_n - T_k) + \varepsilon[n]$$

where ϕ_k represents the shape of the k -th observed waveform (in general, waveforms can change over time), T_k is its arrival time, E_k is its amplitude, and $\varepsilon[n]$ includes all the noises and interferences.

The true ϕ_k are usually unknown, but in many applications they follow some typical shape that allows us to build a *multi-scale overcomplete dictionary* by using a collection of *translated waveforms* with different length scales. Using this approach, the ECG signal can be expressed more compactly in matrix form:

$$\mathbf{y} = \mathbf{A}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}$$

where $\mathbf{y} = [y[0], \dots, y[N-1]]^T$ is the signal vector, \mathbf{A} is the $N \times (N-M)P$ dictionary matrix (with being the number of waveforms used to construct the dictionary and their length in samples), $\boldsymbol{\beta}$ is the $(N-M)P \times 1$ coefficients vector, and $\boldsymbol{\varepsilon}$ is the $N \times 1$ noise vector. The problem of finding a good sparse reconstruction can be formulated as an optimization problem that corresponds to the well-known LASSO (Least Angular Shrinkage and Selection Operator) [8]:

$$\hat{\beta} = \arg \min_{\beta} \|y - A\beta\|_2^2 + \lambda \|\beta\|_1$$

where $\|\cdot\|_2^2$ denotes the squared L_2 norm (i.e., the Euclidean norm), $\|\cdot\|_1$ is the L_1 norm (i.e., the sum of the absolute values), and λ is a parameter that controls the trade-off between the quality of the signal approximation (i.e., the value of the $\|y - A\beta\|_2^2$ achieved) and the sparsity of the vector of coefficients (i.e., the value of $\|\beta\|_1$): the larger the value of the sparser the obtained solution, but also the higher the reconstruction error.

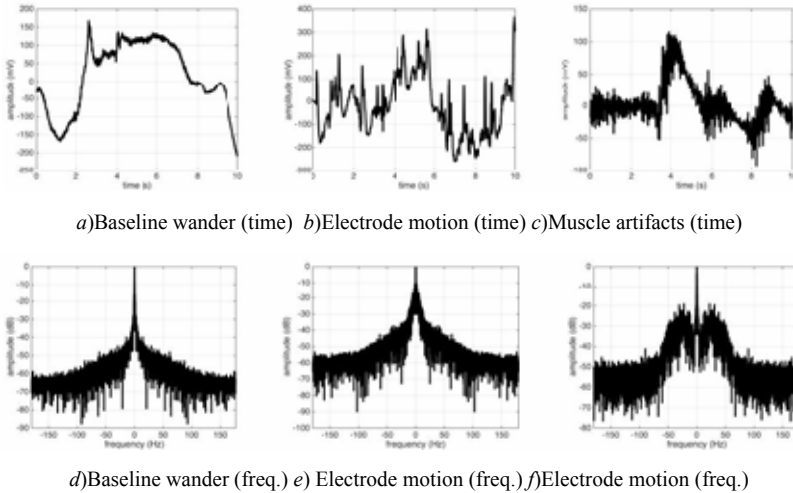


Figure 3 – Examples of noises and interferences (in time and frequency) taken from Physionet [7]

However, although the previous approach leads to a sparse solution, it does not exploit the specific characteristics of ECG signals. In particular, it does not take into account the *refractory period* of ECG signals: a period of time after the depolarization of cardiac cells where they are not sensitive to a new electrical stimulus. Hence, applying the LASSO can easily lead to sparse reconstructions that do not make sense from a physiological point of view. In order to enforce a minimum separation among the detected waveforms, one simple possibility is to add a post-processing stage that ensures the fulfillment of the refractory period [9, 10]. In short, this stage performs a greedy search, taking the coefficients obtained by the LASSO as input, looking for the largest ones sequentially, and incorporating them to the set of accepted coefficients only when their time difference is larger than the refractory period. Fig. 4 shows an example of the results

obtained, both for a synthetic and a real signal (EGMs). Alternatively, the restriction about the refractory period can be incorporated to the optimization problem [11]. However, this leads to a non-convex optimization problem which is much harder to solve, both theoretically and computationally.

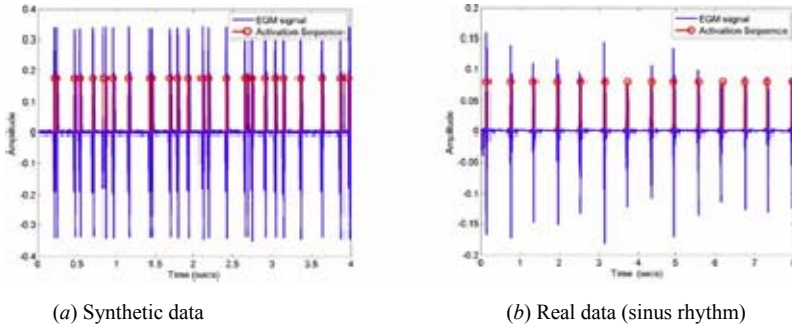


Figure 4. Examples of QRS complexes detected by taking into account the refractory period [10]

Multi-Channel Sparse Models, Efficient Optimization Algorithms and Learning the Dictionary

In the previous section, we have shown that ECG signals are naturally amenable to sparse modelling and that important features of these signals can be taken into account in order to improve the reconstruction. In this section, we briefly enumerate other important topics related to sparse ECG modelling:

1. Typically, multiple ECG signals are simultaneously acquired (2–12 for external ECGs and up to 64 for EGMs). These channels can be processed one by one following the approach previously described, but a better alternative is constructing a joint sparse model using the so-called group LASSO approach [12]. A first attempt to apply group LASSO with non-overlapping groups has already been performed [13], but the use of overlapping groups is still a pending issue.
2. The ECG registers to be processed can often be very long, with lengths spanning up to several hours. Therefore, efficient optimization algorithms that exploit the characteristics of the multi-scale overcomplete dictionaries used are required. Recently, efficient algorithms (based on the computation of matrix-vector multiplications using the FFT) to solve the LASSO and group LASSO optimization problems have been developed [14,15].

3. In order to obtain the sparsest representation, dictionary atoms that resemble the characteristic waveforms that can be found in ECGs should be used. In the past, Gaussians and several types of wavelets (like the Mexican hat wavelet) have been used, and a dictionary based on real waveforms has been recently constructed [16].

References

1. Leif Sörnmo and Pablo Laguna, *Bioelectrical Signal Processing in Cardiac and Neurological Applications*, Academic Press, 2005.
2. Gari D. Clifford, Francisco Aduaje and Patrick McSharry, *Advanced Methods and Tools for ECG Data Analysis*, Artech House, 2006.
3. Mirza M. Baig et al. "A Comprehensive Survey of Wearable and Wireless ECG Monitoring Systems for Older Adults." *Medical and Biological Eng. and Computing* 51: 485-495, 2013.
4. Jocasta Ball et al. "Atrial Fibrillation: Profile and Burden of an Evolving Epidemic in the 21st Century." *International Journal of Cardiology* 167: 1807-1824, 2013.
5. Matthew Wright et al. "State of the Art: Catheter Ablation of Atrial Fibrillation." *Journal of cardiovascular electrophysiology* 19: 583-592, 2008.
6. George B. Moody, and Roger G. Mark. "The impact of the MIT--BIH arrhythmia database." *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine* 20(3): 45-50, 2001.
7. Ary L. Goldberger et al. "PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: components of a new research resource for complex physiologic signals." *Circulation* 101(23): e215-e220, 2000.
8. Robert Tibshirani, "Regression shrinkage and selection via the LASSO." *Journal of the Royal Statistical Society. Series B*: 267-288, 1996.
9. Sandra Monzón et al. "Sparse spectral analysis of atrial fibrillation electrograms." *IEEE Int. Workshop on Machine Learning for Signal Processing (MLSP)*, 2012.
10. David Luengo et al. "Blind analysis of atrial fibrillation electrograms: a sparsity-aware formulation." *Integrated Computer-Aided Engineering* 22(1): 71-85, 2015.
11. David Luengo et al., "Cross-products LASSO." *IEEE Int. Conf. on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 2013.
12. Ming Yuan and Yi Lin, "Model selection and estimation in regression with grouped variables." *Journal of the Royal Statistical Society: Series B* 68(1): 49-67, 2006.
13. Tom Trigano et al., "Grouped sparsity algorithm for multichannel intracardiac ECG synchronization." *22nd European Signal Processing Conference (EUSIPCO)*, Sep. 2014.
14. Tom Trigano, Igor Shevtsov, and David Luengo, "Cosa: An accelerated ISTA algorithm for dictionaries based on translated waveforms." *Signal Processing* 139: 131-135, 2017.
15. Tom Trigano, Shira Vaknin, and David Luengo, "Fast proximal optimization for sparse reconstruction with dictionaries based on translated waveforms", submitted to *Signal Processing*.
16. David Luengo, David Meltzer, and Tom Trigano, "Sparse ECG representation with a multi-scale dictionary derived from real-world signals", *41st IEEE Int. Conf. on Telecommunications and Signal Processing (TSP)*, July 2018.

ВПЛИВ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СПЛАВУ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ОСНОВІ МАГНІЮ

Застосування сплавів на основі магнію в якості біомедичних матеріалів пов'язано з їх біорозчинністю і необхідними для експлуатації в медичних цілях фізико-механічними властивостями. Разом з цим, на сьогоднішній момент часу головним недоліком продукції з магнієвих сплавів є їх невисока міцність. В якості методів, здатних позитивно вплинути на механічні властивості, можуть бути використані процеси обробки тиском.

Метою даної роботи стало вивчення впливу пластичної деформації на механічні властивості магнієвих сплавів і визначення раціональних режимів для їх обробки. В якості досліджуваного матеріалу використовувався дріт з магнієвого сплаву МЛ10. Цей виріб застосовується в операціях при з'єднанні тканин людського організму.

Отриманий шляхом гарячого деформування дріт діаметром 1 мм деформувався плющенням на лабораторному міні-стані 100x100 Донбаської державної машинобудівної академії. Плющення заготовок проводили з різними обтисканнями ($\epsilon = 0,4$ і $\epsilon = 0,7$) в холодному стані, а також нагрітих до температур $T = 200^\circ\text{C}$, 300°C і 400°C .

Межа міцності на розтягування і значення відносного подовження визначалися на розривній машині «INSTRON» 2801 за ГОСТ 1497-84 і ГОСТ 2856-79. Макро- і мікроструктура зразків була вивчена методами світлової мікроскопії («Neophot 32», «OLYMPUS IX70»), а також з використанням комплексу «Відеотест-Структура 5.0» на базі металографічного мікроскопа «Axiovert 40MAT». Травлення зразків проводилося реактивом, який мав наступний склад: 1% азотної кислоти, 20% оцтової кислоти, 19% дистильованої води, 60% етиленгліколю.

Результати дослідження міцності свідчать про те, що прокатка зразків за два проходи призводить до зростання міцності та мікротвердості зразків. Це пов'язано зі зменшенням розміру зерна в досліджених зразках в результаті накопичення деформації, що підтверджується мік-

¹ К.х.н., доц., кафедри комп'ютерних інформаційних технологій (КІТ) Донбаської державної машинобудівної академії (ДДМА) (м. Краматорськ, Україна)

² Д.т.н., проф., зав. кафедрою КІТ ДДМА (м. Краматорськ, Україна)

³ К.т.н., проф., зав. кафедрою нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки ЗНТУ

⁴ Д.т.н., доц., кафедри КІТ ДДМА (м. Краматорськ, Україна)

роструктурою зразків. Пластичність зразків зі сплаву МЛ10 після деформації значно зменшується. Значення відносного подовження для зразків, оброблених при 20°С зменшується приблизно в 2,5 рази після кожного етапу дрібної деформації. Для дослідження впливу температури пластичної деформації на механічні властивості магнієвого сплаву зразки дроту обробляли при температурах від 20°С до 400°С. Встановлено, що при температурах 20°С і 200°С зразки мали найбільші значення подовження δ . При температурах 300°С і 400°С відбувалося зниження значень δ . Аналогічний характер зміни механічних властивостей також спостерігався в роботі [2] для магнієвого сплаву марки AZ31, який оброблявся методом рівноканального кутового пресування в даному температурному інтервалі. Подібний характер зміни властивостей демонструють міцність і мікротвердість зразків. Можливо це пов'язано з процесами зміни структури в ході різкого охолодження нагрітих до 300°С і більше зразків дроту при контакті з масивними валками прокатного стану. Результати дослідження мікроструктури зразків, отриманих при температурах 20°С і 200°С, прокатаних з різним ступенем деформації, свідчать про те, що при збільшенні температури обробки розмір зерна суттєво не змінюється.

Таким чином, результати дослідження впливу пластичної деформації на властивості зразків з магнієвого сплаву МЛ10, що застосовується в медичних цілях, свідчить про те, що існує два температурних інтервали, що визначають особливості поведінки механічних властивостей сплаву. В інтервалі температур до 200°С зміна властивостей пов'язана з деформаційними процесами. Збільшення температури обробки до $(0,5...0,7) T_{пл}$ матеріалу зразків призводить до зменшення пластичності і мікротвердості зразків, що можливо пов'язано з подавленням рекристалізаційних процесів за рахунок різкого охолодження в валках при прокатці. Ступінь цього впливу зростає з підвищенням температури.

Перелік посилань

1. Черный В. Н., Яцун Е. В., Головаха М. Л., Шаломеев В. А. Новый растворимый сплав на основе магния для применения в травматологии // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2016. – №4. – С. 26–33.
2. Пинюгжанин В. М. Влияние температуры и числа проходов равноканального углового прессования на микроструктуру сплава AZ31 // Фундаментальные исследования. – 2012. – Т. 9, № 2. – С. 437–441.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ЛОГІСТИКИ РОЗМІЩЕННЯ МЕРЕЖІ АПТЕК З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДА ДИНАМІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

Аптечний бізнес в останні роки вважається одним з найбільш дохідних. Про те, наскільки він вигідний, говорить і все зростаюче число аптек. Часто від того, наскільки привабливо виглядає аптека зовні і зсередини, залежить і кількість покупців.

Метою даної роботи стало вивчення методів розташування аптечних пунктів, а також розробка програмного забезпечення для реалізації алгоритмів топологічної оптимізації.

З огляду на можливості, наявного на підприємстві обладнання та програмного забезпечення, необхідно створити сучасний програмний продукт, уникаючи таких недоліків існуючих комерційних пропозицій, як висока вартість впровадження і супроводу та слабка орієнтованість на користувача з різною фаховою підготовкою. Тому для розробки програмного комплексу для вирішення задач логістики розміщення мережі аптек з використанням метода динамічного програмування були обрані:

1. СУБД MySQL – надає потужні засоби для доступу, налаштування, адміністрування, розробки всіх компонентів бази даних і управління ними. MySQL – це реляційна система управління базами даних.
2. Середовище PhpStorm 2018 і мову програмування PHP. PHP – це широко використовувана мова сценаріїв загального призначення з відкритим вихідним кодом.

Для вирішення задачі знаходження оптимального місця розташування об'єкта існують різні методи і технології: математичні, евристичні, геоінформаційні. Евристичні методи дозволяють розглядати різні критерії оптимізації розміщення. У порівнянні з ними найбільшу точність в отриманні кінцевих результатів можна очікувати від математичних методів, а наочність рішення – від геоінформаційних технологій. Існуючі методи не мають достатньої міри універсальності і не гарантують в повній мірі оптимальність рішення.

¹ студент-магістр каф. КІТ, Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна, e-mail: vdov.romanoff@gmail.com

² к.т.н., ст. викл. каф. КІТ, Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна, e-mail: sergd1127@gmail.com

Для підвищення універсальності наявних методів пропонується використання запропонованої методики, яка об'єднує можливості декількох методів для отримання найбільш оптимального рішення. Вона ґрунтується на рішенні оптимізаційної задачі. Методика включає в себе наступні етапи рішення задачі:

1. Знаходження рішення задачі про розміщення із застосуванням відомих математичних методів. Розрахунок показників ефективності розміщення: витрат, прибутку.
2. Побудова на основі методу найменших квадратів цільової функції витрат або прибутку за допомогою апроксимації результатів отриманих рішень на попередньому етапі. Після отримання рівняння проводиться його оцінка за допомогою статистичних критеріїв: середня помилка апроксимації, критерій детермінації.
3. Формування обмежень задачі оптимізації. Для цього визначається градієнт цільової функції в різних точках області розміщення об'єкта. Визначається крок градієнта в сторону максимуму цільової функції і відзначається точка межі можливого розміщення об'єкта та пошук оптимального місця його реально-го розміщення на мапі.

Для прискорення розрахунків в програмному комплексі використовується метод динамічного програмування. Цей метод є одним з напрямків оптимального програмування. Поділ задачі на етапи дає можливість розрахувати місце розташування одночасно для декількох районів.

Таким чином, результатом розробки програмного комплексу для вирішення задач логістики розміщення аптек з використанням метода динамічного програмування є програмний комплекс, призначений для міської влади міста, завдання якої є оптимальне розташування аптек.

Перелік посилань

1. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1 : навчальний посібник / Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. Р., Софіна О. Ю., Шушура О.М.; за заг. ред. Р.Н. Кветного. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 193 с.
2. Бібліотека студента – Визначення оптимального знаходження об'єкту [Електронний ресурс]: <http://library.if.ua/book/134/9096.html>

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ДЛЯ 3D СКАНУВАННЯ ЛЮДИНИ

У сучасному світі останнім часом набуло популярності 3D сканування і моделювання. В результаті тривимірного моделювання створюється візуальний об'ємний образ бажаного об'єкта. 3D моделювання часто застосовується при створенні нових видів продукції, або коли наявне двомірне зображення предмета є недостатнім для реалізації поставлених цілей. 3D сканування є одним із способів побудови 3D-моделі. 3D-модель можна побудувати і без використання 3D-сканера – професійними CAD-системами (Creo, SolidWorks і т.і.) для роботи з тривимірними об'єктами. Але 3D-сканер значно спрощує і прискорює цей процес.

Використовуючи 3D сканування об'єктів з урахуванням їх фізичних параметрів, можна в електронному режимі протестувати їх можливості, повертати їх під різним кутом огляду, визначати недоліки та перспективи покращення.

Завдяки розвитку технологій 3D сканування стало можливо створити реалістичну модель людини для різних цілей. Найбільш популярними є створення реалістичних моделей персонажів в іграх, «віртуальні примірочні», створення моделей різних частин людського тіла для розробки протезів і т.і. Використання та вдосконалення інструментарію для створення таких моделей буде сприяти подальшому розвитку ігрової індустрії, промисловості, оптимізації виробництва та медицини [1].

3D сканування і візуалізація даних об'єктів необхідні при створенні прототипів виробів і створення об'ємної анімації. 3D моделі – невід'ємна складова якісних презентацій, а також – основа для створення прототипу виробу.

Було розглянуто декілька найпопулярніших сенсорів для 3D сканування (RealSense[2], Kinect v1, Kinect v2[3]) та їх характеристики. Для вибору найкращого, здатного задовольнити поставлені вимоги до готової 3D моделі, усі сенсори були порівняні за декількома найважливішими критеріями, а саме: за діапазоном глибини, кольоровим потоком, глибинним потоком, горизонтальним та вертикальним полем зору. Виходячи з проведеного дослідження було обрано сенсор Kinect v2, який повністю відповідає поставленим вимогам, а отже за допомогою цього сканеру можна створити реалістичну 3D модель людини високої якості.

¹ Старший викладач кафедри програмних засобів ЗНТУ

² Студент групи КНТ-424м, ЗНТУ

Також було проведено порівняльний аналіз програмного забезпечення (ПЗ) створеного для побудови 3D моделей людини (Scanect, RecFusion, KinFu, RecMe, PmScanner). Було виявлено, що усі розглянуті програми містять недоліки з точки зору якості отриманої готової 3D моделі. Наприклад, більшість потребує використання лише одного сенсора, що не дозволяє зробити 3D модель людини у повний зріст з високою точністю. Дуже часто таке ПЗ потребує складної калібровки декількох сенсорів при низькій точності готової 3D моделі, а також до появи великої кількості артефактів. Основними мінусами використання таких програм є не тільки низька точність готової моделі, але й великі економічні та кадрові затрати, направлені на створення 3D-моделі низької якості.

Таким чином, з оглядом на вищезазначене дослідження та проведене порівняння, задача розробки програмного забезпечення для більш точного 3D сканування людини є актуальною. Розроблюване ПЗ для 3D сканування людини повинне бути простим у використанні, з дружнім до користувача інтерфейсом, а готова 3D модель повинна бути реалістичною та з мінімальною кількістю артефактів.

У результаті, для реалізації програмного забезпечення 3D сканування людини, був вибраний ігровий рушій Unity3D. Також було обрано мову програмування C# для написання скриптів ігрового рушія, та мову програмування C++ для написання динамічних бібліотек. Також був обраний алгоритм тріангуляції Делоне [4] для генерації 3D моделі людини з хмар точок отриманих з сенсорів.

Перелік посилань

1. 3D сканування об'єктів. <https://koloro.ua/3d-skaner-3d-skanirovanie-obektov-i-trehmernoe-modelirovanie.html>.
2. Характеристика сенсора Real Sense. <https://software.intel.com/ru-ru/realsense/d400>.
3. Характеристика сенсора Kinect v2. <http://zugara.com/how-does-the-kinect-2-compare-to-the-kinect-1>.
4. Алгоритм тріангуляції Делоне. http://posibnyky.vntu.edu.ua/k_g/zmg/zmg/42.htm.

КОМПЕТЕНЦІ ТА ЗМІСТ ДИСЦИПЛІН З ВИВЧЕННЯ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ТА ОБРОБКИ БІОМЕДИЧНИХ СИГНАЛІВ

Профілювання спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» з введенням спеціалізації медико-біологічного профілю дозволяє збільшити конкурентоспроможність випускників при працевлаштуванні. Зокрема введення у навчальний процес дисциплін з медико-біологічних систем і обробки біомедичних сигналів дозволяє студентам зрозуміти принципи створення, роботи і налаштування біомедичної апаратури. Але для впровадження цих курсів [1, 2] в підготовку фахівців з комп'ютерних наук необхідна їх адаптація і викладання предметів з урахуванням особливостей базової спеціальності.

Враховуюче зазначене, серед основних вимог до знань та вмінь після вивчення курсів з медико-біологічних систем та обробки біомедичних сигналів для студентів комп'ютерних спеціальностей слід відмітити наступні:

- знання термінів обладнання біомедичних систем, тенденцій і проблем при їх проектуванні, володіння програмним забезпеченням для автоматизованої розробки біомедичного обладнання; розуміння фундаментальних понять обробки цифрових сигналів, застосування цифрових фільтрів для перетворення звуку і зображень;

- знання методів, категорій і видів стандартизації біомедичної апаратури, вміння користуватися стандартами для біомедичного обладнання і формулювати вимоги до нього;

- знання базових понять в області нано-і мікроелектромеханічних систем, можливості їх застосування в медицині;

- вміння застосовувати методи математичного моделювання біомедичної апаратури, створювати математичні моделі, які описують роботу біомедичної апаратури та програмне забезпечення для моделювання; виконувати діагностику несправностей;

- володіння методами контролю, правилами експлуатації і випробувань біомедичної апаратури;

¹ Д.т.н., доц., доц. кафедри комп'ютерних інформаційних технологій (КІТ) Донбаської державної машинобудівної академії (ДДМА) (м. Краматорськ, Україна, email: gribkov.eduard@gmail.com).

² т.н., доц., доц. кафедри електромеханічних систем автоматизації ДДМА (м. Краматорськ, Україна, email: ninjanickolasage@gmail.com)

³ Д.т.н., проф., зав. кафедрою КІТ ДДМА (м. Краматорськ, Україна, email: alexandrtar50@gmail.com)

– бути компетентним в створенні програмного забезпечення для розрахунку надійності біомедичної апаратури;
– володіння навичками тестування, збору даних та обробки цифрових сигналів біомедичного призначення, вміння застосовувати різні методи перетворення та аналізу сигналів в комп'ютеризованих системах медичного призначення.

Для практичної підготовки студентів доцільно впроваджувати практичні заняття з наступних тем: застосування системного підходу для опису та інтерпретації складних систем; побудова структурно-функціональної схеми діагностичної системи; реалізація методів обробки біологічних сигналів; функціональна та параметрична ідентифікація блоків біотехнічних та медичних електронних апаратів; побудова структурно-функціональної схеми моніторної системи; побудова структурно-функціональної схеми системи на основі фізичного лікувального ефекту; принципи узгодження вимірювальних перетворювачів біоелектричних потенціалів з біологічними об'єктами; аналіз цифрових фільтрів; методи згладжування і диференціювання цифрових медикобіологічних сигналів (МБС); поліноміальні фільтри, сутність методу і реалізація; алгоритми згладжування, диференціювання, інтегрування МБС з використанням алгоритмів рекурсивної і нерекурсивної цифрової фільтрації; визначення основних характеристик серцево-судинної системи на прикладі сигналів ЕКГ; складання алгоритмів обробки сигналів ЕКГ; аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі як функціональні вузли медичних систем; класифікація, основні принципи розрахунку основних параметрів, апертурні спотворення АЦП.

Для придбання практичних навичок доцільно впроваджувати лабораторні роботи з наступних тем: вивчення принципів знаходження оптимального рішення в медицині методом лінійного програмування; дослідження особливостей вирішення транспортної задачі лінійного програмування; побудова функціональної та структурної схем і алгоритму роботи процесорів та контролерів; визначення показників ефективності біотехнічних та медичних електронних апаратів; неперервні і дискретні біомедичні системи (БМС); моделювання перетворення аналогового сигналу у цифровий; автоматизований аналіз спірограм за допомогою програмного забезпечення; автоматизована система аналізу ЕКГ; спектральний та кореляційний аналіз БМС.

Перелік посилань

1. Oppenheim A.V., Schafer R.W. Discrete-Time Signal Processing. 3rd edition. – Prentice Hall, 2009. – 1120 p.
2. Joseph D. Bronzino. Biomedical Engineering Handbook. – Boca Raton, CRC Press LLC, 2000. – 3189 p.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ БІОМЕДИЧНИХ МОНОХРОМНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Обробкою зображень можна вважати будь-яку форму обробки інформації, для якої вхідними даними будуть зображення (фото- або відео- кадри). На даний момент відомі два основних підходи до формування та збереження зображень: векторна та растрова графіка.

Обробка зображень є багатоплановим завданням. Сюди включають рішення задач фільтрації шумів, посилення локальних контрастів, різкості, відновлення зображень, пошуку лінійних розмірів, корекції кольору тощо.

Основні напрями обробки зображень [1]: Image Processing – візуальне покращення якості зображення (зміна контрасту, яркості та ін.); Image Understanding – розпізнавання образів (тексту, символів, істот тощо); Image Analysis – проведення вимірювань на зображенні (наприклад, визначення лінійних розмірів об'єкта тощо).

В даний проміжок часу існує безліч програм та програмних комплексів, які можуть розв'язувати задачі різного плану, наприклад, сегментація зображення та подальший аналіз кожного об'єкта, комп'ютерне бачення та розпізнавання тощо. Проте, більшість з існуючих продуктів мають на меті глобальний підхід до розв'язку певних проблем, що ускладнює та сповільнює процес роботи з ними.

Тому метою роботи було створення програмного продукту з більш вузьким функціоналом, необхідним для розв'язання лише декількох задач (наприклад, інтерактивний пошук лінійних параметрів об'єктів, базова обробка зображення та ін.). Для розробки програмного продукту було обрано мову програмування C# та бібліотеки обробки зображень: EMGUCV та AForge.

В розробленому програмному продукті використовується декілька алгоритмів пошуку лінійних характеристик об'єкта на зображенні, а також алгоритм, який дозволяє визначити перетин двох або більше ліній під час використання інструменту «Полігон» та не дозволити замкнути фігуру у разі виявлення перетину.

Для інструменту «Лінійка» реалізовано два алгоритми калібрування масштабу зображення. Перший алгоритм оснований на

¹ магістрант кафедри комп'ютерних інформаційних технологій Донбаської державної машинобудівної академії (м. Краматорськ)

² К.т.н., доц., доцент кафедри комп'ютерних інформаційних технологій Донбаської державної машинобудівної академії (м. Краматорськ)

інтерактивному пошуку масштабу на знімку. Другий алгоритм дозволяє користувачеві занести дані про фізичну ширину зображення, після чого інструмент «Лінійка» автоматично визначить його масштаб. Основним методом в цих двох алгоритмах є пошук довжини між двома точками в Евклідовому просторі. Особливість другого алгоритму полягає в тому, що перед тим, як визначити довжину відрізка, необхідно перетворити систему координат головного вікна програми у систему координат зображення. Це потрібно тоді, коли відношення сторін вікна програми відрізняються від відношення сторін зображення. В результаті цього виникають «пусті прямокутники», тобто області, де відсутній фото-знімок. Для інструменту «Полігон» було використано декілька алгоритмів пошуку перетину прямих, а саме: визначення орієнтованості векторів та кута між двома прямими, перевірка окремих випадків тощо [2].

Розроблений програмний комплекс «Active Image» реалізує: імпорт та експорт файлів формату jpeg та png, базові фільтри передобробки зображення, калібрування масштабу на основі двох алгоритмів (по ширині та двом точкам), інструменти виміру лінійних характеристик «Лінійка» та «Полігон», метод сегментації зображення Канні та відхилення останньої дії фільтру.

Основним напрямом вдосконалення програмного продукту є збільшення кількості різнопланових фільтрів обробки зображення, методів сегментації та збільшення операцій щодо полігональної області на зображенні, а також впровадження підтримки інших форматів зображення. Другим напрямом вдосконалення є розробка інтуїтивно-зрозумілого та комфортного інтерфейсу програми, що дозволить прискорити процес обробки зображення у майбутньому. Також сюди слід додати можливість масштабувати зображення, змінювати його розміри, виконувати поворот, відображення по горизонталі та вертикалі тощо.

Перелік посилань

1. Medical Image Processing. Introduction. [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. Режим доступу: <https://www.slideshare.net/pantechsolutions/medical-image-processing> (дата звернення 23.03.2018) - Назва з екрана.
2. Non-Lecture F: Line Segment Intersection [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. Режим доступу: <http://jeffe.cs.illinois.edu/teaching/373/notes/x06-sweepline.pdf> (дата звернення 15.02.2018) – Назва з екрана.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА СЕРВІСІВ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ ДЛЯ СФЕРИ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

Охорона здоров'я - це галузь, в якій Інтернет речей має величезну потенційну цінність і вплив [1]. Об'єднання можливостей Інтернету речей з медичним обладнанням здатне набагато поліпшити якість і ефективність послуг та створити кращі умови для пацієнтів, яким потрібне постійне медичне спостереження та/або превентивне втручання [2].

Організації охорони здоров'я прагнуть ефективно здійснювати збір даних, які генерують пристрої Інтернету речей, з метою їх збереження та аналізу для підвищення ефективності управлінських рішень і бізнес-процесів. При цьому дані необхідно зберігати та обробляти в хмарі, щоб цей процес залишався продуктивним і не впливав на мережевий трафік.

Інша проблема сучасної медицини (в тому числі в Україні) полягає в тому, що близько 80% всіх даних, накопичених фахівцями за багато років (картки пацієнтів, діагностичні дані, результати досліджень та інше) залишаються недоступними та незатребуваними в силу відсутності загальної структури для таких даних.

Таким чином, охорона здоров'я є однією з найбільш перспективних ключових сфер, що споживає великі дані, які треба зберігати та обробляти. Деякі компанії (IBM, Siemens, Apple та ін.) вже пропонують свої рішення, що надають доступ до величезних сховищ біометричних даних користувачів, але їх вартість залишається досить високою. Тому, створення когнітивної системи, що орієнтована на специфіку української системи охорони здоров'я є актуальною науковою та практичною задачею.

Перелік посилань

1. Современная медицина: интернет вещей как обыденная часть процесса <https://techfusion.ru/sovremennaya-meditsina-internet-veshhej-kak-obydannaya-chast-protsesssa/>
2. Как интернет вещей меняет облик медицины? <http://cognitive.rbc.ru/internet-of-things>

¹ Аспірант кафедри програмних засобів ЗНТУ

² К.т.н., доц. кафедри програмних засобів ЗНТУ

ТРИВИМІРНЕ ВІДОБРАЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТІВ, РОЗРАХОВАНОГО МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

На даний момент часу існує багато САЕ-систем, які проводять розрахунки НДС об'єктів за допомогою метода скінченних елементів за певними видами моделювання: перевірка на міцність і жорсткість, моделювання різних технічних і фізичних процесів та інші. Ці системи універсальні, масштабні і проводять безліч різних розрахунків, але для конкретної предметної області вони не видають повної інформації у візуальному вигляді або мають обмежений набір інструментів. При цьому користувача цікавить розширення набору інструментів для автоматизації розрахунків і демонстрації результатів моделювання в його предметній області.

Однією з таких проблем є наглядне тривимірне представлення інформації про НДС і перегляд різних характеристик об'єкта в певних його точках не тільки на поверхні, але і у внутрішніх шарах.

Метою проведеного дослідження був аналіз типів елементів сітки, на які був поділений об'єкт згідно з методом скінченних елементів та вибір зручного відображення таких об'єктів у тривимірному просторі.

Для розрахунків НДС об'єкта використовували САЕ – систему ABAQUS [1], яка являє собою набір програмного забезпечення для аналізу НДС об'єкта методом скінченних елементів. Велика різноманітність бібліотеки елементів в ABAQUS [2] забезпечує гнучкість при моделюванні різних конструкцій. Елементи характеризуються такими параметрами: сімейство, число вузлів, число ступенів свободи, формулювання, інтеграція. Для створення об'ємної моделі використовували систему автоматизованого проектування SolidWorks. Продукти ABAQUS використовуються з відкритим вихідним кодом мови програмування Python для різних сценаріїв розрахунків. Система ABAQUS також має API для мови програмування Python, завдяки якому можливо отримати дані результатів розрахунку об'єкту: характеристики елементів, координати вузлів, переміщення вузлів під час обраного для моделювання процесу навантаження, сили у вузлах та різні параметри у

¹ студент-магістр каф. КІТ, Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна, e-mail: oleksandr.kasianuk@gmail.com

² к.т.н., ст. викл. каф. КІТ, Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна, e-mail: sergd1127@gmail.com

елементі об'єкту. Ці дані в подальшому можливо використовувати у спеціально створеному програмному засобі для наглядної тривимірної візуалізації результатів моделювання навантаження об'єкта [3].

Як ми вважаємо найбільш зручною формою відображення об'єкта буде його візуалізація у вигляді вузлів, сітки, яка залежить від типу елемента і сфер, які будуть апроксимації елементів, матимуть можливість змінювати свій радіус в залежності від побажань користувача і мати колір в залежності від значення в даному елементі і шкалою, що масштабується для найбільшого і найменшого значення за всіма елементами.

Для покращення аналізу об'єкту користувач буде мати можливість фільтрувати відображення вузлів залежно від значення в них та фільтрація відображення вузлів в залежності від площин фільтрації (паралельних XOY , XOZ , YOZ). Також має сенс проводити ці операції не над всім об'єктом, а над його частиною, яку вибере користувач за допомогою граничних площин (паралельних XOY , XOZ , YOZ).

Використання створеного програмного продукту дозволяє підвищити якість тривимірної демонстрації напружено-деформованого стану об'єкту при зміні його форми та об'єму в процесі моделювання та підвищення можливостей керування процесом демонстрації даних.

Перелік посилань

1. ABAQUS. Инженерные программы. ТЕЗИС. [Електронний ресурс]: http://tesis.com.ru/cae_brands/abaqus/
2. Корниенко Ю.В., Суриянинов Н.Г. Особенности библиотеки конечных элементов пакета ABAQUS. [Електронний ресурс]: http://www.rusnauka.com/26_NII_2009/Tecnic/51771.doc.htm
3. Патент 122254 Україна МПК (2006), G06N 5/04, G01M 7/00. Спосіб тривимірної демонстрації напружено-деформованого стану (НДС) об'єктів / О. Ф. Тарасов, С. К. Добряк, О. В. Алтухов, Л. В. Васильєва. – № u201707822 ; заявл. 25.07.2017 ; опубл. 26.12.2017, Бюл. № 24.

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ З ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ШТАМПУВАННЯ ІМПЛАНТАТІВ

Технологічний процес виробництва імплантатів заснований на обробці металів тиском (ОМТ) має переваги, у порівнянні з іншими видами обробки металу, в тому числі високу продуктивність, забезпечує зменшення витрат металу. Створення та вдосконалення технологічного процесу штамповки займає ключову роль у виробництві імплантатів складної геометричної форми.

Розробка технологічного процесу штамповки займає тривалий час, якщо виконувати усі необхідні розрахунки та моделювання, та великі витрати на обладнання та сировину, якщо провести фізичний експеримент з неповними даними. В світі постійно створюється та розробляється безліч різноманітних пристроїв, які в свою чергу складаються з сукупності, пов'язаних між собою, деталей. Виникає потреба в великій кількості цих деталей, через те, що вони виходять зі строю, у разі зношеності. Кожна деталь має відповідати вимогам при роботі в системі, а саме навантаженням

Для мінімізації витрат на експерименти та більш швидкий розрахунок протікання процесу штамповки, розроблені системи, які модулюють сам процес. Такими системами є програмні комплекси Abaqus, QForm та інші, які використовують методи кінцево-елементних або систем диференційних розрахунків. Даний метод дозволяє найбільш точно розрахувати рух металу під час штамповки. Але через те, що, зазвичай, для більш точного розрахунку потрібно якомога більше цих самих елементів, розрахунок може тривати значний час.

Для забезпечення подальшого розвитку технології ОМТ потрібна типізація технологічних процесів. Для цього необхідно виділити загальні умови процесу, а саме конструкція і состав виробу та заготівки, технологічні ознаки процесу.

Цілою даною роботи було створення програмного комплексу для оптимізації розробки нового або вдосконалення існуючого технологічного процесу обробки металів тиском, а саме для штамповки. Через це було проведено дослідження в області ковальсько-

¹ студент-магістр кафедри КІТ, Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна, e-mail: vadim.kulinich.93@gmail.com

² к.т.н., ст. вик. кафедри КІТ, Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна, e-mail: sergd1127@gmail.com

штампованого виробництва для того, щоб визначити проблематику та існуючі технології у даній сфері промисловості.

При розробці програмного комплексу було проаналізовано, від яких даних та умов протікання процесу мають залежність характеристики виробу. Пластичність і опір металів деформуванню залежить від хімічного складу металу, температури, при якій відбувався процес деформування, швидкості деформування, напрямку головних напружень, процес охолодження після процесу. З ростом швидкості пластичність матеріалу, зазвичай, зменшується, але при дуже великій швидкості деформування пластичність зростає. Температура деформування та процес охолодження впливає на ступінь рекристалізації. Температура рекристалізації визначається за допомогою хімічного складу матеріалу. Ступінь рекристалізації впливає на зменшення дефектів, що в свою чергу підвищує характеристики міцності виробу.

Для того, щоб спрогнозувати необхідні умови протікання процесу для отримання певних характеристик, використовується метод регресійного аналізу. Даний метод було обрано через те, що він надає більш точні апроксимації, зі збільшенням розрахункових даних. Тобто, чим більшою буде база даних із результатами моделювань або експериментів, тим більш точним буде прогноз. Даний метод розраховує наскільки сильно впливають незалежні фактори на залежні, для цього обчислюється коефіцієнт кореляції. Залежними факторами є умови протікання процесу та характеристики металу, а залежними є необхідні характеристики виробу.

Було розроблено програмний комплекс, який дозволяє економити час, який потрібен технологам для розрахунку та перерахунку умов та моделювання процесу штамповки, або кошти підприємства, які можуть втрачатися при здійсненні експерименту.

Перелік посилань

1. «История техники и технологии: учебник» Г.Н. Зайцев, В.К. Федюкин, С. А. Атрошенко. – СПб. : Политехника, 2007 – 416 с.
2. Белокопытов А. В., Смирнов В. Д. «Методы корреляционно-регрессионного анализа в эконометрических исследованиях». – Смоленск, 2004.– 150 с.

РЕКОМЕНДАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИБОРУ МЕДИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Стрімкий розвиток інформаційного простору суспільства та збільшення об'ємів інформації в усіх сферах діяльності людини, призводять до необхідності розробки та впровадження нових інформаційних технологій та систем, які були б здатні впоратися з обробкою інформації великих обсягів.

Однією з областей, що потребує використання сучасних інформаційних технологій для систематизації та обробки великої кількості знань є медицина [1]. Зокрема, електронний ринок медичного обладнання пропонує величезну кількість різноманітних приладів та систем, що створює певні складності під час пошуку та вибору певного рішення для користувачів. Для вирішення даної проблеми активно використовуються різноманітні експертні та рекомендаційні системи.

Експертні системи – це інтелектуальні системи, які допомагають людині приймати обґрунтовані рішення. Важливою частиною даних систем є база знань (БЗ), яка містить у собі сукупність знань, що відносяться до певної предметної області. БЗ представляють у вигляді сукупності фактів та правил виводу, що допускають логічний вивід та обдумування обробку інформації.

Рекомендаційні системи змінили спосіб взаємодії користувача з веб-сайтом, оскільки замість надання статистичної інформації збільшують ступінь інтерактивності для розширення послуг для користувача. Дані системи формують рекомендації для кожного конкретного користувача на основі його минулих покупок і пошуків, а також на основі поведінки інших користувачів. Рекомендаційні системи присутні на багатьох веб-ресурсах (LinkedIn, Amazon, Hulu, Netflix) та сайтах (Facebook, Twitter, Google, MySpace, Last.fm, Del.icio.us, Pandora, Goodreads) [2].

Згідно з проведеними дослідженнями, одними з найбільш популярних Інтернет магазинів медичного обладнання є Med-magazin та МегаМедМаркет [3–4]. До переваг обох сайтів відносяться можливості сортування товарів, відображення різної кількості товарів на сторінці, зворотній зв'язок з оператором. Med-magazin пропонує своїм клієнтам функцію «Підбір за параметрами» та наявність рекомендованих товарів, що

¹ ст. гр. КНТ-715 ЗНТУ

² ст. гр. КНТ-715 ЗНТУ

³ К.т.н., доц. кафедри програмних засобів ЗНТУ

дозволяє користувачам полегшити пошук. В той же час, у Med-magazin присутнє нагромадження інформації на сторінці. До недоліків МегаМедМаркет можна віднести надто велику кнопку зв'язку з оператором, яка заважає під час перегляду товарів.

Тому, розробка рекомендаційної системи на основі бази знань, яка дозволить швидко та ефективно обирати медичне обладнання згідно вимог користувача є актуальною.

На сьогоднішній день, розробляється дизайн сайту, детально вивчаються види медобладнання для розподілу їх між двома основними категоріями, а саме «Професійне медобладнання» та «Медобладнання для індивідуального використання». Передбачені наступні категорії: діагностичне обладнання, вимірвальні прилади, косметологічні прилади, протезно-ортопедичні вироби та інші.

Розроблено архітектуру системи, а також створені модулі аутентифікації користувачів та геопозиціонування. Модуль аутентифікації користувачів дозволяє реєструвати користувачів та визначати їх ролі відповідно до введених логіну та паролю. Передбачено дві групи користувачів: адміністратор та покупці, що мають різні можливості. Даний модуль розроблений за допомогою платформи Node.js на мові JavaScript з підтримкою баз даних PostgreSQL. Модуль геопозиціонування дозволяє відобразити на мапі маркер магазину, в якому є в наявності обраний товар, з вказівкою його адреси. Даний модуль розроблено на мові JavaScript з використанням бібліотеки OpenStreetMap.

Створення та впровадження рекомендаційних систем в різноманітні сфери охорони здоров'я та медицини дозволить швидко та ефективно вирішувати задачі, пов'язані з використанням великих баз знань.

Перелік посилань

1. Бурцева А.Л., Берестнева Е.В., Степаненко Н.П. Создание базы знаний для медицинской экспертной системы // Современные наукоемкие технологии. № 3–2. 2016.- С. 14–17.
3. Джонс М. Часть 1. Введение в подходы и алгоритмы Рекомендательные системы, 2014. <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/os-recommender1/index.html>.
4. Med-magazin.ua. Інтернет-магазин. https://med-magazin.ua/ua/cat_92.htm
5. МегаМедМаркет. Інтернет-магазин. <https://med-mm.com/special>

РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ АНАТОМІЇ ЛЮДИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

Доповнена реальність (Augmented reality, AR) поєднує в собі реальний світ та цифрові дані. В даний час більшість додатків використовує живі відео-зображення, які система обробляє в цифровій формі для додавання комп'ютерної графіки. Іншими словами, система доповнює зображення цифровими даними. Енциклопедія Britannica дає наступне визначення для AR: «Доповнена реальність, при комп'ютерному програмуванні, процес об'єднання або доповнювання відео або фото, наклавши зображення з корисними з генерованими комп'ютером даними» [1]. Доповнена реальність об'єднує поля комп'ютерного бачення та комп'ютерної графіки.

Існує декілька аналогів програмних комплексів для організації доповненої реальності, більшість з яких є повноцінними комерційними проектами, але також існують такі комплекси з відкритим сирцевим кодом. Швидкий розвиток функціоналу, та зменшення порогу входу для використання цієї технології призвели до буму додатків з використанням доповненої реальності. Так, що зараз практично в кожній галузі є кілька таких додатків. Ці події не оминули і освітню галузь з медичною спеціальністю. До уваги будуть братися медичні додатки з доповненою реальністю: HoloAnatomy, Anatomy 4D, та комплекси засобів розробки Vuforia та EasyAR.

Метою даної роботи є розробка програмного комплексу для вивчення анатомії людини за допомогою доповненої реальності, з урахуванням сучасних технологій комп'ютерного зору та функціональних вимог для навчального додатку, а також простоти і зручності у його використуванні.

Для розробки програмного комплексу було використано Vuforia SDK [2] – кросплатформний набір засобів розробки для створення додатків з доповненою реальністю (AR) та змішаною реальністю (MR), що забезпечує надійне відстеження та високу продуктивність на різноманітних апаратних засобах (включаючи мобільні пристрої та шоломи доповненої реальності, таких як Microsoft HoloLens) . Інтеграція Unity [3] з

¹ К.т.н., старший викладач кафедри комп'ютерних інформаційних технологій Донбаської державної машинобудівної академії (м.Краматорськ).

² Студент спеціальності інформаційні технології проектування Донбаської державної машинобудівної академії (м. Краматорськ)

Vuforia дозволяє вам створювати додатки та ігри для перегляду на Android [4], iOS та ін.

Для роботи з програмним комплексом для вивчення анатомії людини з використанням доповненої реальності, користувач, перш за все, повинен запустити додаток. Відразу після запуску на екрані з'явиться зображення з камери, і все що потрібно користувачу, це – навести камеру на спеціальну роздруковану мітку, як показано на рис. 1. І на екрані з'явиться зображення відповідної 3D моделі органу.

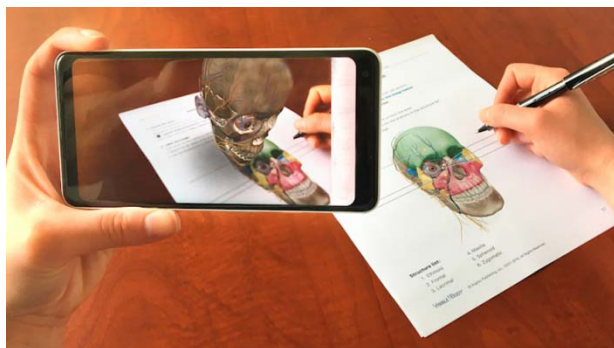


Рисунок 1 – Перегляд 3D моделі черепа

Розроблений програмний комплекс надає користувачам можливості перегляду 3D моделей органів людини для вивчення анатомії. Його розробка проводилась з використанням сучасного набору засобів Vuforia SDK, для самої популярної на даний момент мобільної платформи Android, що робить процес взаємодії користувача з програмним продуктом більш комфортним та дружельюбним.

Перелік посилань

1. Augmented reality in: Encyclopedia Britannica 2010. URL: <http://www.britannica.com/EVchecked/topic/1196641/augmented-reality> (дата звертання 05.05.2017)
2. Вікіпедія – Vuforia SDK [Електронний ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Vuforia> (дата звертання 05.05.2018)
- Вікіпедія – Unity [Електронний ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Unity> (дата звертання 05.05.2018)
3. Вікіпедія – Android [Електронний ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Android> (дата звертання 05.05.2018)

ВБУДОВАНІ БІОМЕДИЧНІ СИСТЕМИ ТА БЕЗДРОТОВІ СЕНСОРНІ МЕРЕЖІ

За даними авторитетної науково-дослідної компанії Frost & Sullivan [1] до 2020 року «розумні» медичні пристрої займуть 15% все-світнього ринку «розумних» міст. Цьому сприяє всесвітня тенденція розвитку цифрової охорони здоров'я, технічних засобів діагностування, самодіагностування та віддаленого діагностування біологічних параметрів життя людей. Згідно з дослідженнями компанії Aguba, що належить Hewlett Packard, на сьогоднішній день шість з десяти організацій охорони здоров'я у світі вже використовують технології Інтернету речей (IoT). Основними напрямками застосування «розумної» техніки та IoT технологій в медицині є: моніторинг та технічне обслуговування медичного обладнання (73%), догляд за пацієнтами (42%), послуги геолокації обладнання (47%), функції віддаленого управління та контролю за обладнанням та приладами (50 %) [2].

На даний час в Україні реалізується електронна система охорони здоров'я [3], що передбачає організацію віддаленої інформаційної взаємодії пацієнта з лікарем (електронні медичні картки пацієнтів, документообіг) та можливість підключення різноманітних інформаційних сервісів та обладнання [4]. Виходячи з стрімкого розвитку інформаційних технологій (IT) у сфері медицині та перспектив розвитку «розумних» медичних систем, актуальною є задача комплексної підготовки магістрів з поглибленими компетенціями в медичній, технічній та IT сфері за освітньою програмою «Біотехнічні та медичні апарати та системи».

Метою дисципліни «Вбудовані біомедичні системи та бездротові сенсорні мережі» є вивчення принципів розробки та функціонування бездротових систем медичної діагностики стану пацієнтів. Практична складова курсу буде спрямована на вивчення апаратних засобів моніторингу медичних параметрів та технологій бездротової передачі даних, що збираються та аналізуються. Плануються наступні напрямки лабораторних розробок та досліджень: станція моніторингу загальних характеристик стану пацієнта; система моніторингу кардіо-параметрів пацієнта; пристрій моніторингу динамічних параметрів рухомих пацієнтів.

Станція моніторингу загальних характеристик стану пацієнта базується на ідеї «розумних» систем, що надають можливість провести

¹ К.т.н., доц. кафедри програмних засобів ЗНТУ

² Аспірант кафедри програмних засобів ЗНТУ

особисте самостійне діагностування параметрів пацієнта (температура та вологості тіла, пульс, тиск, насиченість крові киснем, рівень цукру в крові) без звертання до медичного закладу для отримання загальних рекомендацій. Лабораторна робота передбачає використання IoT-сервісів, мультимедійних пристроїв виводу інформації, пост-обробку та інтерпретацію інформації. Для передачі даних застосовується технологія Wi-Fi та HTTP протокол.

Система моніторингу кардіо-параметрів пацієнта дозволяє вивчити принципи створення систем добового або нічного моніторингу електрокардіограм пацієнта. Передбачається робота з даними пульсу, електрокардіограмою пацієнта з графічним виводом на дисплей та передачею даних у середовище Processing для візуалізації та обробки.

Дослідження особливостей моніторингу динамічних параметрів рухомих пацієнтів дозволяє вивчити принципи розробки та функціонування портативних пристроїв безперервного моніторингу параметрів руху людини, провести аналіз протоколів та апаратних засобів для поточної передачі даних. Крім того, актуальним є вивчення принципів оптимізації живлення для портативних пристроїв, що використовують акумулятори, а також використання енергоефективних технологій для передачі даних. Лабораторна робота передбачає використання технологій Bluetooth/BLE, Wi-Fi, засобів візуалізації даних та застосування акселерометра-гіроскопа.

Вивчення даної дисципліни забезпечить студенту високий рівень розуміння принципів створення вбудованих систем та використання бездротових технологій при розробці біомедичних апаратів та систем комп'ютерної діагностики стану пацієнта.

Перелік посилань

1. Frost & Sullivan. <https://ww2.frost.com>
2. The Internet of Things: Today and Tomorrow. https://www.arubanetworks.com/assets/eo/HPE_Aruba_IoT_Research_Report.pdf
3. Електронна система охорони здоров'я eHealth. <https://portal.ehealth.gov.ua>
4. Медичні інформаційні системи. <https://portal.ehealth.gov.ua/providers.html>

ЕФЕКТИВНЕ ВИВЧЕННЯ ОСНОВ БІОМЕХАНІКИ НА БАЗІ ІКТ І МУЛЬТИМЕДІА НАСИЧЕНИХ ПРЕЗЕНТАЦІЙ

В силу відомих обставин з 2014 року на базі Донбаської державної машинобудівної академії (ДДМА) розташувався Донецький національний медичний університет (ДНМУ). У співпраці обох ЗВО в рамках спеціальностей 122 Комп'ютерні науки і 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології були створені спеціалізації «Інформаційні технології в медицині» і «Системи управління і мікросхемотехніка біометричного призначення». Ця обставина, а також накопичений на кафедрах науковий доробок, дозволили ДДМА долучитися до виконання Інноваційної багатопрофільної навчальної програми в імплантатах для біотехнології BSc / MSc Degrees 586114-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-SVNE-JP [BIOART].

Одна з дисциплін, що викладається для даних спеціалізацій, яка входить до навчальної програми Біоарт і яку можна віднести до категорії фундаментальних – це «Біомеханіка». З огляду на обмеженість кількості годин по дисципліні, передбачених навчальними планами, треба було вирішити комплекс питань по структурі та змісту дисципліни і ефективній організації навчального процесу для забезпечення потрібної якості підготовки фахівців.

Вирішення проблеми підвищення ефективності навчального процесу пов'язане насамперед із застосуванням у навчальному процесі нових методів і прийомів навчання. Широке використання в навчальному процесі ІКТ – це не мода, а відповідь на внутрішню потребу розвитку освіти. Умови сучасного навчання, створювані мультимедійним інформаційним середовищем, повинні сприяти розвитку професійного мислення студента, орієнтувати його на пошук очевидних і неочевидних системних зв'язків і закономірностей, надання допомоги студентам в розумінні багатьох явищ і закономірностей. Дійсно ефективним можна вважати лише те навчання у вищій школі, при якому студентам прищеплюються навички професійного мислення, причому мислення нового типу, яке певним чином відрізняється від мислення, сформованого на основі оперування друкованою інформацією.

Специфічні особливості мультимедіа дозволяють органічно залучити студентів в проблемну ситуацію і створюють потужний стимул

¹ Декан факультету автоматизації машинобудування та інформаційних технологій, Донбаська державна машинобудівна академія, sergeypodlesny@gmail.com

інтересу до досліджуваної професійної проблеми. Мультимедіа технології, як найбільш ефективний і багатофункціональний засіб, що інтегрує в собі потужні розподілені освітні ресурси, може забезпечити середу формування і прояви ключових компетенцій, до яких відносяться в першу чергу інформаційна та комунікативна. Мультимедіа технології поєднують різні типи цифрового контенту, такі як графіку, текст, відео, фотографію, анімацію, звукові ефекти, високоякісний звуковий супровід, в інтегроване мультисенсорне інтерактивне середовище, відкривають принципово нові методичні підходи і можливості.

Мультимедіа технологія містить чотири основних компоненти. По-перше, повинен бути комп'ютер, щоб координувати те, що ви бачите і чуєте, і взаємодіяти з вами (Зворотній зв'язок). По-друге, повинні бути посилання в навчальних програмах, які з'єднують інформацію. По-третє, повинні бути навігаційні інструментальні засоби (гіперпосилання), які дозволяють вам детально вивчати необхідну інформацію. Нарешті, так як мультимедіа в навчальному процесі використовується не для розваг, а для придбання потрібних компетенцій, воно повинно мати здатність сприяти формуванню професійного мислення студента.

Прийнята за основу мультимедіа технологія побудови курсу «Біомеханіка» дозволила оптимізувати структуру і зміст усього навчально-методичного комплексу дисципліни з метою формування у студентів необхідних компетенцій, знань і умінь: знати біомеханічні характеристики рухового апарату людини, вміти дати обґрунтовану оцінку рухових якостей і різних видів рухової функції людини, аналізувати кінематику та динаміку рухових дій за матеріалами об'єктивної реєстрації фізичних вправ, кількісно оцінювати біомеханічні характеристики тіла людини та її рухових якостей і дій, моделювати різні біомеханічні характеристики та ін.

Застосування в курсі «Біомеханіка» мультимедійної технології породжує нові форми накопичення текстової, аудіовізуальної і навчально-довідкової інформації; надає можливість організувати такі навчальні ситуації, які були немислимі в минулому: студенти самі вибирають потрібний розділ, вивчають конкретний матеріал, потім перевіряють отримані знання, пройшовши підсумковий тест; а при незадовільному результаті можуть скористатися гіперпосиланнями для повторного вивчення потрібної інформації і знову пройти тест. Миттєвий розширений пошук інформації і оперативна видача її на монітор, дозволяють по новому проілюструвати слово викладача і плідно організувати самостійну роботу. Надаючи різноманітні виразні засоби для відображення навчальної інформації в поєднанні з інтерактивністю, мультимедіа забезпечить якісний рівень навчання.

ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС МОНІТОРИНГУ КАРДІОДАНИХ

Останнім часом значно підвищився інтерес до проблеми вимірювання серцевого ритму людини, що обумовлено як необхідністю вдосконалення сучасних методів діагностики стану серцево-судинної системи, так і підвищеною увагою до традиційної східної пульс діагностики. Відомо, що сигнал периферичного пульсу променевої артерії є одним найбільш інформативних фізіологічних сигналів. Він несе в собі інформацію про різноманітні процеси, що протікають в організмі людини.

Пульсометр, або монітор серцевого ритму - пристрій персонального моніторингу частоти скорочень серця в реальному часі або з метою запису для подальшого дослідження. Широко використовується під час тренувань і змагань спортсменами з різних видів спорту, а також в діагностичних системах контролю функціонального стану машиністів потягів, космонавтів, льотчиків, водіїв автомашин (контроль засипання).

Для вимірювання периферичного пульсу можуть використовуватися різні датчики: п'єзоелектричні, ємнісні, тензOMETричні, оптоелектронні та інші. Найбільш широке застосування знаходять оптоелектронні датчики, що відрізняються досить високою чутливістю, стабільністю, стійкістю до електричних перешкод, простотою використання, безпекою та зручністю для пацієнта.

Базуючись на проведених дослідженнях, було прийнято рішення про актуальність розробки власного програмно-апаратного комплексу для точного вимірювання кардіоданих, який забезпечить наочну візуалізацію та збереження результатів з метою подальшої обробки та інтерпретації.

Створений проект базується на використанні популярної апаратно-програмної платформи Arduino Mega, пульсометра, TFT дисплею. Тестування показало, що комплекс є працездатним та відповідає заданим вимогам, а його практичне використання є доцільним.

В подальшому планується розширити функціональність комплексу шляхом додавання додаткових датчиків стану пацієнта.

¹ ст. гр. КНТ-226сп ЗНТУ

² Аспірант кафедри програмних засобів ЗНТУ

³ К.т.н., доц. кафедри програмних засобів ЗНТУ

ОТРИМАННЯ СУБМІКРОКРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ В ЗАГОТОВКАХ ІМПЛАНТАТІВ З ТИТАНУ VT1-0

У сучасній медицині постійно розширюється застосування методів відновлення функцій організму людини за допомогою імплантатів. Найбільш затребуваним є штучне забезпечення функцій опорно-рухового апарату пацієнта у випадках травм тазостегнових, колінних, ліктьових суглобів, а також використання протезів для відновлення відсутніх кінцівок, в щелепно-лицьовій хірургії, при відновленні фрагментів черепної коробки, тощо. Для виготовлення імплантатів використовуються різні матеріали, але найбільше поширення получили нержавіючі сталі і сплави титану завдяки їх високим властивостям міцності, високій корозійній стійкості та задовільній біосумісності [1, 2].

Велике значення для надійності експлуатації імплантатів має структура металу, тому актуальними є питання її поліпшення. Практично усі метали та їх сплави добре обробляються методами обробки металів тиском (ОМТ) тому необхідна форма імплантату може бути отримана штампуванням. Сучасними методами поліпшення структури матеріалів для імплантатів з одночасним підвищенням фізико-механічних властивостей є різні процеси інтенсивної пластичної деформації (ІПД). Їх застосування дозволяє замінити сплави і використовувати чистіші, але менш міцні матеріали. Зокрема, використання технічно чистого титану VT1-0 після обробки з ІПД, покращує біосумісність виробів медичного призначення.

Проте методи ІПД не є остаточною операцією обробки, а використовуються для отримання заготовок. Для надання остаточної форми виробів після обробки процесами ІПД використовуються операції ОМТ та/або механообробка. Таким чином, для отримання якісних виробів для медицини необхідно використання комбінованої обробки методами ІПД і типовими операціями ОМТ. Методи ІПД досить добре зарекомендували себе при виробництві деяких видів імплантатів, проте широке застосування їх обмежено складністю форми виробів, які неможливо отримуваних методами ІПД, і недостатнім промисловим впровадженням самих методів.

Тому актуальним завданням є розробка технологічних процесів для підвищення властивостей міцності титану марки VT1-0 за допомогою комбінованої обробки та змінення структури металу, що поєднує

¹ Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна, e-mail: kit@dgma.donetsk.ua

обробку методами ППД і надання остаточної форми готового виробу операціями ОМТ з подальшою чистою механообробкою.

Для отримання імплантатів із титанових сплавів з субмікрокристалічною структурою запропоновані нові технологічні процеси ППД, які можуть бути застосовані окремо, або в комбінації з класичними процесами ОМТ, наприклад, прокаткою. Процеси реверсивного зсуву по схемам РЗ-180 [3] та РЗ-60 дозволяють отримати заготовки зі зміцненою серцевиною, що може бути корисним при виготовленні імплантатів. Також запропоновано модифіковану схему реверсивного зсуву. Для поліпшення властивостей заготовки запропоновано комбіновану схему деформування, яка включає реверсивний зсув та гвинтову екструзію.

Спільно з ДонФТІ НАН України проведено дослідження комбінованої обробки заготовок із титану ВТ1-0 процесом гвинтової екструзії та прокатки. Отримані зразки були досліджені методом просвічуючої електронної мікроскопії у ІПМ НАН України, де підтверджено наявність структури комірної типу з розміром комірок 30–50 nm.

Для проектування процесів ППД, які можуть бути застосовані для отримання матеріалів с субмікрокристалічною структурою, розроблене програмне забезпечення (частини комплексної САПР) для автоматизації моделювання процесу деформування заготовок зі сплавів титану для виготовлення імплантатів [4]. Розроблені програмні модулі дозволяють автоматизувати моделювання процесів ППД за допомогою сучасної промислової САЕ-системи ABAQUS, яка дозволяє підключення зовнішніх модулів до Pre- Post-процесорів. Розроблене програмне забезпечення дозволило скоротити час проектування штампового оснащення та моделювання поведінки заготовки, та виявити оптимальні технологічні режими процесу деформування для заготовок зі сплавів титану й визначити потрібні параметри інструменту.

Перелік посилань

1. Titanium in Medicine / D. M. Brunette et al. // Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2001, 1018 p.
2. Mechanics of Biomaterials. Fundamental Principles for Implant Design / L.A. Pruitt, A.M. Chakravartula // Cambridge University Press, 2011, 696 p.
3. Патент 88811 Україна, МПК В22F 3/00. Спосіб багаторазової реверсивної інтенсивної пластичної деформації заготовки / О.Ф. Тарасов, О.В. Алтухов. № а2013 07911; заявл. 21.06.2013; опубл. 10.04.2014, Бюл. №7.
4. Автоматизоване проектування і виготовлення виробів із застосуванням САД/САМ/САЕ-систем: монографія / О.Ф. Тарасов, О.В. Алтухов, П.І. Сагайда, Л.В. Васильєва, В.Л. Аносов. – Краматорськ: ЦТPI «Друкарський дім», 2017. – 239 с.

КОМПЕТЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ КОМП'ЮТЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ БІОМЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Введення спеціалізації медико-біологічного спрямування в навчальні плани студентів комп'ютерних спеціальностей сприяють розвитку і конкурентоспроможності технічних закладів вищої освіти. Натомість це вимагає системної адаптації основних засад, концепцій та існуючих математичних моделей, що широко представлені у сучасних спеціалізованих вітчизняних та закордонних підручниках [1, 2].

Застосування комп'ютерних технологій в навчальних медико-біологічних дослідженнях передбачає, по-перше, ознайомлення з призначенням, функціональними можливостями, особливостями побудови і експлуатації конкретних зразків електронної медичної техніки (наприклад, електрокардіографи, електроенцефалографи, томографи, апарати УЗД та інші) та, по-друге, вивчення основних схемотехнічних рішень та принципів побудови вузлів медичної техніки у сучасній діагностичній та терапевтичній апаратурі.

Аналіз показав, що в навчальний процес необхідно включити наступні основні дидактичні матеріали: загальні принципи побудови комп'ютерних систем збору та обробки даних біомедичних досліджень; комп'ютерні технології обробки результатів медико-біологічних досліджень, які мають форму біоелектричних сигналів; комп'ютерні методи реєстрації та обробки біопотенціалів роботи серця і електричних сигналів головного мозку; комп'ютерні системи реєстрації та обробки електроімпедансних даних, обробки зображень в медико-біологічній практиці, отримання та обробки магніторезонансних зображень, ультразвукової візуалізації; комп'ютерні мережні технології та їх використання в медико-біологічних дослідженнях; медичні інформаційні технології та інформаційна безпека; перспективи розвитку медичних інформаційних систем.

¹ Д.т.н., проф., зав. кафедрою комп'ютерних інформаційних технологій (КІТ) Донбаської державної машинобудівної академії ДДМА (м. Краматорськ, Україна, email: alexandrtar50@gmail.com).

² К.т.н., доц., доцент кафедри автоматизації виробничих процесів (АВП) ДДМА (м. Краматорськ, Україна, e-mail: o.v.subotin@gmail.com)

³ К.т.н., доц., доцент кафедри АВП ДДМА (м. Краматорськ, Україна, e-mail: olexander.perig@gmail.com)

⁴ К.т.н., доц., доцент кафедри АВП ДДМА (м. Краматорськ, Україна, e-mail: vl_rudenko@ukr.net)

В рамках вивчення дисциплін біотехнологічного спрямування студенти при розв'язанні численних прикладних задач вивчають, як приклад, елементи гідравліки, реології та теорії подібності для течії біологічних рідин людського організму, оцінюють напружений стан серцевих шлуночків і клапанів тощо. Тому вивчення біотехнологічних систем і технологій вимагає попереднього знання студентами базових медичних курсів анатомії та фізіології, вміння застосовувати знання з вищої математики (інтегрування диференціальних рівнянь), загальної фізики, механіки, а також інформатики та програмування.

При математичному моделюванні процесів та систем біометричного призначення додатково потрібні знання з електромеханіки, теорії автоматичного керування, технічних засобів автоматизації та електропривода, вузлів та елементів медичної техніки, а також інформатики, наукового Python-подібного акаузального програмування відкритого програмного забезпечення JModelica.org – Optimica та роботи із системами Maple, Wolfram Mathematica, MatLab та SciLab. Наразі це ознайомить студентів із обчислювальними можливостями таких сучасних систем кібер-фізичного моделювання як JModelica.org та Optimica, Maple та Wolfram Mathematica, а також MatLab та SciLab до математичного моделювання, чисельного інтегрування, візуалізації, оптимізації, та верифікації механічних та мультифізичних явищ, процесів та динамічних систем у біомедичній інженерії, біомеханіці, фізіології, медицині та технічній біофізиці.

Подальше вивчення методів математичної обробки медико-біологічних даних ознайомить студентів із обчислювальними можливостями табличних процесорів, застосовувати сучасні статистичні та математичні пакети до аналізу, обробки, інтерполяції, апроксимації, згладжування, кореляційного та регресійного аналізу, чисельної оптимізації, візуалізації та тлумачення спектрів, сигналів та наявних масивів числових даних у біомедичній інженерії із урахуванням галузевої специфіки, а також сучасних інженерно-фізичних та інформаційних обмежень на практичну роботу із числовою інформацією медико-біологічного походження.

Перелік посилань

1. Doi S. Computational Electrophysiology: Dynamical Systems and Bifurcations / S.Do, J. Inoue, Z. Pan, K. Tsumoto. – Tokyo: Springer, 2010. – 140 p.
2. Nomura T. Harnessing Biological Complexity: An Introduction to Computational Physiology / T. Nomura, Y. Asai. – Tokyo: Springer, 2011. – 190 p.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА АРІ ДЛЯ ПЕРСОНАЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОННОЇ МЕДИЧНОЇ КАРТКИ

Постійний розвиток медичної сфери сприяє збільшенню кількості медичних закладів приватної форми власності, які спеціалізуються на окремих галузях охорони здоров'я, а також зростанню привабливості їх послуг. Внаслідок того, що громадяни користуються послугами декількох клінік відразу, медична інформація особи зберігається розподілено в різних форматах. Відсутність «історії» пацієнта підвищує ризики некоректних діагнозів та зменшує ефективність лікування в цілому. Все це сприяє прямій зацікавленості особи у зборі власної медичної інформації незалежно від медичного закладу. Особливо збирання та збереження медичної інформації ускладнюється для людей, які часто подорожують або змінюють місце проживання. Тому, для будь якої людини важливо мати персональну електронну медичну картку (ПЕМК). Це дозволить краще слідкувати за станом власного здоров'я та мати можливість доступу до необхідної інформації у зручному форматі (текст, фото, аудіо), а також з різних платформ.

При зберіганні інформації ПЕМК важливо врахувати існуючі вимоги законодавства щодо зберігання персональної інформації, такі, як 286 стаття Цивільного кодексу України. Для забезпечення права на таємницю стану здоров'я та ряду інших, інформацію необхідно шифрувати, наприклад алгоритмом Advanced Encryption Standard (AES-256), який є надійним для вирішення такого роду задач. Таким чином, вирішення задачі тривалого зберігання медичної інформації різного формату та її захисту потребує використання хмарних технологій та сучасних алгоритмів шифрування.

ПЕМК активно використовуються в США, Великобританії та інших розвинутих країнах. Серед основних популярних рішень можна виділити: Microsoft HealthVault, Zweena, Health Companion, Healthspek. Орієнтованість на інтеграцію з державними системами певних країн та відсутність локалізацій накладає значні обмеження на використання розглянутих рішень в Україні. Характерно, що всі розглянуті системи мали певні проблеми з пошуком серед збереженої інформації – від пошуку лише за текстовими даними за регулярним виразом, до відсутності пошуку взагалі. Також, недоліком є закритість АРІ переважної більшості з розглянутих систем та відсутність документації.

¹ Веб-розробник компанії ВАНДЕРСЛАБ, Запоріжжя

² К.т.н., доц. кафедри програмних засобів ЗНТУ

Тому, дана робота присвячена дослідженню й розробці публічного API для ПЕМК, яка дозволить зберігати й швидко шукати результати обстежень у вигляді фото/аудіо документів та текстових записів.

В результаті роботи було розроблено програмний інтерфейс для ПЕМК. Проект можна умовно поділити на такі частини:

- пошукова система ElasticSearch, яка забезпечує швидкий пошук серед артефактів користувача в базі даних;
- документація API, яка надає розробникам інформацію про вхідні та вихідні дані для роутів;
- API-ядро - частина системи, яка відповідає за маршрутизацію та обробку запитів користувачів.

Розроблений API є додатком, який встановлюється на типовий веб-сервер з Node.js 6 (LTS Boron), MongoDB 3.4.*, Elasticsearch 5.6.*. Він є доступним для використання клієнтами через http/https протокол, формат обміну даними – JSON.

Проект реалізовано з використанням мови програмування JavaScript, яка дозволяє забезпечити досить високу швидкодію, зручність і продуктивність написання коду. Для розробки програмного інтерфейсу на сервері використано Node.js. В ході аналізу інструментарію було прийнято рішення про застосування бібліотек Elasticsearch, Express.js, Mongoose та інших. Саме ці рішення дозволяють зменшити собівартість розробки програми при збільшенні її якісних параметрів, а отже забезпечити її конкурентопридатність. В якості Node.js фреймворку було обрано Express, що забезпечило легкість супроводу коду; велику швидкодію; відносно дешеві хостинги та їх великий вибір; гнучкість фреймворку; мінімум витрат часу на реалізацію рутинних дій. В якості середовища розробки для веб-сайту було обрано WebStorm від JetBrains, що є умовно безкоштовним. Це середовище відрізняється зручністю та широкими функціональними можливостями, а його застосування зменшує часові затрати і збільшує продуктивність праці програміста. Розроблений API можна запустити на будь-якому сучасному VPS сервері на базі Linux.

Розроблений API для ПЕМК відрізняється від існуючих аналогів відкритістю, реалізацією швидкого повнотекстового пошуку інформації та наявністю документації, оформленої згідно OpenAPI специфікації.

Наукове електронне видання
комбінованого використання
Можна використовувати в локальному
та мережному режимах

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ І ДОСЯГНЕННЯ В ГАЛУЗІ
РАДІОТЕХНІКИ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Тези доповідей
ІХ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

Один електронний оптичний диск (DVD-ROM);
супровідна документація.

Тираж 100 прим. Зам. № 1062.

Видавець і виготовлювач
Запорізький національний технічний університет,
Україна, 69063, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 64.
Тел.: (061) 769–82–96, 220–12–14

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2394 від 27.12.2005.