

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА ФЕДЕРАЦІЯ ІНФОРМАТИКИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ**

**ПАТ «УКРТЕЛЕКОМ» КП «НВК «ІСКРА»
НВП «ХАРТРОН-ЮКОМ» ДП «РАДІОПРИЛАД»**



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

**КОНФЕРЕНЦІЯ ПРИСВЯЧЕНА 120-РІЧЧЮ З ДНЯ ЗАСНУВАННЯ
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**

Тези доповідей

X Міжнародної науково-практичної конференції
(07–09 жовтня 2020 р., м. Запоріжжя)



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



УДК 621.37+621.39+004
С 91

*Рекомендовано до видання Вченою радою
Національного університету «Запорізька політехніка»
(протокол № 3/20 від 19.10.2020)*

Редакційна колегія:

Піза Д. М., д. т. н., проф., директор інституту ІРЕ, проректор НУ
«Запорізька політехніка»;

Морщавка С.В., к. т. н., зав. каф. РТ НУ «Запорізька
політехніка».

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 X Міжнародної науково-практичної конференції, 07–09 жовтня 2020 р., м. Запоріжжя [Електронний ресурс] / Редкол. : С. В. Морщавка (відпов. ред.) Електрон. дані. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 1 електрон. опт. диск (DVD-ROM); 12 см. – Назва з тит. екрана.

ISBN 978-617-529-292-1

Зібрані тези доповідей, заслуханих на щорічній науково-практичній конференції серед студентів, викладачів, науковців, молодих учених і аспірантів. Збірка відображає широкий спектр тематики наукових досліджень, які проводяться у Національному університеті «Запорізька політехніка». Збірка розрахована на широкий загал дослідників та науковців.

УДК 621.37+621.39+004

ISBN 978-617-529-292-1

© Національний університет
«Запорізька політехніка»
(НУ «Запорізька політехніка»),
2020

Організатори конференції

- Міністерство освіти і науки України
- Українська федерація інформатики
- Національний університет «Запорізька політехніка»
- Харківський національний університет радіоелектроніки
- ПАТ «Укртелеком»
- КП НВК «Іскра»
- ДП «Радіоприлад»
- НВП «Хартрон-Юком»

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Піза Д.М. – директор інституту ІРЕ, проректор НУ «Запорізька політехніка», голова оргкомітету

Шило Г.М. – зав. кафедри НУ «Запорізька політехніка», заст. голови оргкомітету

Кудерметов Р.К. – зав. кафедри НУ «Запорізька політехніка», заступник голови оргкомітету

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

Пашенко Ю.А. – директор КП НВК «Іскра», м. Запоріжжя

Пасічник В.М. – директор Запорізької філії ПАТ «Укртелеком»

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

Кабак В.С. – декан факультету радіоелектроніки та телекомунікацій НУ «Запорізька політехніка»

Касьян М.М. – декан факультету комп'ютерних наук та технологій НУ «Запорізька політехніка»

Терещенко Е.В. – доцент НУ «Запорізька політехніка»

Чорнобородов М.П. – доцент НУ «Запорізька політехніка»

Гладкова О.М. – доцент НУ «Запорізька політехніка»

Самойлик С.С. – доцент НУ «Запорізька політехніка»

Висоцька Н.І. – начальник патентного відділу НУ «Запорізька політехніка»

ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР ОРГКОМІТЕТУ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Моршавка С.В. – зав. кафедри радіотехніки та телекомунікацій НУ «Запорізька політехніка»

ТЕХНІЧНИЙ СЕКРЕТАР ОРГКОМІТЕТУ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Колеснікова Є.І. – асистент кафедри радіотехніки та телекомунікацій НУ
«Запорізька політехніка»

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)
Kozik T. – DrSc., Prof. Ing., (Nitra, Slovakia)
Levashenko V. – Prof. (Zilina, Slovakia)
Luengo D. – Prof. (Madrid, Spain)
Markowska-Kachmar U. – Prof. (Wroclaw, Poland)
Markowsky G. – Prof. (Rolla, USA)
Mezhuyev V. – Prof. (Kapfenberg, Austria)
Oleschuk A. – Prof. (Kristiansand, Norway)
Pester A. – Dr., Prof., (Villach, Austria)
Sharpanskykh A. - PhD. (Delft, Holland)
Wuttke H-D. – Dr. Ing. (Ilmenau, Germany)
Zaitseva E. – Prof. (Zilina, Slovakia)
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)
Маркосян М.В. – д.т.н., проф. (Єреван, Вірменія)
Ситніков В.С. – д.т.н., проф. (Одеса, 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)

СПИСОК СЕКЦІЙ:

1 секція *«Радіотехнічні та телекомунікаційні системи та пристрої»*

Керівник секції – Піза Д.М.; заступник – Чорнобородов 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*

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

ЗМІСТ

1 СЕКЦІЯ «РАДІОТЕХНІЧНІ, РАДІОЛОКАЦІЙНІ І НАВІГАЦІЙНІ СИСТЕМИ» 13

Bugrova T.I., Chornoborodov M.P., Moroz G.V., Deneka M.A. Helix oscillator of multifrequency antenna array for circular polarization with metamaterial reflector	13
Moroz G., Kabak.V., Burtseva O. Using a CMOS camera sensor for visible light communication	15
Бондарєв А.П., Пристай А.М. Похибки синхронізації розподіленої системи вимірювання параметрів магнітного поля Землі	16
Вовчук Д.А., Робулець П.Ф., Хобзей М.М., Зелінський Ю.В., Деревеснікова Є.В. Частотна модуляція гармонічних сигналів з використанням μ-негативного метаатома навантаженого варакторним діодом	19
Горбатий І.В., Балан Д.І. Аналіз засобів надійнісного проектування телекомунікаційних систем	21
Зубков А.М., Красник Я.В., Мартиненко С.А., Юнда В.А., Андрєєв І.М. Методика самозахисту наземних об'єктів від високоточних радіолокаційних засобів повітряного спостереження	23
Зубков А.М., Красник Я.В., Щерба А.А., Петлюк І.В., Цицик М.В. Науково-прикладні основи багатоспектрального локаційного геомоніторингу і перспектива його розвитку	25
Зубков А.М., Щерба А.А. Універсальний метод локаційного геомоніторингу для гуманітарного розмінування	27
Індик С.В., Лисечко В.П. Статистичний аналіз властивостей ансамблів складних сигналів отриманих за рахунок перестановок ранжованих часових інтервалів	29
Костенко В.О., Сметанін І.М. Організація моніторингу мобільних терміналів у кластері	31
Кузін Р.С. Аналіз захищеності бездротових комунікацій в IoT системах	33
Куцак С.В., Корольков Р.Ю. Побудова імпедансних моделей хвильовідних структур з періодичними неоднорідностями	35
Логачова Л.М., Самойлик С.С. Знаходження критичного перетину в прямокутному хвильоводі з бічними стінками у вигляді конфокальних еліпсів	37
Молочко П.Д., Романенко С.Н. Могоканальный СВЧ сплиттер на основе метаматериала	40
Мороз Г.В., Чорнобородов М. П. Підвищення пропускну здатності радіоканалу стандарту IEEE-802.11	42
Політанський Л.Ф., Хобзей М.М., Вовчук Д.А., Хавруняк М.В., Андрійчук К.М. Випромінювання електромагнітних хвиль через структуру із паралельних провідників зі змінними конструктивними параметрами	44
Політанський Л.Ф., Жадан І.А., Вовчук Д.А., Панько Ю.А., Деревеснікова Є.В. Метеостанція на основі модуля ESP 8266	46

Поляков М.А., Салейчук К. Использование квадрокоптеров для контроля состояния и параметров объектов электроэнергетики	48
Федоров А.В., Ліщенко В. М. Підвищення якості ведення радіолокаційного контролю шляхом об'єднання інформації від різнорідних джерел в умовах інтенсивного повітряного руху	50
Худов Г. В., Місюк Г. В. Пропозиції для підвищення якості виявлення малорозмірних літальних апаратів системою пасивних приймачів	52
Чорнобородова Н.П., Чорнобородов М.П. РЛС, захищена від впливу імітаційних завад	54

2 СЕКЦІЯ «КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ» 57

Arapin D.V., Zeleneva I.J., Kovalev S.O. Analytical review of near range real-time locating system in robotics development	57
Hlukhov V.S. Formation of probabilistic results in digital quantum computers	59
Iashvili N. Natural gas and carbon monoxide leak detection device	61
Khandetskyi V.S., Karpenko N.V., Panin K.V. Analytical modeling of wireless networks with infrastructure topology	62
Афанасьев И.С., Желдакова Т.И., Ситников В.С. Особенности фазочастотной характеристики фильтра Чебышева первого рода второго порядка	64
Гаркуша В.С., Киричек Г.Г. Віртуалізація на основі Proxmox Virtual Environment	67
Дейнега Л.Ю., Соколовський Д.В., Джрагацпаян Н.В. Методи мотивації та управління командою розробки ІТ-стартапу	69
Зеленьова І.Я., Голуб Т.В., Паромова Т.О., Богатирьова Т.О. Застосування FPGA при роботі з Big Data	71
Кармелюк К.О., Кудерметов Р.К., Польська О.В. Підхід до реалізації безпеки автентифікації та авторизації користувача веб-сервісу iOS-додатку	73
Корнійчук В.І., Щекотихін О.В., Кулігін В.О. Дослідження PON за допомогою САПР	75
Кравець Т.М., Полець О.П. Land navigation training, як засіб навчання військовослужбовців з військової топографії	77
Кривуля Г.Ф., Токарев В.В., Щербак В.К. Диагностирование аварийного состояния сложных объектов с использованием интеллектуальных средств	79
Мельник А.О., Мельник В.А., Цигилик Л.О. Проектування спеціалізованих процесорів з застосуванням системи автоматичного синтезу їх архітектурного опису	81
Мельник А.О., Морозов Ю.В., Гаваньо Б.І., Гупало П.А. Мобільні додатки для цілодобового віддаленого моніторингу лікарями функцій легень пацієнтів	83
Польська О.В., Кудерметов Р.К., Щербак Н.В. Багатокритеріальні методи прийняття рішень для ранжування вебсервісів за QoS-характеристиками	85
Поляков М.А., Поляков А.М. Модели состояний конечного автомата для	86

его семантической модели

Поляков М.А. Программно-информационный способ саморазвития автономной системы 88

Прангишвили А.И., Иашвили Н.Г., Хуташвили Ю.Б. Вопросы создания инновационной системы безопасного потребления бытового газа 90

Рудковський О.Р., Киричек Г.Г. Безпечна робота сервісів у розподіленій системі 91

Шкарупило В.В., Кудерметов Р.К., Польська О.В. Дослідження просторової складності алгоритмів в основі методу верифікації TLC 93

Шкарупило В.В., Скрупський С.Ю. Комбінований підхід до застосування методу перевірки на моделі TLC 95

3 СЕКЦИЯ «КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ ТА ПРОГРАММА ИНЖЕНЕРИЯ» 98

Neskorodieva T.V., Fedorov E.E. Spectral clustering method for audit task of compliance of payment and supply of raw materials 98

Боярінова Ю.Є., Каліновський Я.О. Програмний комплекс гіперкомплексних обчислень 100

Воротиленко П.Ю., Дмитрієва О.А. Мобільна система компіляції та тестування для навчання основам програмування 102

Голуб Т.В., Зеленьова І.Я., Грушко С.С., Котенко А.О. Класифікація текстів на основі засобу «стемер-ідентифікатор» 104

Дейнега Л.Ю., Каменський Д.В., Діденко А.Є., Басанець М.І. Методи управління портфелями проектів енергозбереження 106

Каплієнко О.О., Табунщик Г.В., Каплієнко Т.І. Необхідність цифрових трансформацій при проектуванні інформаційної екосистеми університету 108

Каргін А.О., Пахальчук Є.В. Формування знань для роботизованого інтелектуального сервісного обслуговування методом класифікаційних дерев рішень 110

Ковтонюк А.М., Сенів М.М., Яковина В.С. Засіб вибору методології розроблення програмного забезпечення на основі багатокритеріального аналізу 112

Матвєєва Н.О. Класифікація сигналів за допомогою нейронної мережі із залученням мови Java 114

Петренко Т.Г., Бодавський П.Г. Аналіз показників освітленості за когнітивними картами з нечіткою логікою 116

Субботін С.О. Визначення локальнотуттєвих гешів для побудови розпізнавальних та діагностичних моделей 118

Туленков А.В., Пархоменко А.В. Пошук асоціативних правил для системи домашньої автоматизації MyHome 120

Шевченко С.В. Формування архітектури віртуальної системи обробки даних в середовищі хмарних обчислень 122

4 СЕКЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОЕКТУВАННІ ТА ВИРОБНИЦТВІ ЕЛЕКТРОННИХ АПАРАТІВ» 124

- Каргін А.О., Іванюк О.І.** Представлення картографічних знань про оточення в моделях когнітивної робототехніки 124
- Малий О.Ю., Фарафонов О.Ю., Фурманова Н.І.** Аналітичний огляд пристроїв та автоматичних систем безконтактного вимірювання температури тіла 126
- Точилін С.Д., Демченко М.М.** Програмно-апаратний комплекс для електричних вимірів на основі ARDUINO та PROCESSING 128
- Точилін С.Д., Рибін В.О., Точилін Д.С.** Програма для простого регресійного аналізу 131
- Точилін С.Д., Точилін Д.С.** Прикладна програма для цифрового спектрометра BTC-110S 133
- Точилін С.Д., Точилін Д.С.** Кросплатформний віртуальний спектроаналізатор 135
- Точилін С.Д., Точилін Д.С.** Кросплатформний віртуальний осцилограф з 12-розрядною системою збору даних 137
- Фарафонов О.Ю., Фурманова Н.І., Малий О.Ю.** Використання фреймворку Xamarin у розробці програмного забезпечення для керування автономними роботами 139
- Фурманова Н.І., Фарафонов О.Ю., Малий О.Ю., Поспєєва І.Є.** Гейміфікація процесу навчання проектуванню електронної апаратури 141
- Яковенко В.В., Волочій Б.Ю., Наливайко Л.М., Шкілюк О.П.** Модель процесу керування обстрілом рухомої бойової броньованої машини осколково-пучковими снарядами направленої дії з використанням радіоелектронного комплексу 143

5 СЕКЦІЯ «БЕЗПЕКА ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ» 145

- Khalimov G, Kotukh Ye., Khalimova S.** Encryption scheme based on small REE groups 145
- Korolkov R., Kutsak S.** Analysis of attacks in IEEE 802.11 networks 147
- Salnyk Yu.P., Volochiy B.Yu., Onyshchenko V.A.** Functional synthesis of security system for objects of critical infrastructure 149
- Аль-Хамад Н.А., Козіна Г.Л.** Скручені еліптичні криві Едвардса над скінченним простим полем малого порядку 151
- Карпуков Л.М., Щекотихин О.В., Савченко Д.К.** Анализ влияния внешних воздействий на оптоволокно 153
- Карпуков Л.М., Щекотихин О.В., Савченко Д.К.** Пристрій захисту інформації у коді 14RZ у ВОЛЗ 155

Козіна Г.Л. Протоколи агрегованого підпису на еліптичних кривих	157
Куцак С.В., Корольков Р.Ю. Аналіз факторів та способів автентифікації в системах електронного банкінгу	159
Лізунов С.І. Деякі аспекти пригнічення акустичних сигналів	161
Петрик Б.В., Дейнега В.Р., Неласа Г.В. Застосування вейвлет-аналізу для виявлення аномалій мережевого трафіку	163
Політанський Л.Ф., Апостолук М.В., Вовчук Д.А., Войцишин В.Г., Андрійчук К.М. Система контролю безпроводного віддаленого доступу до об'єкту на основі ARDUINO	165
Прогонов Д.О. Вплив попереднього зашумлення на точність виявлення стеганограм, сформованих згідно адаптивних методів MG та MiPOD	167
Щекотихин О.В., Карпуков Л.М., Савченко Д.К. Спосіб захисту інформації в ВОЛЗ	169
Щекотихин О.В., Карпуков Л.М., Савченко Д.К. Удосконалений спосіб захисту передачі інформації з використанням маскуванню нуля	172

6 СЕКЦІЯ «ФІЗИКА І ТЕХНОЛОГІЯ МІКРО- ТА НАНОЕЛЕКТРОНІКИ» 174

Kolodka A.A., Snizhnoi G.V. Creation a secure network infrastructure of unied information processing systems-clusters	174
Vasylenko O.V. Information system for dc motor`s data acquisition	176
Карандась Я.В., Коротун А.В., Погосов В.В. Поверхневі плазмони у композиті на основі масиву вуглецевих нанотрубок	178
Коротун А.В., Коваль А.О. Розмірна залежність ступеня втрати когерентності для сферичних металевих наночастинок	180
Курбацький В.П., Коротун А.В., Погосов В.В. Застосування діелектричного тензору у метрології металевих наносистем	182
Нагорна Н.М. Дослідження роботи сонячних елементів в умовах навчальної лабораторії	184
Павлище Н.І., Коротун А.В., Курбацький В.П. Поверхневі плазмон-поляритони у композиті з хаотично розташованими нанострижнями	186
Погосов В.В., Курбацький В.П., Коротун А.В. Перенормування площі поверхні та розмірна залежність поверхневого натягу нанокластера	188
Смирнова Н.А., Івченко С.А. Використання інтелектуальних реле для підготовки бакалаврів спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»	190
Смирнова Н.А., Саушкін В.В. Розробка стандарту організації «Керівництво з якості» для авіаремонтного підприємства Державної авіації України	192
Сніжної Г.В., Червоненко А.О. Комп'ютерне моделювання фізичних параметрів хромонікелевих сталей	194
Сніжної Г.В. Оптимізація методики проведення спільних вимірювань для визначення параметрів технологічного процесу	196

Томашевський О.В., Сніжної Г.В. Визначення показника ефективності експлуатації засобів вимірювальної техніки	198
Червоненко А.О., Сніжної Г.В. Графічний інтерфейс для моніторингу технологічних процесів	200

7 СЕКЦІЯ «СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА УПРАВЛІННЯ» 202

Banzak G.V. Reliability model of a complex technical object	202
Банзак О.В. Аналіз впливу іонізуючих випромінювань на фотоприймальні прилади	204
Бахрушин В.Є. Оцінювання показника IFR для COVID-19 за емпіричними даними	206
Гринченко П., Дейнега В., Дубровін В., Петрик Б., Твердохліб Ю. Виявлення несанкціонованих дій в мережах методом вейвлет-аналізу	208
Гринченко П.В., Дубровін В.І., Суха К.С. Метод паралельного підрахунку голосів під час проведення виборів	210
Дуда Е.В., Корнич Г.В. Масштабирование времени при температурно-ускоренной динамике вакансии в кристалле по сравнению с классической молекулярной динамикой	213
Єременко В.Д., Коряшкіна Л.С. Про оптимізаційні задачі на підприємстві громадського харчування	215
Левин В.И. Интервальная математика и вычисления в условиях неопределенности	217
Левин В.И. Автоматный метод моделирования социально-исторических процессов	219
Лозовська Л.І., Зелік В.О. Гібридний підхід до розв'язання деяких задач об'ємного пакування	222
Пархоменко Л.А. Системный анализ экспериментальных данных и теоретических разработок	224
Семенюга М.Ф., Якуніна І.І. Комбінаторні конфігурації у визначенні розміток графів	226
Удовенко С.Г., Чала Л.Е., Шергін В.І. Оцінювання параметрів стохастичної системи з застосуванням модифікованої кореневої фільтрації	228
Ус С.А., Варганов Д.Д. Формування оптимального раціону для годівлі спортивних коней в умовах невизначеності	230
Фракянц С.Е., Козир С.В. Побудова імітаційної моделі обслуговування черги до каси магазину	232
Широкоград Д.В., Корніч Г.В. Управління атомною системою янусоподібного кластера Ni_mAl_m під дією налітаючого кластера Ar_n	234

8 СПЕЦІАЛЬНА СЕКЦІЯ З ТЕМАТИКИ ERASMUS+ ПРОЕКТІВ 237



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



«Innovative Multidisciplinary Curriculum in Artificial Implants for Bio-
Engineering BSc/MSc Degrees – BIOART»
586114-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-CBHE-JP

Diachuk T.S., Skrupsky S.Yu., Diachuk I.V., Kylukovska N.A. Swelling cataract diagnosing using neural network	237
Shalomeev V.A., Lukyanenko O.S., Aikin M.D. Optimization of the chemical composition of magnesium alloy for biodegradable implants	240
Sumariuk S., Morshchavka S., Luengo D. Simplifying peak detection algorithms for finite biomedical signals	241
Бакурова А.В., Терещенко Е.В., Широкопад Д.В. Електронний сервіс «Медична реформа для людей»	243
Васильєва Л.В., Житченко А.С. Використання Web-технологій для реалізації методів редукції і динамічної візуалізації багатовимірних даних	246
Гулько Е.В., Гладкова О.М., Пархоменко А.В. Рекомендаційна система для вдосконалення рівня життя людей похилого віку	248
Куш А.В., Гладкова О.М., Пархоменко А.В. Оцінка якості медичного навчального відео-контенту на платформі YouTube	250
Миронова Н.О., Сиротенко І.О. Дослідження та програмна реалізація засобів інтеграції навчальних курсів онлайн платформ в системи дистанційного навчання	252
Миронова Н.О., Чадасва А.К. Дослідження засобів діджиталізації для систем дистанційного навчання	254
Самойлик С.С., Самойлик К.В. Можливості залучення телемедицини у діагностичний процес	256
Собержанська С.Ю., Пархоменко А.В. Дослідження та програмна реалізація бота-консультанта для медичної галузі	258
Фролова А.Ю., Пархоменко А.В., Гладкова О.М. Інформаційна технологія проектування віртуального прототипу роботизованого протезу	260
Шитікова О.В., Табунщик Г.В. Модель контролювання ризиків медичних систем	262

1 СЕКЦІЯ «РАДІОТЕХНІЧНІ, РАДІОЛОКАЦІЙНІ І НАВІГАЦІЙНІ СИСТЕМИ»

UDC 621.396.67

Bugrova T.I.¹, Chornoborodov M.P.¹, Moroz G.V.², Deneka M.A.³

HELIX OSCILLATOR OF MULTIFREQUENCY ANTENNA ARRAY FOR CIRCULAR POLARIZATION WITH METAMATERIAL REFLECTOR

Therefore, there are widely used in radars while remote surface radiosounding, searching direction in GPS, as well as in telemetry, etc. Archimedean or logarithmic geometry is commonly used to design a helical antenna. Although Archimedean helical antennas have a wide bandwidth, it is difficult to scale them in frequency. You can get a more frequency independent antenna using a logarithmic spiral, as it is easier to scale it. However, its disadvantage is that it becomes very large from the first few turns, which come close to each other, that leads to the compression of structure around its centre. The second general disadvantage of helical antennas is their bidirectionality. If antennas are used as elements of a phased array antenna, the unidirectionality of the elements is a fundamental requirement, so it is necessary to use a reflector. It is offered to use ENG-type metamaterial as a reflector, which simultaneously performs the matching between high input resistance (approximately $Z_{in} \leq 200\Omega$) and impedance characteristic (50Ω), it also reduces the final geometric dimensions of each helix and antenna array as a whole. The geometry of the element is shown in Fig.1.

The antenna was designed with HFSS 18 application. The performance were calculated taking in account S11 and VSWR, the distribution of the amplitude of the electric field in different parts of the antenna structure, the characteristics of depolarization, amplification (Fig. 3) and the directional pattern in the main sections. In Fig.3 blue curve corresponds to longitudinal plane, red – to transverse plane) in a wide range of frequencies.

¹ Docent of Radio Engineering and Telecommunication (RET) dept. Zaporizhzhia Polytechnic National University (ZPNU)

² Assistant of RET dept. ZPNU

³ Student of gr. RT-217 ZPNU



Fig. 1 – Double helix (a) and reflector of ENG-type matherial (b)

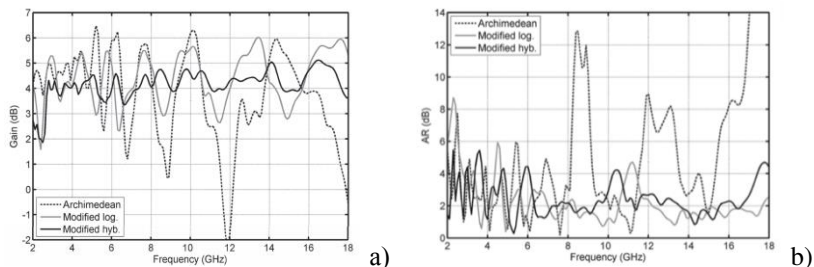


Fig. 2 –Frequency dependence of the coefficient of ellipticity (a) and gain (b) in the range of 2... 18 GHz

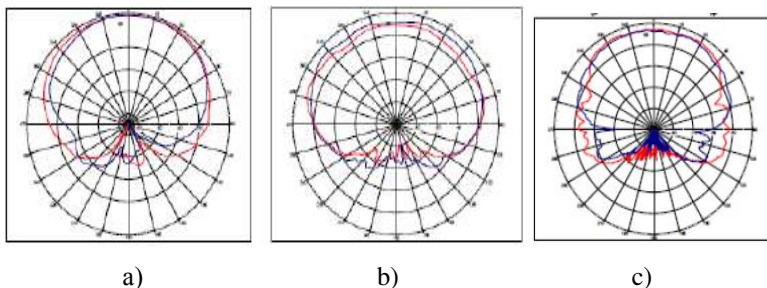


Fig.3 –Directional pattern in the main cross sections of the spiral at frequencies of 0.5 GHZ (a), 2 GHZ (b) and 18 GHZ (c)

As follows from the results of the analysis, the operating range of the antenna ranges from 0.5 to 36 GHz; particularly precise matching is observed at frequencies of 2, 6.2, 12, 24 and 30 GHz. The standing voltage wave ratio (VSWR) is 1.9 in the frequency band from 1 GHz to 35 GHz; above 35 GHz the value of VSWR rises above 2. The Achimed helical antenna has a better VSWR than logarithmic. The VSWR of both types of antennas is improved by increasing the number of turns and the presence of a reflector made of metamaterial. The antenna gain is 6.418 dB for 6.2 GHz and 5.241 dB for 30

GHz.

УДК 621.391.8

Moroz G.¹, Kabak.V.², Burtseva O.³

USING A CMOS CAMERA SENSOR FOR VISIBLE LIGHT COMMUNICATION

Visible light communication is considered as a promising future wireless communications technology. Visible Light Communication is a technology for transmitting data over visible light. It is a part of optical wireless communication, which allows the use of light as data transmission channels. In order to receive data the device must have a photodiode that will pick up optical signals. The built-in smartphone camera can be enough for this. The most obvious applying of VLC technology is an everyday life. However, there are some drawbacks that slow down the process of promoting VLC technology. A "clearly directed beam" is required for the VLC system to work. Accordingly, mobile devices that we constantly move and rotate cannot make full use of this technology.

The new generation mobile phones have built-in Complementary Metal-Oxide Semiconductor (CMOS) cameras. To opposition the defects of wireless communication technologies, the authors propose a model for transmitting data from an LED to a smartphone using a built-in camera as a receiver.

With this reception scheme, the information will be captured in camera in the form of light and dark bands, which will then be decoded by the smartphone, and display the received message. [1].

CMOS cameras use an image acquisition method known as rolling shutter. Rolling shutter is a visual effect that occurs in photos and during video recording due to the peculiarities of the method of image registration by matrices of a video camera (or camera), in which there is sequential reading, not instantaneous image fixation, as in matrices with full frame transfer.

Various effects can be observed due to operations with a rotating valve, such as the skew visible in the images of moving objects. This feature of CMOS cameras can actually be used in optical wireless communication to

¹ Senior lecturer at Zaporizhzhia Polytechnic National University

² Assoc.prof Zaporizhzhia Polytechnic National University

³ Student at Zaporizhzhia Polytechnic National University

transmit data from the LED to the mobile phone [2]. When the LED flicker frequency is lower than the rolling shutter scan frequency but higher than the camera preview frequency (frames per second), bands of different light intensities appear in the image. When the LED is on, the camera sees a bright frame, and the CMOS sensor sets one array of this image as the first white line in the image. Then the transmitter goes off and the second scan line is turned on resulting in the first black line in the image. This procedure continues until all the scan lines are exposed and the image is completed. The width of these bands is proportional to the transmitting speed of the transmitter symbols and the speed at which the camera captures the image for preview. By adjusting these values, you can obtain an array of images containing bands of different widths and intensities.

The authors found that the rolling shutter mechanism can be constructively used to achieve data rates many times faster than the frame rate using the built-in CMOS camera sensor. As for future work, to increase the data rate, it is necessary to study the use of other conversion codes. In addition, it is desirable to reliably extract data from a complex background.

References

1. Kodak Image Sensor Solutions, "Shutter operations for CCD and CMOS image sensors", Application note: MTD/PS-0259, Rev. 3, June 2011.
2. Chia-Kai Liang, Yu-Chun Peng and Homer Chen, "Rolling shutter distortion correction", SPIE Visual Communications and Image Processing, vol. 5960, pp. 59603V-1, 2005.

УДК 621.372

Бондарев А.П.¹, Пристай А.М.²

ПОХИБКИ СИНХРОНІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛЕНОЇ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МАГНІТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛІ

Для дослідження геологічної будови Земної кори та пошуку корисних копалин проводять електромагнітне розвідування із використанням розподіленої мережі стаціонарних вимірювальних станцій [1]. Гарантією достовірності вимірювань є їх синхронність, яку забезпечують сигнали GPS [2]. Отже, прогнозування та підвищення точності синхронізації сигналів GPS шляхом математичного моделювання

¹ Д.т.н., професор, НУ "Львівська політехніка"

² Н.с. Львівського центру Інституту космічних досліджень НАН та ДКА України

процесу синхронізації [3] є важливою та актуальною технічною задачею.

Метою цієї роботи є покращення точності синхронізації ансамблю польових станцій вимірювання магнітного поля Землі. Завданням роботи є розробка і реалізація математичної моделі процесу синхронізації, у якій час моделювання (розрахунків) не залежить від часу прогнозування.

Об'єктом моделювання є багатоканальні польові вимірювальні станції LEMI-423. У моделі враховано два аспекти. **Перше**, значна кількість вимірювальних станцій утворює ансамбль реалізацій і уможливорює застосування статистичних методів аналізу. Сукупність джерел тактових сигналів GPS нами описана як один “віртуальний генератор” із фазовою не-стабільністю. Сигнал на виході такого генератора становить $s_{UT}(t) = A_0 \cos(\omega_0 t + \varphi_{UT}(t))$, де A_0 – амплітуда, ω_0 – частота генератора, $\varphi_{UT}(t)$ – випадкова фазова нестабільність. **Друге**. Через порівняно низький рівень завод можна прийняти лінеаризовану модель пристрою фазової синхронізації.

Оптимальним для синхронізації із наведеним сигналом є пристрій другого порядку із зворотнім зв'язком по фазі. Його параметри $\mathbf{P} = (K, T, m)$, де K – коефіцієнт підсилення петлі, T – інерційність, m – коефіцієнт пропорційності петльового фільтра. Поточний стан пристрою описують фазові змінні $\Phi = (\varphi, \Omega)$, де φ – фазова, Ω – частотна похибки.

Моделлю такого пристрою є система двох рівнянь $d\Phi(t)/dt = F1(\mathbf{P}, \Phi, t) + n_\varphi(t)$, де $n_\varphi(t)$ – випадковий процес, однозначно пов'язаний з процесом $\varphi_{UT}(t)$. Недоліком такої стохастичної моделі є необхідність генерування багатьох реалізацій $n_\varphi(t)$ і наступний статистичний аналіз $\Phi(t)$.

Методом кумулятного аналізу ми перейшли до моделі, яка дає не поведінку миттєвих значень похибок синхронізації, а поведінку їх статистичних характеристик у п'ятивимірному фазовому просторі кумулянтів $\Phi_{\text{КУМ}} = (m_\varphi, m_\Omega, D_\varphi, D_\Omega, R_{\varphi\Omega})$, складовими якого є середні значення і дисперсії фазової та частотної похибок, а також їх коефіцієнт кореляції. Такою моделлю є п'ять диференціальних рівнянь $d\Phi_{\text{КУМ}}(t)/dt = F2(\mathbf{P}, \Phi_{\text{КУМ}}, t)$, які, на відміну від стохастичних, є детермінованими.

Ми отримали аналітичні розв'язки для усіх статистичних характеристик. Дисперсія фазової похибки, важлива для визначення джиттеру сигналу синхронізації, має вигляд $D_\varphi(t) = F3(\mathbf{P}, \Phi_{\text{КУМ}}, t) + D_{\text{ST}}$. Цей вираз є досить громіздким, але дає можливість розрахувати дисперсію для довільного моменту часу без інтегрування через перехідний процес.

Результати експериментального та розрахункового визначення не-стабільності сигналу пристрою синхронізації наведені на рис. 1 та рис. 2 і демонструють повний збіг результатів для трьох моментів часу.

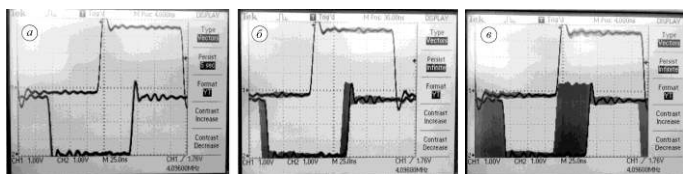


Рисунок 1 – Експериментальні результати визначення нестабільності сигналу синхронізації для часових інтервалів 5 с, 60 с та 600 с (а, б, в відповідно).

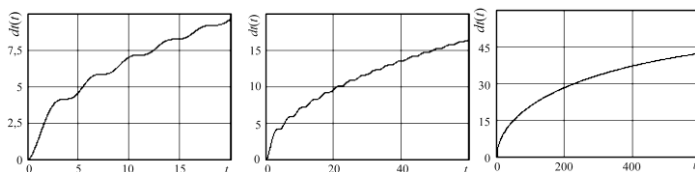


Рисунок 2 – Результати моделювання часової зміни нестабільності сигналу пристрою синхронізації (джитер, нс).

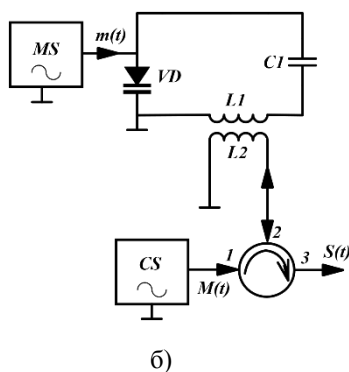
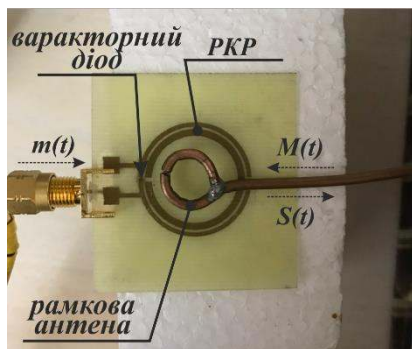
Як експеримент, так і модель показали зростання джиттера з часом та його вихід на деяке стаціонарне значення. Але тривалість експерименту відповідає реальному часу, а тривалість розрахунків не залежить від часу прогнозування, що дало можливість оперативно здійснювати перебір параметрів пристрою синхронізації.

Перелік посилань

1. Broughton Edge, A. B., and Laby, T. H. The Principles and Practice of Geophysical Prospecting. // Cambridge University Press, ISBN 9781107612020, 404 p. 2012.
2. A. Prystai, V. Korepanov, F. Dudkin, B. Ladanivsky. Vector Magnetometer Application with Moving Carriers. //Sensor & Transducer, vol. 207, Issue 12, December 2016, pp. 44-49.
3. А.П.Бондарев, А.М.Пристай. Аналітична модель GPS синхронізації вимірювань і урахуванням стохастичних ефектів.// Відбір і обробка інформації, ISSN 0474-8662, 2017, вип. 45(121), сс. 38-49.

ЧАСТОТНА МОДУЛЯЦІЯ ГАРМОНІЧНИХ СИГНАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ μ -НЕГАТИВНОГО МЕТААТОМА НАВАНТАЖЕНОГО ВАРАКТОРНИМ ДІОДОМ

У роботі запропоновано принцип частотної модуляції з використанням розімкненого кільцевого резонатора (РКР) навантаженого варакторним діодом (рис. 1а) [1]. РКР відноситься до класу μ -негативних метаматеріалів [2], а його еквівалентна схема представляє коливальний контур, що складається із елементів L та C . Процес модуляції відбувається шляхом неперервної зміни ємності варакторного діоду через зміну напруги зміщення. У якості напруги зміщення використовується модулюючий сигнал $m(t)$. Джерелом носійного сигналу $M(t)$ є додаткова магнітна антена, що взаємодіє через близьке магнітне поле із РКР. Еквівалентна схема запропонованого пристрою модуляції приведена на рис. 1б. Носійне коливання подається із генератора ВЧ сигналів на РКР через циркулятор, а потім через нього ж модульований сигнал $S(t)$ подається на вихід.



а)

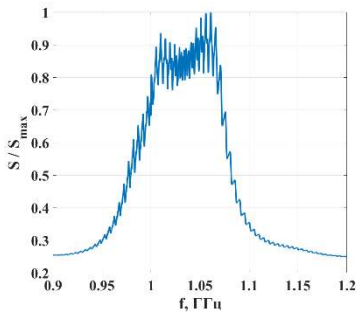
б)

¹ К.т.н, асистент, Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича

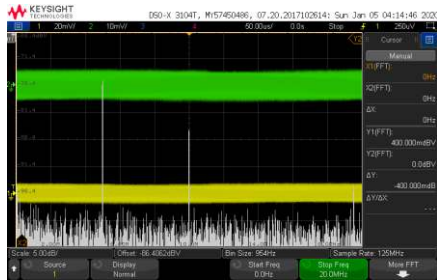
² Аспірант, Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича

³ Студент, Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича

⁴ Завідувач відділу комп'ютерно-технічних та телекомунікаційних досліджень, Чернівецький науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України



в)



г)

Рисунок 1 – Експериментальний макет запропонованого пристрою модуляції аналогових сигналів (а) та його еквівалентна схема (б), нормований спектр потужності модульованого сигналу (в) та спектр демодульованого гармонічного сигналу частотою 5 МГц (г)

Експериментальні дослідження проведено для гармонічного модулюючого сигналу зі значенням частот до 20 МГц. Показано, що при використанні варакторного діоду SMV1231 і частоті носійного сигналу 1 ГГц, можна забезпечити частотну модуляцію зі значенням девіації частоти $\Delta f_d = \pm 80$ МГц у смузі 0.95...1.11 ГГц (рис. 1в). Спектральна характеристика демодульованого гармонічного сигналу частотою 5 МГц приведена на рис. 1г, що показує можливість відновлення сигналу на приймальній стороні.

Перевагами запропонованого способу модуляції є проста конструкція пристрою модуляції та можливість легко задавати необхідне значення девіації частоти шляхом регулювання діапазону значень прикладеної до варакторного діоду напруги. Результати проведених досліджень можуть бути корисними при виготовленні радіокомпонентів низької вартості.

Перелік посилань

1. D. Vovchuk, S. Haliuk and P. Robulets, "Development of Frequency Modulator with Split Ring Resonator Loaded by Varactor Diode," IEEE 15th International Conference TCSET2020, Lviv-Slavske, Ukraine, 2020, pp. 536-539.
2. Freire M. J., Marques R., Jelinek L. Experimental demonstration of a $\mu = -1$ metamaterial lens for magneticresonance imaging. Applied Physics Letters, 2008, iss. 93, pp. 231108 (1–4).

АНАЛІЗ ЗАСОБІВ НАДІЙНІСНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Сучасні телекомунікаційні системи характеризуються великою кількістю складових елементів і, відповідно, складністю здійснення. Стан розвитку методів визначення надійності технічних систем описується поєднанням аналітичних методів та спеціалізованих програм. Актуальним завданням залишається автоматизація системотехнічного проектування телекомунікаційних систем, що забезпечить їх побудову та здійснення аналізу надійності з використанням сучасних комп'ютерних засобів.

Метою цієї роботи є дослідження доступних програмних засобів, розроблених для визначення надійності телекомунікаційних систем, та вибір з-поміж них найбільш доречних до використання в сучасних умовах. Відомо, що за допомогою RAM Commander [1] здійснюють комплексну оцінку системи. Його перевагою є можливість урахування вимог міжнародних стандартів при проведенні обчислень, зокрема FIDES, MIL-217, MIL-HDBK-217 та Telcordia. Від проєктанта не вимагається здійснення складних математичних обчислень вручну, основним стає розуміння структури та функціонування об'єкта дослідження. Програмний засіб ASNA [2] розроблений для надійнісного аналізу та синтезу відмовостійких систем, поведінка яких описується лише стохастичними процесами. При його застосуванні необхідною є побудова структурно-автоматної моделі об'єкта дослідження. Програма здійснює автоматичне обчислення системи диференційних рівнянь, генерує матрицю інтенсивностей переходів та переліку станів. Застосування ASNA до складних систем великої розмірності не зовсім доречне, оскільки існує велика ймовірність того, що користувачем буде допущено помилку при розрахунках. Програмний засіб Viper [3] передбачає побудову об'єкта дослідження у вигляді структурної схеми надійності, на основі якої він розв'язує систему диференційних рівнянь методом Рунге-Кутта. Програма характеризується високою швидкістю опрацювання вхідних даних великих об'ємів та візуалізацією отриманих результатів.

Основним недоліком розглянутих програмних засобів є те, що: для ймовірісно-часових розрахунків використовують лише експоненційний

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

² студентка, Національний університет «Львівська політехніка»

закон розподілу тривалості безвідмовної роботи; застосування доцільне тільки для автоматизованих систем управління, одним з елементів яких є людина; вони визначають характеристики надійності систем на межі стійкості для виявлення вузьких місць у системі.

Таким чином, для розрахунку характеристик надійності складних телекомунікаційних систем зі старіючими вхідними компонентами розглянуті програмні засоби можна використати лише зі значними обмеженнями. За результатами нових досліджень [4] було розроблено програмний засіб Graf, що призначений для проектування та здійснення підсистеми визначення надійності елементів із використанням напівмарковських процесів, який здатен розв'язати проблему описаних програм. Принцип роботи базується на побудові графа із множини вершин та ребер, при цьому є можливість для кожної вершини задати один із запропонованих розподілів та ввести параметри, що характеризують саме цей конкретний вузол. Програмний засіб потребує задання багатьох змінних та відповідно здійснює на їх основі обчислення ключових параметрів системи. Програма Graf дає змогу зменшити час та підвищити точність обчислення надійнісних характеристик телекомунікаційних систем, тому можна стверджувати про перспективи цього напрямку досліджень та актуальність їх розвитку.

Перелік посилань

1. Оцінка показників надійності та безпечності інформаційно-керуючої RTP 3000 з використанням RAM Commander / Л.Д. Озірковський, Т.І. Панський, І.В. Кулик, О.В. Сидорчук // Східно-європейський журнал передових технологій. – 2012. – Т. 6, № 11(60). – С. 37–40. 2. Волочій Б.Ю., Кузнецов Д.С. Проектування відмовостійких систем для джерел безперебійного електроживлення / Вісник Національного технічного університету України "КПІ" Серія "Радіотехніка. Радіоапаратобудування". – 2012. – №48. – С. 149–158. 3. Techniques of Automated Processing of Kolmogorov–Chapman Differential Equation System for Reliability Analysis of Technical Systems / I. Symets, M. Seniv, V. Yakovyna, Yu. Bobalo // Proceedings of the 15th International Conference The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics CADSM 2019, February 26 – March 2, 2019, Polyana-Svalyava (Zakarpattya), Ukraine. – P. 130-135. 4. Semi-Markov reliability model of functioning of wireless telecommunication system with complex control system / Yu. Bobalo, I. Horbatyi, I. Medynsky, M. Kiselychnyk, M. Melen // Mathematical Modeling Computing. – 2019. – Vol. 6. – № 2. – P. 192–210.

МЕТОДИКА САМОЗАХИСТУ НАЗЕМНИХ ОБ'ЄКТІВ ВІД ВИСОКОТОЧНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ ПОВІТРЯНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Радіолокаційні засоби повітряного (космічного) спостереження являються єдиним ефективним інструментом високоточного виявлення, виміру координат і розпізнавання наземних об'єктів в інтересах вирішення народногосподарських і спеціальних задач в умовах відсутності оптичної прозорості приземного шару атмосфери. В спеціальних застосуваннях існує актуальна задача деформації радіолокаційної інформації про координати наземних (надводних) об'єктів, наприклад, для виключення наведення на них високоточного озброєння. Відомо, що похибки визначення кутових координат зосереджених (точкових) матеріальних об'єктів визначаються в активному радіолокаційному каналі шириною діаграми спрямованості антени (ДСА). Для РЛС повітряного (космічного) базування ширина фізичної або синтезованої ДСА повинна забезпечувати кутову роздільну здатність точкових наземних об'єктів або фрагментів розосереджених цілей. При цьому фізична лінія візирування цілі або її фрагменту співпадає з максимумом ДСА. Для режиму самонаведення управляемого об'єкта це лінія прицілювання.

Захист об'єкта може бути досягнутий двома технічними шляхами: просторовим переміщенням точки прицілювання, наприклад з допомогою імітатора, який розташовується за границею геометричного контура об'єкта, якого захищають; хаотичним переміщенням точки прицілювання,

¹ д.т.н., с.н.с., провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу (ракетних військ та артилерії) Наукового центру Сухопутних військ Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного.

² Ст. наук. Співр. науково-дослідного відділу (ракетних військ та артилерії) Наукового центру Сухопутних військ Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного.

³ начальник науково-дослідного відділу (ракетних військ та артилерії) Наукового центру Сухопутних військ Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного.

⁴ к.т.н., доцент, старший викладач кафедри РАО факультету РВіА Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного.

в тому числі за границю фізичних розмірів об'єкта, якого захищають. Недоліками першого шляху є: необхідність забезпечення високої енергетики ехо-сигналу імітатора, яка перевищує енергетику ехо-сигналу об'єкта, якого захищають; можливість застосування тільки для стаціонарних об'єктів в зв'язку з високими масогабаритними характеристиками імітатора; необхідність апріорної інформації про напрямок візитування об'єкту зі сторони засобу спостереження.

Другий шлях не має вищевказаних недоліків. Його практична реалізація досягається розміщенням на об'єкті кутових відбивачів (КВ), які обертаються асинхронно, в діапазоні роботи каналу спостереження (самонаведення). При цьому в рамках аналітичних моделей розподіленої цілі в вигляді сукупності “блискучих точок” [1] або “локальних центрів відбиття” [2] досягається зміна лінії візитування цілі. Для режиму самонаведення ракети швидкість зміни перевищує динамічні можливості контуру управління по відпрацюванню сигналів розузгодження будівельної осі ракети і лінії візитування цілі, що призводить до зриву самонаведення. Одночасно необхідно відмітити, що використання режиму екстраполяції малоефективно для рухомих цілей. КВ повинні розташовуватися ближче до периметру об'єкта, якого захищають. Кількість КВ – не менше трьох, розташованих в горизонтальній площині не на одній лінії. Швидкість обертання КВ – не менше одного оберта за секунду (одна секунда – типове значення постійної часу контура наведення ракети).

Запропонована методика з точки зору практичної реалізації оптимальна за критерієм “ефективність/вартість” через технічну простоту.

Перелік посилань

1. Штагер Е.А., Чаевский Е.В. Рассеяние волн на телах сложной формы. – М.: Сов. радио, 1974. 240 с.
2. Зубков А.Н., Косовцов Ю.Н. К вопросу использования понятия “блестящая точка” в практике радиолокации распределенных целей. Сб. научн. трудов 3-го международного радиоэлектронного форума. Харьков: ХНУРЭ, 2008. № 9. С. 193–196.

**НАУКОВО-ПРИКЛАДНІ ОСНОВИ БАГАТОСПЕКТРАЛЬНОГО
ЛОКАЦІЙНОГО ГЕОМОНІТОРИНГУ І ПЕРСПЕКТИВА ЙОГО
РОЗВИТКУ**

Локаційний геомоніторинг є найбільш ефективним шляхом дистанційного детального дослідження стану земної поверхні в інтересах вирішення народногосподарських і спеціальних задач. Приземний шар атмосфери в залежності від погоди і часу доби володіє різкою дисперсністю своїх фізичних властивостей в радіо, інфрачервоному і оптичному діапазоні роботи локаційного каналу. В радіодіапазоні вплив погодних умов мінімальний, однак на цій ділянці спектру електромагнітних хвиль через реально існуючі для бортової апаратури обмежень на фізичні розміри апертури антени складно досягнути просторової кутової роздільної здатності, що вимагається, і, як наслідок, інформативності зображення земної поверхні, що формується. Використання методів синтезу апертури антени пов'язано зі складністю їх реалізації в широкому діапазоні висот і траєкторії переміщення носія радіолокаційної апаратури. Інфрачервоний діапазон забезпечує цілодобовість, однак не є всепогодним. Оптичний діапазон, володіючи найвищою просторовою роздільною здатністю, не забезпечить цілодобовість і всепогодність. Через вищесказане важливою науково-прикладною задачею є створення багатоспектральної інтегрованої апаратури дистанційного локаційного моніторингу, яка об'єднує переваги вищевказаних парціальних каналів. Конструктивною основою такої

¹ д.т.н., с.н.с., провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу (ракетних військ та артилерії) Наукового центру Сухопутних військ Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного.

² старший науковий співробітник науково-дослідного відділу (ракетних військ та артилерії) Наукового центру Сухопутних військ Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного.

³ к.т.н., старший викладач кафедри комплексів та приладів артилерійської розвідки факультету ракетних військ і артилерії Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного.

⁴ к.т.н., старший науковий співробітник науково-дослідного відділу (інженерних військ) Наукового центру Сухопутних військ Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного.

апаратури є багатоспектральна інтегрована антенна система, система багатоспектральної вагової обробки сигналів, що приймаються, інтегрована апаратура візуалізації.

Показано, що основою конструкції інтегрованої антенної системи міліметрового і інфрачервоного діапазонів може бути система Кассагрейна. При цьому радіолокаційний канал електрично розв'язаний від інфрачервоного (теплого) поляризаційно. Методом максимуму правдоподібності синтезовані алгоритми адаптивної багатоспектральної вагової обробки локаційної інформації при виявленні, розпізнанні і вимірі координат наземних об'єктів. В практиці адаптація забезпечується відключенням ураженого завадою парціального каналу. Синтезована апаратна структура аналізатора завадової обстановки і виконано аналіз його характеристик. Розглянуто алгоритми суміщення радіолокаційних, теплових і оптичних зображень фрагментів земної поверхні, що спостерігаються [1].

Показано, що перспективним напрямком розвитку локаційного моніторингу в інтересах загоризонтної артилерійської розвідки є розташування багатоспектральної апаратури спостереження на БпЛА, а обробка інформації на наземному пункті. При використанні на наземному пункті ФАР досягається поряд з спектральною просторова багатоспектральність. Одночасно знімаються обмеження на характер руху об'єктів, що спостерігаються, або його відсутність [2].

Перелік посилань

1. Зубков А.Н. Системы радиовидения миллиметрового диапазона. Сопоставление и интеграция с оптическими каналами, результаты эксперимента. Радиоэлектроника. 2005. № 10. С.3–10.
2. Зубков А.М., Щерба А.А. Підвищення ефективності артилерійської розвідки шляхом конструктивно-функціональної інтеграції повітряних та наземних засобів спостереження. Радіоелектроніка, інформатика, управління. 2014. № 2. С. 29–32.

УНІВЕРСАЛЬНИЙ МЕТОД ЛОКАЦІЙНОГО ГЕОМОНІТОРИНГУ ДЛЯ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ

Численні збройні конфлікти з широким застосуванням мінування місцевості визначають актуальність проблеми гуманітарного розмінування, першим і найголовнішим завданням якого є точне визначення місцеположення протитанкової або протипіхотної міни (ПТМ, ППМ). Вирішення завдання ускладняється відсутністю візуальних ознак місцеположення міни, а також широкою різноманітністю фізико-хімічних властивостей формоутворюючої поверхні міни (крайні випадки – «метал – діелектрик») і маскувальної ділянки земної поверхні (рослинність, питома щільність, вологість, температура). У відомих науково-технічних джерелах відсутні систематизовані дослідження для забезпечення інваріантності пошукових характеристик неконтактних методів місцезнаходження мін до вищезазначених параметрів міни та місцевості.

Від традиційних локаційних методів геомоніторинг підповерхневих об'єктів відрізняється наявністю на шляху розповсюдження електромагнітних хвиль (ЕМХ) граничного перепаду діелектричної проникності та електропровідності з різкою дисперсністю цих характеристик земної поверхні. Питання підповерхневої радіолокації у широкому аспекті розглянуті в [1]. У роботах [2, 3] проаналізовані щодо пошуку мін методи «радіотеплолокації», у т.ч. зі штучним «підсвічуванням» шумоподібним сигналом ділянки земної поверхні, яка замінована. До недоліків останнього відносяться:

- необхідність високоенергетичного «підсвічування» (середня потужність не менше 500 Вт);
- необхідність наявності апіорної інформації про геометричні контури міни або її характерних деталей;
- значний час опромінення ділянки поверхні, яка аналізується (не менше 2 хвилини).

¹ д.т.н., с.н.с., провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу (ракетних військ та артилерії) Наукового центру Сухопутних військ Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного.

² к.т.н., старший викладач кафедри комплексів та приладів артилерійської розвідки факультету ракетних військ і артилерії Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного.

Розроблений метод локаційного геомоніторингу у процесі гуманітарного розмінування, який інваріантний до електричних параметрів конструкції ПТМ, ППМ і оточуючого фону місцевості. В основу метода покладені наступні фізичні передумови:

- цілі, які мають переважно металеві компоненти в матеріалі формоутворюючої поверхні міни, в активному радіолокаційному каналі є відбиваючими, а ті, що мають діелектричну поверхню – поглинаючі ЕМХ;
- з іншого боку, відомо, що діелектричний об'єкт при температурах поверхні, які перевищують значення абсолютного нуля, є джерелом надширокосмугового електромагнітного випромінювання, максимум якого при температурах земної поверхні знаходиться у сантиметровому та міліметровому діапазонах радіохвиль.

Вищезазначені обставини дозволяють з точки зору одночасного спостереження в радіолокаційному та радіометричному (радіотепловому) каналах розглядати металеву та діелектричну цілі як формувачі «позитивного» і «негативного» зображень відповідно.

Для точної локалізації місцезнаходження міни основну роль відіграють абсолютна величина енергетичного контрасту «міна/навколишній фон», а також просторова роздільна здатність каналів спостереження. Єдиним шляхом підвищення кутової роздільної здатності у радіолокаційному та радіометричному каналах при обмеженій апертурі антени є перехід у міліметровий діапазон (ММД) радіохвиль. При цьому одночасно полегшується досягнення високої роздільної здатності по віддалі (глибині) за рахунок можливості збільшення ширини спектру зонduючого сигналу.

В основу технічної реалізації радіолокатора підповерхневого зондування (РЛПЗ) ММД покладені наступні передумови:

- структура і параметри зонduючого сигналу активного каналу повинні забезпечувати когерентне оброблення відбитих сигналів для реалізації необхідних енергетичного контрасту та точності локалізації міни при обмеженій потужності твердотілого передавального пристрою;
- кутова швидкість сканування діаграми спрямованості антени повинна забезпечувати синхронне формування радіолокаційного та радіометричного «портретів» фрагментів земної поверхні. При цьому умовою, що обмежує швидкість, є формування радіометричного «портрету».

Висновки:

1. Зняття обмежень на фізичні характеристики формоутворюючої поверхні міни при геомоніторингу в інтересах гуманітарного розмінування досягається при одночасному застосуванні методів активної

і радіотеплової локації в рамках єдиної схемоконструкторської реалізації;

2. Сьогодні створені теоретичний та експериментальний доробок для створення РЛПЗ ММД для гуманітарного розмінування.

Перелік посилань

1. Вопросы подповерхностной радиолокации / Под ред. А.Ю. Гринева. – М.: Радиотехника, 2005. – 416 с. 2. Daniels, D.J. A Low Cost, Hand-Held, Microwave Radiometer for Surface Laid Mines. – In Proc. of Second International Conference on the Detection of Abandoned Land Mines, MD'98. Edinburgh, UK, 12–16 October 1998, pp. 222-226. 3. Dmitriyev, A.A., Ivashov, S.I., Sablin, V.N., Ufraykov, B.A. Passive-Active MM Wave Radiometer for Detection of Mines installed on the Ground Surface. – In Proc. of 5th International Conference on Radar Systems. Oral Session 1.7, May 17–21, 1999, Brest, France.

УДК 621.391

С.В. Індик,¹ В.П. Лисечко²

СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ АНСАМБЛІВ СКЛАДНИХ СИГНАЛІВ ОТРИМАНИХ ЗА РАХУНОК ПЕРЕСТАНОВОК РАНЖОВАНИХ ЧАСОВИХ ІНТЕРВАЛІВ

Постановка проблеми. В системах множинного доступу з кодовим розділенням каналів абонентські сигнали перекриваються випадковим чином у часі і передаються в загальній смузі частот, внаслідок чого виникають завади множинного доступу. Такі завади є характерними, в тому числі, для систем когнітивного радіо і закладені в самих принципах побудови таких систем. Оцінка максимальних викидів функції взаємної кореляції (ФВК) ансамблів складних сигналів дозволяє визначити рівень завад множинного доступу. Синтез послідовностей, отриманих за рахунок перестановки часових інтервалів з урахуванням ранжування по рівню взаємодії, дозволяє забезпечити значне зростання об'єму ансамблів таких сигналів та зменшення значень максимальних викидів бічних пелюсток ФВК, завдяки цьому, рівень завад множинного доступу залишається на достатньо низькому рівні. Отримані сигнали доцільно застосовувати в

¹ старший викладач кафедри Транспортного зв'язку, Український державний університет залізничного транспорту

² к.т.н., доцент кафедри Транспортного зв'язку, Український державний університет залізничного транспорту

системах радіозв'язку з кодовим розділенням каналів, з метою збільшення кількості обслуговуваних абонентів в них. Таким чином дослідження властивостей ансамблів складних сигналів, отриманих шляхом перестановок часових інтервалів з урахуванням ранжування є актуальною задачею.

Аналіз літератури. Оцінки ФВК для систем зв'язку з кодовим розділенням каналів широко розглянуті в літературі для фазоманіпульованих, амплітудноманіпульованих, дискретних та інших сигналів на основі лінійних та нелінійних послідовностей [1-4], але кореляційні властивості ансамблів складних сигналів отриманих шляхом перестановок часових інтервалів на основі рейтингового ряду із розстановкою значень у відповідності до обраного загального середнього значення не проводилися, тому потребують детального дослідження.

Основна частина. У доповіді представлені результати статистичного аналізу взаємкореляційних властивостей ансамблів складних сигналів, які були отримані за рахунок перестановок часових інтервалів з урахуванням ранжування. Суть методу полягає у застосуванні розбиття послідовностей коротких відеоімпульсів на рівні інтервали з низькою взаємодією у часовій області з різною кількістю імпульсів. Шляхом застосування взаємкореляційного аналізу здійснюють розрахунок значень максимальних викидів бічних пелюсток функцій взаємної кореляції та визначають їх загальне середнє значення. На основі отриманих значень складають ряд, в якому першу позицію займає часовий інтервал, у якому величина максимальних викидів бокових пелюсток функції взаємної кореляції має середнє значення. Визначення наступних часових інтервалів відбувається на основі аналізу рейтингового ряду і розстановка значень проводиться у відповідності до обраного загального середнього значення. Таким чином формують новий усереднений ряд значень максимальних викидів бокових пелюсток функції взаємної кореляції, завдяки якому збільшується кількість ансамблів із задовільними взаємкореляційними властивостями для використання в системах радіозв'язку з кодовим розділенням каналів, а мінімальна взаємодія між сигналами у часовій області призводить до зменшення завад множинного доступу.

Висновки. Застосування перестановок часових інтервалів на основі рейтингового ряду із розстановкою значень у відповідності до обраного загального середнього значення для збільшення об'єму в ансамблях складних сигналів дозволяють отримувати послідовності складних сигналів з низьким рівнем взаємної кореляції, при цьому взаємодія між сигналами в часовій області залишається на низькому рівні, що позитивно

впливає на рівень завад множинного доступу. Взаємні кореляційні властивості незначною мірою будуть погіршені, так як значення рівнів максимальних викидів бічних пелюсток ФВК сигналів залежить від кількості інтервалів розбиття, але, не зважаючи на це, стає можливим їх застосування в сучасних системах радіозв'язку множинного доступу.

Перелік посилань

1. Ипатов В.П. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения / Ипатов В.П. – М.: Техносфера, 2007. – 488 с. ISBN 978-5-94836-128-4. 2. Л.Е. Варакин, Системы связи с шумоподобными сигналами / Л.Е. Варакин – М.: Радио и связь, 1985. – 384 с. 3. Помехозащищенность систем радиосвязи, Под ред. В.И. Борисова. – М.: Радио и связь, 2003, 640 с. 4. Бернард Скляр, Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Бернард Скляр – М. Издательский дом «Вильямс», 2003. – 1104 с.

УДК 621.395

Костенко В.О.¹, Сметанін І.М.²

ОРГАНІЗАЦІЯ МОНІТОРИНГУ МОБІЛЬНИХ ТЕРМІНАЛІВ ВСЕРЕДИНИ КЛАСТЕРА

Завдання контролю потоку мобільних терміналів, які прибувають до аттрактора, наприклад, під час масових міських заходів, приваблює дуже багато дослідників. Практично склалося два напрямки.

Перша група дослідників [1] використовує комерційне програмне забезпечення OPNET Modeler[®], яке створено для моделювання комп'ютерних мереж, в тому числі рухомих бездротових, і можливості Глобальної системи позиціонування (GPS). Розбиваючи віртуально потік мобільних терміналів на групи (кластери), що в умовах міських вулиць зробити нескладно, базова станція (БС) сама призначає один з терміналів координуючим вузлом кластера в якості точки доступу. При русі кластера до кордону сусіднього стільника, де розташований аттрактор, БС підтримує зв'язок, відстежуючи координати, тільки з цим обраним координатором - *головою кластера*. При прибутті голови до кордону стільника з аттрактором БС отримує інформацію про час і кількість прибулих терміналів, зв'язок з головою кластера припиняється, мобільна

¹Канд.техн.наук, доцент кафедри РТТ НУ «Запорізька політехніка»

²Старший викладач кафедри РТТ НУ «Запорізька політехніка»

мережа всередині кластера припиняє своє існування.

На малюнку 1 показаний фрагмент вулиці, по якій рухається потік людей, що мають сучасні засоби зв'язку у включеному стані.

Дослідниками з університету Дуйсбург - Ессен (Німеччина) розроблено підхід до вибору голів кластерів і їх підтримки на протязі існування кластера (MACHM). Вибір голови кластера здійснюється за зваженою формулою, яка враховує, перш за все, рівень заряду акумулятора кандидата в голови, кількість вузлів в кластері і суму відстаней до них. Передбачена процедура перепризначення голови кластера при зниженні рівня заряду його батареї.

Слабка сторона цього проекту - відсутність в OPNET Modeler® обліку рівня заряду батарей терміналів. Автори пропонують доповнити OPNET Modeler® своєю моделлю, яка буде відслідковувати і поповнювати заряд батареї, при необхідності, в залежності від режиму споживання: SLEEP, IDLE, SEND і RECEIVE.

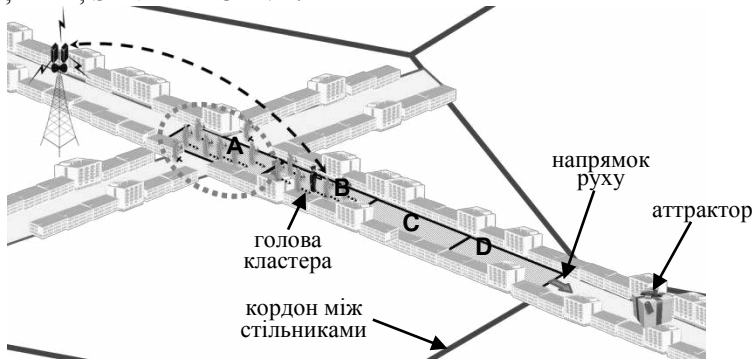


Рисунок 1 – Фрагмент вулиці з потоком абонентів, що рухаються до аттрактора

Друга група дослідників [2] на факультеті ВМК МДУ імені М.В. Ломоносова працює над концепцією мережевої близькості, яка дозволяє після вибору одного з учасників соціальної мережі по його геокоординатам отримувати інформацію про інших користувачів, що знаходяться поблизу. При використанні мережевої технології Bluetooth LE радіус охоплення сусідів становить 40 м при низькому енергоспоживанні, що підходить для організації контролю потоку користувачів мережі в міських умовах. Після передачі в Інтернет параметра Bluetooth Adapter.EXTRA_DISCOVERABLE_DURATION рівного 0 сусідній пристрій стає бачимим (в останніх версіях Android – протягом 300 секунд), якщо володар не вимкне пристрій достроково. Якщо далі не організовувати

з'єднання і передачу даних, тобто використовувати як простий сенсор, то безпеку користувачів буде збережено.

На кафедрі РТТ НУЗІП активно використовується OPNET Modeler® при моделюванні різних ситуацій в бездротових комп'ютерних мережах, ведеться дослідження практичної методології зміни існуючих імітаційних моделей та протоколів маршрутизації MANET з їх плавною інтеграцією.

Перелік посилань

1. Rani Al-Maharmah, Guido Bruck, Peter Jung. Practical Methodology for Adding New MANET Routing Protocols to OPNET Modeler. SIMUL 2013, The Fifth International Conference on Advances in System Simulation October 27, 2013; ISSN: 2308-4537 pp. 73-80.
2. Намиот Д.Е., Макарычев И.П. Об альтернативной модели отметки местоположения в социальных сетях. International Journal of Open Information Technologies (Rus) ISSN: 2307-8162 vol. 8, no.2, 2020, pp.74-90.

УДК 004.7:056.5

Кузін Р.С.¹

АНАЛІЗ ЗАХИЩЕНОСТІ БЕЗДРОВОВИХ КОМУНІКАЦІЙ В ІОТ СИСТЕМАХ

Однією з популярних на даний момент тем в інформаційно-комунікаційній сфері є Інтернет речей (Internet of Things, IoT). Основними областями використання інтернету речей є натільні гаджети (Smart Wearables), монітори біометричного контролю до нашийників / трекерів, тварин, «розумний» будинок, де поряд з комп'ютерами, мультимедійними центрами та інтелектуальними телевізорами, використовуються пристрої, які здійснюють контроль клімату в приміщенні, управління освітленням і системою безпеки, «розумне» сільське господарство, що забезпечує «розумне» зрошення, з аналізом вологості ґрунту і погодних умов. Крім того, IoT дозволяє значно покращити якість і ефективність медичних послуг, дозволяючи працівникам системи охорони здоров'я дистанційно контролювати стан пацієнта і отримувати в реальному часі більш точну інформацію для діагностики.

Аналізуючи структуру IoT з точки зору безпеки її можна розділити на три рівні – рівень сприйняття, мережевий рівень і прикладний рівень [2, с. 88]. До проблем безпеки приладів на рівні сприйняття (сенсорів)

¹ аспірант кафедри РТТ НУ «Запорізька політехніка»

можна віднести фізичне захоплення сенсорних вузлів, захоплення вузла шлюзу, витік інформації сенсора, загрози цілісності даних. На мережевому рівні IoT відчуває проблеми безпеки, пов'язані з несанкціонованим доступом, перехопленням даних, конфіденційністю, цілісністю, DoS-атакам.

До проблем безпеки прикладного рівня можна віднести уразливості програмного забезпечення (помилки розробників, помилки ядра програми, web-уразливості). Протокол прикладного рівня для IoT називається «інтелектуальна служба забезпечення безпеки» (Intelligent Service Security Application Protocol). Він поєднує в собі крос-платформні зв'язки з шифруванням, підписом і аутентифікацією для підвищення ефективності розробки додатків IoT шляхом створення системи захищеного зв'язку між різними речами. Більш практичний підхід [1, с. 92] пропонує модель передачі зі схемами шифрування підпису, в якій розглядаються вимоги безпеки IoT (тобто анонімність, надійність і стійкість до атак) за допомогою ONS-запитів (Object Naming Service). Однак, з точки зору стійкості до атак, результати моделі передачі даних є дуже слабкими у зв'язку з використанням шифрування на базі «точка-точка» (англ. hop-by-hop).

На даний час робота по забезпеченню безпеки систем IoT ведеться робочими групами таких розробників, як Open Interconnect Consortium, що розробляє фреймворк IoTivity; AllSeen Alliance, що просуває протокол AllJoin; Thread Group, в якій ведеться робота над протоколом Thread Networking Protocol; Industrial Internet Consortium, створений з метою об'єднання організацій і технологій, необхідних для прискорення впровадження IoT [3, с. 215].

Існує схема авторизації для пристроїв з обмеженими ресурсами, яка поєднує в собі технології фізично неклоніруємих функцій (Physical Unclonable Functions, PUFS) з вбудованим модулем ідентифікації абонента (Subscriber Identity Module, eSIM). Перша забезпечує недорогі, безпечні секретні ключі із захистом від злому для M2M (англ. MACHINE-to-MACHINE) пристроїв. Друга забезпечує мобільний зв'язок, що гарантує масштабованість, сумісність і відповідність протоколам безпеки.

Для запобігання несанкціонованому доступу користувачів (тобто людей і пристроїв) до системи повинні використовуватися механізми аутентифікації та авторизації, гарантована безпека, конфіденційність і цілісність персональних даних. Поряд з традиційними рішеннями для забезпечення безпеки необхідне використання спеціальних механізмів, вбудованих в самі пристрої з метою оперативної діагностики, ізоляції та профілактики порушень.

На даний час не сформульована єдина концепція щодо вимог безпеки та конфіденційності в такому різномірному середовищі, як інтернет речей із застосуванням різних технологій і стандартів зв'язку. Відповідні рішення необхідно розробити і реалізувати і вони повинні бути незалежними від платформ і дозволяти гарантувати контроль доступу і конфіденційність користувачів і речей, надійність серед пристроїв і користувачів з дотриманням певних політик безпеки і конфіденційності.

Перелік посилань

1. Аносов А. О. Модель перехоплення та захист інформації в бездротових мережах / А. О. Аносов // Сучасний захист інформації. – 2017. – №2. – С. 90–94.
2. Платоненко А. В. Сучасні загрози інформаційної безпеки для державних та приватних установ України / А. В. Платоненко // Сучасний захист інформації. – 2015. – №4. – С. 86–90.
3. Ромасевич Е. П., Пасюк А. О. Исследование трафика беспроводных устройств в условиях развития интернета вещей // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2016. – Т. 12, – № 1. – С. 214–221.

УДК 621.372.8

Куцак С.В.¹, Корольков Р.Ю.¹

ПОБУДОВА ІМПЕДАНСНИХ МОДЕЛЕЙ ХВИЛЕВІДНИХ СТРУКТУР З ПЕРІОДИЧНИМИ НЕОДНОРІДНОСТЯМИ

Каскадні з'єднання прямокутних хвилеводів різної конфігурації широко використовуються при створенні складних вузлів техніки НВЧ. Зокрема, прямокутні хвилеводи з нерегулярними вузькими стінками, через які відгалужуються вторинні хвилеводи, є невід'ємними елементами поглинаючих фільтрів гармонік, описаних в [1].

Побудова математичної моделі прямокутного хвилеводу з вторинними бічними хвилеводами по вузьких стінках є достатньо трудомістким завданням. Головна причина полягає в його конфігураційній складності, через що граничні умови для електромагнітного поля повинні виконуватися на поверхнях досить складної форми. Тому існує потреба в розробці відносно простих методик розрахунку такого роду хвилевідних структур.

В даній роботі для вирішення вказаної проблеми запропонована

¹ старш. викладач кафедри «Захист інформації», НУ «Запорізька політехніка»

заміна досліджуваної структури її моделлю із заміною реальних умов на складній межі розділу на «еквівалентні» імпедансні граничні умови на більш простій межі, що істотно спрощує задачу. Застосування імпедансного підходу дозволяє «позбутися подробиць» (наприклад, точне знання поля поблизу неоднорідності), але стежити за загальним «інтегральним» ефектом, який містить в собі переважну частину інформації про фізичну сторону задачі.

В якості методу аналізу представленої структури взятий імпедансний метод на основі еквівалентних граничних умов Щукіна - Леонтовича. Для того щоб можна було застосувати наближені граничні умови, періодична послідовність вторинних бокових хвильоводів замінюється гладкою імпедансною поверхнею з однорідним, ізотропним імпедансом $\hat{Z}_s$ [2, 3].

На рис. 1 представлені конструкції прямокутного хвильоводу з періодичною послідовністю вторинних хвильоводів (круглих (а) та прямокутних (б)) по вузькій стінці.

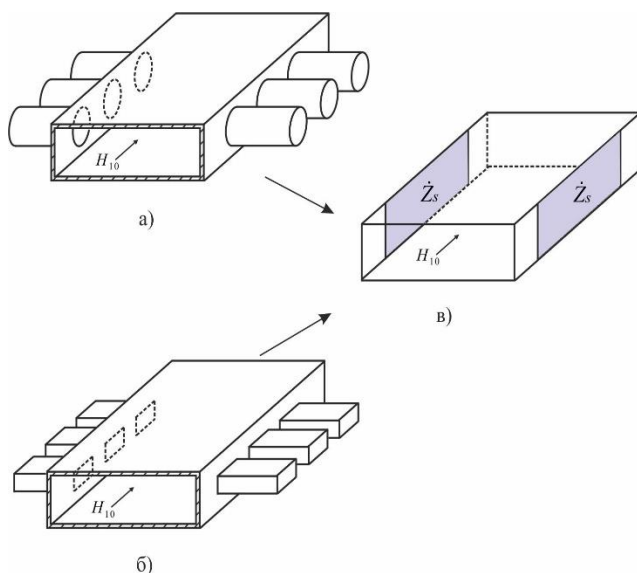


Рисунок 1 – Нерегулярні хвильоводи та їх математична модель

На межу розділу хвильоводів падає хвиля H_{10} . Передбачається, що середовище всередині хвильоводів має параметри: $\epsilon_r = \mu_r = 1$. На рис. 1 (в) представлена математична модель стику регулярного і нерегулярного хвиль-

воду з імпедансною вузькою стінкою. У загальному випадку поверхневий імпеданс нерегулярної вузької стінки є комплексною величиною, що дозволяє враховувати втрати в хвилеводі.

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. Логачева Л.М., Бондарев В.П. Расчет поверхностного импеданса в волноводе с нерегулярной стенкой // Радиоелектроніка. Інформатика. Управління. 1999. № 1. С. 19 – 21. 3. Куцак С.В. Моделирование импедансными поверхностями периодических неоднородностей в прямоугольных волноводах // Радиотехника: Всеукр. міжвед. науч.-техн. сб. 2013. Вып. 175. С. 102 – 108.

УДК 621.372.852

Логачова Л. М.¹, Самойлик С. С.²

ЗНАХОДЖЕННЯ КРИТИЧНОГО ПЕРЕТИНУ В ПРЯМОКУТНОМУ ХВИЛЕВОДІ З БІЧНИМИ СТІНКАМИ У ВИГЛЯДІ КОНФОКАЛЬНИХ ЕЛІПСІВ

У доповіді розглядається спосіб описування довільних вигинів хвилеводу за одночасної деформації його бічної поверхні.

Розглянемо нерегулярний хвилевід, що є відрізком хвилеводу з мінливим поперечним перетином, внутрішня поверхня якого є конфокальним еліптичним циліндром. Повздожня вісь хвилеводу вигнута в площині E , а стінки є ідеально провідними. Уведемо систему координат "еліптичний циліндр" і розглянемо її так, щоб вертикальна вісь збіглася з віссю, навколо якої зігнуто хвилевід, а початок координат лежав в одній площині з нижньою стінкою хвилеводу (див. мал. 1).

Криволінійні координати u , v зв'язані з прямокутними співвідношеннями:

$$x=C_0\cosh u \cdot \cos v, y=C_0\sinh u \cdot \sin v, z=z, \quad (1)$$

де $0 \leq u \leq \infty$, $0 \leq v \leq 2\pi$, $-\infty < z < \infty$, C_0 – фокусна відстань.

¹ ст. викл. НУ "Запорізька політехніка"

² к. ф.-м. н., доц. НУ "Запорізька політехніка"

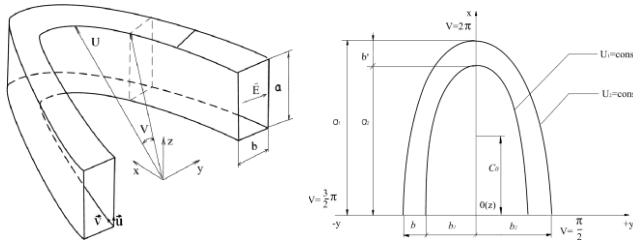


Рисунок 1 – Хвильевід (а) і його перетин площиною $z=0$

Параметр u визначає ступінь еліптичності циліндра, а величини $C_0 \operatorname{ch} u$ і $C_0 \operatorname{sh} u$ дають характерні розміри перетину (півосі).

Систему координат утворюють поверхні:

$$\begin{aligned} x^2/[C_0^2 \cdot \operatorname{ch}^2 u] + y^2/[C_0^2 \cdot \operatorname{ch}^2 u] &= 1; \\ x^2/[C_0^2 \cdot \cos^2 v] + y^2/[C_0^2 \cdot \cos^2 v] &= 1; u, v, z = \text{const} \end{aligned} \quad (2)$$

Перше з цих рівнянь описує рівняння родини еліптичних циліндрів з межфокусним відстанню $2C_0$, друге - родини співфокусних двопорожнинних гіперболічних циліндрів.

Оскільки велика і мала півосі координатних еліптичних циліндрів рівні, відповідно, $a = C_0 \operatorname{ch} u$ й $b = C_0 \operatorname{sh} u$, то ексцентриситет родини еліптичних циліндрів визначатиметься співвідношенням:

$$e = \operatorname{ch}^{-1} u = [1 - (b/a)^2]^{0.5}.$$

Змінюючи ексцентриситет e , можна в значних межах варіювати форму поперечного перетину. За цього можна легко здійснити граничні переходи: з одного боку - до рівномірно вигнутого хвильоводу ($e \rightarrow 0$), з іншого боку - до плоскопаралельної системи ($e \rightarrow 1$, $C_0 \rightarrow \infty$, де C_0 - велика піввісь еліпса).

За відомих розмірів великої і малої півосей еліпса, можна визначити:

$$c_0 = [a^2 - b^2]^{0.5}; u = \operatorname{Arth}(b/a) = \operatorname{Arth}(1/e), \quad (3)$$

де u - координата границі еліптичного циліндра.

Вихідний перетин розглянутого хвильоводу - стандартний ($a \times b$). Уздовж довжини хвильоводу розмір широкої стінки залишається незмінним; розмір вузької стінки змінюється в залежності від величини ексцентриситету.

Уведемо позначення: b_1 - розмір малої півосі внутрішнього еліптичного циліндра; a_1 - розмір великої півосі внутрішнього еліптичного

циліндра; $b_2=b_1+b$ - розмір малої півосі зовнішнього еліптичного циліндра; $a_2=a_1+b'$ - розмір великої півосі зовнішнього еліптичного циліндра; b - розмір вузької стінки хвилеводу (вхідний перетин); b' - мінімальний розмір вузької стінки хвилеводу в напрямку великих півосей конфокальних циліндрів; a - розмір широкої стінки хвилеводу (вхідний перетин).

Вважаємо, що розміри великих і малих півосей конфокальних еліпсів значно більші за довжину хвилі ($a_1 \gg \lambda$, $a_2 \gg \lambda$, $b_1 \gg \lambda$, $b_2 \gg \lambda$).

Знання однієї з півосей еліпса і величини мінімального розміру вузької стінки хвилеводу дає можливість установити аналітичну залежність розмірів конфокальних еліпсів.

Виходячи з вищевикладеного, задаючи відношення b_1/b й b'/b , отримаємо формулу, що дозволяє визначити інші розміри конфокальних еліпсів (див. мал. 1).

Використовуючи умову рівності фокусних відстаней, можна записати:

$$a_1^2 - b_1^2 = a_2^2 - b_2^2, \quad (5)$$

$$a_2 = a_1 + b', \quad b_2 = b_1 + b. \quad (6)$$

Підставимо (6) до виразу (5):

$$a_1/b_1 = (2\alpha + \beta^2 + 1)/(2\alpha\beta), \quad (7)$$

де $\alpha = b_1/b$, $\beta = b'/b$.

Вираз (7) дозволяє встановити залежність між розмірами конфокальних елементів і визначити координатні границі еліпсів:

$$u_1 = \text{Arth}(b_1/a_1), \quad u_2 = \text{Arth}(b_2/a_2). \quad (8)$$

МНОГОКАНАЛЬНЫЙ СВЧ СПЛИТТЕР НА ОСНОВЕ МЕТАМАТЕРИАЛА

В системах связи разного назначения, в том числе СВЧ-диапазона, для обеспечения нескольких каналов приема на одну антенну применяются частотно-разделительные устройства (сплиттеры). Для достаточно высокой развязки между каналами подобные устройства часто реализуют на основе делителей мощности. Однако это ведет к значительному росту потерь в полосе пропускания. От этого недостатка свободны частотно-разделительные устройства, построенные на полосовых фильтрах. В диапазоне сравнительно низких частот (десятки МГц) существует много схем таких полосовых фильтров. Однако в СВЧ-диапазоне количество таких схем существенно ограничено, прежде всего, из-за проблем с физической реализуемостью элементов. В связи с этим разработка новых схем сплиттеров для диапазона СВЧ представляется весьма актуальной.

В настоящей работе предлагается вариант многоканального СВЧ сплиттера, в котором в качестве полосовых фильтров используются плоские слои метаматериала, каждый из которых настроен на определенную частоту.

В основе фильтрующих свойств слоя метаматериала лежит эффект отклонения падающей плоской волны определенной частоты в направлении, ортогональном исходному [1]. На рис. 1 показан пример

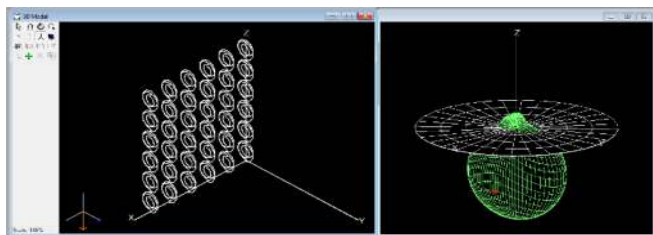


Рисунок 1 – Структура слоя метаматериала (слева) и ДН отклоненной волны (справа)

¹ Аспирант кафедры защиты информации, НУ «Запорізька політехніка»

² К. ф.-м. н., доцент кафедры защиты информации, НУ «Запорізька політехніка»

структуры слоя метаматериала, на который по направлению оси Y набегают плоская электромагнитная волна с линейной вертикальной поляризацией. Здесь же приведена диаграмма направленности (ДН) отклоненной волны.

Следует отметить, что в отклоненной волне сохраняется линейная поляризация исходной волны, однако в зависимости от направления распространения вертикальная поляризация может, например, измениться на горизонтальную (рис. 2). Вертикальная поляризация на рис. 2 соответствует направлению распространения вниз по оси $-Z$, а горизонтальная поляризация соответствует направлению: азимут 0° , угол места 60° относительно оси $-Z$ (красная точка на объемной ДН). Это свойство изменения поляризации в отклоненной волне может найти применение в разных приложениях.

Структурная схема предлагаемого СВЧ сплиттера в волноводном исполнении приведена на рис. 3. Здесь плоские слои метаматериала последовательно размещены в волноводе и каждый слой настроен на определенную частоту из заданного диапазона.

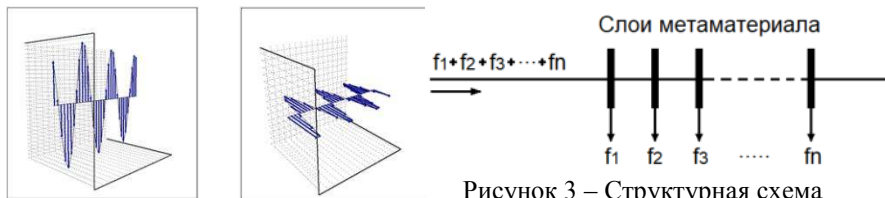


Рисунок 3 – Структурная схема сплиттера

Рисунок 2 – Изменение поляризации в отклоненной волне

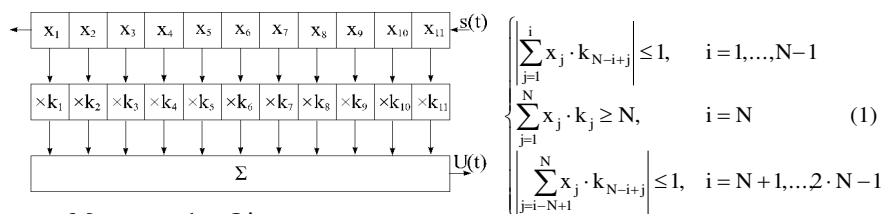
Используемые частоты должны быть связаны соотношением $f_1 < f_2 < f_3 < \dots < f_n$. Механизм выделения частот работает следующим образом: самая высокая частота f_n без отражения проходит сквозь все предыдущие $n-1$ слоев и выделяется (отклоняется) в n -м слое, частота f_{n-1} проходит сквозь все предыдущие $n-2$ слоев и отклоняется в $(n-1)$ -м слое, и так далее продолжается до частоты f_1 . Параметры слоев должны быть подобраны так, чтобы все предыдущие к j -му слою были прозрачны для всех частот от j -й до n -й включительно.

ПІДВИЩЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ РАДІОКАНАЛУ СТАНДАРТУ IEEE-802.11

З метою підвищення завадостійкості, стандартом IEEE 802.11 передбачено два методи передавання радіосигналу з розширенням спектра: метод перестрибування з однієї носійної частоти на іншу (FHSS) й метод прямої послідовності (DSSS). Для передавання даних використовується дворівнева модуляція: пряме розширення спектру вузькосмугового інформаційного повідомлення за допомоги 11-позиційного коду Баркера з наступним модулюванням носійної із використанням методів BPSK або QPSK, що дозволяє досягнути швидкості передавання даних 1 Мб/с або 2 Мб/с, відповідно.

Зважаючи на існування лише однієї комбінації 11-позиційного коду Баркера, не важко дійти висновку, що на одній території можуть одночасно використовуватися лише три канали: 1, 6 й 11. Наявність же 14 різних 11-позиційних кодів дозволить одночасно й безперешкодно використовувати усі 14 каналів. У роботі запропоновано: а) метод синтезу нових 11-позиційних кодових послідовностей і структури узгодженого фільтра з метою досягнення рівня бічних пелюсток на виході оптимального фільтра не гірше, ніж в 11-позиційного коду Баркера; б) методику формування ансамблю сигналів; в) спосіб підвищення пропускну здатності радіоканалу стандарту IEEE-802.11.

Якщо структурну схему фільтра, узгодженого зі структурою фазоманіпульованого 11-позиційним псевдодішумовим сигналом, подати у вигляді мал. 1, то для знаходження значень вагових коефіцієнтів k_i (див. мал. 1), треба розв'язати систему нерівностей щодо невідомих x_i й k_i :



Малюнок 1 – Фільтр стиснення

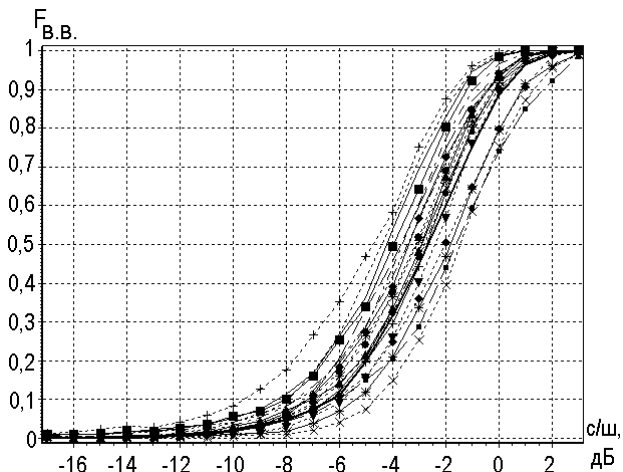
¹ ст. викл. НУ "Запорізька політехніка"

² к. т. н., доц. НУ "Запорізька політехніка"

де x_i мають сенс шуканих значень кодової послідовності довжини $N=11$, а k_i мають сенс шуканих вагових коефіцієнтів (див. мал. 1).

На мал. 2 наведено характеристики виявлення $F_{\text{в.в.}}$ корисного сигналу на тлі шумів на виході фільтра стиснення за імовірності рівня хибних тривог 10^{-3} . Суцільною лінією (третя крива зліва) наведено характеристику виявлення для 11-позиційного кода Баркера. Лівише від неї проходять характеристики нових кодових послідовностей з дещо більшими імовірностями вірного виявлення: виграш W не перевищує 0,5 дБ у відношенні сигнал/шум. Правіше від неї проходять характеристики нових кодових послідовностей з дещо меншими $F_{\text{в.в.}}$: програш W не перевищує 3 дБ у відношенні сигнал/шум.

Використовуючи мал. 2, можна відібрати ті кодові послідовності з синтезованих, які, хоча б, і знизили відношення сигнал/шум на вході приймача в межах допустимого рівня, але гарантували б Wi-Fi з'єднання.



Малюнок 2 – Характеристики виявлення корисного сигналу на тлі шумів за імовірності рівня хибних тривог 10^{-3} нових кодових послідовностей

Така кількість зформованих псевдошумових послідовностей дозволяє запропонувати два способи підвищення пропускну здатності радіоканалу стандарту IEEE-802.11:

1. Кожна крапка доступу працює на будь-якому вільному з 14 каналів, використовуючи одну з іще не використаних кодових послідовностей (з сімнадцяти відібраних), за наявним алгоритмом конкурентного доступу RTS/CTS.

2. Крапка доступу, працюючи на одному з трьох каналів, що не перетинаються (1, 6, 11), призначає кожному новому клієнтові Wi-Fi-мережі одну з іще не використаних кодових послідовностей (з сімнадцяти відібраних). У цьому випадку доступ є одночасним, тобто не конкурентним. І необхідність в алгоритмі RTS/CTS відпадає.

УДК 621.39

Політанський Л.Ф.¹, Хобзей М.М.², Вовчук Д.А.³,
Хавруняк М.В.⁴, Андрійчук К.М.²

ВИПРОМІНЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ХВИЛЬ ЧЕРЕЗ СТРУКТУРУ ІЗ ПАРАЛЕЛЬНИХ ПРОВІДНИКІВ ЗІ ЗМІННИМИ КОНСТРУКТИВНИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Сучасний стан телекомунікацій та засобів зв'язку вимагає нових поглядів на розвиток пристроїв передавання та приймання інформаційних сигналів. Поряд із цим необхідно забезпечити можливість функціонування в заданій смузі робочих частот, ширину діаграми спрямованості, коефіцієнт підсилення, ефективність енергозатрат на живлення, простоту у виготовленні та простоту контролю параметрами структури для забезпечення функціональності пристрою тощо. Перспективним у цьому напрямі є розробка антен та провідних каналів зв'язку на основі метаматеріалів. Вони являють собою штучно сформовані й особливим чином структуровані середовища, що володіють електромагнітними властивостями, яких складно досягнути технологічно або такими, які не зустрічаються в природі, і характеризуються незвичайними електромагнітними властивостями [1]. Важливою групою метаматеріалів є структури з паралельних провідників (СПП), які характеризуються від'ємним значенням діелектричної провідності [2].

Метою досліджень є модифікування антен шляхом використання структур із паралельних провідників, що дозволяє випромінювати ЕМ-хвилі на частотах, відмінних від робочих частот немодифікованої антени,

¹ Д.т.н, професор, Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича

² Студент, Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича

³ К.т.н, асистент, Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича

⁴ Завідувач сектору телекомунікаційних досліджень, Чернівецький науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України

та забезпечує контроль значеннями резонансних частот та смугою робочих частот.

Для досягнення цієї мети була створена матриця матриця 17×7 металевих провідників довжиною $L=100\text{мм}$. Моделювання проводилося у CST Studio Suite, було розроблено модуль, що складається з хвильвідного порту та СПП (рис. 1,а). У процесі моделювання змінювалось значення радіуса провідників від $0,01 \dots 1\text{ мм}$, що відповідало зміні значення фактору заповнення металом. Збільшення коефіцієнту заповнення металом призвело до зростання значення резонансу в діапазоні приблизно 40 МГц .

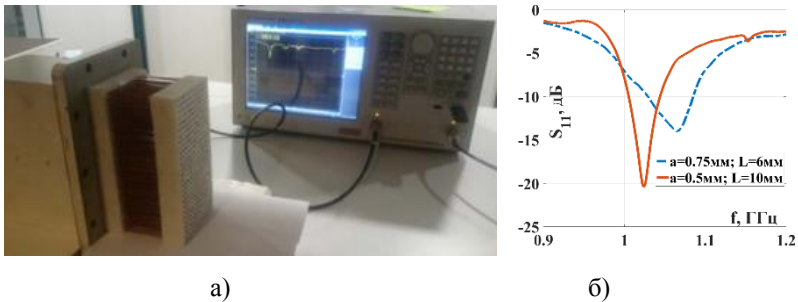


Рисунок 1 – CST-модуль досліджуваної системи (а) та експериментальна установка (б)

Для експериментальних досліджень було виготовлено два СПП з діаметром провідників та періодом їх розташування 1 мм та 10 мм і $1,5\text{ мм}$ та 6 мм відповідно. Експеримент підтвердив те, що збільшення радіуса провідників веде до зсуву резонансу як і в моделюванні [3]. Проте, досить цікавим виявився той факт, що зміна відстані між провідниками обернено пропорційна до ширини смуги робочих частот. На рівні -10 dB смуга частот розширюється до 80 МГц (рис. 1б).

Отже, отримані результати показали, що зменшення величини значення періоду розташування провідників СПП від 10 до 6 мм веде до розширення робочої смуги частот до 80 МГц , а зміна радіуса провідників від $0,01\text{мм}$ до 1 мм призводить до зростання значення резонансної частоти. Це дозволяє підбирати параметри СПП та контролювати смугу робочих частот антени та значенням резонансу. Отримані у роботі результати можуть бути використані для розроблення антен з можливістю випромінювання сильно затухаючих ЕМ хвиль та здатністю керувати основними параметрами, що висуваються до антенних конструкцій.

Перелік посилань

1. Sihvola A. Metamaterials in electromagnetic, Physical Review Letters.- Oct. 2000.- Vol. 85.- №18.- P. 3966-3069.
2. Mykola Khobzei, Dmytro Vovchuk, Magdalena Michalska “Overview of Applications of Wire Medium in Radio Engineering Means”, IAPGOS, №4/2018, Pp. 32-35 (December, 2018).
3. Dmytro Vovchuk and Mykola Khobzei “Investigation of Frequencies Characteristics of Modified Waveguide Aperture by Wire Media”, Progress In Electromagnetics Research Letters, Vol. 93, 59–64, 2020.

УДК 621.39

Політанський Л.Ф.¹, Жадан І.А.², Вовчук Д.А.³,
Панько Ю.А.⁴, Деревеснікова Є.В.²

МЕТЕОСТАНЦІЯ НА ОСНОВІ МОДУЛЯ ESP 8266

Домашня метеостанція – це, як правило, електронний прилад, призначений для вимірювання атмосферних показників (температура, вологість, атмосферний тиск тощо), а також складання прогнозу погоди на підставі цих даних. Слід відрізняти домашню метеостанцію від електронного термогігрометра. Зовні прилади можуть бути дуже схожими, але термогігrometer лише виводить показники температури та вологості, у той час як у домашній метеостанції додаються параметри, і вона складає прогноз погоди на найближчі 12/24 години. Основний блок оснащений дисплеєм для відображення показників користувачеві.

Найчастіше зустрічається помилка – неправильні дані про тиск і температуру, які відрізняються на кілька порядків від реального значення. Причиною цього стає неправильне під'єднання. Наприклад, у бібліотеці зазначено, що потрібно під'єднувати по I2C, а датчик під'єднаний по SPI. Також при використанні неякісних датчиків можна зіткнутися з нестандартними I2C або SPI адресами. В цьому випадку рекомендується просканувати всі приєднані пристрої за допомогою одного з найпоширеніших кодів і з'ясувати, за якою адресою відгукується датчик тиску. Ще однією проблемою може стати невідповідність робочої напруги

¹ Д.т.н, професор, Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича

² Студент, Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича

³ К.т.н, асистент, Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича

⁴ Судовий експерт сектору комп'ютерно-технічних досліджень, Чернівецький науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України

живлення базового модуля напрузі використовуваного контролера. Так, для роботи з датчиком на 3,3 В нам потрібно створити дільник напруги або використовувати один з існуючих готових модулів узгодження рівнів.

Прилад зібраний на базі мікроконтролера ESP8266. Інформаційні виходи D5 та D6 з'єднані з виходами датчика bme280 та OLED Display White 128X64 (I2C). Живлення можна подавати як з модуля живлення Breadboard Power Supply MB102 [1], так і подати на пряму до мікроконтролера. Плата ESP8266 живиться від 5 В, датчик bme280 та OLED Display White 128X64 (I2C) живляться від 3,3 В [2]. Максимально допустиму напругу, що можна подавати на модуль живлення Breadboard Power Supply MB102 - 9 В. Датчик вимірює всі доступні йому показники (температура, вологість, тиск), і вони виводяться на екран. Показники оновлюються, оновлюється інформація на екрані. Регулярне відстеження показників мікроклімату в приміщенні може стати першим кроком до його оздоровлення шляхом встановлення зволожувачів повітря, термостатів і автоматичних провітрювачів.

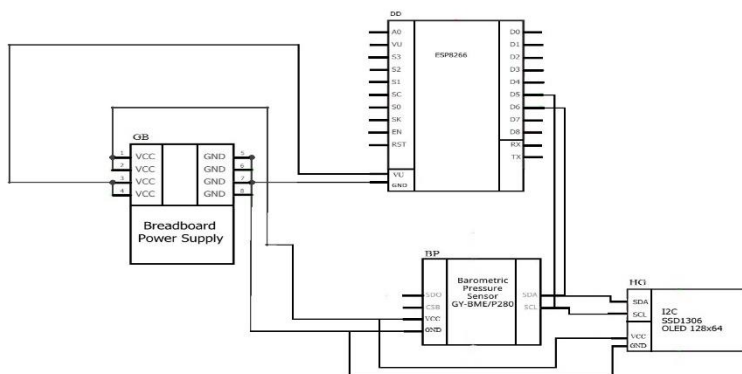


Рисунок 1 – Електрична – принципова схема метеостанції

Отже, на основі ESP8266 можна зібрати метеостанцію для домашнього використання. Можна модернізувати схему, додавши у неї газоаналізатор і датчик CO2, перетворивши тим самим пристрій у повноцінний монітор якості повітря, точності якого буде більш ніж достатньо для домашнього застосування. Один варіант розвитку ідеї - налаштувати відсилання даних з датчиків по MQTT – протоколу, завдяки чому пристрій можна інтегрувати в будь-яку платформу розумного

будинку і використовувати ці дані для управління іншими розумними девайсами.

Перелік посилань

1. Модуль питания MB102 + 830 Solderless макетная плата [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://greenchip.com.ua/23-0-741-0.html> .2. Обзор OLED-дисплея 0.96,128x64 на SSD1306 [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://robotchip.ru/obzor-oled-display-na-ssd1306/>

УДК 621.3

Поляков М.А.¹, Салейчук К.²

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КВАДРОКОПТЕРОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ И ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) квадрокоптеры широко применяются во многих областях деятельности – от военного дела до телекоммуникаций и сельского хозяйства. Цель работы – повысить качество эксплуатационного контроля состояния и параметров объектов электроэнергетики.

Специфичность этих объектов заключается в их большой протяженности (например, линии электропередач), труднодоступности точек контроля из-за больших геометрических размеров, наличия вредных для человека свойств (например, высокое напряжение, радиация), высокая диагностическая информативность изображений, тяжелые последствия аварий.

Эти и другие свойства объектов электроэнергетики экономически оправдывают организацию эксплуатационного мониторинга (непрерывного контроля) состояния и параметров этих объектов с использованием БПЛА. Возможным применением квадрокоптеров может быть патрулирование линий электропередач расположенных в труднодоступной местности или подвергающихся атакам вандалов. Во время полета квадрокоптер передает изображение объекта в инфракрасном или видимом диапазонах, обеспечивает мобильной связью ремонтные бригады. Другим объектом применения БПЛА являются

¹ к.т.н., проф. НУ «Запорожская политехника».

² магистр НУ «Запорожская политехника».

магистральные подстанции с большим количеством электрических аппаратов и другого оборудования размещенного на большой площади и часто недоступного для контроля параметров во включенном состоянии.

Для решения поставленной задачи необходимо адаптировать как квадрокоптеры, так и объекты электроэнергетики. Например, для увеличения дальности патрулирования опоры линий электропередач целесообразно оборудовать пунктами подзарядки аккумуляторов квадрокоптера в составе: преобразователя передаваемой по этой линии энергии в зарядный ток аккумулятора; посадочной площадки с системой наведения квадрокоптера; модемом для передачи полученной квадрокоптером информации по линии электропередач. Наличие некоторого количества территориально распределенных пунктов посадки, подзарядки и базирования квадрокоптеров позволит сократить время реакции на аварийную или нештатную ситуацию в энергосистеме.

В целом распределенную систему базирования квадрокоптеров можно рассматривать подсистему более общей системы «умная энергосистема», а сам квадрокоптер - как вариант робототехнического устройства перемещающегося по воздуху.

Видеозображение, полученное с помощью квадрокоптера, позволит оценить комплектность, отсутствие механических повреждений, место и характер дефекта, состояние элементов системы (например, разъединителей) а также состояние окружающей среды. Сканирование температуры объекта необходимо для выявления потенциально опасных, нагретых до опасной температуры мест. Если при посадке на опору, кроме подзарядки аккумуляторов квадрокоптера, выполняется измерение параметра объекта или окружающей среды, то посадочную станцию необходимо оснастить стыковочным узлом или модулем беспроводной сети.

Соответствующие изменения должны быть внесены в состав бортового оборудования и программного обеспечения квадрокоптера, который применяется в целях контроля объектов электроэнергетики. Это и уже упомянутые стыковочные узлы, измерители температур, токов, напряжений, уровней напряженности электромагнитного поля и радиации. Программное обеспечение должно взаимодействовать с системами измерений, получения и отправки изображений и данных мониторинга, должно учитывать дополнительные ограничения в маневрировании квадрокоптера связанные с конструктивно-функциональными особенностями контролируемых объектов. В более отдаленной перспективе представляется возможным использование квадрокоптеров для автоматической замены отказавших элементов распределенной

системы управления энергетической системы.

Таким образом, определены виды применений квадрокоптеров в электроэнергетике, связанные с этим требования к структуре, бортовому оборудованию и программному обеспечению квадрокоптеров, «квадрокоптерной» контролепригодности объектов в этой области. Рассмотренный подход может быть полезен для автоматизации процессов мониторинга состояния и параметров других распределенных технологических и транспортных систем, например газопроводов. Дальнейшие работы по этой тематике предполагают выбор бортового оборудования с приемлемой массой и разработку алгоритмов контроля.

УДК 621.396

Федоров А. В.¹, Ліщенко В. М.²

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВЕДЕННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ШЛЯХОМ ОБ'ЄДНАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ВІД РІЗНОРІДНИХ ДЖЕРЕЛ В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОГО ПОВІТРЯНОГО РУХУ

Удосконалення системи спостереження за повітряним рухом передбачає не тільки поліпшення характеристик традиційних засобів спостереження - первинних і вторинних радіолокаторів, а й впровадження нових систем спостереження. Прикладом таких систем є мультilateraційні системи, що знаходять все більше застосування в усьому світі, особливо для спостереження в термінальній зоні і на аеродромах[1].

З метою підвищення ефективності управління повітряним рухом за умови мінімізації витрат на інфраструктуру на сучасному етапі розвитку спостерігається перехід від традиційних радарів до систем із використанням нових технологій: MLAT та ADS-B [2].

Відомо [2], що основою інформаційного забезпечення споживачів інформації системи контролю повітряного простору є системи

¹ Ад'юнкт Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

² Викладач кафедри озброєння радіотехнічних військ Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

спостереження, які поєднуються в інформаційну мережу. Ефективне використання інформації про повітряну обстановку від різномірних джерел на пунктах управління РТВ може в цілому підвищити ефективність вирішення завдань в системі контролю повітряного простору.

З метою підвищення ефективності контролю повітряного простору запропоновано використання інформації системи залежного кооперативного спостереження ADS-B та системи незалежного кооперативного спостереження - MLAT.

Звичайно, коли в зоні відповідальності радіотехнічних підрозділів знаходиться лише одне ПС, завдання щодо визначення його координат з підвищеною точністю із застосуванням технології MLAT вирішується без жодних проблем. Але ж в умовах перевантаження повітряного трафіку, коли в зоні відповідальності радіотехнічних підрозділів знаходиться велика кількість ПС як цивільного, так і військового призначення, виникає проблема ототожнення відбитого сигналу від ПС.

Відомо [1-3], що в РЛС використовуються імпульсні зондувальні сигнали. Недоліком імпульсних сигналів є те, що в умовах багатомірної обстановки завдання щодо розрізнення сигналів вирішити практично неможливо.

Ця проблема може бути вирішена шляхом використання імпульсного режиму, під час роботи системи державного впізнання. Однак в такому випадку необхідно приймати пачку сигналів. Таким чином у сигналі відповіді буде декілька імпульсів, які будуть змінювати своє часове положення, і у двох різних ПС вони не будуть повторюватись.

Якісна робота системи може бути забезпечена у два етапи.

На першому етапі для розрізнення та обробки сигналів від ПС в умовах інтенсивного повітряного руху можна використовувати кореляційну обробку сигналів. Кореляційна обробка дасть змогу визначити від якого ПС надходить той чи інший сигнал.

На другому етапі, використовуючи відомий різницево-далекомірний метод, відбувається визначення координат ПС із застосуванням приймачів ADS-B та технології MLAT.

Проведені розрахунки показали, що застосування технології MLAT та використання в системі приймачів ADS-B може зменшити похибку вимірювання координат практично до 75 метрів. Крім того велике значення на визначення точності координат ПО має синхронізація приймачів на кожному пункті прийому.

Перелік посилань

1. Мультилатераційні системи спостереження повітряного руху. Навчальний посібник. Під загальною редакцією Яковлєва О.І. – К.: ДПОПР України, 2010. — 192 с.
2. Лещенко С.П. Використання інформації ADS-B в інтересах підвищення якості ведення радіолокаційної розвідки повітряного простору / С.П. Лещенко, О.М. Колесник, С.А. Грицаєнко, С.І. Бурковський // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – Х.: ХНУПС, 2017. – Вип. № 3(28). – С. 69–75.
3. Свид І.В. Синтез структури інформаційного забезпечення споживачів інформаційними системами спостереження повітряного простору/ І.В.Свид, А.І.Обод // Збірник наукових праць ХУПС. – Х.: ХУПС, 2015. – Вип. 2 (43). – С. 67–70.

УДК 621.396

Г. В. Худов¹, Г. В. Місюк²

ПРОПОЗИЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИЯВЛЕННЯ МАЛОРОЗМІРНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ СИСТЕМОЮ ПАСИВНИХ ПРИЙМАЧІВ

Однією із серйозних загроз внутрішній безпеці держави є застосування незаконними збройними організаціями (терористами, повстанцями, активістами тощо) малорозмірних безпілотних літальних апаратів для здійснення атак по об'єктах критичної інфраструктури, по місцях великого скупчення людей, для здійснення замахів на важливих політичних діячів.

Одним із основних чинників, що визначає зростання ефективності дій терористів, є використання ними новітніх, найчастіше загальнодоступних безпілотних малорозмірних літальних апаратів з сучасним радіоелектронним обладнанням.

Тому, аналіз можливостей використання загальнодоступних радіоелектронних засобів незаконними збройними формуваннями та терористичними групами при плануванні і здійсненні терористичних операцій є актуальною задачею розробка методів щодо підвищення якості виявлення малорозмірних літальних апаратів [1, 2].

¹ Доктор технічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, начальник кафедри тактики радіотехнічних військ Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

² Ад'юнкт Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

В роботі проаналізовано методи виявлення малорозмірних літальних апаратів, а саме:

- візуального спостереження;
- за допомогою радіолокаційних станцій;
- допомогою станцій розвідки наземних рухомих цілей.

Але якість виявлення літальних апаратів класу безпілотні літальні апарати існуючими засобами та системами виявлення є низькою[3]. Для підвищення якості виявлення безпілотних літальних апаратів запропоновано метод виявлення за допомогою системи пасивних приймачів, які розташовані один від одного на визначеній відстані.

Інформація такої системи пасивних приймачів може використовуватись у якості додаткової до інформації існуючих засобів розвідки або як інформація від окремої пасивної системи розвідки.

В запропонованій системі пасивної радіолокації визначення кутових координат літальних апаратів проводиться відомими методами пеленгації. Розглянуті кутомірний, різницево-daleкомірний та кутомірно-різницево-daleкомірний методи визначення координат літальних апаратів. Проаналізовані їх переваги та недоліки. Проведено порівняльну оцінку потенційної точності визначення координат літальних апаратів кутомірним, різницево-daleкомірним та кутомірно-різницево-daleкомірним методами.

В якості основного метод визначення координат цілей обрано різницево-daleкомірний метод. Встановлено, що метод дозволяє використовувати як імпульсні, так і безперервні сигнали, в тому числі й шумові та шумоподібні.

Метод найбільш ефективний у випадках, коли для обчислення різниці ходу сигналів до прийомних позицій застосовується кореляційна обробка, при якій вид сигналу не має значення.

У подальших дослідженнях необхідно розглянути основні джерела інформації для запропонованої пасивної багатопозиційної системи приймачів, їх тактико-технічні характеристики та визначити, на яких частотах повинні працювати приймачі запропонованої системи пасивної радіолокації

Перелік посилань

1. Обод І. І. Інформаційна модель систем спостереження повітряного простору / І. І. Обод, О. О. Стрельницький, В. А. Андрусевич. – Х.: ХНУРЕ, 2015, – 270 с.
2. Khudov H. The Bayes Rule of Decision Making in Joint Optimization of Search and Detection of Objects in Technical Systems / H. Khudov, I. Khizhnyak, F. Zots, G. Misiyuk, O. Serdiuk // International Journal of Emerging Trends in Engineering Research. – 2020. – № 8 (1). – Р. 7–12.
3. Догерти М. Дж. Дрони. Первый иллюстрированный гид по беспилотникам / М. Дж. Догерти. – М.: Эксмо, 2016. – 224 с

РЛС, ЗАХИЩЕНА ВІД ВПЛИВУ ІМІТАЦІЙНИХ ЗАВАД

Основними вимогами, що висуваються до РЛС, є забезпечення високих імовірностей виявлення цілей на тлі потужних сигналів і завад. Одним із джерел походження цих потужних сигналів є постановники імітаційних завад. Такий постановник містить широкосмуговий панорамний приймач, здатний визначити робочу частоту і розпізнати структуру сигналу зондування ворожої РЛС. Постановник формує сигнали розвіданої структури і періодично випромінює їх на робочій частоті станції противника, створюючи їй імітаційну заваду. Але якою б швидкодіючою не була система обробки сигналів у постановнику, фактично, він формує сигнал завади лише під наступний період зондування. Інакше – він мусить знаходитись у ближній зоні РЛС.

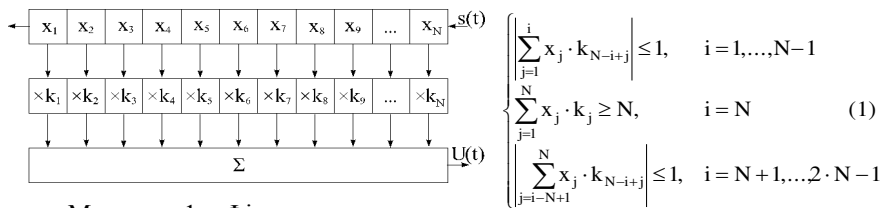
Для захисту від імітаційних завад треба створити такі умови, аби постановник завад працював в умовах апріорної невизначеності. Цього можна досягнути шляхом зміни для кожного імпульсу зондування хоча б одного з трьох параметрів: носійної частоти, періоду повторення або структури (закону модуляції).

Зміна структури імпульсів від зондування до зондування призведе до невизначеності у формуванні закону модуляції сигналу у передавачі постановника.

В роботі запропоновано методику формування ансамблю кодових послідовностей потрібної довжини для захисту РЛС від імітаційних завад. Якщо структурну схему фільтра, узгодженого зі структурою фазоманіпульованого N-позиційним псевдошумовим сигналом, подати у вигляді мал. 1, то для знаходження значень вагових коефіцієнтів k_i (див. мал. 1), треба розв'язати систему нерівностей щодо невідомих x_i й k_i :

¹ комерційний директор ТОВ "Енергомехкомплект"

² к. т. н., доц. НУ "Запорізька політехніка"



Малюнок 1 – Фільтр стиснення

де x_i мають сенс шуканих значень кодової послідовності довжини N , а k_i мають сенс шуканих вагових коефіцієнтів (див. мал. 1).

Для порівняння з найдовшим (13-позиційним) кодом Баркера, у табл. 1 наведено структуру деяких із знайдених псевдовипадкових 13-позиційних послідовностей, а у табл. 2 – відповідні вагові коефіцієнти.

Таблиця 1 – Структура псевдовипадкових послідовностей для $N=13$

№	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}	k_{11}	k_{12}	k_{13}	$k_{\text{ст}}$	L , дБ
1	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	18,71	0,14
2	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	12,37	0,28
3	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	12,23	0,26
4	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	12,02	1,23
5	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+	11,95	1,21

Таблиця 2 – Вагові коефіцієнти для фільтра стиснення

№	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}	k_{11}	k_{12}	k_{13}
1	0,85	-1,25	1,06	-1,51	1,29	1,21	-1,60	-1,27	1,14	1,48	1,09	1,28	0,85
2	-1,18	1,43	-1,42	1,51	0,86	-1,52	-1,29	0,92	1,19	0,85	0,73	0,65	1,10
3	-0,59	1,27	-0,96	0,99	-1,20	0,75	1,61	-1,23	-0,99	1,49	1,44	1,44	1,24
4	-1,04	-0,14	0,79	1,58	-0,62	-1,83	1,89	-1,97	1,88	0,41	0,90	0,73	0,45
5	-1,01	0,14	0,86	-1,45	-0,66	1,88	1,73	1,79	1,93	-0,32	0,87	-0,72	0,43

У передостанньому стовпці табл. 1 наведено значення коефіцієнта стиснення $k_{\text{ст}}$ фазокодоманіпульованого сигналу на виході узгодженого фільтра – відношення рівня головної пелюстки до максимального рівня бічних пелюсток (РБП): $\text{РБП}=1/k_{\text{ст}}$. Знайдені нові послідовності (для $N>13$ не наведено через обмеженість формату А5) мають $\text{РБП}=1/(N-[1..5])$. Тобто, трохи більше, ніж у кодів Баркера. Однак, менше, ніж у квазібаркерівських послідовностей з $\text{РБП}=2/N$.

Вагова обробка позицій вхідного сигналу (з $|k_i| \neq 1$ - див. мал. 1) обумовлює наявність втрат L у відношенні сигнал/шум стисненого сигналу порівняно до оптимального фільтра Баркера. Як наведено у табл. 1, ці втрати не перевищують 1,23 дБ.

В роботі, шляхом побудови характеристик виявлення, виконано порівняльний аналіз розроблених і відомих шумоподібних послідовностей з різними рівнями бічних пелюсток. Також запропоновано методику формування ансамблю кодових послідовностей, використовуючи яку, можна відібрати такі кодові послідовності з розрахованих [шляхом розв'язання системи (1) – див. табл. 1 і 2], які, хоча б, і знизили ефективність роботи РЛС в межах допустимого рівня, але забезпечили б її працездатність в умовах дії прицільних імітаційних завад. Зважаючи на наявність втрат під час приймання імпульсів зондування з неоптимальними кодовими послідовностями, можна рекомендувати їх застосування лише у підрежимах роботи РЛС (тобто, у неосновному режимі роботи станції).

UDC 004.75

D.V. Arapin¹, I.J. Zeleneva², S.O. Kovalev³

ANALYTICAL REVIEW OF NEAR RANGE REAL-TIME LOCATING SYSTEM IN ROBOTICS DEVELOPMENT

Today, in a difficult time of global pandemic, the usage of robots to minimize the amount of people communication has become more important than ever. One of the most important tasks in this area is the determination the location of objects in real time. The package of hardware-software tools that resolves this task is called Real Time Location System (RTLS). The main criteria for the classification of these systems are coverage area and location accuracy. In this article near-range RTLS is presented with the accuracy of 0.5 m.

The near-range RTLS is classified as a positioning system with an accuracy of up to 1m, operating in locations up to 2500 m². Hardware implementation of these systems can be realized by using triangulation signals based on such data transmission technologies as 802.15.1 (Bluetooth), 802.11 (Wi-Fi), 802.15.3 (UWB), 802.15.4 (ZigBee) and others. The most important characteristics when choosing a basic technology is interference resistance under conditions of large concentration of digital devices.

Common technologies such as Wi-Fi, or Bluetooth have advantages in a large amount of ready-to-use solutions, but are absolutely not adapted to work in places of large concentrations of other devices in view of the interference they create for each other. And technologies such as GPS do not provide the necessary accuracy. In this case, there are two technologies that work at different from all the usual 2.4GHz and 5 GHz - ZigBee and UWB. ZigBee allows you to use 900 MHz frequencies in conjunction with 2.4 GHz to transmit short meta data. UWB utilizes information over an ultra-wide bandwidth (figure 1). Other important advantages of UWB are low power

¹ PhD student, Software developer Infocom-LTD

² Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor at the Department of «Computer Engineering », National University «Zaporizhzhia Polytechnic»

³ Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor at the Department of «Computer Engineering », Donetsk National Technical University

consumption and impulse data transmission. This provides the necessary autonomy for the operation of these positioning systems. The UWB-based RTLS passes the stage of testing within the project "Show Guide" by Infocom LTD. But, this technology also has a significant disadvantage: as the data transmission distance increases, the bandwidth decreases rapidly. In this regard, the use of this technology to cover large areas is not reasonable due to a significant increase in hardware costs to provide the necessary coverage.

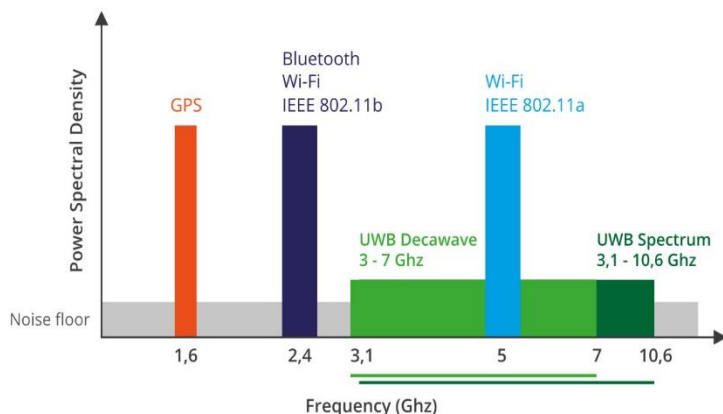


Figure 1 – Power Spectral Density comparison

At the moment, there are several areas for further development:

- 1) Use of the technology in conjunction with optical positioning technologies such as lidars and depth cameras.
- 2) Using mesh networks for this technology, which will provide a dynamic network deployment scalable by the number of devices.

As a result of the conducted analysis, advantages and weaknesses of location technologies were identified, and directions for further development were proposed.

References

1. Farahani, Sh. (2008), ZigBee Wireless Networks and Transceivers, Newnes, Oxford, 360p.
2. Karunakar Pothuganti (2014), "A Comparative Study of Wireless Protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi", Volume 4, Number 6, pp. 655-662
3. Romain Favraud (2016), "Safety Networks: Enabling Mobility for Critical Communications", Wireless Public Safety Networks 2, pp. 95-126

FORMATION OF PROBABILISTIC RESULTS IN DIGITAL QUANTUM COMPUTERS

Quantum computers (QC) are probabilistic and analog devices. The main component of QC is called qubit (QB). QB's behavior is described by the wave function $|\psi\rangle = \sum_{j=0}^{N-1} \lambda_j |j\rangle$, $p_j = \lambda_j^2$, $P = \sum_{j=0}^{N-1} \lambda_j^2 = I$. Changes in the state of a QB are illustrated by the movement of the radius-vector r in a unit circle (Fig. 1). The state of a QB is determined by the angle θ . Its value can be changed, thus calculations can be performed with θ angle. The final position of the radius-vector determines the result of the calculation. But it is impossible to accurately measure the final value of the θ angle. When measured, it goes either to position $|0\rangle$ or to position $|1\rangle$ with probabilities p_0 and p_1 ,

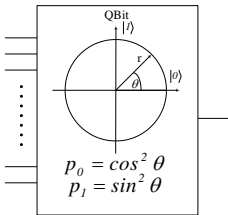


Fig. 1

respectively (Fig. 1). The sequence of actions on a qubit, which determines changes in its state, is described by an analog circuit, which consists of so-called quantum gates.

The DiVincenzo criteria [2] are conditions necessary for constructing a QC. Not a single word about the physical nature of a QC is included in this criterion. So QC can be digital as well (DQC). Digital qubit (Fig. 1) is a device with multiple inputs and one probabilistic output can be built either as a finite state machine or as a RISC-like pipeline of digital quantum gates. If a quantum computer includes N qubits, then the result of its operation will be a state $|\Psi\rangle = |\psi_0 \psi_1 \dots \psi_{N-1}\rangle$. Quantum volume QV is a metric that measures the performance of a QC's capabilities and error rates: $QV = N * p(t)$, $p(t)$ is probability that QC will work in time t ($p(t) = e^{-\lambda t} = e^{-t/T}$, λ is FIT, T is MTBF of QC). Quantum volume of DQC is practically equal N and is much more then one of true analog QC.

¹ Hlukhov V. S., Doctor of Sciences, Professor, Professor of the Computers Department, Lviv Polytechnic National University

To generate a probabilistic result, a DQC includes at least one pseudo-random number generator (PRNG) and at least one functional converter (FC) [1]. The aim of the work is to analyze the influence of the type of functional conversion on the probability of issuing correct results from a DQC. To determine the digital qubit output either probability $p_\theta = \sin^2 \theta$ determined by direct conversion can be compared with a random code x or final value of the angle θ can be compared with determined by inverse conversion $\theta_x = f(x)$ random angle θ_x . The second option is better because it allows you to create a homogeneous DQC with only one PRNG and one FC [4]. The paper investigates such variants of the inverse conversion as basic $\theta_x = \arcsin \sqrt{x}$, linear $\theta_x = x$ and constant $\theta_x = \pi/4$. The studies were carried out with a N -qubit DQC implemented on the FPGA ($N = 32, 64, 128, 256, 512$ and 1024). The probability P_N of getting the correct result was checked by performing 4000 quantum Fourier transforms on the same input states spectrum of N qubits [3]. For the study, the spectra were selected, which consist of 2^m periods ($m = 0, 1, 2, \dots, N - 1$ and $-\infty$). Table 1 shows the results for $N = 256$ and $N=1024$, $m = N - 1$.

Table 1 – The probabilities ($P_{256}; P_{1024}$)

Version	basic	linear	constant
Probability, %	58; 50	57; 50	40; 50

Thus, a digital qubit can work without PRNG and FC, but using them may

increase the probability of DQC correct results from 40 % up to 58 %.

References

1. V. Hlukhov. FPGA Based Digital Quantum Computer Verification. Proceedings of IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies DESSERT. Ukraine, Kyiv, May 14-18, 2020. Pp. 178-182. 2 DP DiVincenzo. The physical implementation of quantum computation. Fortschritte der Physik: Progress of Physics 48 (9-11), 771-783. WILEY-VCH Verlag Berlin GmbH. 2000. 3. V. Hlukhov. Implementing quantum Fourier transform in a digital quantum coprocessor. Advances in Cyber-Physical Systems. Volume 4. Number 1. Lviv Polytechnic National University. 2019, pp. 6 - 13. 4. Valerii Hlukhov. Comparison of Homogeneous and Heterogeneous Digital Quantum Coprocessors. Proceedings of International Workshop on Computational Methods and Information Transformation Systems, a satellite of 2020 XV International Scientific and Technical Conference on Computer Science and Information Technologies. Zbarazh Castle, UKRAINE, 23-26 September, 2020.

NATURAL GAS AND CARBON MONOXIDE LEAK DETECTION DEVICE

Despite the fact that we use natural gas every day we all know the risks that come with it: The leak of dangerous gases and reserving it. Because the leakage may lead to an explosion and poisoning civilians, when the loss is not only material, but people die. Unfortunately, this is not rare, gas is transparent, not visible for unarmed eye and mostly it has no smell, that is why people cannot detect the danger on time. Because of this, people invented gas sensors, so they can protect themselves from deadly gases. Nowadays, scientists all over the world are trying to invent new technology that detects gas leakage. That's why we aimed to set up the device, which will execute similar function.

Gas detectors, in which sensors, working on different physical principles, are used as sensitive elements measure and indicate the concentration of certain gases in an air. When the sensors response surpasses a dangerous gas level, audible or visible indicators, such as alarms, lights or a combination of signals warn the users. While many of the older, standard gas detector units were originally fabricated to detect one gas, modern multifunctional or multi-gas devices are capable of detecting several gases at once.

Gas detectors are categorized by type of gas they detect: combustible or toxic. Catalytic and infrared sensors detect combustible gases and electrochemical and metal oxide semiconductor technologies detect as combustible as toxic gases.

Comparison conducted in other countries have shown pros and cons of the devices. There is an opportunity and need for not only qualitative, but constructional changes in device. The purpose of creating the gas leak detector and operating system of self-closing valve is to solve above mentioned problem and keep people safe.

A combined gas leakage detector can be built on one or two sensors. "Figaro Engineering Inc" (Japan) produces a semiconductor sensor TGS 3870 for the detection and identification of two gases – Natural (Methane CH_4) and Carbon Monoxide (CO). Several companies produce detectors using two sensors, one of which is designed to detect Methane and the other for Carbon

¹ Scientific- Research and engineering technical center of automatization, Director. Georgian Technical University

Monoxide.

Based on this, the combined detectors are conditionally divided into one and two sensor devices.

We have studied the characteristics, properties and functioning physical principles of different types of sensors. Our attention was drawn to semiconductor sensors.

After the tests of experimental copy of the system, parameters have been established. The system, besides the sound and visual signals, will obey the main purpose: to block the gas supply network in the apartment. I.e. the controllable valve will be locked by the signal, which is generated by the microprocessor.

The proposed mechanism is different from existing systems by several signs that ensure high sensitivity and accuracy of the device. In addition, cost of the device will be significantly reduced.

UDC 681.3.07

Khandetskyi V.S.¹, Karpenko N.V.², Panin K.V.³

ANALYTICAL MODELING OF WIRELESS NETWORKS WITH INFRASTRUCTURE TOPOLOGY

The IEEE 802.11 Wireless Local Area Networks (WLANs) are increasingly being used for applications with stringent performance requirements due to their ease of deployment and low costs. An important component of these WLANs functioning is the implementation of the contention resolution process known as the distributed coordination function (DCF). Even though the maximum physical layer rates are increasing with the introduction of new generation WLANs such as 802.11ac and 802.11ax, the effective throughput remains low, especially with a significant number of simultaneously operating stations.

An actual problem is the development of an analytical model, which makes it possible to explicitly calculate the probabilistic characteristics such WLANs operation depending on the number n of competing stations with different width of the initial contention window.

¹ Doctor of sciences, professor, Oles Honchar Dnipro National University

² Candidate of sciences, docent, Oles Honchar Dnipro National University

³ Candidate of sciences, docent, Oles Honchar Dnipro National University

The performance analysis of IEEE 802.11 DCF networks based on bidimensional Markov chain model with ideal channel conditions showed [1,2] that the probability τ of data frame transmission by the station in a randomly chosen slot time is

$$\tau = \frac{2(1-2p)}{(1-2p)(W+1) + pW[1-(2p)^m]}, \quad (1)$$

where p is the probability that a transmitted frame encounters a collision; $W = CW_{\min}$ is the minimum contention window; $CW_{\max} = 2^m W$, where m is the number of windows doublings allowed.

The probability p is the probability that, in a time slot, at least one of the $n-1$ remaining stations transmit. At steady state

$$p = 1 - (1 - \tau)^{n-1}. \quad (2)$$

Based on the average backoff window, the probability that a station attempts to transmit in an arbitrary slot is given by $1/W_{\text{avg}}$ [3], where W_{avg} is the average contention window. The probability that during the transmission of an arbitrary station there is no other active stations is $Q = (1 - 1/W_{\text{avg}})^{n-1}$. Thus, the collision probability is given by $p = 1 - Q$.

An increase in the number of competing stations n leads to growth of collision probability and, accordingly, reduces the probability of transmission in a given time slot. For this reason, by analogy with [3], we propose that the probability of data frame transmission to the access point (AP) of the WLAN is determined by the following expression:

$$\tau_c = \frac{2}{L(\frac{n}{N}) \cdot 2^{(\frac{n}{N})^q} \cdot W_0 - 1}, \quad (3)$$

where $W_0 = CW_{\min}$, $L(n/N)$ is the correction function, n is the number of competing stations, N is the maximum number of stations using one AP, q is the parameter selected when debugging the model.

Herewith, in accordance with (2) the collision probability can be represented as

$$p_c = 1 - \left[1 - \frac{2}{L(\frac{n}{N}) 2^{(\frac{n}{N})^q} W_0 - 1} \right]^{n-1}. \quad (4)$$

The probability of collision p_c expressed in this way for given values N

and W_0 depends only on the number n of competing stations. Formulas (3) and (4) for $L(n/N)=1$ have been analyzed in [4], where it was shown that the value $q=3$ is optimal.

We used polynomials of the first, second and third orders as the correcting functions $L(n/N)$. The optimization of the proposed model (3)-(4) was carried out by approaching its behavior with increasing n to the Bianchi model (1)-(2). Numerical modeling showed that the first order polynomial has the best correcting properties, for this, the maximum identity in the models behavior was achieved with a relative root-mean-square error $\gamma=5,5\%$ for $N=20$ and 30, and $\gamma=5,6\%$ for $N=40$.

This opens the possibility of using the proposed model for direct analytical analysis and immediate calculations of the probabilistic characteristics and throughput of this class of networks with an increase in traffic intensity.

References

1. Bianchi G. Performance analysis of the IEEE 802.11 distributed coordination function. – Journal of selected areas in communications, vol.18, No.3, 2000, pp. 535-547.
2. Tinnirello I., Bianchi G., and Xiao Y. Refinements of IEEE 802.11 distributed coordination function modeling approaches. – IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol.59, No.3, 2010, pp. 1055-1067.
3. Vu Hai L. and Sakurai T. Collision Probability in Saturated IEEE 802.11 Networks. – Australian Telecommunication Networks & Applications Conference (ATNAC), Australia, Dec. 2006, 5p.
4. Khandetskiy V.S., Sivtsov D.P. Probabilistic characteristics of wireless networks with infrastructure topology. – System technologies, 1(126), 2020, pp. 144 – 151.

УДК 004.55

Афанасьев И. С.¹, Желдакова Т. И.², Ситников В. С.³.

ОСОБЕННОСТИ ФАЗОЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИЛЬТРА ЧЕБЫШЕВА ПЕРВОГО РОДА ВТОРОГО ПОРЯДКА

Современное состояние различных автономных мобильных платформ приводит к необходимости совершенствования компонентов специализированных компьютерных систем (СКС), которые обеспечивают сбор, обработку и принятие решения по данным датчиков, расположенных

¹Афанасьев И.С. – студент кафедры компьютерных систем, ОНПУ

²Желдакова Т.И. – студент кафедры компьютерных систем, ОНПУ

³Ситников В.С. – доктор технических наук, профессор, кафедра компьютерных систем ОНПУ

на борту платформы. Функционирование в сложных условиях требует построение устройств, которые могли бы подстраиваться под новые условия функционирования. К таким автономным мобильным платформам можно отнести беспилотные летательные аппараты, наземные платформы, а также надводные и подводные аппараты. Задача перестройки характеристик тракта обработки информации, при изменении условий работы встречается довольно часто. Например, в квадрокоптерах имеются системы определения безопасной высоты при посадке, а у наземных платформ – устройства определения расстояния до препятствия. Тракт первичной обработки информации СКС обычно имеет частотнозависимые компоненты (ЧЗК) для выделения информационного сигнала на фоне помех, которые и необходимо перестраивать для повышения эффективности системы.

При перестройке параметров ЧЗК обязательно необходимо включать в анализ и расчет фазочастотную характеристику (ФЧХ) компоненты. Поэтому, целью работы является анализ фазовой характеристики цифрового фильтра Чебышева первого рода, как одного из часто используемого ЧЗК.

Проведенные исследования показали, что значение ФЧХ фильтра Баттерворта на частоте среза, независимо от значения этой частоты, всегда будет равно - $\varphi = -\frac{\pi}{2}$.

Данная особенность упрощает анализ и расчет, но наличие малой крутизны в переходной зоне между полосой пропускания и полосой задержания для частных случаев недостаточно. Для таких ситуаций используют фильтр Чебышева первого рода.

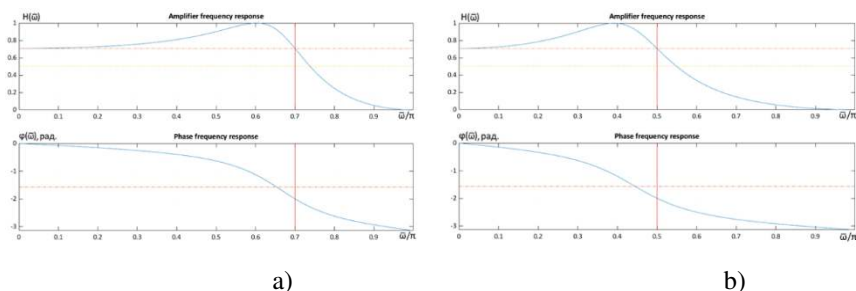


Рисунок 1 – Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) и ФЧХ фильтра Чебышева первого рода: а) на частоте среза $f_c = 0.7$ и значением пульсации $c = -3$ дБ; б) при $f_c = 0.5$, $c = -3$ дБ

При анализе и расчете фильтра Чебышева появляется дополнительная переменная – это параметр пульсации в полосе пропускания. Благодаря ему у фильтров Чебышева имеется большая крутизна в переходной зоне характеристик.

На основе графиков с Рис. 1 следует, что значение фазы не зависит от значения частоты среза (f_c).

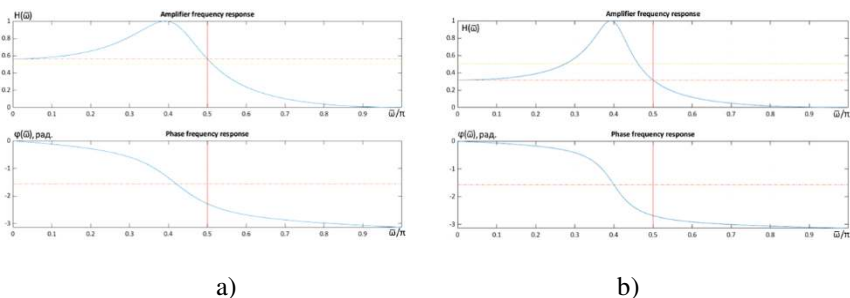


Рисунок 2 – АЧХ и ФЧХ фильтра Чебышева первого рода: а) на $f_c = 0.5$, $c = -5$ дБ, б) при $f_c = 0.5$, $c = -10$ дБ

На Рис. 2 показано, что при уменьшении значения пульсации, изменяется вид АЧХ, переходная зона и значение ФЧХ становятся круче. Исследование показало, что значение ФЧХ на частоте среза зависит не от частоты среза, а от уровня пульсаций. Полученная экспериментальная зависимость может быть аппроксимирована выражением

$$\varphi = -\pi t x = -\pi \left[\frac{[(1 + 0.1666x^2) + 0.008x^4(1 + 0.0241x^2)]}{(1 + 0.5x^2) + 0.0417x^4(1 + 0.0335x^2)} \right]$$

Такое представление значительно упрощает использование значений ФЧХ при анализе и расчете ЧЗК Чебышева первого рода.

ВІРТУАЛІЗАЦІЯ НА ОСНОВІ PROXMOX VIRTUAL ENVIRONMENT

Сьогодні проектування та підтримка власного датацентру для малого та середнього бізнесу є неефективним. Тому більш раціонально використовувати послуги хмарних провайдерів типу Infrastructure-as-a-Service (IaaS). Все, що необхідно - орендувати віртуальну машину, яка по своїм можливостям не поступається та навіть перевершує звичайний сервер. Саме підхід з запуском великої кількості віртуальних машин на одному потужному сервері зараз є найбільш актуальним [1].

Розрізняють програмну та апаратну віртуалізації, а у апаратній - паравіртуалізацію та повну. Повна окрім ОС та програм підтримує емуляцію апаратних засобів. Паравіртуалізація – запуск ОС без емуляції апаратних засобів та координування з апаратними засобами через хуки до головної системи хоста. Для апаратної - необхідно мати спеціальний процесор, який підтримує технології Intel VT або AMD-V. А програмна означає, що для операційної системи (ОС) віртуальної машини не створюється нове ядро ОС, тобто модулі фізичного ядра використовуються в віртуальному. Авторами, для дослідження всіх особливостей віртуалізації, пропонується спроектувати сервер віртуалізації [2].

Метою дослідження є проведення аналізу систем віртуалізації та вибір методів проектування і конфігурування відокремленого сервера Proxmox Virtual Environment (PVE). Об'єктом - є процес вибору методів реалізації сервера PVE для дослідження віртуалізації. Предметом – моделі, методи, інструментальні та програмні засоби забезпечення дослідження віртуалізації. Кінцевою метою є реалізація засобу для проведення досліджень апаратної віртуалізації - використання технологій Intel Hyper-V або AMD-V в процесорі. Для цього в достатній кількості придбана оперативна пам'ять, накопичувачі та серверна ОС з підтримкою віртуалізації; забезпечена наявність елементів аварійного живлення та проведено аналіз подібних систем.

При проведенні аналізу та задля порівняння, обрано системи: RedHat OpenStack, Proxmox VE та Kubernetes. RedHat OpenStack є

¹ магістр, КНТ-519м НУ «Запорізька політехніка»

² к.т.н., доцент кафедри КСМ НУ «Запорізька політехніка»

безкоштовною відкритою стандартною хмарною обчислювальною платформою, поставляється як інфраструктура і послуга (IaaS) у загальнодоступних і приватних хмарах, де надаються користувачам віртуальні сервери та інші ресурси [2]. В якості прикладу модулів розглянуто 3 обов'язкові модулі Nova, Keystone та Neutron. Окрім модульної інфраструктури маємо базову кількість апаратних ресурсів, що працює за принципом Master-Worker-Storage.

Kubernetes є розподіленою системою, яка призначена для створення кластеру у хмарних провайдерах Azure, AWS, GCP чи на основі bare-metal серверів. Вона використовує абстракцію контейнерів для забезпечення гнучкого використання ресурсів і має розподілену архітектуру. Головні елементи кластеру: майстер вузол, вузол виконання, etcd вузол. Система є достатньо відмовостійкою та універсальною але має ряд недоліків.

На даний час Proxmox є вільним програмним забезпеченням, яке використовується при вирішенні завдань з віртуалізації на базі QEMU\KVM (дистрибутив на базі Debian з модифікованим ядром Ubuntu LTS) [3]. Він дозволяє розгортати та керувати віртуальними машинами і контейнерами, включає інструменти веб-консолі та командного рядка і надає API REST для сторонніх інструментів. При цьому підтримуються два типи віртуалізації: перший - на основі контейнерів з LXC і другий – з підтримкою повної віртуалізації з KVM.

Proxmox підтримує конфігурацію високої доступності (High Availability) та систему кворум [4]. Головний елемент архітектури – вузол, який виконує функцію керування та використання віртуальних машин, має підтримку шаблонування, менеджменту пам'яті віртуальних машин та Cloud-init. Данна система майже немає недоліків стосовно керування або особливих потреб у інфраструктурі. Базова абстракція – віртуальна машина, яка має виділене ядро та свої власні модулі ядра. Тобто KVM повністю ізольована від системного ядра ОС (на відміну від контейнерів).

Після порівняння вище зазначених технологій, обрано Proxmox за більш безпечний підхід при віртуалізації, прості методи підтримки та його обслуговування.

Перелік посилань

1. Mohanty H., Bhuyan P., Chenthati D. Big data: A primer. Springer, 2015, vol.11, 183 p.
2. Костюк А. Организация облачных и GRID-вычислений. Litres, 2019, 121 с.
3. Cheng S. M. Cheng. Proxmox High Availability. Packt Publishing Ltd, 2014, 258 p.
4. Ahmed W. Mastering Proxmox: Build virtualized environments using the Proxmox VE hypervisor. Packt Publishing Ltd, 2017, 457 p.

МЕТОДИ МОТИВАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ КОМАНДОЮ РОЗРОБКИ ІТ-СТАРТАПУ

Нині ІТ-сфера є однією з найдинамічніших у всьому світі. В останні роки не можна було не помітити сплеск інтересу до українських стартапів. Стартап – це компанія, у якій є бізнес-ідея, яка потребує розвитку. Звичайно, лише команди програмістів недостатньо для того, щоб прийти до успіху на ринку ІТ, бо зараз велика конкуренція у цій сфері, тому команді потрібна людина, яка буде допомагати дружно йти вперед заради спільної мети. Менеджер, який займається цим, розуміє, що людьми не треба керувати. Людей потрібно направляти. Мета менеджера – зробити максимально продуктивними специфічні навички і знання кожного окремого працівника. Для досягнення мети менеджер використовує сучасні методи для ефективного управління командою, наприклад, непараметричний метод Data Envelopment Analysis (DEA) або метод стохастичної границі, Stochastic Frontier Approach (SFA). Таким чином, розробка комплексу підтримки прийняття рішень в управлінні ІТ-стартапом є актуальною проблемою. Запронований комплекс складається з методів мотивації та управління командою.

Для оптимізації управління командою можна використати модель, яка здатна добре функціонувати на ранніх стадіях розвитку компанії, яка ґрунтується на концепції “лідерство, сконцентроване на дії”. Ця модель передбачає існування трьох різних секцій з однією спільною частиною: управління потребами команди, управління потребами окремих осіб, виконання завдань. Спільною частиною цих секцій є ефективний менеджмент. Менеджер, який розуміє важливість потреб окремих осіб, має велику перевагу. Використовувати методи для мотивації цілої команди – добре, а індивідуальний підхід до кожного з працівників, з яких складається команда, – ще краще.

Основним методом мотивації вважається грошовий, але стимул надають і інші фактори: колективні розваги на вихідних, наявність комфортного робочого місця, сучасного комп'ютера.

При управлінні командою розробки часто використовують метод

¹ старший викладач кафедри КНТ НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. КНТ-137 НУ «Запорізька політехніка»

³ студ. гр. КНТ-117 НУ «Запорізька політехніка»

DEA для аналізу ефективності. Метод потребує розділення показників на вхідні та вихідні. При аналізі оболонки даних основоположним поняттям є ефективність, яка визначається як частка від ділення зваженої суми всіх вихідних параметрів на зважену суму всіх вхідних факторів. Цей метод добре поєднується з вищенаведеною моделлю управління, бо саме завдяки оцінці ефективності окремого програміста можна визначити, чи є обраний індивідуальний підхід до співробітника коректним [1].

Отже, можна використати метод DEA для оцінки ефективності кожного програміста:

$$E = \frac{\sum_{j=1}^S W_j Y_j}{\sum_{i=1}^R V_i X_i} \rightarrow \max, \quad (1)$$

де S та R – кількість вихідних та вхідних параметрів відповідно;

W_j та V_i – ваговий коефіцієнт для вихідних та вхідних параметрів відповідно;

Y_j та X_i – вихідні та вхідні параметри відповідно.

Обмеження:

$$\frac{\sum_{j=1}^S W_j Y_j}{\sum_{i=1}^R V_i X_i} \leq 1, \quad (2)$$

$$W_j \geq 0; j = 1, 2, \dots, S, \quad (3)$$

$$V_i \geq 0; i = 1, 2, \dots, R. \quad (4)$$

Параметрами для оцінки ефективності можуть бути рівень навичок фахівця, його комунікативні здібності та інше. Використовуючи розглянутий метод, легко зрозуміти, чи є співробітник ефективним: якщо вхідні параметри не можуть бути зменшені без підвищення вхідних параметрів та якщо вихідні параметри не можуть бути підвищені без зменшення вхідних параметрів.

Отже, проведений аналіз допоміг визначити модель управління командою стартапу, методи мотивації персоналу та можливість застосування методу DEA для визначення рівня ефективності програміста.

Перелік посилань

1. Peter Zbranek Data Envelopment Analysis as a tool for evaluation of employees' performance [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/pdf/206487913.pdf>

ЗАСТОСУВАННЯ FPGA ПРИ РОБОТІ З BIG DATA

Сучасний світ характерний лавиноподібним зростанням інформаційних потоків, у зв'язку з чим дедалі інтенсивніше розвиваються технології Big Data. Не менш швидкими темпами розвиваються й апаратні ресурси, вдосконалюються технології виготовлення нових пристроїв, необхідних для обробки великих потоків даних. Зважаючи на сучасні тенденції, все більшої актуальності набуває проблема підвищення ефективності та прискорення процесів обробки інформації при роботі з Big Data. Одним із способів рішення цієї проблеми є пакетна обробка [1], застосування якої дозволяє прискорити в декілька разів вирішення різноманітних задач, пов'язаних із обробкою багатьох файлів, таких як отримання звітів, бізнес-аналітика, тощо. При пакетній обробці спершу виконується сортування інформації за обраним критерієм – темою, обсягом, типом даних, джерелом походження і т.п. Потім відібрану інформацію розміщують в інформаційну структуру – контейнер (пакет), над яким надалі можна виконувати певні дії. При цьому обрані дії застосовуються до всіх файлів контейнера одночасно.

Слід зазначити, що при пакетній обробці над даними можуть виконуватися різноманітні дії, але ж за сутністю їх можна поділити на дві групи: обробка даних та фільтрація. Ці операції в пакетному режимі можуть виконуватися над даними послідовно або паралельно, але ж однаково для всіх файлів пакета.

Особливий інтерес для прискорення пакетної обробки інформації в Big Data представляє організація паралельної апаратної обробки. Для цього можна використовувати кластери серверів, а також сучасні високоефективні засоби GPU, багатоядерні CPU, гібридні рішення CPU та FPGA [2]. Останнім часом розробляються комбіновані рішення, на основі котрих створюються високошвидкісні бази даних. Аналіз публікацій свідчить про підвищення активності в напрямку вдосконалення обчислень на PIM-системах типу «Processor-in-memory», а також більш широкого використання FPGA з CPU на одному кристалі, причому за CPU

¹ доцент каф. КСМ НУ «Запорізька політехніка»

² асистент каф. КСМ НУ «Запорізька політехніка»

³ старший викладач каф. КСМ НУ «Запорізька політехніка»

⁴ баклавр каф. КСМ НУ «Запорізька політехніка»

закріплені пріоритетні керуючі функції [2]. За таким принципом розробляються нові мікросхеми топових світових корпорацій, зокрема Altera/Intel.

На основі мікросхем FPGA фірми Altera/Intel авторами розроблений програмно-апаратний комплекс, призначенням якого є прискорення процесу класифікації текстових документів [3]. При цьому класифікація виконується уточненим способом – не тільки за темою, а й за рубриками в межах цієї теми. Фільтрація вхідних даних також є одним з етапів запропонованого комплексу. Прискорення в програмно-апаратному комплексі забезпечується за рахунок паралельного виконання певних етапів на платформі FPGA. Подібним чином можна застосовувати FPGA як засіб паралельної обробки при роботі з Big Data для вирішення будь-якої із пакетних задач – сортування за критеріями, фільтрації, тощо. Дослідження в роботі [3] показали, що завдяки використанню структурних особливостей FPGA досягається суттєве прискорення зазначеного процесу, а також забезпечується можливість його масштабування, тобто кількість паралельно оброблюваних пакетів може зростати за необхідністю.

До переваг використання FPGA можна віднести менше енергоспоживання, ніж GPU, а також можливість перепрограмування. Новітні технології виготовлення ПЛІС продовжують розвиватися та дозволяють створювати чіпи надвеликого ступеню інтеграції, підвищувати частоту функціонування, що дає можливість ефективно використовувати FPGA для швидкісної обробки великих обсягів інформації.

Перелік посилань

1. Варианты архитектуры для обработки больших данных. Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/azure/architecture/data-guide/big-data/> 2. Ю.С. Яковлев. Развитие элементной базы и соответствующих архитектурно-структурных решений для систем высокопроизводительных вычислений/ Ю.С.Яковлев, Э.И.Комухаев// УСиМ, 2013, – № 5 – С. 38-45. 3. Підсистема апаратного прискорення класифікації текстів в базисі FPGA / Т.В. Голуб, І.Я. Зеленьова, С.С. Грушко, М.А. Павлішин // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки, Київ: Гельветика, 2020 – Том 31 (70) № 2 – С. 73-79.

ПІДХІД ДО РЕАЛІЗАЦІЇ БЕЗПЕКИ АВТЕНТИФІКАЦІЇ ТА АВТОРИЗАЦІЇ КОРИСТУВАЧА ВЕБ-СЕРВІСУ IOS-ДОДАТКУ

Безпека взаємодії користувача з веб-сервісом є важливою складовою для будь-якої веб-системи, однак в залежності від того, які дані система запитує, обробляє, зберігає та надає, вимоги до рівня забезпечення безпеки можуть різнитися.

Говорячи про автентифікацію та авторизацію, слід розрізняти, що перше – це підтвердження особистості зареєстрованого користувача (тобто перевірка облікових даних – наявності в базі відповідної пари логіну й паролю), а друге – надання прав користувачеві на взаємодію із системою вже після його успішної автентифікації [1].

Таким чином, задача забезпечення безпеки автентифікації та авторизації користувача через *iOS*-додаток для веб-сервісу з надання послуг аналізу якості мережевого трафіку й дотримання *SLA (Service Level Agreement)* є актуальною.

Основою використовуваного базового підходу автентифікації за протоколом *HTTP* є пакування введених логіну й паролю в рядок *Base64* і відсилення його на сервер для перевірки, з доданням в заголовки наступних *REST*-запитів даного *Base64*-рядку. Такий спосіб *HTTP-Basic Authentication* застарів й не є надійним навіть у вузьких рамках дозволів на доступ до даних користувача для додатку. Зокрема, можна виокремити високу схильність до загрози *man-in-the-middle attack*.

З іншого боку *JSON Web Token (JWT, запропонований стандарт RFC-7519) Authentication* вважається одним з безпечних способів передачі інформації між двома учасниками, яка може бути перевірена, бо має цифровий підпис. *JWT*-токени можуть бути підписані за допомогою секретного слова або паролю з публічного та приватного ключів. Для створення токена необхідно визначити заголовок (*header*) із загальною інформацією, корисні дані (*payload*), такі як *ID* користувача, його роль та інше, і підписи (*signature*) [2].

Особливість застосування *JWT* полягає в тому, що при першій авторизації користувач отримує згенеровану сервером пару токенів (даний

¹Магістрант кафедри КСМ НУ «Запорізька політехніка»

²Канд.техн.наук, доцент, завідувач кафедри КСМ НУ «Запорізька політехніка»

³Старший викладач кафедри КСМ НУ «Запорізька політехніка»

підхід обраний для забезпечення кращої безпеки) – *access token* і *refresh token* – перший слугує для підпису запитів, а другий для оновлення токенів по закінченню терміну дії *access token* без необхідності повторного відправлення на сервер логіну й паролю, причому *refresh token* є одноразовим. Схема застосування двох токенів обмежує час, за який зломисник може отримати доступ до сервісу. Все це забезпечує поліпшену перевірку достовірності користувача веб-сервісу, не ускладнюючи для нього сам процес авторизації.

Для впровадження вищеописаного підходу існують готові рішення, серед яких *OAuth* і *OpenID*. Однак, вони не задовольняють тим, що для взаємодії по протоколу *OAuth* потрібна наявність постійно працюючого сервера авторизації на деякому вузлі програмної системи, крім того, для існуючого веб-сервісу не передбачається вхід через сторонні веб-ресурси; *OpenID* також має істотний недолік, тому що не дозволяє призначати певні права користувачеві і контролювати їх [3].

Підхід з застосуванням *JWT* дозволяє позбутися зберігання логіну і паролю на пристрої, їхнього відправлення на сервер з кожним запитом, уникнути зберігання стану користувача на сервері, а також ізолювати процес авторизації в корпоративній системі, тобто не використовувати принцип єдиного входу в систему через користувацькі аккаунти з інших веб-систем.

Отже, рішення щодо зміни правил автентифікації та авторизації з використанням переваг мови *Swift 5* і стандарту *JWT*, бібліотек *JWTDecoder* і *JSONJoy* для декодування *JSON*-відповідей, а також *Keychain* для зберігання токенів дозволяє реалізувати гнучкий механізм щодо ідентифікації користувача в веб-системі та надання прав, які відповідають його ролі.

Перелік посилань

1. Иванов В.В., Лубова Е.С., Черкасов Д.Ю. Аутентификация и авторизация // Проблемы современной науки и образования, № 2 (84), 2017. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/autentifikatsiya-i-avtorizatsiya>.
2. Офіційна сторінка документації JSON Web Token (JWT). URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc7519>.
3. Павликов М.К. Метод авторизации клиентских приложений в гетерогенной распределенной программной системе, построенной на основе протокола HDP // Вестн. Том. гос. ун-та. Управление, вычислительная техника и информатика. 2017. №41. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-avtorizatsii-klientskih-prilozheniy-v-geterogennoy-raspredelennoy-programmnoy-sisteme-postroennoy-na-osnove-protokola-hdp>

ДОСЛІДЖЕННЯ PON ЗА ДОПОМОГОЮ САПР

Виконане дослідження щодо максимальної допустимої кількості абонентських терміналів (ONT) у збалансованих пасивних оптичних мережах (PON) з різною топологією. Розрахунки виконані за допомогою системи автоматизованого проектування (САПР) «PONproject» [1]. Чисельні значення параметрів пасивного і активного обладнання досліджуваних PON наведені в табл. 1. Дослідження проводилось шляхом програмного додавання нових ONT за умови, що сумарні втрати потужності у пасивних компонентах мережі не перевищують бюджету потужності (БП) активного обладнання (для класу А і С він становить 21 дБ і 34 дБ відповідно).

Таблиця 1 – Загальні параметри мереж

Пасивне обладнання				Активне обладнання		
Довжина ОВ	Коефіцієнт загасання ОВ	Загасання у з'єднувачі ОВ-ОВ	Загасання в оптичному розгалужувачі (ОР)	Рівень потужності:		
				станційного ПП OLT	абонентського ПрП ONT	
L , км	α , дБ/км	a , дБ	EL , дБ	DP, дБм	SPL, дБм	HPL, дБм
15,0	0,40	0,3	0,4	0	-21	-34

Позначення в програмі «PONproject»: ОВ – оптичне волокно, DP – Default Power OLT – рівень потужності передавального пристрою (ПП); SPL – Soft Power Limit ONT – рівень чутливості стандартного приймального пристрою (ПрП), HPL – Hard Power Limit ONT – рівень чутливості поліпшеного ПрП.

На рис. наведено вікно САПР для випадку моделювання мережі з топологією «шина». Для умов табл. 1 та активного обладнання класу А (БП = 21 дБ) мережа підтримує максимум 7 шт. ONT (рівень потужності на входах ПрП становить -20,43 дБм для збалансованої мережі).

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

² К.т.н., доцент кафедри Радіотехніки та телекомунікацій НУ «Запорізька політехніка».

³ Магістр кафедри Телекомунікаційних систем ОНАЗ ім. О.С. Попова.

Для мереж з топологією «зірка» та «дерево» дослідження виконувалось аналогічно для двох крайніх значень БП 21 та 34 дБ. Результати виконаних розрахунків наведені в табл. 2.

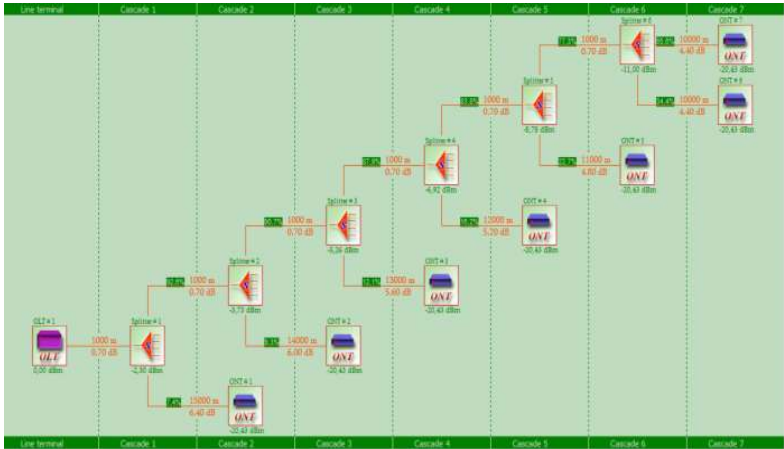


Рисунок – Вікно САПР «PONproject» для мережі з топологією «шина»

Таблиця 2 – Максимальна кількість ONT в збалансованих PON

Активне обладнання (бюджет потужності)	Максимальна кількість ONT (шт.) для топології:		
	«зірка»	«дерево»	«шина»
Клас А (21 дБ)	19	15	7
Клас С (31 дБ)	34	29	-(*)
(*)Програмне обмеження			

Висновки. Топологія мережі «зірка» підтримує найбільшу, а «шина» – найменшу кількість абонентських терміналів, як і очікувалось. На практиці деревоподібна топологія є більш доцільною за техніко-економічними показниками. Така топологія дозволяє розміщувати ОР згідно з розташуванням абонентських, створювати «точки зростання» мережі, зменшити витрат на прокладання оптичного кабелю і експлуатацію. Результати табл. 2 були отримані для значної ($L = 15$ км) довжини ОБ між OLT і ONT. При зменшені L кількість підтримуваних мережею ONT відповідно зростатиме.

Перелік посилань

1. Убалдулаев Р.Р. САПР «PONproject».

LAND NAVIGATION TRAINING, ЯК ЗАСІБ НАВЧАННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ З ВІЙСЬКОВОЇ ТОПОГРАФІЇ

Анімоване та інтерактивне програмне забезпечення LAND NAVIGATION TRAINING (LNT) допомагає військовослужбовцям навчатися та підвищувати свої навички орієнтування на місцевості. Ця навчальна програма включає в себе анімовані 3D-моделі місцевості, анімовану графіку, навчальний текст, малюнки, інтерактивні вправи, 40 тестових завдань орієнтування на місцевості та приклади майже з усіх видів місцевості. LNT призначене для навчання курсантів, а також може використовуватися для підвищення і контролю практичних навиків офіцерів, сержантів, солдат. Ця програма дозволяє швидко освіжити навички особового складу підрозділів в спроможностях орієнтування на різних видах місцевості.

Категорії навчання програми включають: 1) Зарамкова інформація карти; 2) Умовні знаки об'єктів місцевості; 3) Визначення місцеположення по карті; 4) Орієнтування карти; 5) Визначення прямокутних координат; 6) Визначення абсолютних висот; 7) Визначення азимутів; 8) Визначення свого місцеположення прямими і оберненими засічками (Intersection & Resection); 9) Завдання орієнтування на місцевості.

Тест орієнтування на місцевості включає 40 питань, що стосуються вправ по всьому курсу навчання. Після закінчення тестування слухачі можуть роздрукувати свої результати, що включають їх відсотки від кожної категорії, їх загальний відсоток, назву та дату. Випробування та друковані результати легко можуть бути використані інструкторами для оцінки розуміння їхнього навчального курсу.

Зміст завдань тестів програми LNT загалом відповідає змісту програми топографічної підготовки ЗС України, а також змісту програми навчальної дисципліни Військова топографія. Основні відмінності

¹ Кандидат географічних наук, викладач кафедри комплексів та приладів артилерійської розвідки факультету ракетних військ і артилерії Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного.

² Старший викладач кафедри комплексів та приладів артилерійської розвідки факультету ракетних військ і артилерії Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного.

полягають у особливостях вимірювань на картах, виготовлених за стандартами НАТО, а саме: у визначенні прямокутних координат MGRS; у кутових вимірах у mils, у користуванні шкалою закладень, системою розграфлення та номенклатури, а також у похідних від зазначених вимірах і визначеннях. Після вивчення тематики користування топографічними картами, виготовленими за стандартами НАТО, військовослужбовці у повній мірі без обмежень зможуть користуватися даним ПЗ.

На використання програмного забезпечення LNT (особливо на категорію завдань орієнтування на місцевості) є достатня кількість відео оглядів на you tube каналі. Виконання завдань з визначення свого місцеположення прямими і оберненими засічками, завдання орієнтування на місцевості у ПЗ LNT буде корисною й цікавою грою для військовослужбовців на кшталт якогось квесту в комп'ютерній грі, що сприятиме підготовці до реальності. Особливо корисно виконувати такі завдання після перед практичними заняттями під час польових виходів. У процесі виконання тесту формуються навички у роботі з компасом на місцевості, дотримуванні напряму руху, підрахунку пройденого шляху, вибору орієнтирів і об'єктів місцевості, визначенні свого місцеположення засічками від орієнтирів.

Конкретна мета цього програмного забезпечення полягає у наданні легких для засвоєння фрагментів інформації, необхідної для того, щоб стати компетентним в орієнтуванні на місцевості по карті та компасу.

Тут міститься інформація про те, як використовувати будь-який тип місцевості як "закриту" так "відкриту". Плюс, можна бачити, як користуватися компасом (включаючи військовий компас і транспортір), також враховувати магнітне схилення. Можна спробувати поділити ваш маршрут на декілька відрізків, кожен з яких закінчується на «контрольному пункті», це допоможе курсантам планувати маршрут руху на складних та великих ділянках місцевості.

Можна використати навігаційну практику планування відрізків для руху за азимутами, в бойових умовах це використовується в умовах обмеженої видимості, наприклад, вночі, туман або в лісі.

Програмне забезпечення LNT також буде ефективним для військової підготовки студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за програмою підготовки офіцерів запасу у вивченні військової топографії, де обмежено проведення занять на полігонах. Програмне забезпечення LNT може бути використано як один із засобів дистанційного навчання у період карантину, що цього року стало вкрай актуальним.

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ АВАРИЙНОГО СОСТОЯНИЯ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СРЕДСТВ

Возникновение аварийных ситуаций непосредственно связано с живучестью сложного объекта. Живучесть является одним из важнейших показателей качества технических средств и рассматривается как возможность восстановления поврежденного объекта к полному или частично правильному функционированию. Живучесть можно рассматривать как способность противостоять аварийным повреждениям, сохраняя, поддерживая или восстанавливая при этом в возможной мере качество функционирования. Данный показатель качества объекта обеспечивается при проектировании конструктивными решениями, а также организационно-техническими мероприятиями, выполняемыми при его установке для эксплуатации; диагностическими действиями по борьбе за живучесть повреждённого объекта при нарушениях работоспособности.

В процессе диагностирования аварийного состояния сложного технического объекта основным критическим фактором является время принятия решения для локализации возникшей неисправности. При этом актуальной задачей является компьютерное моделирование возможных неисправных состояний объекта диагностирования (ОД) [1]. Обычно для анализа поведения сложных объектов используются беспроводные сенсоры, которые в определенные промежутки времени передают информацию о состоянии объекта. Оператор в режиме реального времени на основе текущих показаний сенсоров определяет вид неисправности и формирует управляющее действие для ее устранения. Исходными данными для принятия решения является база данных, в которой записаны модели возможных реальных неисправностей объекта и управляющие воздействия для их локализации или компенсации. Информация в базе данных формируется на основе анализа показания сенсоров, полученных от объекта в течение некоторого интервала времени наблюдения при наличии возможных реальных неисправностей.

¹ д.т.н., профессор ХНУРЭ

² к.т.н., доцент ХНУРЭ

³ аспирант ХНУРЭ

Целью настоящей работы является автоматизация процесса принятия решений для уменьшения времени восстановления поврежденного объекта с использованием гибридных интеллектуальных методов на основе нейронечеткой базы знаний [2]. Применение гибридной системы с нейронечеткой сетевой базой знаний обеспечивает поддержку решений в ситуациях, для которых алгоритм диагностирования не известен и формируется по исходным данным в виде продукционных правил. Для моделирования множества неисправных состояний сложных объектов используется систему ANFIS (Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System). Адаптивная сеть нечеткого вывода реализует нечёткую систему Такаги – Сугено и представляет собой пятислойную нейронную сеть прямого распространения сигнала. Процедура обучения из ANFIS не имеет ограничений на модификацию функций принадлежности. Из-за высокой гибкости адаптивных сетей ANFIS может иметь множество вариантов исполнения и реализации алгоритмов моделирования для систем диагностирования.

Для примера считаем, что имеется возможность измерить численные значения для 24-х диагностических параметров ($ДП_1, \dots, ДП_{24}$). Значения показаний сенсоров получают в дискретные моменты времени $t_0, t_1, t_2, \dots, t_i$. Временной интервал ($t_{i+1}-t_i$) между двумя соседними измерениями выбирается с учетом скорости изменения диагностических параметров. Все 24 выходных сигналов сенсоров будут использованы как ДП в процессе интеллектуального диагностирования.

Для каждого ДП ограничимся тремя нечеткими значениями: (ниже нормы); (норма); (выше нормы). Число выходных переменных для описания состояния ОД составило 5 значений: (норма); (незначительные отклонения от нормы); (значительные отклонения от нормы); (предварительная ситуация); (аварийная ситуация).

В результате компьютерного моделирования получена структура нейронечеткой сети для 24 входов и 5 выходов, которая позволяет моделировать возможные отказы ОД.

Перечень ссылок

1. Krivoulya G., Sergienko V. Using Intellectual Means For Diagnosis Of Wireless Sensor Network. Вісник Східноукраїнського Національного університету імені В. Даля. Северодонецьк.- 2018. №. 6(247). – С. 50 -52.
2. Кривуля Г.Ф., Липчанский О.І. Интеллектуальное диагностирование линейно распределенных объектов с использованием беспроводных сенсорных сетей. Вісник Східноукраїнського Національного університету імені В.Даля. Северодонецьк-2017 №8(238).2017. С.46-51.

ПРОЕКТУВАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ПРОЦЕСОРІВ З ЗАСТОСУВАННЯМ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО СИНТЕЗУ ЇХ АРХІТЕКТУРНОГО ОПИСУ

Традиційно проектування комп'ютерних пристроїв виконують з використанням мов опису апаратних засобів VHDL та Verilog на архітектурному рівні подання цих пристроїв. Схема традиційного процесу проектування містить такі послідовні етапи: розроблення, компілювання, відлагодження, завантаження, апаратне тестування.

На етапі розроблення мовою опису апаратних засобів чи за допомогою графічного редактора функціональних схем створюють модель майбутнього пристрою. На етапі компілювання введені описи за допомогою засобів автоматизованого проектування перетворюють у конфігураційну біт-послідовність обраної моделі кристалу, на якому імплементують пристрій. Симулювання буває двох типів: функціональне і часове. Функціональне симулювання дозволяє перевірити створений проект за допомогою стимуляції вхідних сигналів та аналізу часових діаграм вихідних сигналів. Часове симулювання перевіряє проект на відповідність заданим часовим вимогам. На етапі відлагодження завантажється створена на етапі компілювання конфігураційна біт-послідовність у конфігураційну пам'ять кристалу. Після цього етапу кристал вважається запрограмованим і готовим до тестування. Апаратне тестування – це перевірка роботи пристрою на кристалі. На цьому етапі виявляють дефекти та недоліки, які будуть усунуті при поверненні до першого етапу процесу проектування.

Традиційне проектування є досить складним та вимагає багато часу, особливо коли виконують проектування спеціалізованих процесорів (СП) для виконання складних алгоритмів з підвищеними вимогами до їх технічних характеристик, в першу чергу продуктивності та затрат обладнання. У зв'язку зі створенням засобів автоматичного синтезу

¹ д.т.н., проф., завідувач кафедри ЕОМ, Національний університет «Львівська політехніка», Україна;

² д.т.н., проф., професор кафедри БІТ, Національний університет «Львівська політехніка», Україна;

³ ст. викладач кафедри ЕОМ, Національний університет «Львівська політехніка», Україна.

архітектурного опису СП [1] постає завдання розроблення технології їх проектування на основі цих засобів.

У роботі розглядається новий підхід та технологія проектування СП, яка базується на системі автоматичного синтезу їх архітектурного опису та, на відміну від традиційного проектування на рівні міжрегістрових передач, передбачає опис виконуваного проектуваним СП алгоритму мовою високого рівня, окремий опис інтерфейсу СП та його технічних характеристик, і генерування на основі цієї інформації за допомогою системи автоматичного синтезу спектру можливих варіантів СП, їх синтез та дослідження і вибір найефективнішого за заданими критеріями. Подавши на вхід системи автоматичного синтезу вказані дані розробник отримує на її виході VHDL-описи процесора, які можуть бути імплементовані у кристалах різних моделей за допомогою САПР, наданих їх виробниками (Altera Quartus, Xilinx ISE і т. д.) [2,3].

Тобто, використання системи автоматизованого синтезу дозволяє у максимально зручному режимі проектувати СП та вибрати серед синтезованих кращий за технічними характеристиками. При цьому розробка СП є схожою до розробки програмних засобів, коли інженер максимально абстрагований від потреби працювати на рівні міжрегістрових передач та вирішувати питання синхронізації, конвеєризації, міжрегістрової взаємодії, тощо. Це дозволяє суттєво спростити процес проектування СП та скоротити його тривалість, залучати до розробки менш кваліфіковані кадри, що позитивно відобразиться на вартості проектування.

Перелік посилань

1. Chameleon – the System-Level Design Solution. [Online]. Available: http://intron-innovations.com/?p=sld_chame. 2. Мельник А. О., Мельник В. А. Персональні суперкомп'ютери: архітектура, проектування, застосування: монографія. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 516 с. 3. Anatoliy Melnyk, Viktor Melnyk, Lyubomyr Tsyhylyk. Chameleon© C2HDL Design Tool In Self-Configurable Ultrascale Computer Systems Based On Partially Reconfigurable FPGAs // Proceedings of the Second International Workshop on Sustainable Ultrascale Computing Systems (NESUS 2015). Krakow, September 10-11, 2015. –P.135-142. <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/22006>.

**МОБІЛЬНІ ДОДАТКИ ДЛЯ ЦІЛОДОВОГО ВІДДАЛЕНОГО
МОНІТОРИНГУ ЛІКАРЯМИ ФУНКЦІЙ ЛЕГЕНЬ ПАЦІЄНТІВ**

Зважаючи на гостру потребу, пов'язану з швидким поширенням коронавірусної інфекції COVID-19, нами розроблені мобільні додатки, які дозволяють лікарям одночасно дистанційно контролювати легені багатьох пацієнтів у відділеннях лікарні: тих, хто знаходиться під спостереженням та тих, хто знаходиться у важкому стані, не контактуючи з ними безпосередньо, та інтегрувати інтелектуальні функції, щоб попередити лікаря про небезпечно низький рівень оксигенації, а також тих, хто знаходиться на лікуванні в домашніх умовах і в кого може бути рецидив хвороби.

До складу засобів моніторингу входять: мережа бездротових пульсоксиметрів та пов'язаних з ними смартфонів пацієнтів з розміщеними на них мобільними додатками MAP, які збирають дані рівня кисню в крові 24 години на добу в режимі реального часу від пацієнтів, які перебувають під спостереженням, та тих, хто знаходиться у важкому стані, гарантуючи захист особистих даних та мобільні додатки лікарів MAD для моніторингу ними функцій легень у пацієнтів, та для попередження лікарів про небезпечно низький рівень оксигенації.

Для вимірювання рівня насиченості крові пацієнтів киснем був вибраний пульсоксиметр Garmin. Пацієнти оснащені персональними пульсоксиметрами Garmin повинні встановити додаток Garmin Connect з Google Play Маркет на свої смартфони. Отримані від смартфонів пацієнтів дані збираються автоматично без участі пацієнтів через мережу Інтернет. При цьому браслети Garmin вимірюють оксигенацію автоматично вночі та вручну вдень, за участі пацієнта або його супроводжуючого. Смарт годинники Garmin можуть вимірювати оксигенацію повністю автоматично. Дані з додатків передаються на сервер автоматично 2 рази на добу або вручну при кожному перегляді пацієнтом додатку Garmin Connect.

¹ д.т.н., проф., завідувач кафедри ЕОМ, Національний університет «Львівська політехніка»;

² к.т.н., доцент кафедри ЕОМ, Національний університет «Львівська політехніка»;

³ аспірант кафедри ЕОМ, Національний університет «Львівська політехніка»;

⁴ студент кафедри ЕОМ, Національний університет «Львівська політехніка».

Пацієнт може бачити свої дані в додатку Garmin Connect на своєму смартфоні. Додаток MAP призначений виключно для надання дозволів на доступ до персональних даних.

Лікар за допомогою додатку MAD віддалено бачить біжучі дані та історію показів своїх пацієнтів, а також повідомлення про критичний стан пацієнта. В лікарні призначається менеджер, який розподіляє пацієнтів між лікарями і контролює активність лікарів через додаток MAD.

До основних можливостей, які надають створені мобільні додатки, належать такі: закріплення пацієнтів за лікарями, автоматичний збір даних про стан легень пацієнтів без їх участі; дистанційний контроль лікарями рівня кисню в крові пацієнтів; дистанційний контроль лікарями частоти пульсу пацієнтів; можливість додавання функцій контролю інших параметрів; накопичення результатів контролю та архівування історії показів кожного пацієнта; проведення моніторингу 24 години на добу та без контакту між пацієнтом та лікарем; наявність функції попередження лікаря про небезпечно низький рівень кисню в крові пацієнта; забезпечення можливості проведення самоконтролю пацієнтами функціонування легень.

Переваги використання створених засобів:

- Постійне клінічне спостереження за пацієнтами підвищує шанси на те, що їх стан не буде доведено до критичного.

- Використання віддаленого моніторингу пацієнтів зменшує потребу у фізичному контакті та дозволяє лікарям дистанційно стежити за станом пацієнтів 24 години на день, 7 днів на тиждень в лікарні або дома.

- Зменшується кількість хворих в лікарнях та перевантаженість персоналу.

- За допомогою створених засобів лікар більше не обмежується визначенням діагнозу на основі необроблених, негайних даних, отриманих з пояснень пацієнта.

- Створені засоби дають можливість пацієнту відстежувати стан свого тіла.

- Створені засоби забезпечують організоване зберігання отриманих даних про стан пацієнта за час спостереження. Це надає додаткову перевагу в організації його лікування.

Робота виконана в межах проекту “Applications mobiles pour la surveillance 24h /24 de la fonction pulmonaire chez les patients atteints de COVID-19”, який надано фундацією L’Agence universitaire de la Francophonie AUF.

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНІ МЕТОДИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ РАНЖУВАННЯ ВЕБСЕРВІСІВ ЗА QoS-ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Інформатизація суспільства набирає оберти і кількість сервісів що використовує людство через мережеві засоби постійно зростає. До них можна віднести вебсервіси, хмарні сервіси, сервіси інтернету речей тощо. Взагалі споживачі обирають сервіси за їх функціональними характеристиками. Але на сьогодні постає задача вибору серед сервісів з однаковим функціоналом сервісу як з найкращими характеристиками якості, так і з такими, що задовольняють споживачів. При цьому задача вибору може ускладнюватись тим, що деякі характеристики якості для споживача сервісу є найбільш важливими, а деякими можна знехтувати.

Процес вибору вебсервісів з однаковим функціоналом, але з різними характеристиками якості (QoS, quality of services), як альтернатив, складається з наступних кроків: визначення необхідних QoS-характеристик, визначення кількісного значення характеристики, нормалізації та ранжування [1]. Аналіз статей у базі Scopus [2] свідчить про актуальність використання багатокритеріальних методів прийняття рішень (MCDM, Multiple-criteria decision-making) для ранжування вебсервісів.

Найбільш відомі та використовувані у дослідженнях MCDM: Analytic Hierarchy Process (AHP); Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS); ELimination Et Choix Traduisant la REalité (ELECTRE); Fuzzy Set Theory; Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR); Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (PROMOTHEE); Simple Additive Weighting (SAW); Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART); Logic Scoring of Preferences (LSP).

Звісно різні MCDM мають переваги й недоліки і метою подальшого дослідження є вибір найбільш придатного методу ранжування вебсервісів.

Перелік посилань

1. Польская О.В., Кудерметов Р.К., Шкарупило В.В. Обнаружение и выбор web-сервисов // Электротехнические и компьютерные системы. – 2015. – № 19. – С. 169-173. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/etks_2015_19_39.
2. База даних Scopus. URL: <https://www.scopus.com/>

¹Старший викладач кафедри КСМ НУ «Запорізька політехніка»

²Канд.техн.наук, доцент, завідувач кафедри КСМ НУ «Запорізька політехніка»

МОДЕЛИ СОСТОЯНИЙ КОНЕЧНОГО АВТОМАТА ДЛЯ ЕГО СЕМАНТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Классический конечный автомат (КА) содержит три множества (входов X , выходов Y , состояний S) и две функции, которые определяют отношения между ними (функция выходов $\mu: S \rightarrow Y$ или $\mu: S \times X \rightarrow Y$ и функция переходов $\lambda: S \times X \rightarrow S$). Вместе с тем, в этой модели отсутствует функция, которая связывает входы и выходы автомата через объект управления системы, что затрудняет выявление и использование соответствующих причинно следственных отношений в семантической модели КА. Если ввести такую функцию, то в графе КА можно выделить контуры управления и деятельности, которые связаны через состояния КА. Цель работы: расширить базу знаний для управления системой. Задача работы: описать причинно-следственные отношения в системе, которые реализуются в системе с помощью состояний КА.

Предложено для описания связей состояния с остальной частью автомата использовать следующие элементы: входы (ECI - event control inputs) и выходы (ECO - event control outputs) событий контуров управления, выходы деятельностей (AO - activity outputs) и входы реакций (RI - reaction inputs) на эти действия в контурах деятельности. Между этими элементами внешнего интерфейса состояния, в рамках лапласовой причинности и направления причинности от входа к выходу состояния, возможны следующие виды причинно-следственных отношений: $ECI \leq AO$, (деятельность является следствием транзакции состояния) $RI \leq ECO$ (транзакция является следствием реакции). Для ввода причинно-следственного отношения $ECI_1 \leq ECO_2$ (транзакция2 есть следствие транзакции1 или исходное событие транзакции следствие входного события транзакции) в состоянии A используем внешнюю дугу графа. Эта дуга выходит из выхода AO состояния A и замыкается на вход RI в этом же состоянии и внутреннюю связь $RI \leq ECO$. Аналогично, с помощью внешней дуги между выходом ECO и входом ECI можно создать отношение $RI \leq AO$ (деятельность является следствием реакции).

Предложено классификация состояний КА в зависимости от логики обработки входящих событий: коммутационные, комбинационные и автоматные. В «классическом» конечном автомате выход (деятельность)

¹ К.т.н., проф. НУ «Запорожская политехника».

² Студент НУ «Киевский политехнический институт».

не зависит от того, каким образом выполнена активация состояния. То есть, если у состояния больше одного входного события, то это комбинационное состояние с обработкой входящих событий по логике ИЛИ по отношению к выходу состояния. А автоматное состояние представляет управляющей подавтомат более низкого уровня. Этот автомат выполняется, если состояние, в которое он помещен, активно в данный момент времени. Состояние S_i автомата опишем кортежем:

$$S_i = \langle ECI, RI, ECO, AO, \mu_s, t_s \rangle,$$

где μ_s, t_s - функции деятельности и транзакций состояния, соответственно. Функция μ_s описывает отображение множества входов ECI на множество выходов AO $\mu_s: ECI \times AO$, а функция t_s - отображение множества входов RI на множество выходов ECO $t_s: RI \times ECO$. Вид функций μ_s, t_s зависит от вида состояния. Для коммутационного состояния достаточно перечислить отношения $ECI_i \leq AO_j$ и $RI_i \leq ECO_j$, где i, j - номера элементов в соответствующих множествах. Для описания комбинационного состояния нужно задать функции выходов от входов. В автоматном состоянии функции μ_s, t_s описывают два автомата - деятельности и транзакций, каждый из которых описывается кортежем аналогичным кортежу «классического» автомата. Пример описания причинно-следственных отношений в системе управления нагревом с использованием предложенных моделей состояний КА приведен на рисунке (ОА – операционные автоматы формирования событий E1 и E2 условий переходов из состояния НАГРЕВ ($S1$) в состояние ОХЛАЖДЕНИЕ ($S2$); ДТ – датчик температуры).

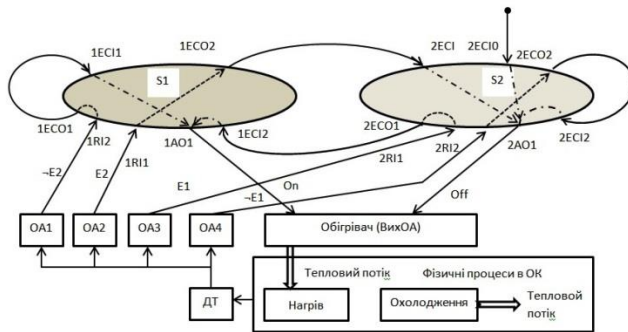


Рисунок – Граф КА с контурами деятельности и управления

Предложенные модели предполагается использовать при моделировании процессов саморазвития систем.

ПРОГРАММНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ СПОСОБ САМОРАЗВИТИЯ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ

Под саморазвитием будем понимать процесс самостоятельного приобретения системой новых качеств, которые не предусмотрены при ее создании. Такое поведение системы технического назначения может быть мотивировано проблемами с достижением целей функционирования в изменившихся внешних условиях или техническом состоянии элементов системы. Цель работы – показать возможность саморазвития системы с управляющим устройством, которое моделируется конечным автоматом.

Ограничимся таким способом развития, при котором средствами системы не создаются новые контроллеры, датчики, исполнительные механизмы и прочее. А производятся только программные изменения структуры управляющего автомата и выделяются новые знания по уже существующей в системе информации. Такой способ развития будем называть программно-информационным. В этом случае, функции управляющего автомата выполняет универсальная программа, а специфика конкретного автомата описывается массивами данных. Таким образом, изменение структуры управляющего автомата сводится к изменениям в его массивах данных – массивах переходов и выходов.

Основными операциями изменения структуры такого управляющего автомата являются:

- Добавление / удаление (i, j) -го перехода (ADDIN / DELIN $\Psi[i, j]$) в массиве переходов Ψ ;
- Добавление i -го выхода (ADDOUT / DELOUT $\Delta[i]$) в массиве выходов Δ ;
- Добавление / удаление состояния (ADDS $[n + 1]$ / DELS $[n - 1]$) в массивах Ψ и Δ , которое сводится к увеличению / уменьшению размера этих массивов.

Отметим следующие предпосылки развития системы, которые облегчают саморазвитие системы и должны быть заложены на этапе ее проектирования:

- Расширенная номенклатура, запас по диапазону и точности сенсоров и исполнительных механизмов;
- Запас по памяти и вычислительной мощности подсистемы

¹ К.т.н., проф. НУ «Запорожская политехника».

обработки данных;

- Запас по скорости ввода данных в систему, по методам получения вторичной информации, моделям прогнозирования наблюдаемых и наблюдений параметров объектами управления и внешней среды.

- Чтобы развиваться, необходимо рассуждать, но в рассуждениях мы оперируем знаниями. Поэтому, структуры управления должны быть выражены в форме знаний, а не только математических зависимостей.

Качество управления определяется доступной системе базой знаний. В управляющих автоматах эта база используется ограниченно. Каждое состояние автомата выступает в качестве фильтра возможных событий. На графе автомата эти события представлены дугами, которые выходят из активного состояния, а остальные события на данном этапе работы автомата игнорируются. Это оправдано при стабильной структуре управляющего автомата, но в условиях развития, целесообразно фиксировать и анализировать все доступные события.

Начальной точкой для саморазвития может служить не типичный, неожиданный, аномальный результат в форме знания, полученного с помощью операционных автоматов системы в процессе переработки информации об объекте управления или о состоянии устройства управления. Пределы норм результата устанавливаются при проектировании или определяются путем прогнозирующего моделирования. С момента обнаружения такого результата запускается процесс его повторной проверки, анализа полезности для системы и коррекции структуры управляющего автомата.

Если причины нетипичного результата не обнаружены при проверке, то система переходит к коррекции структуры управляющего автомата - созданию новых или коррекции существующих контуров деятельности и / или управления (изменения состояний), а также заданию действий в этих состояниях. Характер этих действий от полезности неожиданного результата. Следует учесть также случай, когда неожиданный результат не зависит от управляющего устройства, а определяется изменением объекта управления или внешней среды. А значит, в устройстве управления, кроме средств корректировки структуры, должны быть средства корректировки моделей объекта управления и внешней среды. Таким образом, саморазвитие системы может происходить не только путем совершенствования структуры устройства управления, но и путем расширения / сужения системы за счет внешней среды. Предложенный способ программно-информационного саморазвития предполагается использовать при построении когнитивных систем управления.

ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ БЫТОВОГО ГАЗА

Анализ чрезвычайных происшествий, которые произошли в последнее время во многих странах, показал, что основные их причины – недостаточная техническая оснащенность домового газового оборудования приборами для мониторинга и контроля условий окружающей среды, а также низкий технический уровень самого газового оборудования (устаревшие газовые плиты и водонагревательные колонки, неисправность вентиляционных каналов и др.).

Для решения возникших проблем и обеспечения безопасности населения необходима установка в квартирах, домах и корпусах приборов обнаружения и фиксации утечки газа. В настоящее время во многих странах Европы, а также в США, Китай и Украине производят сигнализаторы и детекторы для обнаружения разных опасных газов. Известны ряд сигнализаторов следующих фирм и компании: Олимпия, Сеитрон, Темео, Кристал, Газотрон и многих др., которые отличаются друг от друга назначением, структурой и выполняемых функции.

Приборы могут не только обнаружить и зафиксировать утечку газа в квартире, но и выработать команду закрытия электромагнитного клапана для прекращения поступления газа. Приборы могут отличаться также по способу электрического питания: часть приборов питаются только от сети, или только от аккумуляторной батареи. Редко встречаются устройства с комбинированным питанием.

Однако необходимо отметить, что установка в отдельных квартирах указанных сигнализаторов не решают проблему обеспечения безопасности для всего многоквартирного и многоэтажного корпуса, т.к. их следует устанавливать во всех без исключения квартирах таких корпусов.

Исходя из этого необходимо создание системы мониторинга потребления газа для всего многоквартирного корпуса.

В Грузинском Техническом Университете ведутся работы по

¹ д.д.д., профессор, Академик АН Грузии

² директор центра Автоматизаций Грузинского Технического Университета

³ Гл. конструктор центра Автоматизаций Грузинского Технического Университета;

созданию системы контроля и мониторинга утечки газа в жилых помещениях в т.ч. и для многоквартирных и многоэтажных высотных корпусов.

В разрабатываемой системе в качестве первичного преобразователя используется полупроводниковый сенсор газа компании «Фигаро» (Япония).

В настоящее время изготовлены опытные образцы микропроцессорной системы для обнаружения и детектирования одновременно двух газов: метана и монооксида углерода одним полупроводниковым сенсором.

В системе предусмотрена самодиагностика и сигнализация неисправности в цепях нагрева датчика и управления клапаном.

От существующих аналогичных приборов и систем предлагаемая система отличается несколькими признаками, что обеспечивает высокую чувствительность и точность работы системы. Получены патенты Грузии на изобретение. Были проведены лабораторные испытания опытных образцов.

Планируется проведение испытаний в специализированной организации для установления соответствия нашей системы Европейским стандартам.

УДК 004.75

Рудьковський О.Р.¹, Киричек Г.Г.²

БЕЗПЕЧНА РОБОТА СЕРВІСІВ У РОЗПОДІЛЕНІЙ СИСТЕМІ

На даний момент існує багато різних алгоритмів шифрування. Всі вони використовуються у різних сценаріях і працюють там краще за інших. Найбільш розповсюдженими є такі алгоритми: AES, 3DES, ECDH, RSA. AES відноситься до симетричних, є одним з найбезпечніших і працює з ключами різної довжини [1]. RSA - розповсюджений і стійкий асиметричний алгоритм. Чим більший розмір ключа – тим більш надійний зашифрований результат, але на шифрування та дешифрування треба більше часу [2]. ECDH – алгоритм генерації спільного ключа на основі пари власних ключів: закритого і відкритого ключа та відкритого ключа

¹ аспірант, ДонНТУ, НУ «Запорізька політехніка»

² к.т.н., доцент кафедри КСМ НУ «Запорізька політехніка»

іншої сторони. Секретний ключ використовується для шифрування подальшого обміну і для формування нового ключа, який застосовує алгоритми симетричного шифрування [1].

У своїй роботі системи-аналоги, використовують власні алгоритми шифрування, маршрутизації, запуску додатків та роботи систем в цілому. З одного боку це дозволяє значно оптимізувати роботу цих частин відповідно до вимог системи в цілому та дозволяє виконувати операції швидше і безпечніше. З іншого, власні розробки є небезпечними, оскільки їх робота недостатньо перевірена вченими. Тому компанії працюють з вже існуючими, перевіреними та безпечними системами і алгоритмами у які, для збільшення надійності, розробники додають нові методи.

Метою дослідження є проведення аналізу алгоритмів шифрування та використання їх при реалізації безпечної роботи сервісів у розподіленій системі. Об'єктом - є процес вибору та застосування методів при реалізації безпечної роботи сервісів. Предметом – моделі, методи та програмне забезпечення функціонування сервісів у розподіленій системі.

Реалізація програмного забезпечення для підтримки розподіленої взаємодії мережних пристроїв та застосунків спирається на поставлені цілі і задачі. Кінцева система надає можливість обміну, зберігання та виконання безпечних обчислень над даними, які знаходяться в мережі, або отримуються з інших джерел. Одним з важливих процесів є безпечна передача інформації між системою та пристроєм. На рисунку 1 зображена послідовність дій при передачі від пристрою у систему. Для передачі даних задіяно декілька модулів. З одного боку це робить процес передачі більш складним, а з іншого – гнучким. Процес отримання є зворотнім та замість Gateway треба застосувати модуль вхідних повідомлень [3].

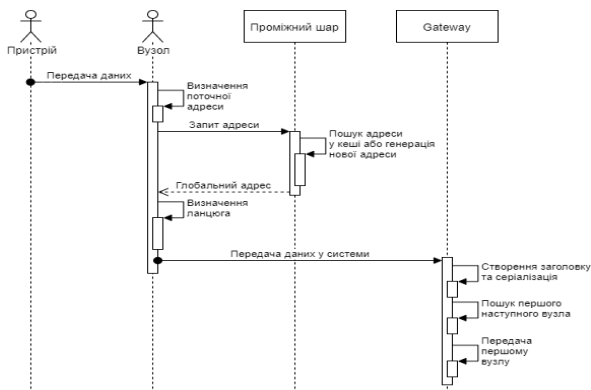


Рисунок 1 – Процес передачі інформації з пристрою у систему

Шифрування шарами дозволяє передавати публічну інформацію так, щоб отримати її можна було лише тоді, коли пакет пройде заданий клієнтом маршрут. Кожен транзитний вузол має ключ шифрування і розшифровує весь обсяг даних своїм ключем. Наприклад, під час передачі інформації через три проміжні вузли, дані шифруються чотирьома незалежними ключами. Щоб їх розшифрувати при перехопленні пакету, навіть у такій невеликій мережі, необхідно мати три ключі та застосувати їх у правильній послідовності. Але навіть використавши чотири ключі, зломисник все одно не буде невпевненим чи правильні дані він отримав.

Спираючись на проведені дослідження, вимоги ПЗ, методи і зазначені технології, реалізовано модель та наведено алгоритм роботи системи та її необхідних процесів.

Перелік посилань

1. Dannen, C. *Introducing Ethereum and Solidity: Foundations of Cryptocurrency and Blockchain Programming for Beginners* / C. Dannen. – Berkeley: Apress, 2017. – 181 с. DOI 10.1007/978-1-4842-2535-6.
2. Kirichek, G. *Implementation the Protection Method of Data Transmission in Network* / G. Kirichek, D.Kyrychek, S. Hrushko, A. Timenko, //2019 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), Kyiv, Ukraine, December, 2019. – IEEE, 2019. – С. 129-132.
3. Kirichek, G. *Decentralized System for Run Services* / G. Kirichek, V. Tymoshenko, O. Rudkovskiy, S.Hrushko // CMIS-2019, Zaporizhzhia, Ukraine, April, 2019. – CEUR Workshop Proceedings, 2019. – №. 2353. – С. 860-872.

УДК 004.052.42

Шкарупило В.В.¹, Кудерметов Р.К.², Польська О.В.³

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТОРОВОЇ СКЛАДНОСТІ АЛГОРИТМІВ В ОСНОВІ МЕТОДУ ВЕРИФІКАЦІЇ TLC

Результати попередніх досліджень показали, що прикладне застосування методів перевірки на моделі, зокрема методу TLC (TLA Checker), супроводжується суттєвими вимогами до апаратного забезпечення обчислювальної платформи, на якій відповідний метод застосовується [1]. Було продемонстровано, що доступний обсяг

¹ к.т.н., доцент, доцент кафедри комп'ютерних систем і мереж, НУБіП України

² к.т.н., доцент, завідувач кафедри КСМ, НУ «Запорізька політехніка»

³ старший викладач кафедри КСМ, НУ «Запорізька політехніка»

оперативної пам'яті може стати обмежуючим чинником автоматизованого застосування методу TLC [2]. Названий метод застосовується до формальних специфікацій характеристик досліджуваної системи, поданих на основі формалізму TLA+ темпоральної логіки дій TLA (Temporal Logic of Actions) [3].

Метод TLC передбачає дві альтернативні реалізації – на основі алгоритмів обходу в ширину (BFS, Breadth-first Search) і в глибину (DFS, Depth-first Search) теорії графів. Зазначений метод досліджено з позиції просторової складності відповідних реалізацій (табл. 1).

Таблиця 1 – Показники просторової складності

№ з/п	n	$ S $	$ S_{BFS}^* $	$ S_{DFS}^* $	$\frac{ S }{ S_{BFS}^* }$	$\frac{ S }{ S_{DFS}^* }$	$\frac{ S_{DFS}^* }{ S_{BFS}^* }$
1	2	5	21	41	0,238	0,122	1,952
2	4	9	73	289	0,123	0,031	3,959
3	8	17	273	2177	0,062	0,008	7,974
4	16	33	1057	16897	0,031	0,002	15,986
5	32	65	4161	133121	0,016	$0,49 \cdot 10^{-3}$	31,993
6	64	129	16513	1056769	0,008	$0,12 \cdot 10^{-3}$	63,996
7	128	257	65793	8421377	0,004	$0,31 \cdot 10^{-4}$	127,998
8	256	513	262657	67239937	0,002	$0,8 \cdot 10^{-5}$	255,999

У табл. 1 n – число змінних станів системи переходів, заданої формальної специфікації; $|S|$ – число станів системи переходів; $|S_{BFS}^*|$ і $|S_{DFS}^*|$ – кількості синтезованих станів системи переходів при застосуванні відповідної реалізації методу; $|S|/|S_{BFS}^*|$ і $|S|/|S_{DFS}^*|$ – відносні частки виявлених станів системи переходів від числа синтезованих, відповідно, для BFS- і DFS-реалізації методу TLC; $|S_{DFS}^*|/|S_{BFS}^*|$ – показник, що демонструє перевагу BFS-реалізації методу над DFS-альтернативою з позиції просторової складності.

Із табл. 1 видно, що значення $|S_{DFS}^*|/|S_{BFS}^*|$ пропорційне значенню n . Більше того, має місце наступне співвідношення:

$$|S_{DFS}^*|/|S_{BFS}^*| \approx n.$$

При цьому варто зазначити, що для $n = 256$ при автоматизованій формальній верифікації формальної специфікації методом TLC на основі BFS- і DFS-обходів було залучено, відповідно, більше 4 і 5 ГБ оперативної пам'яті.

Таким чином, на основі здобутих результатів можна констатувати, що BFS-реалізація методу TLC є ефективнішою за альтернативну DFS-реалізацію з позиції просторової складності вирішуваної при цьому задачі формальної верифікації.

Перелік посилань

1. Shkarupylo V.V. An in-depth look at TLC model checker. Тиждень науки-2016: зб. тез доп. науково-практ. конф., 18-22 квітня 2016 р. Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. С. 523-524.
2. Shkarupylo V. V., Tomićić I., Kasian K. M. The investigation of TLC model checker properties. Journal of Information and Organizational Sciences. 2016. Vol. 40, No. 1. P. 145-152.
3. Lamport L. Specifying systems: The TLA+ language and tools for hardware and software engineers. Boston : Addison-Wesley, 2002. 382 p.

УДК 004.052.42

Шкарупило В.В.¹, Скрупський С.Ю.²

КОМБІНОВАНИЙ ПІДХІД ДО ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ПЕРЕВІРКИ НА МОДЕЛІ TLC

У наш час формальні методи, а саме – методи перевірки на моделі, широко застосовуються у різноманітних прикладних областях, зокрема при проектуванні систем критичного призначення (СКП). Це такі системи, непередбачені сценарії роботи яких потенційно можуть призвести до критичних наслідків значного впливу на соціально-економічну сферу діяльності суспільства. Показовим прикладом успішного застосування названих методів є, зокрема, система керування процесами, що мають місце у атомній енергетиці Фінляндії [1].

Ідея застосовуваного підходу – виявляти помилки проектних рішень СКП і складових підсистем вже на етапі проектування, а не на етапі тестування процесу розроблення системи. Засобами для цього є

¹ к.т.н., доцент, доцент кафедри комп'ютерних систем і мереж, НУБіП України

² к.т.н., доцент, доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж, НУ «ЗП»

методи перевірки на моделі. Процес проектування, у свою чергу, є, як правило, ітераційним. При цьому особливої актуальності набуває скорочення часових витрат на застосування названих методів. Вирішенню цієї задачі і присвячено дану роботу.

Для проведення експериментальних досліджень залучено темпоральну логіку TLA (Temporal Logic of Actions) і відповідний метод перевірки на моделі TLC (TLA Checker) [2].

Дослідження проведено на програмно-апаратній платформі наступної конфігурації: процесор – AMD K10, 3,0 ГГц; 2 ГБ оперативної пам'яті стандарту DDR3; операційна система – MS Windows 7; середовище виконання – Java Runtime Environment (JRE) v. 1.7.

При проведенні досліджень застосовувалися реалізації методу TLC версії 2.14. Одержані результати подано у табл. 1, де n – число змінних станів формальної специфікації (ФС), до якої застосовувався метод TLC, t_{BFS} – часові витрати на TLC-верифікацію шляхом обходу станів системи переходів, заданої ФС, у ширину (BFS, Breadth-first Search), t_{DFS} – у глибину (DFS, Depth-first Search) [3]. З табл. 1 видно, що для $n \leq 2^4$ ефективнішим з позиції супутніх часових витрат є застосування DFS-реалізації методу TLC, тоді як для $n \geq 2^5$ – BFS-реалізації методу.

Таблиця 1 – Співвідношення часових витрат на застосування альтернативних реалізацій методу TLC

№ з/п	n	t_{BFS} , с	t_{DFS} , с	t_{BFS}/t_{DFS}
1	2^1	0,934	0,420	2,224
2	2^2	0,952	0,450	2,115
3	2^3	1,029	0,540	1,906
4	2^4	1,154	0,770	1,499
5	2^5	1,412	3,170	0,446
6	2^6	2,970	35,750	0,083
7	2^7	19,210	-	-
8	2^8	-	-	-

Окремої уваги, згідно табл. 1, заслуговує просторова складність задач ФВ, вирішуваних при застосуванні BFS- і DFS-реалізацій методу. Наприклад, у випадку DFS-реалізації методу, для $n \geq 2^7$ має місце нестача оперативної пам'яті – обсяг у 256 МБ, доступний JRE, вичерпано.

Аналогічна ситуація справедлива і для BFS-реалізації методу, але вже для $n \geq 2^8$.

Отже, результати проведених експериментальних досліджень показали, що пріоритетність прикладного застосування тієї чи іншої реалізації методу TLC залежить, зокрема, від числа n змінних станів, що фігурують у ФС, до якої застосовується метод TLC, а також від доступного обсягу оперативної пам'яті обчислювальної системи.

Перелік посилань

1. Pakonen A., Tahvonen T., Hartikainen M., Pihlanko M. Practical applications of model checking in the Finnish nuclear industry. Nuclear Plant Instrumentation, Control and Human Machine Interface Technologies : Proc. 10th International Topical Meeting (San Francisco, CA, USA, 11-15 June 2017). P. 1342-1352.
2. Lamport L. Specifying systems: The TLA+ language and tools for hardware and software engineers. Boston : Addison-Wesley, 2002. 382 p.
3. Shkarupilo V. V., Tomičić I., Kasian K. M. The investigation of TLC model checker properties. Journal of Information and Organizational Sciences. 2016. Vol. 40, No. 1. P. 145-152.

3 СЕКЦІЯ «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ПРОГРАМНА ІНЖЕНЕРІЯ»

UDC 519.876.2:336

Neskorodieva T.V.¹, Fedorov E.E.²

SPECTRAL CLUSTERING METHOD FOR AUDIT TASK OF COMPLIANCE OF PAYMENT AND SUPPLY OF RAW MATERIALS

Introduction. The analytical procedures used in the audit [1] are currently based on data mining techniques [2]. The work solves the problem of increasing the efficiency and effectiveness of analytical audit procedures by clustering based on spectral decomposition.

Object of study. Audit process for compliance with payment sequences and raw materials supply.

Subject of study. Spectral clustering method for auditing sequences of payment and supply of raw materials.

The aim of the work is to increase the effectiveness of the audit by automating the analysis of data from sets of parallel-sequential operations of payment and supply of raw materials based on the spectral clustering method.

To achieve this goal, it is necessary to solve the following tasks:

1. Generate feature vectors for objects of sequences of payment and supply of raw materials.
2. Create a method for spectral clustering of sequences of payment and supply of raw materials.
3. Select characteristics for assessing the quality of spectral clustering.
4. Conduct a numerical study of the proposed spectral clustering method.

Formulation of the problem. The problem of increasing the efficiency of audit based on the method of spectral clustering of sequences of payment and supply of raw materials is presented as the problem of finding such a partition of the set of clustering objects $A = \{a_1, \dots, a_n\}$, represented by a set of feature vectors $X = \{x_1, \dots, x_n\}$, per cluster $A_1, \dots, A_c$ through a variety of

¹ Ph.D, head of department computer science and information technology, Donetsk National University named Vasyl Stus, Vinnitsa

² Dr. of Tech. Sc., prof. of department robotics and specialized computer systems, Cherkasy State Technological University, Cherkasy

indicator functions $\Lambda = \{\chi_{A_1}(\cdot), \dots, \chi_{A_c}(\cdot)\}$, and with a set of cluster centroids

$$M = \{\mathbf{m}_1, \dots, \mathbf{m}_c\}, \text{ at which } F = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \chi_{A_k}(a_i) \|\mathbf{x}_i - \mathbf{m}_k\|^2 \rightarrow \min_{\Lambda, M}.$$

Results and discussion. The results of comparison of the quantitative characteristics of the proposed method with the NJW (Ng, Jordan, Weiss) method described are presented in Table 1. In terms of accuracy, precision, completeness, balanced F-measure, the proposed method is more effective than the NJW method (table 1).

Table 1 Comparison of the proposed method with the existing NJW method

№ p/p	Method characteristics	Spectral clustering methods	
		This method	NJW
1	Accuracy	0.97	0.82
2	Precision	0.97	0.73
3	Completeness	0.97	0.82
4	Balanced F-measure	0.96	0.76

Scientific novelty. The proposed spectral clustering method improves the quality of clustering due to:

- automatic determination of the number of clusters based on the explained and sample variance rule;
- automatic scaling parameter based on local scaling;
- resistance to noise and random outliers by replacing the k-means method with a modified PAM method, i.e. replacing centroid clustering with medoid clustering.

Practical value. The proposed method makes it possible to expand the scope of clustering methods based on spectral decomposition, which is confirmed by its adaptation for the audit task, and contributes to increasing the efficiency of intelligent computer systems for general and special purposes.

References

1. Neskorodieva T.V. Rules and components of the methodology for generalized multiple display of information in the analytical accounting subsystem of the DSS of the upper level audit. Bulletin NTU «HPI». Series: System analysis, management and information technology. – Kharkiv: NTU «HPI», 2017. – № 55 (1276). p. 31–38.
2. Subbotin S. Diagnostic Rule Mining Based on Artificial Immune System for a Case of Uneven Distribution of Classes in Sample / S. Subbotin, A. Oliinyk, V. Levashenko, E. Zaitseva // Communications. – 2016. – Vol. 3. – P. 3–11.

ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ГІПЕРКОМПЛЕКСНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

Майже всі системи комп'ютерної алгебри (СКА) мають засоби оперування з комплексними числами в символьному або чисельному виглядах. Деякі СКА, а саме: Matlab, Mathcad, Mathematica, Maple, MuPAD, S-PLUS та ін. [1,2], мають засоби оперування з обмеженим набором гіперкомплексних числових систем, такими, як кватерніони, октоніони, кліффордові алгебри та деякі інші. Як правило, перелік операцій в цих СКА невеликий. Така ситуація потребує для вирішення конкретних задач з використанням гіперкомплексних числових систем (ГЧС) створення спеціального алгоритмічно-програмного забезпечення. Такі засоби являють собою пакет програм і процедур, створених на основі СКА Maple. Найбільш повний опис цього пакету представлено в роботі [3].

Так як система комп'ютерної алгебри Maple дозволяє створювати спеціалізовані пакети різних обчислювальних процедур, то програмний комплекс гіперкомплексних обчислень (надалі - ПКГО) являє собою пакет, що має свій ідентифікатор. ПКГО можна викликати, приєднувати до програми і транспортувати на інші комп'ютери. З процедур ПКГВ можна формувати програми обчислень, використовуючи засоби алгоритмічної мови Maple.

ПКГО може бути інстальований на будь-якому комп'ютері з операційною системою Windows і системою комп'ютерних обчислень Maple не нижче 5-ої версії. ПКГО відкритий для поповнення новими процедурами та редагування існуючих процедур будь-яким користувачем, що володіє Maple.

Багато уваги при розробці ПКГО було приділено способам і структурам представлення даних. Як було зазначено вище, ПКГО призначений для оперування з даними в гіперкомплексній вигляді. Як відомо, загальний вигляд гіперкомплексного числа такий [3]:

$$A = a_1 e_1 + a_2 e_2 + \dots + a_n e_n,$$

¹ к.т.н., доцент НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»

² д.т.н., с.н.с. Інституту проблем реєстрації інформації НАН України

де: n - вимірність ГЧС, a_i - алгебраїчні вирази, e_i - елементи базису ГЧС («уявні одиниці»).

Таку форму гіперкомплексного числа називають натуральною. Як показує досвід, оперувати з гіперкомплексними числами в натуральній формі досить незручно. Це пов'язано з тим, що різні операції виконуються з коефіцієнтами при базисних елементах, які потрібно виділяти і ідентифікувати.

Структурно ПКГО складається з наступних підсистем:

- алгебраїчних операцій в ГЧС;
- маніпуляції з ГЧС і таблицями Келі;
- визначення алгебраїчних характеристик Гіперкомплексні виразів;
- зберігання часто вживаних виразів;
- виконання модульних операцій з гіперкомплексні виразами;
- візуалізації і сервісу.

Така структура і склад програмного комплексу гіперкомплексних символьних обчислень в середовищі Maple дозволяє значно спростити процеси створення програмного забезпечення для математичного моделювання різних науково-технічних задач.

Всі процедури ПКГО можна використовувати при написанні програм вирішення різних задач з гіперкомплексними даними на мові програмування Maple. Для цього треба підключити до програми ПКГО у відповідності з нормами Maple та викликати потрібні процедури за їх ідентифікаторами.

Таким чином, створений ПКГО надає користувачу можливість значно скоротити обсяг «ручний» роботи при написанні програм для математичного моделювання різних обчислювальних процесів в умовах застосування гіперкомплексних чисел; використовувати вже готові, налагоджені і протестовані алгоритми і програми обчислень з гіперкомплексними числами, мати оперативний доступ, як до теорії гіперкомплексних числових систем, так і до практичних методів програмування в середовищі символьних обчислень Maple.

Перелік посилань

1. Клименко В.П. Современные особенности развития систем компьютерной алгебры/ Клименко В.П., Ляхов А.Л., Гвоздик Д.Н.// Математичні машини і системи. - 2011. - № 2. - С. 3 - 18. 2.ю Redfern M. Mathematical Computing: An Introduction in Programming Using Maple/ M.Redfern, D.Betounes//Hattiesburg: Springer-Verlag, 2002— 420 p. 3. Калиновский Я.А., Бояринова Ю.Е., Хицко Я.В.Гиперкомплексные вычисления в MAPLE - К:ИПРИ НАН Украины, 2020.- 180с. 4. Redfern M. Mathematical Computing: An Introduction in Programming Using Maple/ M.Redfern, D.Betounes//Hattiesburg: Springer-Verlag, 2002— 420 p.

МОБІЛЬНА СИСТЕМА КОМПІЛЯЦІЇ ТА ТЕСТУВАННЯ ДЛЯ НАВЧАННЯ ОСНОВАМ ПРОГРАМУВАННЯ

Робота присвячена розробці мобільного додатку до платформи Android, призначеного для навчання основам програмування на Java дітей та користувачів з низьким рівнем комп'ютерної грамотності.

Проектування мобільної системи компіляції та тестування здійснювалося за допомогою UML-діаграм (прецедентів, станів, послідовностей, класів і т.інш), які дозволяють визначати поведінку системи при її взаємодії з користувачем, відобразити взаємодію між певними об'єктами системи у часі, послідовність станів, які може приймати система при тих чи інших діях користувача або зміні деяких факторів, що впливають на її роботу. Система надає користувачеві можливість переглянути список доступних уроків. Користувач може одразу перейти до будь-якого уроку, де будуть відображені теоретичні навчальні матеріали, в яких описано базові способи роботи з мовою програмування Java [1-2], загальні для майже будь-якої сучасної мови програмування. Список доступних уроків – це список, що складається в основному з заголовків уроків, при натисканні на кожний з яких користувач переходить до обраного.

При перегляді теоретичної частини за кожною темою користувач може прочитати відомості щодо відповідної роботи з мовою програмування. Для цього використовується простий текст, приклади коду, а також приклади роботи консольних міні-програм при отриманні початкових даних ззовні і виведенні результуючих даних на екран. Після опанування теоретичною частиною користувач може перейти або до наступного теоретичного матеріалу, або до виконання практичного завдання, яке спрямоване на закріплення відповідних теоретичних положень. Практична частина уроку містить завдання з написання коду, при виконанні якого необхідно використати ті засоби, що були отримані протягом останнього уроку. Зазвичай сформульоване практичне завдання супроводжується множиною прикладів, аналогічних тому, яке повинен написати користувач. Для можливості компілювати введений здобувачем

¹ студент, Донецький національний технічний університет (м. Покровськ, Україна)

² докт. техн. наук, проф., Донецький національний технічний університет (м. Покровськ, Україна)

програмний код було застосовано відкриту бібліотеку BeanShell, використання якої значно вплинуло на архітектуру розроблюваної системи. Сама бібліотека є потокобезпечною, тому для того, щоб весь додаток не припиняв роботу у разі, коли користувач вводить, наприклад, код, що містить нескінченний цикл, виникла необхідність застосовувати специфічні архітектурні рішення. Наприклад, при автоматичній перевірці програмного коду, код користувача редагується, розміщується в середині потокобезпечного контексту, і тільки після цього передається інтерпретатору на виконання. Для того, щоб забезпечити симуляцію консольного введення-виведення при запуску користувацького коду для тестування в ручному режимі виникла необхідність у створенні додаткових класів, в тому числі, потоків, які забезпечують обмін даними між об'єктами, що були передані в якості параметрів до BeanShell-інтерпретатора та полем EditText, яке, безпосередньо, виступає емулятором консолі у GUI. Додатково до системи також підключено відкриту бібліотеку вихідного коду JustifiedTextView, яка дозволяє розміщувати вирівняний за шириною текст.

Перевірка правильності написаного програмного коду здійснювалася двома варіантами: автоматичним та ручним. При автоматичній перевірці додаток запускає користувацький код та порівнює його результуючі дані з очікуваними при певних наборах початкових даних, при цьому програмі користувача надається фіксований проміжок часу, при перевищенні якого виконання користувацького коду примусово завершується. При ручній перевірці користувач може взаємодіяти з написаною їм програмою завдяки симуляції консольного введення-виведення. Користувач може власноручно перевіряти свій код та бачити, як він реагує на введення тих чи інших даних з консолі, як він виводить на екран інформацію. На той випадок, якщо користувач помилково створив нескінченний цикл або іншу ситуацію, яка заважає подальшому тестуванню, йому надається можливість призупинити виконання коду. Після зупинки виконання коду можна знову запустити, щоб протестувати його роботу з іншим набором даних, не виходячи з екрану ручної перевірки. Обидва варіанти перевірки передбачають можливість припинення роботи користувацького коду в разі зациклення. Для цього розроблений додаток створює декілька окремих потоків, які забезпечують коректну роботу програми. Для зручності користування мобільним додатком розроблено зручний і зрозумілий користувацький інтерфейс.

Перелік посилань

1. Bloch J. Effective Java / J. Bloch. – Addison-Wesley Professional, 2018. – 412 p.
- . Ekkel B. Thinking in Java / B. Ekkel. – Prentice Hall, 2006. – 1150 p.

**КЛАСИФІКАЦІЯ ТЕКСТІВ НА ОСНОВІ
ЗАСОБУ «СТЕМЕР-ІДЕНТИФІКАТОР»**

Безперервне зростання обсягів інформації, в тому числі представленої в текстовій формі, зумовлює необхідність прискорення процесу її обробки. Прикладом задач комп'ютерної обробки тексту є задача класифікації – визначення категорії, до якої належить текст. Одним із шляхів прискорення класифікації є розподіл функцій обробки тексту між програмною та апаратною платформами [1]. При цьому програмно виконується попередня підготовка тексту (токенізація, виключення «стоп-слів», стемінг) [2], апаратно – безпосередня класифікація (ідентифікація).

Підвищення прискорення при апаратній реалізації процесу класифікації текстів можна досягнути шляхом додаткового перенесення певних обчислювальних функцій з програмної частини на апаратну. Зокрема, реалізація етапів виключення «стоп-слів» та стемінга на апаратній платформі дозволяє забезпечити паралельну організацію їх виконання. Структурна схема запропонованого пристрою «стемер-ідентифікатор» наведена на рис. 1 та орієнтована на імплементацію в базисі FPGA, зокрема серії Cyclone IV.

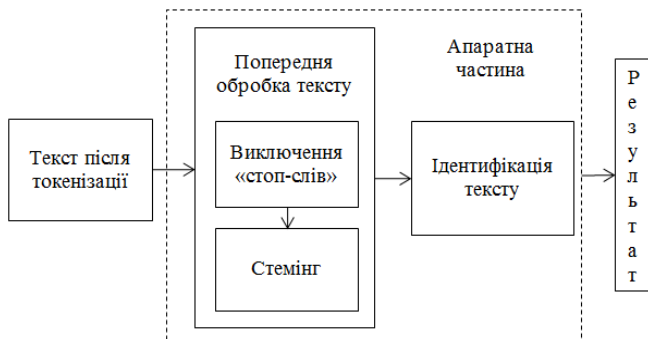


Рисунок 1 – Структурна схема «стемера-ідентифікатора»

¹ асистент каф. КСМ НУ «Запорізька політехніка»

² доцент каф. КСМ НУ «Запорізька політехніка»

³ студент каф. КСМ НУ «Запорізька політехніка»

На вхід апаратної частини пристрою подається текст, попередньо розділений на слова програмним способом та підготовлений у відповідності з форматом даних апаратної частини, тобто у вигляді двійкового ASCII коду [3].

Далі виконується стемінг слів у відповідності з таблицею суфіксів та скорочень, які було представлено в такому ж форматі даних, і видалення «стоп-слів», перелік яких визначено заздалегідь експертами. Паралельно виконується підрахунок вагових значень кожного отриманого терма.

В результаті формується перелік термів тексту з їхніми ваговими коефіцієнтами, на основі яких виконується ідентифікація приналежності тексту категорії.

Побудова схеми стемера-ідентифікатора на основі запропонованого способу створює можливість для паралельної обробки декількох текстів. Це зумовлено тим, що бібліотека суфіксів/закінчень та перелік простору ознак категорій є єдиним джерелом для всіх документів, які аналізуються. При цьому апаратна платформа дозволяє паралельно виконувати однотипні дії з різним набором вхідних даних. Однією з важливих переваг такого апаратного рішення є масштабованість. Таким чином, створюються умови для суттєвого скорочення часових витрат на класифікацію пакету документів у відповідності з переліком певних категорій.

Перелік посилань

1. Боярский К.К., Введение в компьютерную лингвистику: учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО, 2013. 72 с. 2. Програмно-апаратний спосіб прискорення процесу класифікації текстових документів / Т.В. Голуб, І.Я. Зеленьова, С.С. Грушко, М.А. Павлішин, А.О. Котенко // міжнар. наук.-практ. конф.: «Technical sciences: history, the present time, the future, EU experience», 27-28 september, 2019: тези доп., - Wlowlawek, Republic of Poland, 2019. – Р. 90-93. 3. Програмний спосіб підготовки текстових даних для їх апаратної обробки з використанням ПЛІС / Т.В. Голуб, І.Я. Зеленьова, С.С. Грушко // міжнар. наук.-практ. конф.: «Наука, техніка і технології: глобальні тенденції, проблеми та рішення», 26-27 вересня, 2020: тези доп., - Прага, Чеська республіка, 2020. – С. 54-57.

МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ПОРТФЕЛЯМИ ПРОЕКТІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Для промислових об'єктів в Україні в сучасних умовах існують суттєві проблеми, які пов'язані із фінансуванням енергозберігаючих заходів, вибором оптимальних способів вкладення коштів в інвестиційні проекти з підвищення енергоефективності, відсутністю інформаційних систем та недосконалістю організаційно-економічного механізму забезпечення енергозбереження на промислових підприємствах. Для запобігання фінансових втрат при формуванні сукупності енергозберігаючих заходів (портфелів проектів) потрібна розробка та вдосконалення методів оцінки ефективності програм енергозбереження, які враховують широкий вибір у використанні джерел інвестицій, призначених для їх реалізації.

Методи управління портфелями проектів енергозбереження належать до методів оптимізації інвестиційних портфелів, але при вирішенні більш загальної задачі варто мати на увазі специфіку предметної області та використовувати лише ті методи оптимізації, які дозволяють залишатися в заданих предметною областю обмеженнях. Треба зважати на важливі практичні аспекти: податки й операційні витрати, аспекти проектів енергозбереження, а також ринкова дохідність й ризикованість фінансових інструментів.

Для вирішення проблеми оптимізації інвестиційних портфелів було обрано портфельну теорію Марковіца [1]. Це теорія фінансових інвестицій, у межах якої за допомогою статистичних методів здійснюють якомога вигідніший розподіл ризику портфеля цінних паперів і оцінювання доходу, складовими елементами її є оцінювання активів, прийняття інвестиційних рішень, оптимізація портфеля, оцінювання отриманих результатів.

З математичної точки зору задача з формування оптимального портфеля являє собою квадратичну оптимізацію функції (пошук мінімуму) при лінійних обмеженнях на аргументи функції. Цей клас задач є добре дослідженим та виділено найефективніші алгоритми.

¹ старш. викладач НУ «Запорізька політехніка»

² ст. гр. КНТ-127 НУ «Запорізька політехніка»

³ ст. гр. КНТ-117 НУ «Запорізька політехніка»

Проведено роботу з порівняння результатів роботи алгоритму при випадковій генерації портфелів, як спочатку було запропоновано Марковіцем, та з оптимізованими випадковими результатами за допомогою пошуку мінімуму різних функцій (відношення Шарпа та волатильності портфелю).

Відношення Шарпа було розроблено для оцінки прибутку при заданих втратах та ризиках [2]. Для його розуміння є більш широка концепція прибутковості з поправкою на ризик. Ця концепція визначає наскільки ризик пов'язаний з прибутковістю, що виражається у вигляді коефіцієнту. Коефіцієнт описує, скільки надлишкового прибутку отримує інвестор за додаткову нестабільність, якої він зазнає за зберігання активу із більшим ризиком.

Волатильність (середньоквадратичне відхилення) портфелю показує оціночне коливання його прибутку. Очевидно, що дана функція спрямована лише на мінімізацію ризиків. Чим більша волатильність активу, тим більше її цінове коливання. Якщо застосовувати не до окремої акції, а до усього портфелю, то волатильність показує, наскільки різко може збільшитися або зменшитися (що критично) вартість усіх акцій портфелю.

Ефективність випадкової генерації портфелів залежить від кількості згенерованих портфелів та є лише емпіричним методом, який не дає оптимальних результатів. На відміну від нього, методи оптимізації (мінімізації або максимізації) відношення Шарпа або волатильності портфелю дають аналітичні оптимальні результати. При максимізації коефіцієнта Шарпа отримано портфель, що був ефективніший за прибутком, та більш ризикований. Проте при мінімізації волатильності портфелю отримано найменш ризикований портфель, з меншим прибутком. Важливо помітити, що дані методи також працюють набагато краще з великою кількістю примірників згенерованих портфелів, оскільки задача пошуку локального мінімуму не вирішує задачу пошуку глобального мінімуму.

Перелік посилань

1. Брігхем С. Р. Основи фінансового менеджменту: Пер. з англ. / С.Р. Брігхем.— К.: Вазак, 1997.— 1000 с.
2. Sharpe W. F. Mutual Fund Performance /W.F. Sharpe.— Journal of Business, №39.— 1966.— С. 119-138.

НЕОБХІДНІСТЬ ЦИФРОВИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ЕКОСИСТЕМИ УНІВЕРСИТЕТУ

Вступ. В результаті аналізу вітчизняного і зарубіжного досвіду реалізації цифрових перетворень було визначено їх необхідність для підвищення конкурентоспроможності закладу вищої освіти (ЗВО) серед провідних світових науково-освітніх центрів, підвищення привабливості української освіти на міжнародному освітньому ринку, забезпечення системного підвищення якості та розширення можливостей освіти (безперервної, дистанційної, дуальної, інклюзивної, тощо) для всіх категорій громадян за рахунок розвитку цифрового освітнього простору, а також для забезпечення навчального закладу компетентними кадрами.

У поточний момент для переважної частини ЗВО властиво розуміння цифрових трансформацій (ЦТ) в її вузькому сенсі – як переходу від аналогових даних до цифрових. В ЗВО значно відрізняється рівень розвитку передових освітніх технологій як невід'ємної умови ЦТ в її сучасному розумінні: від етапу зародження процесів впровадження передових технологій в освітній процес до стадії активного їх застосування. Наразі в Національному університеті (НУ) «Запорізька політехніка» існує досить велика кількість автоматизованих систем, розроблених в рамках закладу, таких як база даних приймальної комісії, система ведення контингенту студентів, система «Деканат», система формування навчальних планів та розподілу навантаження, система ведення співробітників та система рейтингової оцінки діяльності науково-педагогічних працівників, кафедр і факультетів. Крім того, зі сторонніх ресурсів використовується: ЄДЕБО (Єдина державна електронна база даних з питань освіти) – система для ведення процесу навчання з моменту подання заяви на вступ до моменту отримання диплому студента; moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) – система для керування електронними курсами для навчання. Використання вищевказаних систем задовольняє вимоги підрозділів, в яких вони використовуються, проте відсутність зв'язків між ними призводить до

¹ аспірант кафедри ПЗ, ст. викладач кафедри Е та ЕА НУ «Запорізька політехніка»

² к.т.н., професор кафедри ПЗ НУ «Запорізька політехніка»

³ к.т.н., доцент кафедри ПЗ НУ «Запорізька політехніка»

великої кількості дублюючої інформації, складності під час її передачі, інколи до необхідності «ручного» перенесення інформації з однієї системи до іншої. Як наслідок, отримуємо необхідність контролю інформації в декількох системах, підвищення втрат часу співробітників та збільшення кількості помилок за рахунок людського фактору. Для подолання цих проблем та створення інформаційної екосистеми університету необхідно визначити ключові вимоги [1] до ІТ-інфраструктури ЗВО, в тому числі управління його процесами, контингентом студентів, кадровим потенціалом, використання наявних статистичних інструментів. На основі визначених вимог, була побудована модель ЦТ ЗВО, в якій власні та сторонні програмні системи будуть функціонувати взаємопов'язано, з інтеграцією необхідних частин даних з мінімальною кількістю дублювання інформації.

ЦТ містять не тільки впровадження нових технологій, але й розвиток нової корпоративної культури. Сучасні вимоги до організації індивідуальних треків навчання студентів, врахування результатів онлайн-навчання за міжнародними програмами для розвитку формальної та неформальної освіти, необхідність швидкого переходу на онлайн-навчання через пандемію COVID-19 вимагають трансформації психології співробітників закладу з метою забезпечувати рівний доступ до послуг, інформації та знань, що надаються на основі інформаційно-комунікаційних та цифрових технологій. Даний напрямок розвивається авторами в рамках міжнародного проекту «ViMaCs: Virtual Master Cooperation Data Science» [2], який направлено на розроблення міжнародних модулів магістерського рівня й впровадження цифрової інфраструктури для спільного навчання та віртуальної мобільності студентів та персоналу.

Висновок. Створення екосистеми університету потребує детального опрацювання вимог кожного підрозділу, аналізу необхідного функціоналу з точки зору кожної зацікавленої особи, існуючих програмних систем та їх можливостей, визначення точок для інтеграції між системами.

Перелік посилань

1. Каплієнко, Т. І. Сучасні методи виявлення та аналізу вимог в процесі розроблення інформаційних систем та технологій [Текст] / Т.І. Каплієнко, О.О. Каплієнко, С.І. Шило, А.А. Ліпак// Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій: тези доповідей VII Міжн. наук.-практ. конф., 21–23 вересня, 2016, Запоріжжя, Україна. – С. 147 – 148. 2. ViMaCs: Virtual Master Cooperation Data Science [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://go-study-europe.de/vimacs>

ФОРМУВАННЯ ЗНАНЬ ДЛЯ РОБОТИЗОВАНОГО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО СЕРВІСНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МЕТОДОМ КЛАСИФІКАЦІЙНИХ ДЕРЕВ РІШЕНЬ

Безліч організацій з кожним роком все більше схиляються до використання роботів і роботизованих систем в своїй роботі [1]. На сучасному етапі затребувані роботи, що надають інтелектуальний сервіс [2]. Для цього класу роботів завдання придбання, подання та обробки знань в реальному часі є актуальною.

Завдання придбання знань для цього класу роботів можна розбити на два етапи: автономне і оперативне навчання. При автономному навчання знання закладаються в систему експертом на етапі створення сервісу. При такому методі експерти дають узагальнене уявлення про клас сервісів шляхом опису шаблонів. Заздалегідь надати дані особливостей сервісу для кожного об'єкта неможливо, тому повинні використовуватися методи навчання з вчителем на основі безлічі прикладів в оперативному режимі.

На другому етапі навчальні приклади можуть надходити послідовно в міру появи запитів від об'єктів в процесі роботи робота. В такому випадку необхідно розглядати методи оперативного (не автономного) навчання.

У даній роботі розглядається підхід для першого етапу формування знань, який ґрунтується на автономному навчанні на безлічі прикладів. Розглядається сервіс, що надається роботом, який патрулює приміщення офісу з метою попередження пожежонебезпечних ситуацій. Робот повинен навчатися класифікувати ситуацію в приміщенні як пожежонебезпечну або пожежобезпечну. Так як відповідь на питання «ситуація пожежобезпечна?» є логічне значення true або false, то пропонується використання булевої класифікації на основі дерева рішень [3].

Для навчання повинна бути сформована навчальна вибірка. У навчальну вибірку повинні входити всі значущі атрибути, які, на думку експерта, впливають на пожежобезпечну ситуацію.

Навчальний приклад є відповіді істинне або помилкове значення результату (пожежобезпечна ситуація). Приклади формуються на основі

¹ д.т.н., професор, Український державний університет залізничного транспорту

² асистент, Приазовський державний технічний університет

даних від датчиків температури, вологості, загазованості і освітленості.

Був обраний метод навчання дерева рішень. Процес навчання відбувається традиційно в два етапи [3]. На першому етапі весь набір навчальних прикладів розбитий на дві частини: навчальний набір даних (70% від загальної кількості прикладів) і тестова вибірка, на якій систему тренували після навчання. На другому етапі виконувалася перевірка якості навчання і перенавчання з коригуванням глибини вибірки.

Даний підхід був використаний для визначення термів. Визначення пожежобезпечної ситуації формувалося на безлічі умов (лінгвістичного опису даних від датчиків температури (Т), вологості (Н), концентрації газів (Р) і освітленості (L)). Було виділено по 3 терма: для Т {недостатня, малоймовірна, можлива}, для Н {сухо, досить волого, дуже волого}, для Р і L {низька, середня, висока}. Області можливих значень даних кожного датчика були розбиті на інформаційні гранули. Наприклад, область значень температури покривалася безліччю гранул $\{T1 = [0,10), T2 = [10,20), \dots, T80 = [790,800)\}$. У навчальних прикладах вказувалося ім'я гранули, наприклад, T_i . З результатами навчання (дерево класифікації) працював спеціальний алгоритм виділення граничних гранул для кожного терма, що і становить мету навчання – формування визначення термів на безлічі інформаційних гранул.

Нижче показаний один із прикладів, який використовується для навчання. ((Температура - можлива, гранула T_i), (вологість - сухо, гранула H_i), (концентрація газу - середня, гранула P_i), (освітленість - середня, гранула L_i)) → пожежобезпечна ситуація – небезпечна.

Перелік посилань

1. Business Models That Work For Robot-As-A-Service Companies In 2019 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://insights.rlist.io/p/report-robot-as-service-companies.html>, свободный. 2. Hao, W.; Menglin, J.; Guohui, T.; Qing, M.; Guoliang, L. R-KG: A Novel Method for Implementing a Robot Intelligent Service. AI 2020, 1, 117-140. 3. Рассел С. Искусственный интеллект. Современный подход/ С. Рассел. – Вильямс, 2007. – 1408с.

ЗАСІБ ВИБОРУ МЕТОДОЛОГІЙ РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО АНАЛІЗУ

В наш час існує багато методологій розроблення програмного забезпечення (ПЗ). Відомо, що від вдало обраної методології залежить успіх проєкту. Аби зробити правильний вибір необхідно врахувати багато характеристик проєкту, таких як: складність системи, розмір та досвід команди, ризики, час, бюджет, тощо. Досі немає єдиної і універсальної інструкції, за допомогою якої можна було б обрати оптимальну для заданих вхідних умов методологію. Тож проблема вибору методології розроблення ПЗ, з якою стикаються керівники та розробники проєктів є складним і часоємним процесом.

В даний час цій проблемі присвячено ряд праць, для її розв'язання пропонують різні моделі та експертні системи підбору методології розроблення ПЗ.

Так, наприклад, в [1] запропоновано класичну експертну систему з дуже обмеженою кількістю методологій та критеріїв їх вибору. Основним недоліком такої системи є складність заповнення бази знань. Варто, щоб при підборі враховувалось якомога більше існуючих методологій розроблення ПЗ, також варто враховувати багато різних критеріїв в залежності від характеристик проєкту. Якщо намагатись зробити базу знань якомога повнішою, то передбачити всі деталі буде надзвичайно складно, особливо враховуючи, що часто думки експертів розходяться. Також в такому типі систем всі критерії є рівноцінними і користувач не може змінити їх пріоритетність.

Виходячи з цього, на нашу думку, значно кращим варіантом вирішення даної задачі є використання методів багатокритеріального аналізу. Наприклад, в [2] запропоновано підхід до вирішення проблеми вибору Agile методології для малих і середніх проєктів, базуючись на методі SMARTER. В [3] для підбору оптимальної методології пропонується використовувати метод PAPRIKA. А в [4] описано спосіб підбору технології тестування проєкту, використовуючи методи АНР (для

¹ ст. гр. ПЗІП-113, кафедри програмного забезпечення НУ «Львівська політехніка»

² к.т.н., доцент кафедри програмного забезпечення НУ «Львівська політехніка»

³ д.т.н., професор кафедри систем штучного інтелекту НУ «Львівська політехніка»

визначення ваг критеріїв) та TOPSIS.

В цій роботі запропоновано гнучкий та комплексний засіб, який включатиме в себе програмний інтерфейс для збору експертних оцінок, визначення пріоритетності критеріїв для певного проєкту, а також вибір методології, враховуючи значення критеріїв, їх вагу та експертні оцінки.

Кожен експерт матиме змогу оцінити можливі значення всіх критеріїв відносно певної методології по 10-бальній шкалі. Наприклад, оцінка значень критерію «тип бюджету» експертом зі SCRUM може виглядати таким чином: «фіксований» — 3 бали, «може змінитись» — 7 балів, «Time & Materials» — 10 балів. Оцінки експертів агрегуватимуться.

Пріоритетність критеріїв часто є однаковою для багатьох проєктів, наприклад, обмеження бюджету є значно вагомішим за рівень документування. Але все ж бувають випадки, для яких потрібно передбачити можливість динамічного задання важливості критеріїв. Для цього добре підходить метод багатокритеріального аналізу АНР (Analytic Hierarchy Process). Користувач попарно порівнює критерії і за допомогою АНР система обчислить ваги для кожного з них.

Користувач вазуватиме значення критеріїв, і, враховуючи їх вагу та відповідні експертні оцінки цих значень відносно методологій, система зможе підібрати найкращу методологію. Для цього буде використано метод скаляризації «зважена сума».

В цій роботі представлено архітектуру системи, дизайн бази даних та вайрфрейми інтерфейсу користувача. Програмний засіб буде реалізовано у вигляді веб-системи, створеної за допомогою фреймворку Ruby on Rails, в якості СУБД використовуватиметься PostgreSQL.

Використання даного засобу керівниками проєктів та розробниками ПЗ дозволить їм значно швидше та ґрунтовніше обирати найкращу методологію розроблення ПЗ для успішної реалізації проєкту.

Перелік посилань

1. Kumar K., Kumar. S., A Rule-based Recommendation System for Selection of Software Development Life Cycle Models. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes. 2013.
2. V. B. S. Silva, F. Schramm, A. C. Damasceno, A multicriteria approach for selection of agile methodologies in software development projects. IEEE Intl Conf. on Systems, Man, and Cybernetics (SMC). 2016.
3. G. Hernández-Ledesma, E. G. Ramos, C. A. Fernández-y-Fernández, J. R. Aguilar-Cisneros, J. J. Rosas-Sumano, L. A. Morales-Ignacio, Selection of Software Testing Technique: A Multi Criteria Decision Making Approach. Research in Computing Science. 2017.
4. Victor, M., Upadhyay, N., Selection of Software Testing Technique: A Multi Criteria Decision Making Approach. Springer Berlin Heidelberg. 2011

КЛАСИФІКАЦІЯ СИГНАЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ІЗ ЗАЛУЧЕННЯМ МОВИ JAVA

Для своєчасного прийняття рішень при скануванні композитних матеріалів потрібно вирішувати задачу класифікації отримуваних сигналів. Для цього доцільно використовувати нейронні мережі (НМ). Універсальність НМ та попит на них породжує задачу їх реалізації на різних мовах програмування з використанням сучасних технологій.

У роботі запропоновано створювати нейронні мережі засобами мови Java, яка відноситься до об'єктно-орієнтованих[1]. Структура нейронної мережі складалась з шести класів: *Neuron*, *Layer*, *InputLayer*, *HiddenLayer*, *OutputLayer* та *NeuralNet*. Використовувався багатошаровий персептрон, а в якості алгоритму навчання обирався алгоритм Левенберга-Марквардта. Для реалізації навчання додавалися класи *Training*, *Backpropagation* та *Levenberg-Marquardt*. Алгоритм Левенберга – Марквардта використовував множину функцій алгоритму зворотного розповсюдження *Backpropagation*; але доповнювався знаходженням матриці Якобі.

Для функціонування нейронної мережі використовувалися функції активації, які нормалізують дані, а також фактично є логічним ядром нейрона: вони дозволяють отримати вихідні значення сигналу по вхідним. Використовувались наступні функції активації: гіперболічний тангенс $f(x) = \frac{e^{2x}-1}{e^{2x}+1}$; та сігмоїдна функція $f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$.

При скануванні поверхні композитних матеріалів отримуються сигнали двох форм: унімодальні, які характерні для довгої вузької тріщини, та бімодальні, котрі фіксують точковий дефект.

Метою навчання є зниження помилки, яка відображає розбіжність між очікуваними і отриманими результатами. Помилка визначається на кожній епосі і при успішному навчанні повинна ставати меншою. Критерієм виступала середньо квадратична помилка: Mean Squared Error (MSE)

$$mse = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (t_i - a_i)^2;$$

Для вирішення поставленого завдання використовувався багатошаровий персептрон з 21 нейронів у вхідному шарі (за кількістю компонент вхідного вектора), прихований шар та 2 нейрони у вихідному шарі (за кількістю компонент вихідного вектора, тобто маємо дві форми сигналу).

¹ Канд. техн. наук, доцент каф. ЕОМ ДНУ імені О. Гончара

Для знаходження оптимальної кількості нейронів у прихованому шарі проводилися експерименти. Значення мінялися від 8 до 15 нейронів у шарі. У свою чергу змінювались функції активації - гіперболічний тангенс *hypertang* та сігмоїдна функція *siglog* у прихованому шарі та вихідному [2].

В результаті знайдена оптимальна конфігурація для створюваної нейронної мережі: прихований шар має 11 нейронів і функцію активації *siglog*, у вихідному шарі використовується функція активації - *hypertang*. Результати наведені на рис. 1: жовтим кольором позначені очікувані значення, а чорним – отримувані, які оцінені нейронною мережею.

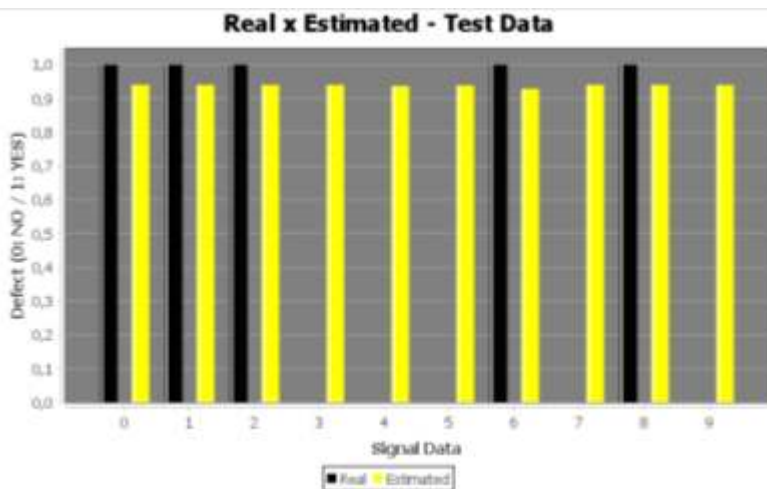


Рисунок 1 – Очікувані значення та значення, оцінені нейронною мережею.

Перелік посилань

1. Fábio M. Soares, Alan M.F. Souza, Neural Network Programming with Java, - Birmingham, 2016. -244 p.
2. Matveeva N.A. Using Neural Networks programming on Java for solving the problem of signal recognition. - Dnipro: «System technologies», 2019. -Вип. 1(110). –S. 124-131

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ОСВІТЛЕНОСТІ ЗА КОГНІТИВНИМИ КАРТАМИ З НЕЧІТКОЮ ЛОГІКОЮ

Ефективність роботи, психологічний та фізичний стан – це показники, які є відображенням рівня комфорту людини в приміщенні. Візуальний комфорт досягається сукупністю окремих, значною мірою нечітких, показників освітленості, які впливають одне на одного та можуть внести як позитивну, так і негативну візуальну складову. Виявлення основних показників візуального середовища та оцінка впливу показників одне до одного є актуальним завданням і в роботі вирішується за допомогою моделювання на основі нечітких когнітивних карт [1].

Основний показник, який впливає на рівень візуального комфорту (Visual comfort) є рівень освітленості (Light level) (рис.1), який згідно стандарту [2] для житлових приміщень складає 150 lx.

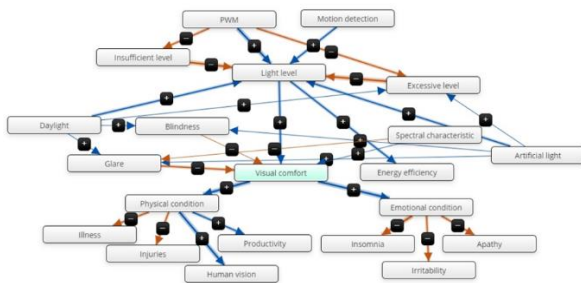


Рисунок 1 – Нечітка когнітивна карта показників комфортної освітленості у середовищі Mental Modeler [3]

Рівень освітленості залежить від впливу таких показників як денне світло (Daylight), штучне світло (Artificial light), недостатній рівень освітленості (Insufficient level), надмірний рівень освітленості (Excessive level), можливості регулювання рівня штучної освітленості (PWM), виявлення руху людини в приміщенні (Motion detection). Окрім основних показників є окремі, які впливають на рівень візуального комфорту:

¹ Доцент кафедри ІТ, к.т.н. Т.Г.Петренко, УкрДУЗТ, Харків

² Аспірант кафедри ІТ, П.Г.Бодавський, УкрДУЗТ, Харків

осліплення, зумовлене інтер'єром, впливом денного або штучного освітлення (Blindness); блискавість ламп (Glare); відповідність ламп спектральним характеристикам (Spectral characteristic). Рівень візуального комфорту впливає на фізичний стан людини (Physical condition): захворюваність (Illness), травматизм (Injuries), зір людини (Human vision), продуктивність (Productivity); та психологічний (Emotional condition) стан людини: безсоння (Insomnia), дратівливість (Irritability), апатія (Apathy). Окрім візуального комфорту, рівень освітленості (Light level) сприяє більшій енергоефективності, зменшуючи витрати на електроенергію.

В якості прикладу (рис.2) наведено сценарій впливу на фізичний і емоційний стан людини спектральних характеристик ламп. Відповідність ламп спектральним характеристикам позитивно впливає на рівень візуального комфорту, емоційного та фізичного стану людини, що призводить до збільшення продуктивності, кращого зорового сприйняття інформації. Високий рівень візуального комфорту призводить до зниження таких негативних ефектів як блискавість, травматизм, захворюваність, роздратованість, безсоння, апатія.

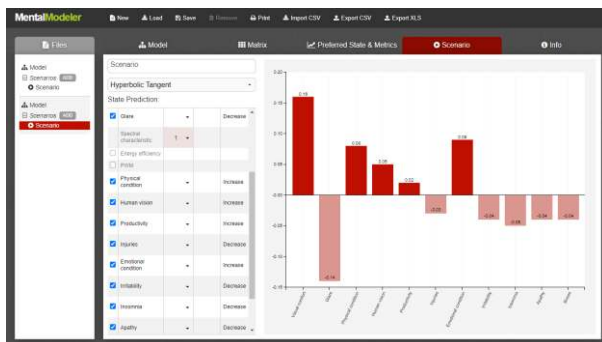


Рисунок 2 – Вплив показника спектральних характеристик ламп на фізичний і емоційний стан людини

Перелік посилань

1. Kosko B. Fuzzy cognitive map. Int. J. Man-Machine Studies. 1986, 24, pp.65-75.
2. ДБН В.2.5-282018. Природне і штучне освітлення. Вид. офіц. Київ: Державне підприємство «Укрархбудінформ», 2018. 133с.
3. MentalModeler URL: <http://www.mentalmodeler.org/> (Last accessed: 29.09.20)

ВИЗНАЧЕННЯ ЛОКАЛЬНОЧУТТЄВИХ ГЕШІВ ДЛЯ ПОБУДОВИ РОЗПІЗНАВАЛЬНИХ ТА ДІАГНОСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

При побудові діагностичних та розпізнавальних моделей за прецедентами, що характеризуються великою кількістю ознак, виникає проблема скорочення розмірності даних, що полягає у заміні вихідного опису прецедентів описом меншої розмірності.

Одним з можливих шляхів зменшення розмірності опису даних є локальночуттєве гешування [1–2]. Методи побудови локальночуттєвих гешів [1–2], як правило, вимагають досить тривалих розрахунків, оскільки ґрунтуються на переборі випадкових перетворень.

Мета роботи полягала у створенні методу обчислення локальночуттєвих гешів, вільного від недоліків відомих методів.

Пропонований метод передбачає визначення гешу для s -го екземпляра вибірки $x^s = \{x_j^s\}$, $j = 1, 2, \dots, N$, де x_j^s – значення j -ї вхідної ознаки s -го екземпляра x^s , N – кількість вхідних ознак, за формулою:

$$x_*^s = \sum_{j=1}^N w_j x_j^s,$$

де w_j – ваговий коефіцієнт для j -ї ознаки, що визначається таким чином.

Етап 0. Для заданої вибірки спостережень $\langle x, y \rangle$, $x = \{x^s\}$, $y = \{y^s\}$, $s = 1, 2, \dots, S$, де y^s – значення вихідної ознаки екземпляра x^s , та заданого максимально припустимого значення помилки $0 \leq \varepsilon \ll S$ нормувати значення ознак, відобразивши їх на інтервал $[0, 1]$:

$$x_j^s = \left(x_j^s - \min_{i=1,2,\dots,N} \{x_i^s\} \right) / \left(\max_{i=1,2,\dots,N} \{x_i^s\} - \min_{i=1,2,\dots,N} \{x_i^s\} \right).$$

Етап 1. Визначити граничну кількість рівних за довжиною інтервалів Q , на які розбиваються діапазони значень ознак: $Q = \max \{ \lceil \log_2 S \rceil, \min \{S, 2K\} \}$. Для усіх $j = 1, 2, \dots, N$ прийняти кількість інтервалів,

¹ д.т.н., завідувач кафедри Програмних Засобів, Національний Університет "Запорізька політехніка"

на які розбивається діапазон значень j -ї ознаки, $Q_j = Q$.

Етап 2. Для кожної j -ї ознаки, $j=1, 2, \dots, N$ виконати п. 2.1–2.4.

2.1. Розбити діапазон значень j -ї ознаки на Q_j рівних за довжиною інтервалів;

2.2. Визначити для q -го інтервалу значень j -ї ознаки, $q=1, 2, \dots, Q_j$:

– кількість екземплярів k -го класу, що потрапили до нього $S_k^{j,q}$,

$k=1, 2, \dots, K$, де K – кількість класів.

– помилку для кожного q -го інтервалу значень j -ї ознаки:

$$E_{j,q} = \sum_{s=1}^S \sum_{p=s+1}^S \{1 | -1 \leq Qx_j^s - q \leq 0, -1 \leq Qx_j^p - q \leq 0, y^s \neq y^p\}.$$

2.3. Визначити сумарну помилку для усіх інтервалів j -ї ознаки:

$$E_j = \sum_{q=1}^{Q_j} E_{j,q}$$

2.4. Якщо помилка для усіх інтервалів j -ї ознаки E_j є прийнятною ($E_j \leq \varepsilon$), то скоротити кількість інтервалів j -ї ознаки у два рази, встановивши $Q_j = \lceil Q_j / 2 \rceil$, й перейти до п. 2.1, у іншому випадку – повернути попереднє розбиття діапазону j -ї ознаки.

3. Визначити ранги ознак r_j у порядку збільшення Q_j : чим більше Q_j , тим менше ранг j -ї ознаки. Для ознак з однаковими значеннями Q_j евристично будемо вважати більш важливою ту, яка індивідуально є більш значимою для вихідної змінної, або ознаку з меншим номером.

4. Встановити ваги ознак:

$$w_j = \left(\max_{j=1,2,\dots,N} \{Q_j\} \right)^{N-r_j} \text{ або } w_j = \left(2^{\left\lceil \log_2 \max_{j=1,2,\dots,N} \{Q_j\} \right\rceil} \right)^{N-r_j}.$$

Перелік посилань

1. Tsai Yi-Hsuan, Yang Ming-Hsuan Locality preserving hashing. IEEE International Conference on Image Processing (ICIP). 2014. P. 2988–2992. doi:10.1109/ICIP.2014.7025604.
2. Gionis A., Indyk P., Motwani R. Similarity Search in High Dimensions via Hashing. Proceedings of the 25th Very Large Database (VLDB) Conference, 1999. P. 518–529.

ПОШУК АСОЦІАТИВНИХ ПРАВИЛ ДЛЯ СИСТЕМИ ДОМАШНЬОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ МУНОМЕ

Розвиток інформаційних технологій, зростання обсягів даних, нестача фахівців з аналізу даних спричиняють появу нових аналітичних інструментів, зокрема для галузі Інтернету речей (IoT) [1]. Сьогодні технології IoT значно розширюють можливості збору, аналізу та поширення даних, які людство може перетворити на інформацію та знання. Найчастіше поняття IoT нерозривно пов'язане з чимось «розумним»: Розумний будинок, Розумний транспорт, Розумне місто, Розумне виробництво і т.д.

Системам типу Розумний будинок притаманна постійна генерація великих об'ємів даних з подальшим аналітичним поданням та розпізнаванням корисних подій для удосконалення алгоритмів управління та прийняття рішень у майбутньому [2]. Тим не менш, на сьогоднішній день у задачі аналізу даних найбільш трудомістким процесом є очищення даних від шумів і правильне представлення одержуваних даних з системи домашньої автоматизації.

Як показали проведені дослідження, для роботи з даними в системі домашньої автоматизації MyHome від компанії Legrand використовується офіційне програмне забезпечення (ПЗ) для збору даних. Це ПЗ під'єднується до шинної системи MyHome [3] за допомогою шлюзів (Mh200, F452, F453AV) або USB-шлюзу (L4686SDK scs-open) та відображає команди, що відбуваються у системі. За допомогою цього забезпечення можливо переглядати дані, якими обмінюються пристрої системи, та відображати їх у консолі. Виведення команд пристроїв дозволяє технічному фахівцю аналізувати події для вирішення технічних проблем або загального аналізу роботи пристроїв.

ПЗ для аналізу даних - це спеціально розроблений комплекс програм, який містить у собі велику кількість модулів, що відтворюють математичні моделі методів та алгоритмів аналізу даних, зокрема пошуку асоціативних правил. Прикладами такого ПЗ є KNIME, Orange 3, Weka, NodeXL та інші.

Для аналізу специфічних даних системи MyHome не

¹ Аспірант кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

² К.т.н., доц. кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

використовується жодне ПЗ, тому аналіз та використання існуючого програмного забезпечення для аналізу даних системи MyHome є актуальною задачею. Для вирішення цієї задачі було розглянуто та описано структуру команд системи MyHome та запропоновано можливе представлення цих даних, що дозволяє розділити неперервні транзакції системи на проміжки за Європейськими часовими нормами, після чого провести пошук асоціативних правил.

Було виконано підключення до системи MyHome та збір команд системи в реальному часі з подальшою обробкою та імпортом даних у ПЗ Orange3 для пошуку асоціативних правил. Ця система з відкритим вихідним кодом надає потужний інструментарій для візуалізації та аналізу даних. Інтелектуальний аналіз даних проводиться шляхом візуального програмування і за допомогою Python сценаріїв. Модуль Frequent Itemset дозволяє обрати мінімальну підтримку команд у відсотках для відображення та виділити кількість повторень від загальної транзакції (пошук всіх найпоширеніших наборів елементів). Модуль Association Rule дозволяє виконати налаштування мінімальної підтримки, мінімальної достовірності та кількості генерації правил.

Створення зв'язаних інтеграцій із збором даних та поточним імпортом у ПЗ дозволить прискорити процеси обробки та аналізу даних для генерації асоціативних правил, що допоможуть вирішувати задачі пошуку закономірностей при функціонуванні системи для надання рекомендацій користувачу щодо питань ресурсозбереження та оптимізації алгоритмів управління системою.

Перелік посилань

1. The future of data & business analytics – 7 things to expect. Інтернет-ресурс: <http://clicdata.com/blog/future-of-data-analytics>. 2. Ridzuan F., Zainon W. M. N. W. A Review on Data Cleansing Methods for Big Data //Procedia Computer Science. – 2019. – Т. 161. – С. 731-738. 3. Home automation systems. Інтернет-ресурс: <https://www.legrand.co.uk/products/user-interface/home-automation>. 4. Open source machine learning and data visualization. Інтернет-ресурс: <https://orange.biolab.si>

ФОРМУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ВІРТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ОБРОБКИ ДАНИХ В СЕРЕДОВИЩІ ХМАРНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

Бурхливий розвиток засобів телекомунікацій, комп'ютерних мереж, технологій хмарних обчислень зосереджують увагу системних аналітиків та розробників прикладних систем обробки даних на все більшому використанні обчислювальних ресурсів віртуальних систем. Ефективність таких рішень проявляється у наданні доступу на час проведення обробки даних до ресурсів сучасних високопродуктивних комп'ютерних систем з потрібним встановленим системним та прикладним програмним забезпеченням з відшкодуванням витрат тільки за час використання ресурсів [1].

Враховуючи потреби замовників виконання процедур обробки даних, можна обрати архітектуру віртуальної системи, яка найбільш точно відповідає вимогам обробки та обраним критеріям ефективності, які визначають якість рішення, що приймається, та його ступінь відповідності з мінімальними витратами.

Критерії ефективності можуть бути представлені показниками часу обробки даних, вартістю послуг, що замовляються, обсягами потрібних ресурсів віртуальної комп'ютерної системи, готовністю системи обробки до реалізації обчислень в момент звертання, надійністю виконання обчислень, обсягами, вартістю і часом зберігання даних замовників та ін.

Наявність декількох критеріїв ефективності прийняття рішень щодо вибору провайдера послуг хмарної обробки потребує застосовувати алгоритми та процедури багатокритеріальної оптимізації, їх обґрунтування з формуванням підмножин Парето-оптимальних рішень, використовувати методи порівняльного аналізу з визначенням системи шкал та оцінок поточних рішень, що вимагає розробку певних інформаційних технологій як універсального застосування, так і спеціального, призначеного для вирішення задач обраної предметної області.

Динамічність змін потреб віртуальної обробки даних, досить високі показники готовності віртуальних обчислювальних засобів від різних провайдерів, їх достатньо висока ефективність та можливість оперативної варіації обсягами ресурсів, що використовуються під час обробки на

¹ К.т.н., професор кафедри ППТУ НТУ «ХП»

перше місце серед вимог до процедур формування рішень ставлять їх швидкість виконання та продуктивність.

Попередній вибір бажаних варіантів архітектури може бути виконано з використанням нечіткої логіки [2]. Багатокритеріальний аналіз альтернатив складається в упорядкуванні елементів множини варіантів архітектури побудови системи обробки даних за обраними критеріями. Ця процедура дозволяє значно зменшити розмірність задачі, що розглядається. Але для подальшого більш детального аналізу потрібно використовувати моделі та процедури математичного програмування.

В цілому задача вибору провайдера хмарних обчислень з розподілом обсягів робіт обробки даних може бути представлена математичною моделлю дискретного програмування з векторним критерієм наступного вигляду.

Для відомого на момент часу t поточного стану системи $S_i(t)$, значень вектору даних X , що контролюються в системі управління, необхідно знайти значення вектору управління Y , який забезпечує потрібну зміну стану системи $S_k(t)$ з екстремальним значенням векторного критерію ефективності в реальному часі: $F(X, Y, S_i(t)) \rightarrow \text{extr}, S_i(t) \rightarrow S_k(\tau), \tau > t$.

Показано, що формалізація наведених співвідношень для задач вибору архітектури віртуальної системи обробки даних в хмарному середовищі дозволяє сформулювати класи моделей, на основі яких можуть бути отримані рішення, що відповідають поставленим цілям та критеріям. Визначення ієрархії критеріїв дозволяє проводити серію розрахунків, результати яких можуть використовуватися для формування архітектури віртуальної системи обробки даних в середовищі хмарних обчислень

Перелік посилань

1. Amazon EC2. Режим доступу: <https://aws.amazon.com/ru/ec2/> (дата звернення: 15.04.2019).
2. Подиновский В. В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. / В. В. Подиновский, В. Д. Ногин. – М.: Наука, 1982 – 464 с.
3. Шевченко С.В. Обґрунтування попереднього вибору архітектури системи обробки даних з використанням нечіткої логіки / С. В. Шевченко, В. О. Гужва, В. Д. Малиш, І. Ю. Морква. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – № 2 (2019). – С. 81-87.

4 СЕКЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ПРОЕКТУВАННІ ТА ВИРОБНИЦТВІ ЕЛЕКТРОННИХ АПАРАТІВ»

УДК 004.89

Каргін А.О.¹, Іванюк О.І.²

ПРЕДСТАВЛЕННЯ КАРТОГРАФІЧНИХ ЗНАЬ ПРО ОТОЧЕННЯ В МОДЕЛЯХ КОГНІТИВНОЇ РОБОТОТЕХНІКИ

Вирішення проблеми навігації розумної автономної машини (РАМ) представляється у вигляді неперервного циклічного вирішення чотирьох задач: сприйняття та обробки інформації про оточення, побудови карти та самокалібрації на ній, планування маршруту руху, управління переміщенням по маршруту. Характер оточення та початкових знань про нього, сенсорних систем, обчислювальних можливостей визначають методику вирішення зазначених задач. Одним із вживаних та перспективних підходів до вирішення проблеми навігації в рамках когнітивної робототехніки є підхід ситуаційного управління, заснований на нечітких системах [1]. В рамках ситуаційного управління знання РАМ про цілі та маршрути руху, робочій простір, власне положення і стратегії управління представляють у вигляді множин фактів та правил. Так, зокрема важливим є представлення картографічних знань РАМ про оточення.

Картографічні знання відіграють ключову роль у вирішенні задачі планування маршруту руху. Коли карта оточення є заздалегідь відомою, розглядають планування глобального маршруту. Для цього застосовують різні методи глобального планування, зокрема діаграми Вороного, графи видимості, штучні потенційні поля, клітинну декомпозицію тощо [2]. Значна частина цих методів на основі відомої карти оточення будує граф можливих шляхів руху, до якого можна застосувати пошукові алгоритми для визначення оптимальних за певним критерієм маршрутів.

На рис. 1 наведено приклад застосування алгоритму вертикальної клітинної декомпозиції до карти штучного оточення та отриманий граф

¹ д.т.н., завідувач кафедри інформаційних технологій Українського державного університету залізничного транспорту

² аспірант кафедри інформаційних технологій Українського державного університету залізничного транспорту

можливих шляхів руху (дорожню карту).

Граф можливих шляхів руху для використання у моделях ситуаційного управління можна представити у вигляді набору з n нечітких правил. Загальний вигляд таких картографічних знань у вигляді правил:

$R_p^{map} : \text{IF CF_f}_{LM_i} \text{ is high and CF_f}_{LM_j}^{sat} \text{ is high THEN cf_f}_{Out_dir}^{sat} = 1;$
 $p = 1, 2, \dots, n; i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, k.$

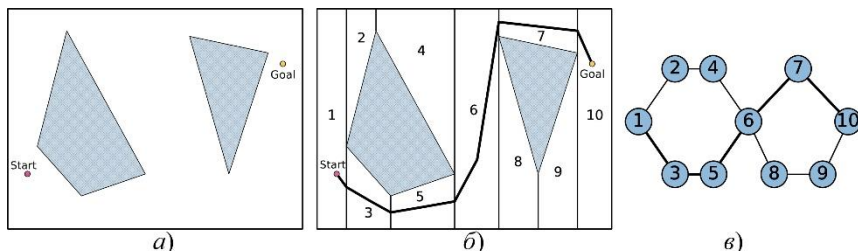


Рисунок 1 – Приклад роботи алгоритму вертикальної клітинної: декомпозиції а) вихідна карта оточення; б) розбиття оточення на клітини (показано маршрут від стартової точки до цілі руху, отриманий за допомогою пошуку в ширину); в) граф шляхів руху

У полі **IF** правило містить вказівку на певну точку (маркер, LM) простору LM_i (у вигляді факту f_{LM_i}) та на іншу точку простору LM_j (у вигляді факта-супутника $f_{LM_j}^{sat}$), з якою безпосередньо пов'язана точка LM_i . Таке правило може бути активізовано тільки в тому випадку, коли відповідні обом фактам, лінгвістичні змінні (CF), що описують їх фактори впевненості приймають значення *high*. Так, факти, поміщені в поле **IF**, описують ребро на графі можливих шляхів руху, а сукупність усіх пар фактів з полів **IF** множини картографічних правил є виключним переліком ребер графу можливих шляхів руху.

В полі **THEN** міститься вказівка на ідентифікатор виїзної дороги, що пов'язує LM_i з LM_j (у вигляді факта-супутника $f_{Out_dir}^{sat}$). Цей ідентифікатор характеризує напрямок руху, наприклад, у випадку руху по прямокутному лабіринту він може приймати значення з множини {північ, схід, південь, захід}, а в більш загальному випадку градусну міру відхилення за певною (глобальною або локальною системою координат). Якщо правило є активізованим, фактору впевненості факта-супутника $f_{Out_dir}^{sat}$ надається позитивне значення (на це вказує +1), величина якого

визначається на основі нечіткого виводу за моделлю Такагі-Сугено.

Перелік посилань

1. Kargin, A., Panchenko, A., Ivaniuk, O. Motion Control of Smart Autonomous Mobile System Based on the Perception Model: ICTE ToL 2019. Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure: / Ginters E. et al. Springer, Cham, 2020. doi.org/10.1007/978-3-030-39688-6_20. 2. Siegwart, R. et al. Introduction to Autonomous Mobile Robots, 2011.

УДК

Малий О.Ю.¹, Фарафонов О.Ю.¹, Фурманова Н.І.¹

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ПРИСТРОЇВ ТА АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ БЕЗКОНТАКТНОГО ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ТІЛА

При поширенні коронавірусної інфекції COVID-19 широке застосування знайшли безконтактні (інфрачервоні) градусники, які мають безліч переваг. Особливо гостро постало питання швидкого вимірювання температури тіла на пропускних пунктах підприємств різних сфер економіки. Контактні способи вимірювання для даного завдання не дуже добре підходять через порівняно високого часу вимірювання, що в свою чергу уповільнює пропускну процес на підприємствах.

Рішення даного завдання на різних підприємствах проводиться двома способами: ручними пірометрами температури тіла або за допомогою автоматизованих пропускних пунктів термометрії тіла.

Перший варіант передбачає роботу на пропусчному пункті людини, яка буде проводити виміри, використовуючи ручний пірометр. Даний спосіб дешевший з точки зору вартості обладнання, але має ряд недоліків. В першу чергу, це передбачає наявність додаткового штату працівників на пропускних пунктах. У випадках, коли на підприємствах і так передбачається наявність охоронців на входах цей недолік вирішується сам собою. Другим недоліком для більшості ручних пірометрів є відсутність можливості автоматизації обліку пропускового режиму. Третім недоліком є необхідність контакту працівника проводить температурний контроль з людиною, для якого термометрія проводиться, що є не сильно бажаним фактором в умовах пандемії, тому викликає додатковий ризик

¹ канд. техн. наук, доц. каф. ІТЕЗ НУ «Запорізька політехніка»

зараження працівника пропускового пункту.

Другий варіант реалізації позбавлений зазначених недоліків, але є більш дорогим рішенням, а також дозволяє вносити додаткову погрішність, в разі якщо людина, для якої проводиться термометрія, підносить до вимірника не ту частину тіла, яка передбачена для контролю.

Основними показниками ручних пірометрів є:

- точність вимірювання;
- кут огляду;
- наявність контактного датчика (термопари) для калібрування;
- наявність лазерного цілевказателя;
- можливість запису фото / відео процесу вимірювання;
- наявність і спосіб передачі даних на ПК;
- реєстрація та утримання даних на дисплеї.

Основні параметри автоматизованих систем термометрії тіла:

- точність вимірювання;
- частина тіла, для якої проводиться вимірювання температури;
- наявність, тип та точність датчиків відстані до шкіри при вимірюванні;
- габаритні розміри;
- можливість запису фото / відео процесу вимірювання;
- спосіб передачі даних на ПК, додаткові інтерфейси передачі даних;
- наявність звукової, світлової індикації, дисплея в корпусі;
- можливість управління турнікетами і іншими силовими пристроями для пропуску на територію.

Заявлена точність вимірювання ручних пірометрів температури тіла коливається, як правило, від $0,02^{\circ}\text{C}$ до $0,2^{\circ}\text{C}$, але реальна точність з урахуванням дозвільних параметрів первинного перетворювача коливається в межах $0,1-0,4^{\circ}\text{C}$ в залежності від якості виконання оптичної системи фокусування ІЧ випромінювання і розрядності АЦП.

Кут огляду оптичної системи фокусування - стягуваний кут, в межах якого вимірювальний прилад збирає променисту енергію на один чутливий елемент, або кутова проекція чутливого елемента на поверхню об'єкта вимірювання. Даний параметр грає роль для можливої дальності проведення вимірювань. При великому куті отримується випромінювання фокусується з більшої площі, а отже можливо захоплення випромінювання не тільки з частини тіла а й з навколишніх об'єктів тому вимірювальне пляма при цьому зростає (рис.1).

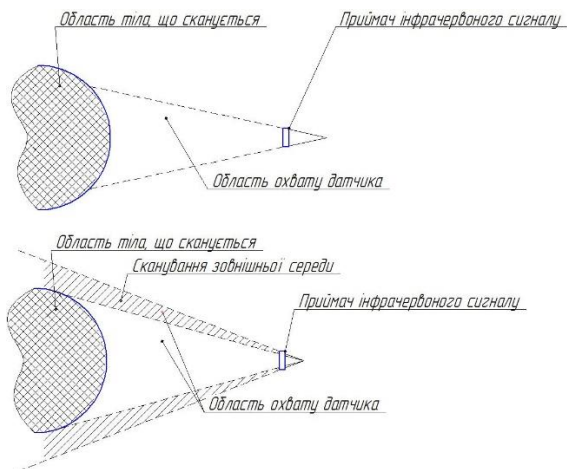


Рисунок 1 – Порівняння датчиків з різним кутом огляду оптичної системи фокусування

Можна зробити висновок, що вибір типу та конкретної моделі безконтактного термометру залежить від мети та точності вимірювання.

Перелік посилань

1. Byrnes, James. Unexploded Ordnance Detection and Mitigation (англ.). — Springer, 2009. — Р. 21—22. — ISBN 978-1-4020-9252-7. 2. Kim Y.H., Yang I., Bae Y.-S., Park S.-R. // BioTechniques. 2008. V. 44. N 4.P. 495–505

УДК 004.42:621.317.3

Точилін С.Д.¹, Демченко М.М.²

ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВИМІРІВ НА ОСНОВІ ARDUINO ТА PROCESSING

Розробка програмно-апаратних комплексів (ПАК) для електричних вимірів (ЕВ) є актуальною задачею.

На сучасному ринку електронних компонентів доступні

¹ канд. фіз.-мат. наук, доцент, НУ «Запорізька політехніка»

² студент групи КНТ-519М, НУ «Запорізька політехніка»

мікроконтролерні плати Arduino. Їх можна використовувати як апаратну частину ПАК для ЕВ. Із цією метою плати програмують, зокрема, за допомогою скетчів Arduino IDE, які зберігаються у файлах формату *.ino.

У той час для створення кросплатформних ПАК із платами Arduino можна використовувати комп'ютерні додатки, які написані на мові програмування Processing.

У даній роботі був розроблений ПАК для ЕВ на основі Arduino UNO та програм Complex_DAS.ino і Complex_GUI.pde.

Основні характеристики ПАК:

1. Діапазон виміру напруги: 0-25 В.
2. Діапазон виміру струму: 0-3 А (для виміру струму використовувався датчик струму GY-MAX471).
3. Діапазон виміру опору: 0-10 кОм.

Програма Complex_DAS.ino дозволяла використовувати Arduino UNO як систему збору даних ЕВ. Для відображення результатів вимірів і керування роботою ПАК використовувався додаток Complex_GUI.pde із графічним інтерфейсом користувача, розроблений на Processing. Вікно цієї програми, перед проведенням ЕВ, зображене на рис. 1.

Вимір напруги та періодичне відображення її значень у полі вводу «VOLTMETER, V» починався при натисканні на кнопку «MV». Натискання на кнопку «MR» приводило до ЕВ опору та відображення його значень у полі вводу «OMMETER, OM». У свою чергу активація кнопки «MA» запускала ЕВ струму та відображення його значень у полі вводу «AMPERMETER, A».

У той час при натисканні на кнопку «MS» будь-який активний процес електричних вимірів переривався, при цьому у всіх полях вводу встановлювалися значення «0.000».

На рис. 2, як приклад, зображене вікно програми Complex_GUI.pde у процесі ЕВ електричного струму.

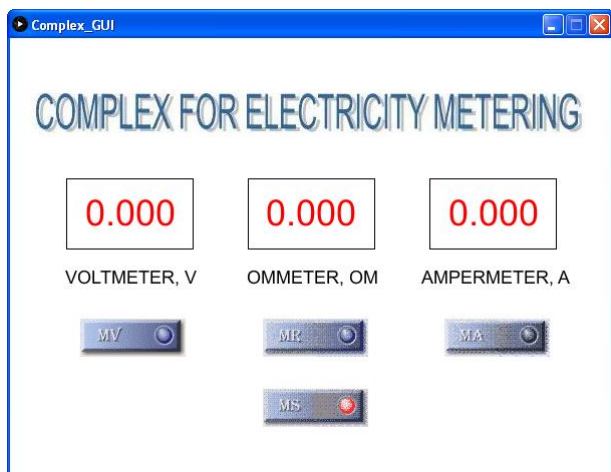


Рисунок 1 – Вікно програми Complex_GUI.pde перед проведенням ЕВ

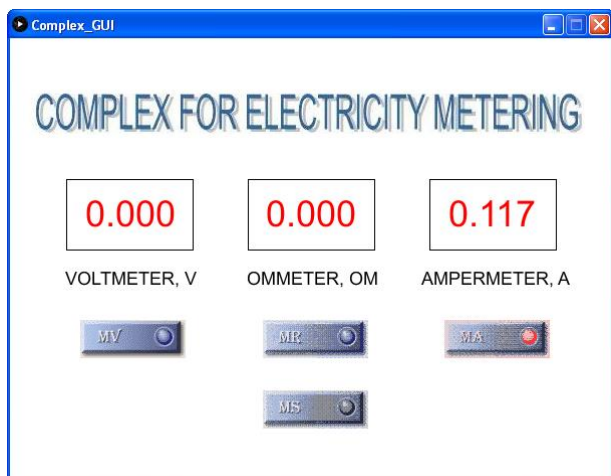


Рисунок 2 – Вікно програми Complex_GUI.pde при вимірі електричного струму

Надалі передбачається модернізувати розроблений ПАК, зокрема, розширити діапазони ЕВ напруги та опору.

ПРОГРАМА ДЛЯ ПРОСТОГО РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ

Простий регресійний аналіз (ПРА) широко використовується при обробці статистичних даних. Проста регресія - модель, де середнє значення Y_r залежної змінної Y розглядається як функція однієї незалежної змінної X , тобто це рівняння вигляду: $Y_r = f(X)$.

Регресійний аналіз виконується, як правило, за допомогою спеціальних комерційних комп'ютерних програм, які мають графічний інтерфейс користувача (Graphical User Interface - GUI) і в багатьох випадках жорстко прив'язані до певної платформи.

При цьому розробка кросплатформних комп'ютерних програм з GUI для ПРА є актуальною проблемою.

У даній роботі за допомогою мови програмування JavaTM була розроблена кросплатформна програма DS_Regression для ПРА з GUI, яка при роботі використовувала різні моделі регресії. Знаходження їх параметрів здійснювалося за допомогою метода найменших квадратів, а також метода Гаусса (при рішенні систем лінійних рівнянь).

На початку роботи із програмою вибиралася модель регресії для аналізу даних. Вибір здійснювався при включенні прапорця GUI, назва якого збігалася з необхідним рівнянням. Потім, за допомогою меню «File», дані для аналізу поміщалися в таблицю «Data». Рядки цієї таблиці також могли заповнюватися даними для X та Y , які розміщалися в полях вводу «X» та «Y of PV», за допомогою кнопки «Input» (поля «X» та «Y of PV» використовувалися і при прогнозуванні значень Y_r для відповідних аргументів X). Для видалення рядка, всіх рядків таблиці «Data» використовувалися кнопки «Cut Row» і «Clear», відповідно. Список GUI визначав ступінь n поліноміальної моделі регресії в межах від 1 до 6.

Запуск обробки даних здійснювався при натисканні на кнопку «Calculate». При цьому програма розраховувала коефіцієнти рівняння регресії, середню помилку апроксимації, а також індекс детермінації або коефіцієнт детермінації (при $n > 1$), їх значення з'являлися в таблиці «Coefficients C_n», а також полях вводу «ME, %» та «R²», відповідно.

¹ канд. фіз.-мат. наук, доцент, НУ «Запорізька політехніка»

² старший викладач, НУ «Запорізька політехніка»

³ інженер-програміст, КП «НБК «Іскра»

Також програма для аргументу X , який цікавив користувача, визначала прогнозовану величину PV моделі, і поміщала її в поле вводу « Y or PV ». Крім того, розраховувалися і зіставлялися фактичне значення та критичне (для рівня значимості 0,05) F -критерію Фішера. Результат зіставлення з'являвся в полі вводу « $F ? F_{0.05}$ ». Значення коефіцієнтів f_1 і f_2 (f_1 - число параметрів при X в моделі регресії, $f_2 = m - f_1 - 1$, де m - число спостережень), які використовувалися при розрахунку, з'являлися в таблиці «Values f_m ». У той час вихідні дані і розрахована залежність $Y_r = f(X)$ відображалися в графічному вигляді, а значення Y_r і залишків регресії, для всіх X з набору даних, розміщалися в таблиці «Data».

Вікно програми при роботі в тестовому режимі зображене на рис. 1.

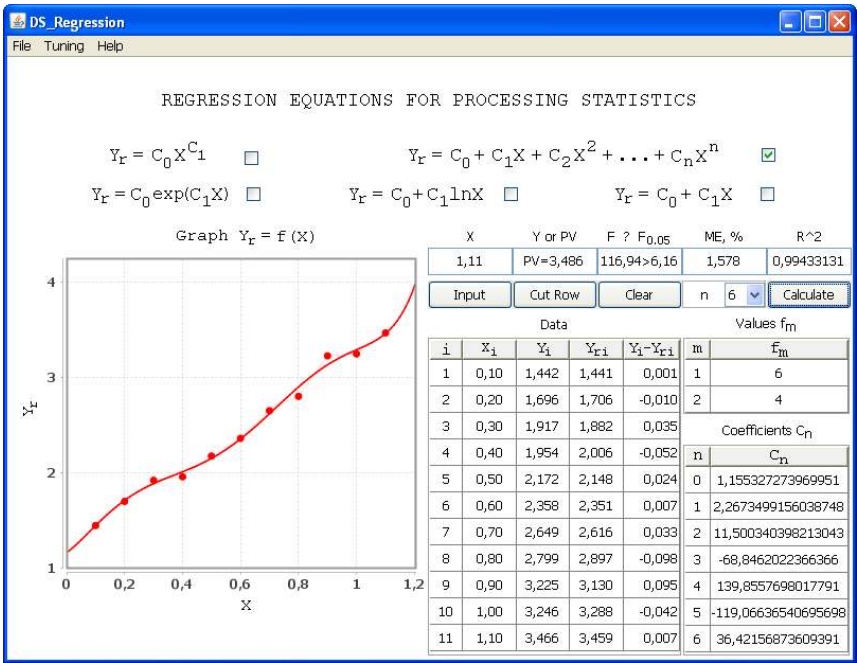


Рисунок 1 – Вікно програми DS_Regression при регресійному аналізі даних

Надалі передбачається модернізувати додаток DS_Regression, зокрема, при ПРА даних забезпечити можливість порівняння фактичного значення F -критерію Фішера та критичного при різних рівнях значимості.

ПРИКЛАДНА ПРОГРАМА ДЛЯ ЦИФРОВОГО СПЕКТРОМЕТРА BTC-110S

Як правило, компанії, які виготовляють спектральне устаткування, поставляють цифрові спектральні прилади і прикладне програмне забезпечення (ПО) в комплекті, у ряді випадків воно прив'язано до певної платформи. Таке прикладне ПО постачається зі спектрометром BTC-110S.

Нами розроблена Java-програма DS_Spectrometer (кросплатформне прикладне ПО) для BTC-110S з графічним інтерфейсом користувача (ГІК), який розміщувався на панелі з вкладками: «Registration» та «Processing». Компоненти ГІК вкладки «Registration» керували процесом реєстрації приладом оптичних спектрів та відображали спектральні дані. Вікно програми DS_Spectrometer зі спектром фотолюмінесценції (ФЛ) червоного паперу, зареєстрованим BTC-110S, зображене на рис.1.

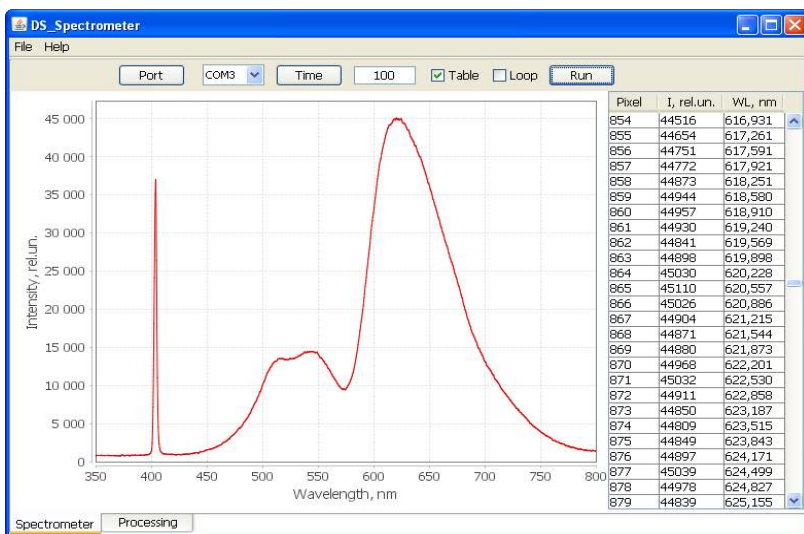


Рисунок 1 – Вікно програми DS_Spectrometer зі спектром ФЛ червоного паперу

¹ канд. фіз.-мат. наук, доцент, НУ «Запорізька політехніка»

² інженер-програміст, КП «НБК «Іскра»

При роботі з компонентами ГІК вкладки «Registration» за допомогою списку та кнопки «Port», вибирався СОМ-порт спектрометра, а при натисканні на кнопку «Time» задавався час експозиції спектра (у мілісекундах). Процес реєстрації починався після натискання на кнопку «Run». У випадку «включення» прапорця «Loop» реалізовувався багаторазовий режим реєстрації, при «виключенні» - однократний. При роботі спектрометра в багаторазовому режимі реєстрації кнопка «Run» мала назву «Stop» та використовувалася для її зупинки. Зареєстрований спектр відображався на панелі додатка в графічному вигляді. При «включенні» прапорця «Table» спектральні дані могли представлятися і у табличному вигляді. Компоненти ГІК вкладки «Processing» використовувалися для виконання над спектрами арифметичних операцій. При цьому повзунки цієї вкладки встановлювали необхідні значення коефіцієнтів, які прямо пропорційно змінювали інтенсивність спектрів, над якими виконувалися арифметичні операції.

Вікно програми DS_Spectrometer при вирахуванні зі спектра ФЛ жовтого паперу спектра ФЛ червоного зображено на рис.2. Спектри ФЛ паперу були отримані за допомогою фіолетового лазера та фільтру ЖЗС5.

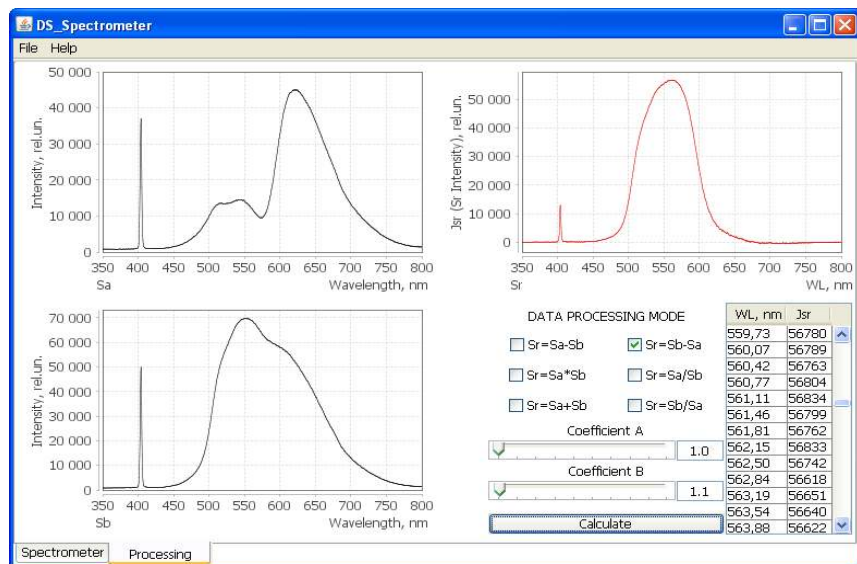


Рисунок 2 – Вікно програми DS_Spectrometer при вирахуванні зі спектра ФЛ жовтого паперу спектра ФЛ червоного

КРОСПЛАТФОРМНИЙ ВІРТУАЛЬНИЙ СПЕКТРОАНАЛІЗАТОР

Перспективним напрямком у плані досягнення високих експлуатаційних параметрів є створення засобів вимірів на базі персональних комп'ютерів [1]. При цьому розробка віртуальних приладів (ВП) для електричних вимірів є актуальною задачею.

У даній роботі був розроблений кросплатформний віртуальний спектроаналізатор (ВС). Він складався зі звукової плати комп'ютера та Java-програми ST_Analyzer із графічним інтерфейсом користувача.

Вікно додатка з спектром коливань частотою 10^4 Гц (від цифрового генератора), що був зареєстрований при роботі ВП, зображене на рис. 1.

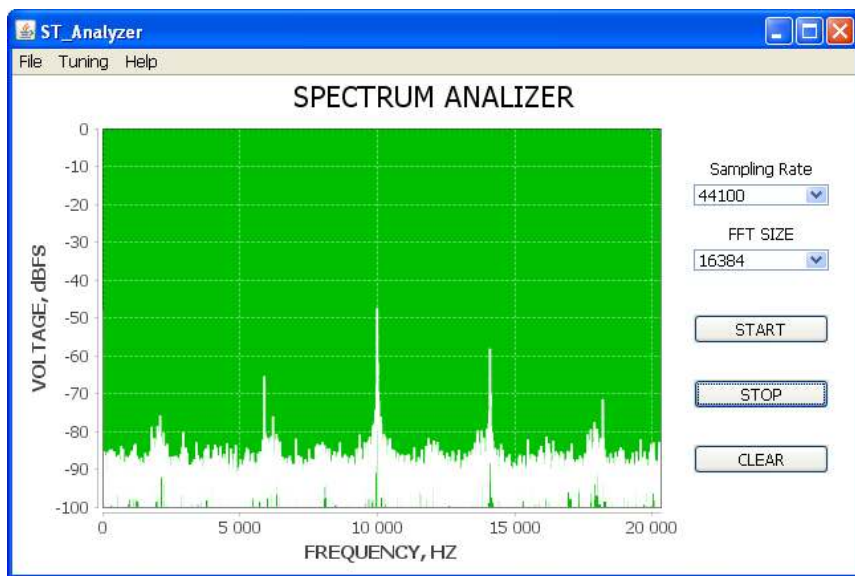


Рисунок 1 – Вікно програми ST_Analyzer з зареєстрованим спектром електричних коливань

Програма ST_Analyzer при аналізі даних використовувала швидке

¹ канд. фіз.-мат. наук, доцент, НУ «Запорізька політехніка»

² інженер-програміст, КП «НВК «Іскра»

перетворення Фур'є (ШПФ). На початку роботи з нею за допомогою списків «Sampling Rate» та «FFT SIZE» вибиралася частота дискретизації та розмір блоку даних для ШПФ, відповідно. Запуск та зупинка ВС здійснювалися при натисканні на кнопки «Start» і «Stop», відповідно. Кнопка «Clear» очищала екран приладу. Користувач ВС за допомогою меню «File» міг зберегти спектр у файлі та відкрити його для перегляду. Інформація про ВС була доступна при використанні меню «Help». За допомогою меню «Tuning» настраювалась область відображення (ОВ) спектра. На рис. 2 зображено вікно Java-програми ВС з спектром коливань частотою 10^4 Гц, з іншою чим на рис. 1 областю відображення.

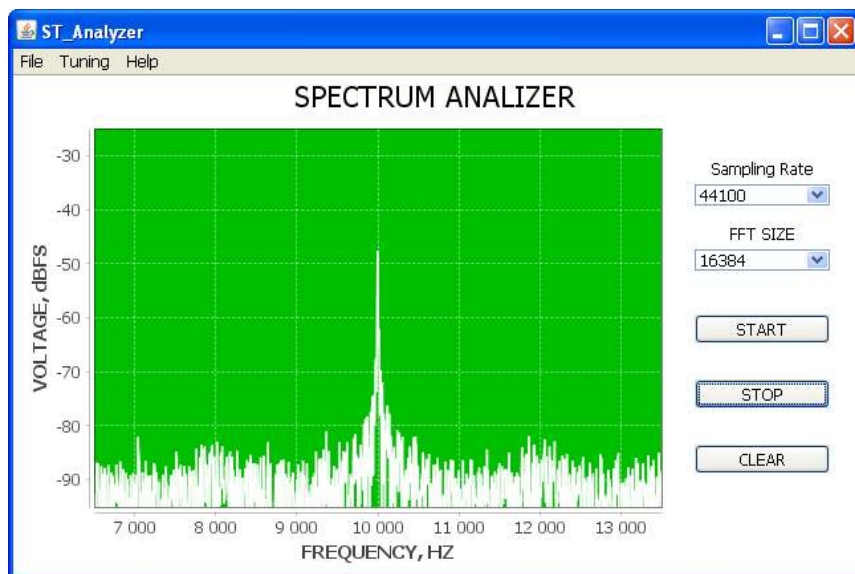


Рисунок 2 – Вікно програми ВС з іншою чим на рис. 1 ОВ спектра

Надалі передбачається модернізувати розроблений ВС, зокрема, при аналізі спектрів використовувати різноманітні оконні функції.

Перелік посилань

1. Богатырев С.Д. Генератор частоты на персональном компьютере / С.Д. Богатырев, Ю.А. Пильщикова, В.В. Родин // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11 (часть 4). – С. 909-912.

КРОСПЛАТФОРМНИЙ ВІРТУАЛЬНИЙ ОСЦИЛОГРАФ З 12-РОЗРЯДНОЮ СИСТЕМОЮ ЗБОРУ ДАНИХ

У наш час віртуальні прилади знаходять широке застосування. Їх розробка є актуальною задачею.

У даній роботі був розроблений кросплатформний віртуальний осцилограф (ВО), що складався з 12-розрядної системи збору даних (СЗД) та комп'ютерної програми (DS_Oscillograph), створеної на мові програмування JavaTM, яка керувала роботою ВО і відображала осцилограми коливань амплітудою від 0 до $\pm 2,5$ В та частотою f до 10 кГц. Вікно додатка DS_Oscillograph з осцилограмою електричних коливань з $f = 1$ кГц, зареєстрованою при роботі ВО, зображене на рис. 1.

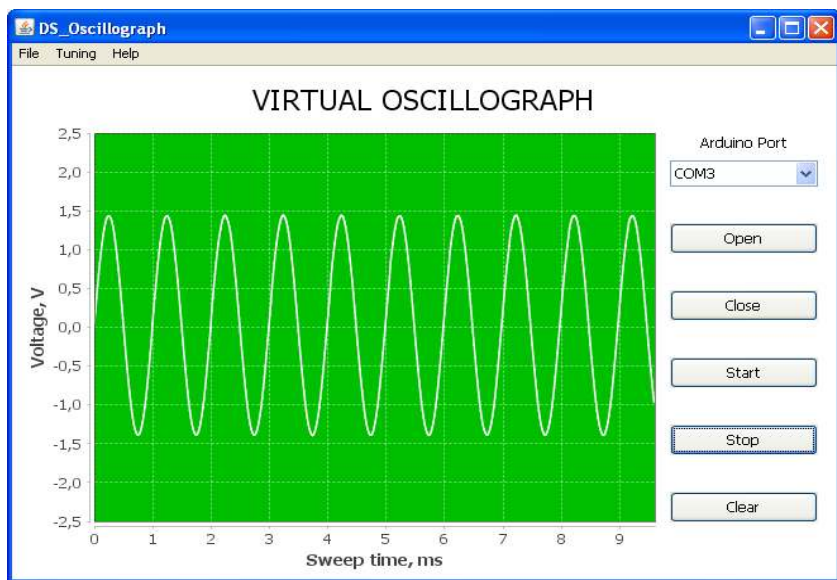


Рисунок 1 – Вікно програми DS_Oscillograph з зареєстрованою осцилограмою

¹ канд. фіз.-мат. наук, доцент, НУ «Запорізька політехніка»

² інженер-програміст, КП «НВК «Іскра»

СЗД була створена на основі плати Arduino Mega 2560 до якої підключався 12-розрядний АЦП MCP3201 з SPI-інтерфейсом обміну даними, що працював разом з повторювачем вхідної напруги на Rail-to-Rail операційному підсилювачі ОРА340.

При роботі з ВО за допомогою списку, що розкривається, та кнопки «Open» вибирався COM-порт доступний СЗД (для його закриття використовувалася кнопка «Close»). Запуск та зупинка ВО здійснювалися при натисканні на кнопки «Start» і «Stop», відповідно. Кнопка «Clear» очищала екран приладу. Користувач програми за допомогою меню «File» мав можливість зберегти осцилограму у файлі формату *.csv та відкрити її для перегляду. За допомогою меню «Tuning» настраювалась область відображення (ОВ) осцилограми. Інформація про ВО та особливостях його роботи була доступна при використанні меню «Help».

На рис. 2 зображено вікно програми ВО з осцилограмою коливань частотою 1 кГц, з іншою чим на рис. 1 областю відображення.

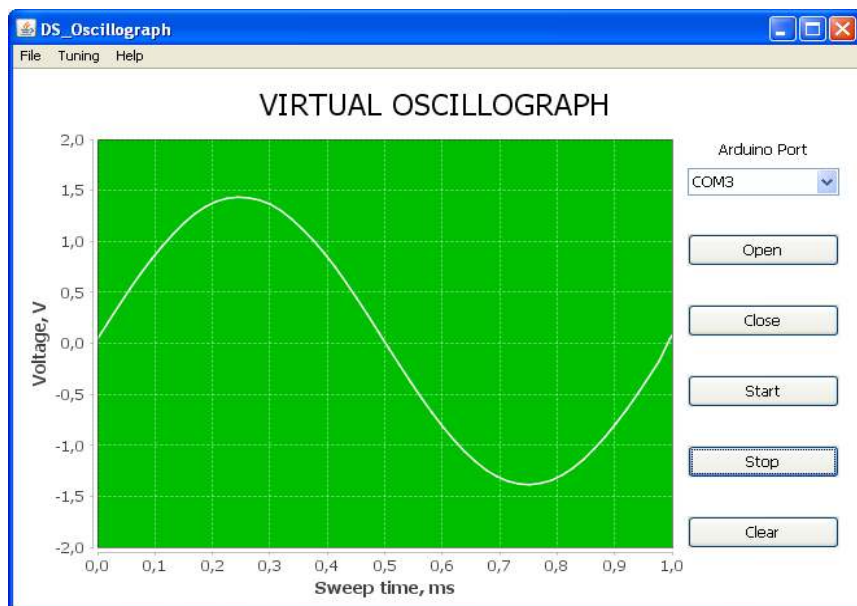


Рисунок 2 – Вікно програми ВО з іншою чим на рис. 1 ОВ осцилограми

Надалі передбачається модернізувати розроблений віртуальний осцилограф, зокрема, поліпшити його робочу напругу та дозвіл.

ВИКОРИСТАННЯ ФРЕЙМВОРКУ XAMARIN У РОЗРОБЦІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ КЕРУВАННЯ АВТОНОМНИМИ РОБОТАМИ

Керування автономними роботами здійснюється шляхом використання мікроконтролерів (промислових контролерів для великогабаритних проектів) та комп'ютерів. Якщо центр прийняття рішень розташований на роботі, то для рішення складних завдань необхідно використовувати персональний комп'ютер – найчастіше у одноплатному виконанні.

Одноплатні персональні комп'ютери (ПК) зазвичай використовуються з Linux-подібними системами. Але є також одноплатні рішення під керуванням Windows (наприклад LattePanda). Складні завдання щодо прийняття рішень та забезпечення зв'язку можна розв'язувати за допомогою системи Android та використовувати задля цього планшети та смартфони. Для керування механізмами робота звичайно використовують мікроконтролери.

Одноплатні ПК мають змогу забезпечити подекуди пряме керування з використанням GPIO інтерфейсів, але це може призвести до додаткових завдань та не вкладається у концепцію realtime. Окрім цього, одноплатні ПК зазвичай мають додаткові інтерфейси для зв'язку з мікроконтролерним блоком керування роботом (UART, I2C, SPI, іноді CAN). Рішення з операційною системою Android для керування роботом можуть використовувати WiFi, USB та Bluetooth. Але WiFi є тільки у серії мікроконтролерів ESP та використовується для зв'язку з віддаленими пристроями, забезпечення доступу до мережі Internet у приміщеннях та для відеозв'язку. Bluetooth потребує додаткових модулів у мікроконтролерному блоці керування та нестійкий до завдань. Тому виникає необхідність зв'язку між компонентами робота з використанням USB. В рішеннях з використанням Windows та Linux це легко забезпечити, використовуючи перетворювачі USB-UART. У системах Android необхідна реалізація досить довгого алгоритму взаємодії з USB. Також складною є реалізація робота з іншими типами пристроїв прийняття рішень – наприклад, заміна Android на LattePanda під керуванням Windows, або пристроєм iOS. Розробку програми керування необхідно вести заново,

¹ к.т.н. доцент кафедри ІТЕЗ НУ "Запорізька політехніка"

найчастіше в іншому редакторі, заново реалізуючи інтерфейс користувача та платформозалежний код.

Фреймворк Xamarin дозволяє реалізувати інтерфейс користувача у єдиному проєкті універсальним для пристроїв на Android, iOS та Windows. Таким чином, при використанні іншої платформи для керування необхідно реалізувати тільки платформозалежний код зі взаємодії з USB та частково WiFi. Це скорочує час розробки та дозволяє проводити роботу в одній IDE, що також зменшує вимоги до кваліфікації розробників.

У загальному проєкті Xamarin інтерфейс користувача формується за допомогою розмітки XAML. Логіка взаємодії з інтерфейсом користувача описана у файлі з розширенням ім'я_простору_імен.haml.cs. У використанні цього загального проєкту три простори імен: System; System.ComponentModel; Xamarin.Forms. Цей проєкт при компіляції є бібліотекою для проєктів платформозалежної реалізації (Android, iOS, UWP), заготовки яких формуються автоматично. Тому для використання методів з платформозалежної реалізації необхідно використовувати інтерфейси та механізм DependencyService [1].

Для використання методів загального проєкту у платформозалежної реалізації необхідно після директив підключення просторів імен (директиви `using`) розташувати директиву: `[assembly:Dependency(typeof(Простір_імен.Клас))]`.

У класі, вказаному у директиві `assembly`, необхідно вказати інтерфейс (наприклад, `ITextToSpeech` з методом `Speak`), який реалізовано у загальному проєкті:

```
namespace Ham.Droid
{
    public class MainActivity:global::Xamarin.Forms.Platform.Android.FormsAppCompatActivity,ITextToSpeech
```

Для використання методу (`Speak`), вказаного у інтерфейсі `ITextToSpeech`, із загального проєкту необхідно у цьому проєкті зареєструвати інтерфейс:

```
DependencyService.Get<ITextToSpeech>().Speak(message); або
DependencyService.Register<ITextToSpeech>();
```

Перелік посилань

1. Charles Hetzold. Creating mobile apps with Xamarin.Forms. Cross-platform C# programming for iOS, Android, and Windows. Xamarin, Inc. 2016. – 1161 с.

ГЕЙМІФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ ПРОЕКТУВАННЮ ЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ

Освітні ігри та навчання на основі ігор - це сфера, яка прагне за допомогою ігрового середовища зробити знання доступними для широкого кола потенційних гравців. Доведено [1], що ігри є надзвичайно ефективними інструментами для навчання, особливо завдяки їх здатності створювати систему знань. Під час ігор важливе значення мають не лише успішні результати, але і невдачі чи помилкові рішення, які можуть бути неприйнятними при розв'язанні реальних задач. Крім того, ігри забезпечують середовище для імітації складності та взаємовиключних вимог, які є характерними для багатьох системних інженерних проблем. Такий підхід може бути спрямований на джерело багатьох викликів, пов'язаних з навчанням нових інженерів із використанням традиційних засобів, а також може бути корисним навіть досвідченим системним інженерам для швидкого ознайомлення з новими сферами та проблемними питаннями.

Застосування ігрових та гейміфікованих інструментів в інженерному навчанні в освітній практиці зарекомендував себе як ефективний метод, який мотивує учнів та покращує результати навчання [2]. Метою даної роботи є демонстрація навчального ефекту настільної гри «Інженер» на заняттях із проектування та технології виробництва електронної апаратури.

Вищевказана гра була розроблена на кафедрі інформаційних технологій електронних засобів НУ «Запорізька політехніка» для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Ідея гри полягає у командній роботі над розв'язанням конкретних задач, пов'язаних із проектуванням електронних засобів різного призначення. В залежності від виду апаратури, студенти мають обрати 3 найбільш актуальні вимоги, що мають бути висвітлені у технічному завданні на розробку пристрою. При цьому вся команда приймає участь в обговоренні, але право надати відповідь переходить на кожному кроці наступному учаснику. Цей учасник може дати відповідь незалежно від результатів обговорення у команді і несе відповідальність за отримані

¹ канд. техн. наук, доц. каф. ІТЕЗ НУ «Запорізька політехніка»

² ст. викл. каф. ІТЕЗ НУ «Запорізька політехніка»

бали. Таким чином, окрім перевірки та отримання безпосередньо інженерних знань, студенти навчаються командній взаємодії, підсилюють здатність проаналізувати думки інших, якщо вони не збігаються із власними, посилюють відповідальність за прийняті рішення.

Гра «Інженер» була запропонована студентам різних курсів, загальною кількістю 78 осіб. Після проведення гри студенти дали відповіді на запитання анонімної анкети щодо власних вражень. Аналіз отриманих відповідей показав, що настільна гра «Інженер» є ефективним інструментом, який може використовуватися як навчальний інструмент для імітації обговорення технічного завдання на розробку радіоелектронної апаратури. Гра справила позитивне враження на студентів щодо вивчення проектування пристроїв, більшість студентів надали позитивної оцінки гри. На основі спостережень, проведених протягом гри, студенти постійно зосереджувались на завданнях. Загалом студенти активно обговорювали задачі та спілкувались із членами команди для завершення свого проекту. Елемент змагання вимагає від студентів спілкування між собою та залучення всіх учасників команди до активної участі у кожному етапі гри. Під час пілотного тестування студенти вказали, що гра повинна мати короткий виклад правил та інструкцій у паперовому вигляді щодо ігрового процесу.

Наступним кроком в реалізації впровадження ігрового підходу до освітнього процесу заплановано розширення типів завдань на різних етапах гри, обмін студентів у командах, виконання задач різного рівня складності із визначенням можливостей окремих гравців.

Можна зробити висновок, що гейміфікація позитивно впливає на інженерну освіту, роблячи важкі предмети більш керованими, підвищуючи внутрішню мотивацію, наукові знання, співпрацю та інтерес до навчання.

Перелік посилань

1. Mohd Yusof, Shahrul Azmi & Mohd Radzi, Shanizan Herman & Nadera, Sharifah & Khalid, Nurhafizah. (2016). A Study on the Effectiveness of a Board Game as a Training Tool for Project Management. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*. Vol. 8. pp. 171-176. 2. Kim, Sangkyun. (2014). Learning Effect of Acquire Board Game in Engineering Economics Class. *World Applied Sciences Journal*. Vol. 31. pp. 1804-1808. 3. Markopoulos, Angelos & Fragkou, Anastasios & Kasidiaris, Petros & Davim, J.. (2015). Gamification in engineering education and professional training. *International Journal of Mechanical Engineering Education*. Vol. 43. pp. 118-131.

**МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ ОБСТРІЛОМ РУХОМОЇ
БОЙОВОЇ БРОНЬОВАНОЇ МАШИНИ ОСКОЛКОВО-
ПУЧКОВИМИ СНАРЯДАМИ НАПРАВЛЕНОЇ ДІЇ З
ВИКОРИСТАННЯМ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО КОМПЛЕКСУ**

Сучасний стан насиченості світових армій броньованою технікою не вплинув на зміну номенклатури в сторону зменшення осколково-фугасних снарядів, які досягли межі своїх можливостей. Тому розвиток перспективних засобів ураження спрямований на створення осколково-пучкових снарядів (ОПС).

Однак необхідно усвідомлювати, що ефективність уражаючої дії ОПС визначають не лише його бойові властивості. Тут ключову роль відіграє так званий комплекс засобів вогневого впливу (ЗВВ), до складу якого входять розвідувальна система та автоматична гармата. В основу розвідувальної системи покладено радіоелектронний комплекс виявлення цілі, визначення її координат та їх передавання на систему керування пострілами автоматичної гармати. Частина радіоелектронного комплексу базується на безпілотному літальному апараті або дроні. Втім для складових такого комплексу ЗВВ необхідно запропонувати нові технічні рішення з правильно сформульованими вимогами до них. А також визначити допустимі значення показників їх функціональності, що в подальшому забезпечить якісне проектування комплексу ЗВВ.

Відомо, що перевірка ефективності запропонованих технічних рішень складових комплексу ЗВВ переважно здійснюється на полігонних випробуваннях. Втім що будь-які полігонні випробування завжди були і будуть вкрай обтяжливими з точки зору фінансових витрат. Адже натурний експеримент потребує значної кількості повторень процесу обстрілу для отримання статистичних даних про ефективність спроектованого комплексу ЗВВ. У нашому випадку, враховуючи

¹ кандидат технічних наук, докторант Національного університету оборони України ім. Івана Черняховського.

² доктор технічних наук, професор Національного університету “Львівська політехніка”.

³ кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник Національного університету оборони України ім. Івана Черняховського.

⁴ кандидат технічних наук, старший викладач Національного університету “Львівська політехніка”.

економічні можливості України, слід звернутися до інструментарію системотехнічного проектування. Саме він надає можливість ще на етапі вибору можливих шляхів вирішення задачі, виявити і відкинути недоцільні варіанти технічних рішень.

Ефективність комплексу ЗВВ оцінюється показником у вигляді ймовірності того, що бойова броньована машина (ББМ) буде знешкоджена. Для виконання такої умови необхідно щоб ББМ була виявлена розвідувальною системою, правильно визначено її координати, повідомлення з цими даними були доставлені до автоматичної гармати, відбулося успішне заряджання і постріл ОПС та його підриг перед ББМ. Визначення такого показника є можливим за наявності стохастичної моделі процесу керування обстрілом з високим ступенем адекватності. В даному розгляді науковою задачею є розроблення дискретно-неперервної стохастичної моделі процесу керування обстрілом ОПС рухомої ББМ. Її ступінь адекватності дає змогу вирішувати задачі синтезу значень показників функціональності складових комплексу ЗВВ з високим ступенем достовірності. Остаточний вигляд даної моделі полягає у представленні досліджуваного процесу у вигляді системи диференціальних рівнянь Колмогорова – Чепмена. Оригінальність моделі в тому, що процес керування обстрілом рухомої ББМ представлено послідовністю процедур, які виконує розвідувальна система і автоматична гармата.

Події, що представляють закінчення кожної процедури прийнято вважати базовими подіями. В нашому випадку базові події процесу керування обстрілом рухомої ББМ є вхідними даними для визначення компонент структурно-автоматної моделі обстрілу цілі зі складанням опорного графа станів. Відповідно ступінь адекватності моделі залежить від представлення в моделі всіх базових подій і від “бачення” усіх ситуацій, в яких може відбуватися кожна базова подія.

Розроблена дискретно-неперервна стохастична модель дає змогу визначати показник ефективності комплексу ЗВВ. На основі цієї моделі запропоновано методику синтезу показників ефективності складових комплексу ЗВВ. У практичному застосуванні дискретно-неперервної стохастичної моделі можливо вести мову про суттєве скорочення витрат на виконання проектних завдань для зразків озброєння за рахунок зменшення ймовірності прийняття помилкових рішень на етапі їх системотехнічного проектування.

5 СЕКЦІЯ «БЕЗПЕКА ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ»

УДК 004.93

Gennady Khalimov ¹, Yevgen Kotukh ², Svitlana Khalimova ³

ENCRYPTION SCHEME BASED ON SMALL REE GROUPS

Currently, most public cryptographic primitives are based on the perceived intractability of certain mathematical problems in very large finite abelian groups. Due to potential of a quantum algorithms for factoring large integer and solving the discrete logarithm problem, most known public-key crypto-systems will be insecure within practical implementation of quantum computers.

Actually, since the 1980s, several experts have been trying to design new cryptography schemes based on difficult problems in group theory. In 1985, Wagner and Magyarik [1] proposed an approach to design a public-key crypto-systems based on groups and semigroups with undecidable word problem. In 1986, Magliveras [2] proposed a symmetric cryptosystem based on a special type finite groups factorization named logarithmic signatures for finite permutation groups. Then, the algebraic properties of logarithmic signatures and cryptosystem were discussed. In 2002, Magliveras moved forward with the two public key cryptosystems MST1 and MST2. Lempken utilized logarithmic signatures and random covers to construct a generic MST3 encryption scheme. Furthermore, Svaba and van Trung have revised an enhanced version of the generic scheme named eMST3 cryptosystems [3]. In this scheme, they introduced a secret homomorphism to mask the secret logarithmic signature with a transformation of random cover. In 2014, Hong proposed a secure digital signature scheme based on logarithmic signatures and random covers. The Magliveras crypto-system has several improvements and the last option proposed based on the Suzuki group is known as MST3. The basic idea of MST cryptosystems is a surjective mapping input message into

¹ Prof. Dr. Of Science, head of Information Security Department, Kharkiv National University of Radio electronics, Kharkiv, Ukraine

² As. Prof., PhD, lecturer in Cybersecurity Department, University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine

³ As. Prof., Department of Computer Engineering, KNURE, Kharkiv, Ukraine

an element of group using a conversion key.

A new implementation of MST3 cryptosystems based on the extension of automorphism group of the Hermitian function field was proposed in [4]. The Suzuki group has a relatively large center and the classical MST3 cryptosystem uses logarithmic signature computations in the group center. The small Ree group has three parametric representations and a smaller center relative to the group order. Here, an encryption scheme based on small Ree groups of large order with logarithmic signatures outside the center of the group is presented.

Our proposal is to use the logarithmic signature for encryption for other coordinates outside the center of the group. For the first step we construct two logarithmic signatures β_1, β_2 over the group center and not in the center of two coordinates. Then we generate random covers α_1, α_2 and secret vectors t_1, t_2 (long-term keys). Also, we compute related arrays γ_1, γ_2 . As the result we get public key encryption scheme. Encryption performs on session keys R_1, R_2 and public keys α_1, α_2 and γ_1, γ_2 arrays. Decryption performs within long-term keys t_1, t_2 and private keys β_1, β_2 . The correctness of our proposal and obtained expressions are proven by practical examples.

For the security analysis, we consider the different types of attacks are applicable for our solution. The complexity of attacks is not less than q^2 for most of the cases. The small Ree group is represented by three parameters and a smaller center relative to the group order. The large parametrization of a group allows to get an advantage in secrecy when the final field of group definition is fixed. In the classic MST3 cryptosystem, the size of the encrypted message is limited by the power of the group center. We have proposed to encrypt two logarithmic signatures with the exit from the center of the group to increase the length of the encrypted message. The length cipher text is $2\log q$ for computing in the finite field over F_q . A common disadvantage of cryptosystems on logarithmic signatures is the large size of key data.

References

1. N.R. Wagner and M.R. Magyarik, "A public-key cryptosystem based on the word problem", Proc. Advances in Cryptology – CRYPTO 1984, LNCS 196, Springer-Verlag (1985), 19–36.
2. S. S. Magliveras, "A cryptosystem from logarithmic signatures of finite groups," in Proceedings of the 29th Midwest Symposium on Circuits and Systems, pp. 972–975, Elsevier Publishing, Amsterdam, 1986.
3. S.S.Magliveras, P.Svaba, T.vanTrung, and P.Zajac, "On the security of a realization of cryptosystem MST3", Tatra Mountains Mathematical Publications ,vol.41,pp.65–78,2008.
4. G. Khalimov, Y.

UDC 004.056.5

Korolkov Roman¹, Kutsak Sergiy¹

ANALYSIS OF ATTACKS IN IEEE 802.11 NETWORKS

WLANs due to the broadcast nature of wireless communication, have additional vulnerabilities to various types of attacks, as compared with traditional wired networks. Thus, in order to study the current security issues in wireless networks, in this research was examined in detail the various types of attacks implemented at different layers of the OSI model.

We have identified the 16 most important attacks in wireless networks, divided them into 2 categories - passive attacks and active attacks, and grouped them on 4 types.

1. Reconnaissance attacks.
2. Availability attacks.
3. Spoofing attacks.
4. MITM (Man-In-The-Middle) attacks.

Passive network attacks do not initialize data exchange with the nodes of the attacked network, do not interact with network data and do not change them. Typically, attackers use passive attack methods to gather information and reconnaissance operations (collecting IP addresses, MAC addresses and gaining insight into network resources and vulnerabilities) before carrying out the next attack – active one.

Availability attacks are aimed at blocking the access of authorized users to wireless network resources. Spoofing attacks allows a malicious node to hide its true identity or impersonate another network node in order to commit illegal acts. MITM attacks lead to a serious breach of network security, as they allow unauthorized or malicious users to gain full access to information transmitted over the network. An attacker disguises himself as one of network nodes in order to obtain information addressed to the node, the imitation which is carried out.

¹ Senior Lecturer of the Information Security Department, National University "Zaporizhzhia Polytechnic".

The study weaknesses in the security of 802.11 wireless networks, as compared to wired ones have been identified. Attacks was systematized by levels of the OSI network model with indicating the destructive consequences of their implementation, table 1. Studies and practical experiments have shown that the MAC and PHY levels are extremely vulnerable to attacks on wireless networks, so it is the protection against attacks at the channel and physical levels in wireless networks that should be given more attention.

Table 1 - Attacks in Wireless Networks

Type	Attacks	OSI level	Result
Reconnaissance attacks	Eavesdropping	Physical	Interception of confidential data packets.
	Password Attacks	Data Link	Connecting to a wireless network, using its resources and carrying out other attacks on internal network nodes.
	Port Scanning	Transport	Finding all open ports that can then be used to attack the target device.
Availability attacks	Deauthentication attack	Data Link	Disconnection of legitimate clients from the access point (AP) which makes any data transfer impossible.
	Disassociation attack		
	Authentication Request Flooding Attack		Exhaustion of AP resources, causing overflow of the customer association table. Unable to use local wireless network through the attacked AP.
	CTS/RTS flood		Blocking data transfer.
	Beacon flood		Creating non-existent ESSID. Overflow of the list of available networks, which will make it difficult for end users to find the desired network.
	Probe Request)/ Probe Response		Blocking data transfer between client and AP.
	SYN/ACK flood	Transport	Violation of connection of legitimate clients to the server.
	Block ACK flood		Blocking data transfer (attack is effective against 802.11n networks).
Spoofing attacks	ARP Spoofing (ARP Poisoning)	Network	Redirecting traffic of victim devices through the attacker's computer.
	MAC address spoofing	Data Link	MAC address forgery.
	DNS Spoofing	Application	Redirecting the victim's traffic to the attacker's computer.
MITM	ARP Spoofing	MultiLayer	Access to confidential information of

attacks		network users, making any changes to its content, arbitrary regulation of network traffic flows.
	Evil Twin	Replacement of the original AP, to which the user connects to the duplicate, which gives the attacker the ability to access confidential information.

References

1. Yulong Zou, Jia Zhu, Xianbin Wang, Lajos Hanzo "A Survey on Wireless Security: Technical Challenges, Recent Advances, and Future Trends", Proceedings of the IEEE (Volume: 104, Issue: 9, Sept. 2016), Pg. 1727-1765.
2. Albandari Mishal Alotaibi, Bedour Fahaad Alrashidi, Samina Naz and Zahida Parveen, "Security issues in Protocols of TCP/IP Model at Layers Level", International Journal of Computer Networks and Communications Security, may 2017, pp. 96-104.
3. M. Sri Lakshmi, Dr. S. Prem Kumar, S. Ashok "A Review on Wireless Network Attacks", (IJCSIT) International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 5 (2), 2014, pp. 2540-2542.
4. Korolkov R.Y., Kutsak S.V. "The features of a deauthentication attack implementation in networks 802.11", Ukrainian Information Security Research Journal, Volume 21, No.3, 27 Sep 2019, pp. 175-181. DOI: 10.18372/2410-7840.21.13953

UDC 623.09

Salnyk Yu.P.¹, Volochiy B.Yu.², Onyshchenko V.A.³

FUNCTIONAL SYNTHESIS OF SECURITY SYSTEM FOR OBJECTS OF CRITICAL INFRASTRUCTURE

Specialists in the design of security systems (SeS) for critical infrastructure of the world's leading countries are considering the possibility of abandoning traditional technical means of protection in the near future in favor of robotic ground-based and air-based complexes [1]. The great variety of such complexes, which have been developed in recent decades, makes it possible to create a SeS taking into account the features and conditions of its tasks.

There are known approaches to the protection of objects using unattended ground sensor systems (UGSSs) with seismic sensors or unmanned

¹ PhD, senior researcher, doctoral student, National Army Academy

² Doctor of technical sciences, professor, Lviv Polytechnic National University

³ PhD, leading researcher, National Army Academy

aerial vehicles (UAVs). However, the separate using of these complexes is complicated by certain limitations.

Thus, the use of UGSS is complicated by the low accuracy of determining the type of violator by known methods. The use of UAV is complicated by the unreliability of its components (more than 50% of total losses), limited resources and the need for long-term decoding of images of large areas. The joint use of the above mentioned complexes in a single SeS can give a synergistic effect of increasing its effectiveness.

To solve the problems of system design of a perspective SS, which includes UGSS and UAV, we use four indicators of efficiency: the probability that the task of the SeS is completed; the probability that the task of the SS is partially completed; the probability that the SeS task is not completed; the probability of "user deception" by SeS. It is proposed to determine the values of these indicators by conducting a scientific experiment using a stochastic model of the object of study. Note that the object of study is all possible options for the reaction of the SeS to the crossing the control zones by a violator.

To implement experiments using a stochastic model of the object of study to determine the indicators of SeS efficiency, at the disposal of the authors there is the technology of its development, which provides a high degree of adequacy [2].

The offered method of synthesis of perspective SeS is based on the developed mathematical models of behavior of the specified complexes in the conditions of their operation. Namely, to take into account the functional aspect of the system design of a perspective SeS, a stochastic model of its response to crossing the three control zones by the violator has been developed. The further and hither control zones are formed by UGSS. The third zone, the predicted zone of support of the violator, is intended for his search using UAV. The method of SeS synthesis has the following stages:

Stage 1. Heuristic synthesis of structural and functional scheme of perspective SeS.

Stage 2. Development of a verbal model of the reaction of the SeS to the crossing the three control zones by the violator.

Stage 3. Substantiation of SeS performance indicators and layout of analytical expressions for their definition.

Stage 4. Substantiation of indicators of functionality of SeS components which should be presented in stochastic model of its reaction.

Stage 5. Development of a stochastic model of the SeS response to the crossing the three control zones by the violator.

Stage 6. Solving problems of functional synthesis by conducting scientific experiments using a stochastic model of the SeS reaction.

The developed method of synthesis and models are intended for the designer to consider the functional aspect of system design of perspective SeS through synthesis of indicators of functionality of its components or for definition of directions of modernization of existing SeS. In addition, the synthesis method can be used to evaluate the effectiveness of a perspective SeS for different variants of its structure and composition for certain acceptable conditions of its application, which is relevant at the design stage.

Equipping the security services of the critical infrastructure of the SeS with a new model will save the forces and resources needed to perform the tasks of detecting violators. In addition, the SeS can be used: to target other forces and means of protection, which have more opportunities, in order to prevent the penetration of sabotage and reconnaissance groups into the territory.

References

1. Unmanned systems integrated roadmap 2017-2042. URL: https://www.defensedaily.com/wp-content/uploads/post_attachment/206477.pdf.
2. Volochiy B. Yu. Technology of modelling behaviour algorithms of information systems. – Lviv: Publishing Office of Lviv Politechnika. 2004. – 220p.

УДК 004.056(075)

Аль-Хамад Н.А.¹, Козіна Г.Л.²

СКРУЧЕНІ ЕЛІПТИЧНІ КРИВІ ЕДВАРДСА НАД СКІНЧЕННИМ ПРОСТИМ ПОЛЕМ МАЛОГО ПОРЯДКУ

На сьогоднішній день скручені еліптичні криві Едвардса використовуються в національному стандарті України ДСТУ 9041:2020 (ДСТУ 9041:2020 Інформаційні технології. Криптографічний захист інформації. Алгоритм шифрування коротких повідомлень, що ґрунтується на скручених еліптичних кривих Едвардса). Стандарт буде введено в дію з 01.11.2020.

Цей стандарт установлює алгоритм шифрування коротких повідомлень (інкапсуляції ключів) на еліптичних кривих у формі Едвардса над простими полями, а також алгоритми, що його супроводжують.

Скручена еліптична крива Едвардса над скінченним простим полем

¹ Аль-Хамад Н.А., студент гр. РТ-817 НУ «Запорізька політехніка»

² Козіна Г.Л., к.ф.-м.н., доцент кафедри захисту інформації НУ «Запорізька політехніка»

для простого числа $p = 5 \bmod 8$ має форму:

$$x^2 + ay^2 = dx^2y^2 + 1 \pmod{p}. \quad (1)$$

Параметри $a, d \in \mathbb{F}_p$ є квадратичними нелишками простого поля $\mathbb{F}_p$, при цьому $a \neq d$. Крива має дві особливі точки $D_{1,2} = (\pm\sqrt{a/d}, \infty)$. Точки цієї кривої утворюють абелеву групу, порядок якої (тобто кількість елементів) ділиться на 4. Нейтральним елементом такої групи є точка $O = (1, 0)$.

Закон додавання точок скрученої кривої є універсальним, і його можна використовувати як для додавання двох різних точок, так і для подвоєння точки.

Нехай $T = (x_T, y_T), S = (x_S, y_S)$ — точки, що задовольняють рівняння (1). Закон додавання (подвоєння) неособливих точок має форму:

$$T + S = \left(\frac{x_T x_S - a y_T y_S}{1 - d x_T x_S y_T y_S}, \frac{x_T y_S + x_S y_T}{1 + d x_T x_S y_T y_S} \right). \quad (2)$$

В ДСТУ 9041:2020 для всіх кривих з метою оптимізації обчислень значення параметра a вибрано як найменший квадратичний нелишок поля $a = 2$. Також в цьому стандарті використовують лише такі криві (1), порядки яких дорівнюють $4n$ для деякого простого числа n . Таким чином, для використання стандарту ДСТУ 9041:2020 необхідно знайти еліптичні криві, які задовольняють вказаній вимозі. В стандарті наведені параметри еліптичних кривих Едвардса великого порядку.

Метою даної роботи є пошук кривих (тобто параметрів кривих $a = 2, d, p$) та підгруп точок еліптичних кривих Едвардса малого простого порядку n для використання в навчальному процесі. Це дозволить наочно проілюструвати властивості еліптичних кривих Едвардса.

Результати роботи зведено в Таблицю 1.

Таблиця 1 – Скручені еліптичні криві Едвардса малого порядку n .

Параметри кривої	Базова точка P	Порядок n базової точки P
$d = 6, p = 61$	$P = (2, 21)$	$n = 17$
$d = 12, p = 101$	$P = (29, 44)$	$n = 23$
$d = 6, p = 109$	$P = (27, 73)$	$n = 31$
$d = 8, p = 149$	$P = (30, 133)$	$n = 41$

$d = 5, p = 157$	$P = (34,104)$	$n = 43$
$d = 5, p = 173$	$P = (26,91)$	$n = 47$
$d = 6, p = 181$	$P = (63,125)$	$n = 43$
$d = 5, p = 197$	$P = (94,74)$	$n = 43$
$d = 7, p = 229$	$P = (114,71)$	$n = 61$
$d = 10, p = 269$	$P = (3,7)$	$n = 71$

Авторами побудована таблиця скручених еліптичних кривих Едвардса над скінченим простим полем малого порядку, досліджено параметри, базові точки кривих n -го порядку та операції додавання та подвоєння неособливих точок.

Перелік посилань

1. Бессалов А.В. Эллиптические кривые в форме Эдвардса и криптография: монография — К.: ІВЦ «Політехніка», 2017. — 272 с. 2. Bernstein Daniel Binary Edwards curves [Електронний ресурс] / Bernstein Daniel, Lange Tanja, Farashahi Reza - Режим доступу: <https://www.iacr.org/archive/ches2008/51540240/51540240.pdf>

УДК 621.391.63

Карпуков Л.М.¹, Щекотихин О.В.², Савченко Д.К.³

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОПТОВОЛОКНО

Основными эффектами, которые наблюдаются в кварцевом стекле оптоволоконна при внешних воздействиях, являются:

- эффект фотоупругости (эффект Зеемана), возникающий при механическом воздействии;
- электрооптические эффекты (эффекты Поккельса и Керра), создаваемые внешним электрическим полем
- акустооптические эффекты (дифракция Рамана–Ната и дифракция Брэгга), имеющие место при взаимодействии акустических и световых волн.

¹ д.т.н., проф., зав. каф. «Защита информации», НУ «Запорізька політехніка»

² к.т.н., доц., доцент каф. «Защита информации», НУ «Запорізька політехніка»

³ асп. каф. «Радиотехники и телекоммуникаций», НУ «Запорізька політехніка»

Проявляются перечисленные эффекты в появлении анизотропии показателя преломления кварцевого стекла. Причиной анизотропии является деформация электронных оболочек атомов и молекул вследствие механического напряжения или перераспределение связанных зарядов и деформация ионной решетки под действием электрического или акустического полей.

При механических воздействиях на оптоволокно в виде растяжения или сжатия первоначально изотропное кварцевое стекло сердцевины и оболочки волокна за счет эффекта фотоупругости превращается в одноосный оптически анизотропный кристалл с оптической осью, параллельной оси растяжения или сжатия. Изменение показателя преломления, обусловленное продольным растяжением вдоль оси кварцевого оптоволокна с показателем преломления $n=1,46$, на длине волны $\lambda=0,546$ мк составит $\Delta n = 2,194 \cdot 10^{-4}$ при максимальном усилии на разрыв 50 Мпа.

При большой интенсивности внешнего поля связь между поляризуемостью диэлектрика P и напряженностью поля E становится нелинейной и может быть представлена разложением в ряд по степеням E , члены которого характеризуются восприимчивостью $\chi^{(n)}$. Для изотропного кварцевого стекла, а также для кристалла кварца, обладающего центром симметрии, восприимчивость $\chi^{(2)} = 0$, поэтому основной вклад в нелинейность поляризуемости вносит восприимчивость $\chi^{(3)}$, которая существенно зависит от примесей и лежит в пределах $(10^{-22} - 10^{-21}) \text{ м}^2/\text{В}^2$. Этим значениям для стекла с показателем преломления $n=1,46$ и при максимально допустимой напряженности внешнего поля $E=250$ кВ/см соответствует изменение показателя $\Delta n = n_2 E^2$ в пределах $2 (10^{-8} - 10^{-7})$. В кварцевом оптоволокне возможно также возникновение эффекта Поккельса, обусловленного наличием квадратичной восприимчивости $\chi^{(2)}$. Квадратичная восприимчивость может проявиться за счет примесей в кварцевом стекле, а также вследствие механических деформаций оптоволокна, сопровождаемых эффектом фотоупругости.

Акустическая волна вызывает в кварцевом стекле оптоволокна периодически следующие друг за другом сжатия и разрежения, распространяющиеся со скоростью звука. Сжатия и растяжения за счет

эффекта фотоупругости сопровождаются периодическим изменением показателя преломления материала оптоволоконна, что приводит к возникновению дифракционной решетки. Максимальная интенсивность дифрагированного света наступает в режиме дифракции Брэгга. Для кварцевого стекла с показателем преломления $n=1.46$ при скорости продольной волны звука $v_{зв} = 5,96 \cdot 10^5$ см/с, частоте звука $f_{зв} = 500$ МГц, акустической мощности $P_{зв} = 1$ Вт, размерах акустического канала $L/H=1$ дает на длине волны света $\lambda = 0,63$ мкм оценку эффективности дифракции $\gamma = I_1/I$ для главного лепестка диаграммы направленности, равную приблизительно 4%.

Таким образом, основными каналами утечки информации, которые обладают наибольшей эффективностью взаимодействия оптоволоконна с внешними воздействиями, являются каналы, возникающие при механическом воздействии, например, путем изгиба оптоволоконна или каналы, образующиеся при акустическом воздействии на оптоволоконно. Технически наиболее просто создать канал утечки – это осуществить изгиб оптоволоконна, что вызовет эффект фотоупругости, а возникающая при этом анизотропия кварцевого стекла вызовет эффект Поக்கельса.

УДК 621.391.63

Карпуков Л.М.¹, Щекотихин О.В.², Савченко Д.К.³

ПРИСТРІЙ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ У КОДІ 1M4RЗ У ВОЛЗ

Запропоновано пристрій для захисту інформації у волоконно-оптичних лініях зв'язку (ВОЛЗ) від несанкціонованого доступу, структурна схема якого наведена на рис. 1 [1, 2].

Пристрій працює наступним чином. В передавальному оптоелектронному модулі перш за все отримуємо інформацію у вигляді інформаційних сигналів $I_{inf\ RZ-1/4}$ (6), що являються наслідком перетворення сигналів з аналогової форми в цифрову, а потім в оптичні та представляють собою набір двійкових одиниць і нулів. Одночасно в лінію за допомогою генератора маскувальних сигналів ГМС (13) подаються

¹ д.т.н., проф., зав. каф. «Защита информации», НУ «Запорізька політехніка»

² к.т.н., доц., доцент каф. «Защита информации», НУ «Запорізька політехніка»

³ асп. каф. «Радиотехники и телекоммуникаций», НУ «Запорізька політехніка»

маскувальні сигнали $Imask-1/4$ (14). Обидва сигнали подаються відповідно на перший та другий входи логічного перемикаючого пристрою (7A, 7B), та мають вихід з першого та другого виходів (7C, 7S) згідно з таблицею роботи логічного перемикаючого пристрою (7). Далі інформаційний сигнал $l_{inf} RZ-1/4$ (6) надходить на лазерний перетворювач оптичних сигналів в електричні Л1 (8), потрапляє на транспондер Т1 (9), затримується в оптичній лінії затримки ОЛЗ1 (10) та два оптичні розгалужувачі ОП1 (3) та ОП2 (5), потім інформаційний сигнал потрапляє до мультиплексора MUX (19).

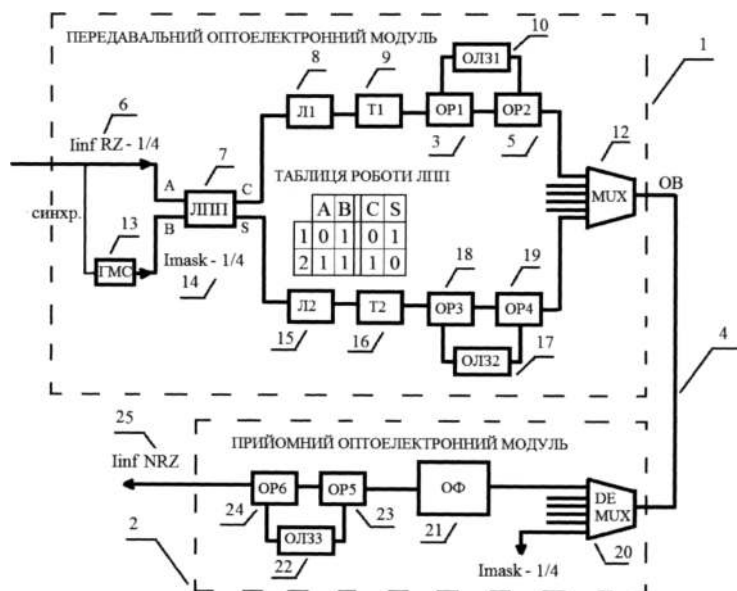


Рисунок 1

В свою чергу маскувальний сигнал $Imask-1/4$ (14) має такі самі перетворювальні дії через лазерний перетворювач оптичних сигналів в електричні Л2 (15), транспондер Т2 (16), оптичну лінію затримки ОЛЗ2 (17), що включає в себе два оптичні розгалужувачі ОП3 (18) та ОП4 (19). Після цих дії маскувальний сигнал $Imask$ -(14) потрапляє на мультиплексор, де сумується разом з інформаційним сигналом $l_{inf} RZ-1/4$, а потім отриманий сигнал через волоконно-оптичну лінію ОВ (4) потрапляє на прийомний оптоелектронний модуль (2). В цьому модулі отриманий сигнал перш за все потрапляє на демультимплексор DEMUX (20), де знову розділяється

на два окремих сигнали - інформаційний та маскувальний. Одразу після проходження демультиплексора маскувальний сигнал Imask (14) відкидається, а інформаційний сигнал Iinf RZ-1/4 (6) потрапляє на оптичний фільтр ОФ (21), після чого розділяється розгалужувачем ОР 5 на дві рівні частини, одна з яких потрапляє на перший вхід розгалужувача ОР6 (23), а друга після лінії затримки ОЛЗЗ (22) потрапляє на другий вхід розгалужувача ОР 6. На виході отримуємо інформаційний сигнал в коді NRZ Iinf 5 NRZ (25)

Перелік посилань

1. 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 / О. В. Щекотихін, Л.М. Карпуков, Д.К. Савченко, Т.В Литовка ; заявл. 26.09.2017; опубл. 12.03.2018, Бюл. № 5. 2. Пат. 132701 Україна, МПК Н 04 К 1/10 Н 04 В 10/25. Пристрій захисту інформації у волоконно-оптичних лініях зв'язку від несанкціонованого доступу / О. В. Щекотихін, Л.М. Карпуков, Д.К. Савченко, Т.В Литовка; заявл. 30.08.2018 ; опубл. 11.03.2019, Бюл. № 5.

УДК 004.056(075)

Козіна Г.Л.¹

ПРОТОКОЛИ АГРЕГОВАНОГО ПІДПISУ НА ЕЛІПТИЧНИХ КРИВИХ

В доповіді розглядаються два протоколи агрегованого цифрового підпису [1-3].

Підпис називається агрегованим, якщо кожен учасник групи підписантів підписує кожен свій документ і потім всі індивідуальні підписи агрегуються в єдиний підпис, розмір якого значно менший сумарного розміру індивідуальних підписів. Таким чином агрегований підпис вирішує задачу зменшення підпису, що завіряє різномірні електронні документи. Цей зменшений підпис може бути міткою товару, що пройшов перевірку різними службами.

В першому протоколі роботу всіх учасників підписання координує незалежний Довірчий центр, в другому – Лідер групи.

Обидва протоколи реалізовано в групі точок еліптичної кривої [4].

¹ Козіна Г.Л., к.ф.-м.н., доцент кафедри захисту інформації НУ «Запорізька політехніка»

Кожен учасник підписання має асиметричну пару ключів – секретний та відкритий, пов'язаних між собою. При цьому секретним ключем є число, відкритим – точка еліптичної кривої.

В протоколі, в якому роботу підписантів координує Довірчий центр, як математичний апарат використовуються еліптичні криві і спарювання Вейля точок еліптичної кривої.

Формування індивідуального підпису здійснюється за допомогою хеш-образу електронного документа та відповідного секретного ключа. Індивідуальним підписом є точка еліптичної кривої.

Індивідуальні підписи перевіряються в Довірчому центрі за допомогою спарювання Вейля точок еліптичної кривої. Якщо виконується рівняння спарювання Вейля індивідуального підпису і базової точки еліптичної кривої та спарювання Вейля хеш-образу електронного документа і відповідного відкритого ключа, індивідуальний підпис признається справжнім.

Якщо всі індивідуальні підписи справжні, Довірчий центр формує агрегований підпис як суму всіх підписів – точок еліптичної кривої. Таким чином, агрегованим підписом є точка еліптичної кривої.

Перевірка агрегованого підпису також здійснюється за допомогою спарювання Вейля відповідних точок еліптичної кривої

Особливістю протоколу з Лідером групи є те, що в обчисленні агрегованого підпису приймають участь група підписантів, котрі не є рівноправними, та Лідер групи. Лідер не тільки координує процес підписання. Він створює єдиний документ, частини якого надаються учасникам групи для підписання. Цей документ також підписує Лідер за допомогою свого секретного ключа. Лідер формує кінцевий підпис на основі індивідуальних підписів учасників групи та свого підпису.

Для перевірки агрегованого підпису використовуються відкриті ключі усіх підписантів та Лідера групи. При цьому частини документу, які підписують учасники групи, також додаються до основного документу.

Формування індивідуального підпису здійснюється за допомогою хеш-образу електронного документа та відповідного секретного ключа. Індивідуальним підписом є пара чисел. Індивідуальні підписи перевіряються Лідером за допомогою відповідних відкритих ключів підписантів.

Якщо всі індивідуальні підписи справжні, Лідер формує кінцевий документ, якій включає всі підписані документи учасників групи. Лідер підписує цей документ за допомогою свого секретного ключа. Після чого Лідер формує агрегований підпис з урахуванням всіх створених підписів. Агрегованим підписом є пара чисел.

Формування протоколу агрегованого підпису з такими якостями необхідно для забезпечення схожості процедури підписання електронних документів з паперовими документами, які необхідно підготувати, підписати та затвердити.

Перелік посилань

1. D. Boneh, C. Gentry, B. Lynn and H. Shacham. Aggregate and Verifiably Encrypted Signatures from Bilinear Maps. Advances in Cryptology EUROCRYPT 2003, May 4-8, 2003. P. 416-432. 2. Yunlei Zhao Aggregation of Gamma-Signatures and Applications to Bitcoin. Cryptology ePrint Archive, 2018, <https://eprint.iacr.org/2018/414/20180510:203542>. 3. Макаров А.О. Схема пост-квантовой агрегированной подписи на основе теории алгебраического кодирования. Вопросы кибербезопасности. 2019. №2 (30). С. 69-76. doi:10.21681/2311-3456-2019-2-69-76. 4. Бессалов А.В., Телиженко А.Б. Криптосистемы на эллиптических кривых: Учеб.пособие. К.: ІВІЦ "Видавництво «Політехніка»", 2004. 224 с.

УДК 004.056.53

Куцак С.В.¹, Корольков Р.Ю.¹

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ТА СПОСОБІВ АВТЕНТИФІКАЦІЇ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОННОГО БАНКІНГУ

Швидке зростання науково-технічного прогресу і нові інформаційні технології кардинально змінили сучасні підходи до ведення бізнесу. Розпочата Урядом України широкомасштабна програма діджиталізації передбачає перехід до електронного урядування та цифрової економіки. На сьогоднішній день, першість у цифровій трансформації займає банківська сфера, яка постійно розвиває продукти з діджиталізації своїх послуг.

Електронний банкінг (Е-банкінг) як один із видів системи дистанційного банківського обслуговування (ДБО) є невід'ємною частиною сучасних фінансових установ, що забезпечує зручне керування рахунками клієнтів, проводити платежі, стежити за депозитами та інше.

Е-банкінг пов'язаний з великою кількістю сервісів і користувачів та вимагає безпечного керування доступом до компонентів ДБО. В свою чергу Правила розмежування доступу вимагають проходження процедури автентифікації користувачів в комп'ютерній системі, до якої відноситься і

¹ старш. викладач кафедри «Захист інформації», НУ «Запорізька політехніка»

електронний банкінг.

В даній роботі проводиться аналіз сучасних методів автентифікації в різних видах електронного банкінгу (e-Banking): Internet-banking (web-banking), PC-banking, ATM-banking, phone-banking, mobile-banking, SMS-banking. Дослідження проводилось з урахуванням вимог до автентифікації, що передбачені нормативно-правовими актами та нормативними документами в сфері захисту інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах [1 – 4].

В різних варіантах Е-банкінгу можуть бути реалізовані такі методи автентифікації користувача (клієнта), як:

- *одностороння автентифікація*, коли клієнт системи для доступу до інформації доводить свою автентичність;

- *двостороння автентифікація (взаємна)*, коли, крім клієнта, свою автентичність повинна підтверджувати і система (банк);

- *трьохстороння автентифікація*, коли використовується так звана нотаріальна служба автентифікації для підтвердження достовірності кожного з партнерів в обміні інформацією.

В свою чергу фактори автентифікації поділяється на такі групи [4]:

- фактор автентифікації на підставі володіння, зв'язок якого із особою встановлюється за результатом підтвердження володіння фактором автентифікації особою: USB-токен, банківська картка, смарт-картка, OTP-пароль, QR-код, електронний підпис; зі сторони банку: інформація про місцезнаходження клієнта – GPS, місце виходу в Internet, характеристика робочого місця - DeviceID;

- фактор автентифікації на підставі знання, зв'язок якого із особою встановлюється за результатом підтвердження знання особою: логіна/пароллю, PIN-коду, секретного слова;

- фактор автентифікації на підставі унікальної фізичної ознаки, зв'язок якого із особою встановлюється за результатом підтвердження наявності в особи біометричних даних: сканери обличчя, відбитки пальців або сітківки ока та ін.).

Регулюючі документи Національного банку України передбачають дотримання «суворої автентифікації» [1], під час якої повинні використовуватися досить складні криптографічні протоколи, що забезпечують захист лінії зв'язку від прослуховування або підміни одного з учасників взаємодії: Secure SNMP, SSL, OpenID Connect, X.509 та інші.

Як показало дослідження, використання того чи іншого способу автентифікації в системі ДБО залежить від характеру послуг, які хоче отримати клієнт банку. Для інформаційно-довідкових послуг достатньою може бути і однофакторна автентифікація, а для того, щоб проводити

платежі, відкривати поточні і депозитні рахунки – багатофакторна, зокрема від Fast IDentity Online Alliance (FIDO Alliance), яка пропонує стандарти суворої автентифікації для доступу до онлайн-ресурсів – Universal authentication framework (UAF) та Universal 2nd Factor (U2F).

Перелік посилань

1. Про затвердження нормативно-правових актів з питань інформаційної безпеки: постанова Правління НБУ від 26.11.2015 р. № 829. 2. Про затвердження Правил забезпечення захисту інформації в інформаційних, телекомунікаційних та інформаційно-телекомунікаційних системах: постанова Кабінету Міністрів України від 29.03.2006 р. № 373. 3. Критерії оцінки захищеності інформації в комп'ютерних системах від несанкціонованого доступу: НД ТЗІ 2.5-004-99 від 28.04.1999 р. № 22. 4. Про встановлення Вимог до засобів електронної ідентифікації, рівнів довіри до засобів електронної ідентифікації для їх використання у сфері електронного урядування: наказ Державного агентства з питань електронного урядування України від 27.11.2018 р. №86.

УДК 621

Лізунов С.І.¹

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ПРИГНІЧЕННЯ АКУСТИЧНИХ СИГНАЛІВ

Зазвичай, для усунення просочування інформації по акустичному каналу, застосовують або звукоізоляцію, або генератори корельованих акустичних перешкод.

У першому випадку (пасивний метод) потрібні значні витрати часу на проведення робіт по звукоізоляції. Крім того, залишаються проблемні ділянки приміщення (вікна, двері, повітропроводи і тому подібне) і віброакустичні канали витoku (системи опалювання, водопостачання, каналізації і так далі).

У другому випадку (активний метод) наявність генераторів шуму створює дискомфорт при проведенні переговорів. Саме випромінювання є демаскуючою ознакою, що полегшує зловмисникам визначити час і місце переговорів.

Недоліки обох перелічених вище методів можуть бути зменшені при застосуванні систем активного пригнічення акустичних шумів (Active Noise Control, Active Noise Cancellation, ANC, Active Noise Reduction,

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ANR).

Системи такого активного шумозаглушування ґрунтуються на процесі інтерференції хвиль. Іншими словами, якщо створити дзеркальне відображення звукової хвилі (інвертувати її), і накласти її на початкову, то звукові хвилі погасять одна одну.

Для захоплення навколишнього звуку, система активного шумозаглушування (САШ) оснащена одним, або декількома мікрофонами, які слухають навколишні звуки. Потім, ці звуки передаються в електронний блок, в якому і відбувається аналіз і їх інвертування. Потім отриману дзеркальну хвилю (з перевернутою фазою) подають на випромінювач. Ці звукові хвилі в процесі інтерференції змішуються в нову хвилю і пригнічують одна одну.

Найефективніше такі системи справляються з шумом від 100 Гц до 1 кГц.

Попри те, що сам по собі метод дозволяє ефективно пригнічувати навколишні звуки, реальні пристрої не завжди справляються з цим завданням, особливо з акустичними коливаннями з частотою більше тисячі Герц.

Річ у тому, що на реєстрацію звуку і обчислення протилежної хвилі у мікроконтролера йде деякий час. Через це звук, що випускається ним, вже не повністю протилежний до звуку, що входить, а відстає від нього по фазі.

Цей недолік можна зменшити, якщо сигнал, який потрібно подавати, подавати на вхід такого пристрою по електричному або електромагнітному каналу.

Завдяки тому, що електричний сигнал поширюється швидше за звук, прилад починає обробляти сигнал ще до його приходу у вигляді акустичної хвилі. Завдяки цьому мікроконтролер встигає підібрати протилежний по фазі оригінальному звук з меншим запізнюванням. Шумозаглушування таких систем працює для звуків з частотою до 4 кГц, що є досить прийнятним для спектру мовної інформації.

Таким чином, на межах контрольованої зони можна знизити рівень акустичних хвиль від джерел режимної інформації до безпечної (прийнятної) величини.

Завдання хорошої чутності співрозмовниками один одного можна вирішити за допомогою правильного розташування і налаштувань системи, а також спеціальних гарнітур у вигляді масок.

Крім того, в деяких випадках необхідно додатково враховувати акустичні властивості приміщення.

Такі системи можна також з успіхом використовувати в режимних

приміщеннях, де циркуляція акустичної (мовної) інформації заборонена взагалі.

УДК 004.9:519.2

Петрик Б.В.¹, Дейнега В.Р.², Неласа Г.В.³

ЗАСТОСУВАННЯ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛІЗУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ МЕРЕЖЕВОГО ТРАФІКУ

Важливою задачею ефективної протидії мережевим атакам є проведення якісного аналізу мережевого трафіку та своєчасне виявлення потенційних загроз. Перевага вейвлет-аналізу для вирішення такої задачі полягає в тому, що він дозволяє розглядати дані в часовій області, що значно спрощує локалізацію аномалій трафіку. Вейвлет-аналіз дає можливість представлення мережевого трафіку в різних масштабах. Такий підхід дає перевагу у виявленні малопомітних характерних деталей.

Вейвлет-аналіз передбачає подання мережевого трафіку як одновимірного цифрового масиву даних у вигляді числового ряду, заданого в окремі моменти часу. Згідно з дослідженням [1], для ефективного аналізу даних доцільно використовувати вейвлет Хаара та алгоритм Малла.

Розкладання сигналу в системі базисних функцій Хаара має визначену структуру. Перша базова функція розкладання Хаара – це пряма лінія, наступні базисні функції розкладання мають вигляд масштабованих за ступенем двійки сходинок. Їх зображення наведено на рисунку 1.

¹ студент Національного університету «Запорізька політехніка»

² студент Національного університету «Запорізька політехніка»

³ професор Національного університету «Запорізька політехніка»

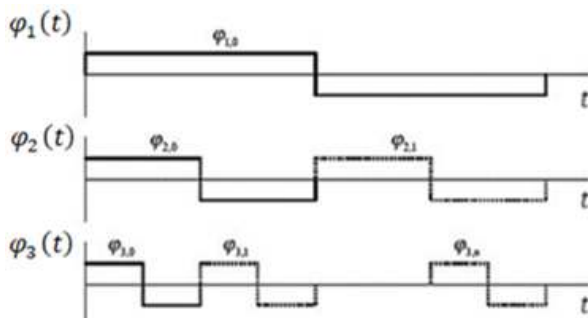


Рисунок 1 – Функції розкладання Хаара для різних масштабів

У алгоритмі Малла сигнал представляється як сукупність послідовних апроксимацій, що наближають і деталізують компоненти, до яких застосовується набір фільтрів[2]. Спочатку сигнал передається через фільтр низьких частот, в результаті чого отримуються коефіцієнти апроксимації, що характеризують глобальні особливості ряду даних. Початкова послідовність також пропускається через високочастотний фільтр, тоді як на виході утворюються коефіцієнти деталізації, що характеризують локальні особливості ряду даних. У разі потреби можливе повторне розкладання для коефіцієнтів попереднього рівня (рисунок 2).



Рисунок 2 – Схема послідовності дій у алгоритмі Малла

Для підвищення якості сигналів використовуються методи усунення шумів. При вейвлет-аналізі сигнал розкладається на апроксимуючі коефіцієнти, що представляють собою згладжений сигнал, і коефіцієнти деталізації, що описують коливання сигналу. Складова шуму краще відображається на коефіцієнтах деталізації, тому від неї можна позбутися за допомогою перерахунку коефіцієнтів деталізації, значення яких менші порівняно з встановленими пороговими значеннями [3]. В підсумку, це дозволить уникнути помилок у передачі сигналу.

Отже, у роботі було розглянуто питання аналізу мережевого трафіку для виявлення потенційних проблем за допомогою вейвлет-аналізу з використанням вейвлету Хаара та алгоритму Малла. Також було описано процес усунення шумів у сигналі при вейвлет-аналізі.

Перелік посилань

1. Тишина, Н.А. Обнаружение вторжений на основе вейвлет-анализа сетевого трафика / Н.А. Тишина, Н.А. Соловьев, И.Г. Дворовой // Вестник УГАТУ / научно-практический журнал. – Уфа, 2010. – Т. 14. №5(40). С. 188 –194.
2. Шелухин, О. И. Обнаружение DOS и DDOS-атак методом дискретного вейвлет-анализа / О. И. Шелухин, А. В. Гармашев // T-Comm-Телекоммуникации и Транспорт. — 2011. — № 1. — С. 44–46.
3. SUN Donghong, SHU Zhibiao, LIU Wu, REN Ping, WU Jian-ping, Analysis of Network Security Data Using Wavelet Transforms Journal of Algorithms & Computational Technology, Vol. 8 No. 1, pp. 59–79, Received: 13/01/2013; Accepted: 19/06/2013, 2013.

УДК 621.39

Політанський Л.Ф.¹, Апостолук М.В.², Вовчук Д.А.³,
Войцишин В.Г.⁴, Андрійчук К.М.²

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ БЕЗПРОВІДНОГО ВІДДАЛЕНОГО ДОСТУПУ ДО ОБ'ЄКТУ НА ОСНОВІ ARDUINO

Системи захисту інформації в цілому та системи технічного захисту об'єктів є надзвичайно актуальним та постійно прогресуючим напрямом розвитку та виробництва.

На сьогоднішній день існує велика кількість систем охорони об'єктів, що характеризуються різним рівнем захисту. Проте, паралельно із їх розвитком вдосконалюються методи обходу таких систем, що все більше підвищує потреби в різноманітності варіантів технічних засобів охорони, які в свою чергу можуть здійснювати цілодобовий нагляд за об'єктом, надійний захист від вторгнення, ведення статистики відвідувань

¹ Д.т.н, професор, Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича

² Студент, Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича

³ К.т.н, асистент, Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича

⁴ Завідувач сектору комп'ютерно-технічних досліджень, Чернівецький науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України

об'єкту, тощо. Необхідність розвитку та вдосконалення систем охорони об'єкту напряму залежить від матеріальної та інформаційної цінності даного об'єкту, що в свою чергу зумовлює доцільність та адекватність вартості самої системи.

Прилад зібраний на базі мікроконтролерів Arduino UNO та Arduino MEGA. Для забезпечення багатофакторної автентифікації використано модуль Bluetooth HC-06 та модуль RFID-RC522 [1], для ведення статистики використаний Ethernet модуль ECN28J60 (рис. 1).

Суть роботи пристрою полягає в контролі доступу до дверного замка [2], за рахунок двохфакторної автентифікації, за допомогою RFID-міток та введенням паролю з телефона чи іншого пристрою через Bluetooth, а також пристрій сповіщає власника по email в разі несанкціонованої спроби проникнення. Також запропонована можливість введення команд адміністратора по Bluetooth через Serial Port, таких як приєднання або видалення прав доступу до системи контролю віддаленого доступу окремим користувачам, унеможливлення входу, а також перезапуск системи, тощо.

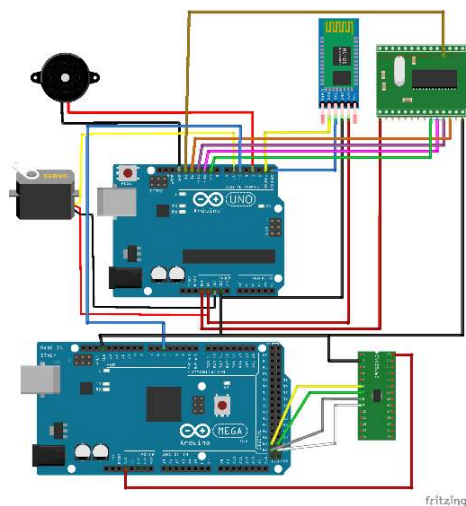


Рисунок 1 – Модель побудованої системи контролю доступу

Отже, було запропоновано та реалізовано прототип системи контролю безпроводного віддаленого доступу. Аналіз сучасних аналогів системи показав, що, незважаючи на високий попит на системи такого роду, співвідношення ціна/якість, ціна/функціональність, ціна/гнучкість

залишаються високими. Виходячи з цього, прийнято рішення розробити багатофункціональний, гнучкий та маловартісний прототип системи доступу до об'єкту на основі Arduino. Було прийнято рішення щодо впровадження в досліджуваній системі багатофакторний спосіб автентифікації, що включає ідентифікацію користувача через RFID-модулі та введення паролів. Використанням такого способу автентифікації уможливилося забезпечення підвищеного рівня захищеності від несанкціонованого доступу.

Перелік посилань

1. Портал «RTLSERVICE» – «Принцип работы RFID и ее применение» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://rtlservice.com/ru/company/blog/princip_raboty_tehnologii_rfid_i_ee_primenenie/.
2. Система контроля и управления доступом. Принцип действия [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.intersyst.ru/solutions/165/460>.

УДК 004.(056:932.2)

Прогонов Д.О.¹

ВПЛИВ ПОПЕРЕДНЬОГО ЗАШУМЛЕННЯ НА ТОЧНІСТЬ ВИЯВЛЕННЯ СТЕГАНОГРАМ, СФОРМОВАНИХ ЗГІДНО АДАПТИВНИХ МЕТОДІВ MG ТА МІРОД

Вступ

Важливою складовою побудови комплексних систем захисту інформації приватних компаній та державних установ є використання методів протидії витоку конфіденційних даних при передачі повідомлень в інформаційно-комунікаційних системах. Особлива увага приділяється розробці високоточних методів виявлення прихованих повідомлень (стеганограм), сформованих згідно новітніх адаптивних стеганографічних методів (АСМ). Дані методи дозволяють мінімізувати спотворення файлів-контейнерів, зокрема цифрових зображень (ЦЗ), що ускладнює застосування відомих стегодетекторів (СД) для виявлення стеганограм [1]. Тому актуальною та важливою задачею є розробка стегодетекторів, здатних надійно виявляти слабкі зміни статистичних характеристик зображень-контейнерів (ЗК), обумовлених застосуванням АСМ.

Сучасні методи виявлення стеганограм засновані на попередній

¹ к.т.н., доцент Фізико-технічного інституту, КПІ ім. Ігоря Сікорського.

обробці (калібруванні) ЦЗ з метою підсилення слабких змін, обумовлених прихованням повідомлень [1]. Калібрування досліджуваних зображень, зазвичай, проводиться з використанням методів фільтрації ЦЗ для відновлення вихідного виду незаповненого ЗК. Забезпечення високої точності виявлення стеганограм потребує визначення цільового методу фільтрації ЦЗ для кожного виду АСМ, що є нетривіальною задачею. Альтернативним підходом до калібрування ЦЗ є зашумлення зображень для підсилення спотворень ЗК, внесених при вбудовуванні повідомлень. В роботі [2] досліджено ефективність даного підходу для виявлення стеганограм, сформованих згідно методу S-UNIWARD, у випадку використання адитивних завад, а саме гаусового та пуасонового шуму. Метою роботи є дослідження точності виявлення стеганограм, сформованих згідно новітніх адаптивних методів MG та MiPOD, при внесенні до зображень шумів з нормальним та пуасоновим розподілом.

Отримані результати

Дослідження точності виявлення стеганограм, сформованих згідно методів MG [3] та MiPOD [4], проводилося на вибірці з 10,000 зображень з тестового пакету ALASKA. Ступінь заповнення ЗК стегоданими змінювалася від 3% до 5% з кроком 2%, та від 10% до 50% з кроком 10%.

Рівень внесених адитивних завад обирався рівним потужності власних шумів ЦЗ, що оцінювався з використанням фільтру Вінера [2]. Розмір ковзного вікна фільтру Вінера варіювався в межах від 3x3 до 11x11 пікселів з кроком 2 пікселі.

Для виявлення стеганограм був використаний СД на основі стандартної статистичної моделі SPAM. Дослідження проводилося згідно стандартної процедури перехресної перевірки (англ. cross-validation). Поділ тестового пакету ЦЗ на навчальну (50%) та контрольну (50%) вибірки зображень проводився псевдовипадковим чином 10 разів.

За результатами тестування налаштованих СД отримані усереднені значення точності виявлення стеганограм в залежності від ступеня заповнення ЗК стегоданими та виду внесеної адитивної завади.

Висновки

Встановлено, що зашумлення ЦЗ з використанням адитивних завад, що мають нормальний (гаусовий) розподіл, не дозволяє підвищити точність виявлення стеганограм, сформованих згідно новітніх АСМ. Виявлено, що застосування адитивних завад з пуасоновим розподілом дозволяє несуттєво (до 1%) підвищити точність виявлення стеганограм у випадку слабкого (до 10%) та середнього (від 10% до 40%) ступеня заповнення ЗК стегоданими.

Перелік посилань

1. Fridrich J. Steganography in Digital Media: Principles, Algorithms, and Applications. 1st edition. – Cambridge University Press, 2009. – p. 437. ISBN 978-0-521-19019-0.
2. Прогонов Д.О. Аналіз точності виявлення стеганограм, сформованих адаптивними методами, при додатковому зашумленні зображень-контейнерів / Прогонов Д.О. // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи». – Київ, 2019. – с. 225-227; 3. Sedighi V. Content-Adaptive Pentary Steganography Using the Multivariate Generalized Gaussian Cover Model / Sedighi V., Fridrich J., Cogranne R. // Proc. SPIE, Electronic Imaging, Media Watermarking, Security, and Forensics, 2015, vol. 9409. 4. Sedighi V. Content-Adaptive Steganography by Minimizing Statistical Detectability / Sedighi V., Cogranne R., Fridrich J. // IEEE Trans. Inf. Forensics Security. Vol. 11, 2016, pp. 221-234.

УДК 621.391

Щекотихин О.В.¹, Карпуков Л.М.², Савченко Д.К.³

СПОСІБ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ В ВОЛЗ

Існує спосіб захисту волоконно-оптичній лінії зв'язку (ВОЛЗ) від несанкціонованого зняття інформації (НЗІ), який полягає у тому, що виконується маскування інформаційного сигналу перед передачею по ВОЛЗ, тобто забезпечується однакова форма заповнення кожної частини тактового інтервалу T як при передачі двійкового нуля, так і при передачі двійкової одиниці на різних хвилях [1]. Недоліком цього способу є те, що хоча маскування інформації виконується як при передачі двійкової одиниці, так і при передачі двійкового нуля на сусідніх хвилях частотного плану WDM, але при використанні вузькохвильових фільтрів, інформація може бути розшифрована.

У даній роботі поставлена і вирішена задача розробки способу захисту інформації у ВОЛЗ від несанкціонованого доступу з поліпшеними характеристиками, тобто з підвищеною захищеністю, надійністю та з покращеною якістю інформаційного сигналу на приймальній стороні. Вирішення поставленої задачі досягається тим що довжина хвиль з захищеною інформацією постійно змінюється за рівні інтервали часу або за нерівні інтервали часу по випадковому закону. Наявність постійної

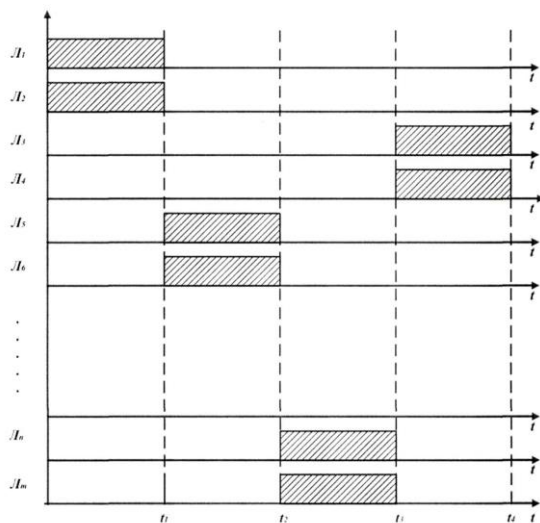
¹ к.т.н., доц., доцент каф. «Защита информации», НУ «Запорізька політехніка»

² д.т.н., проф., зав. каф. «Защита информации», НУ «Запорізька політехніка»

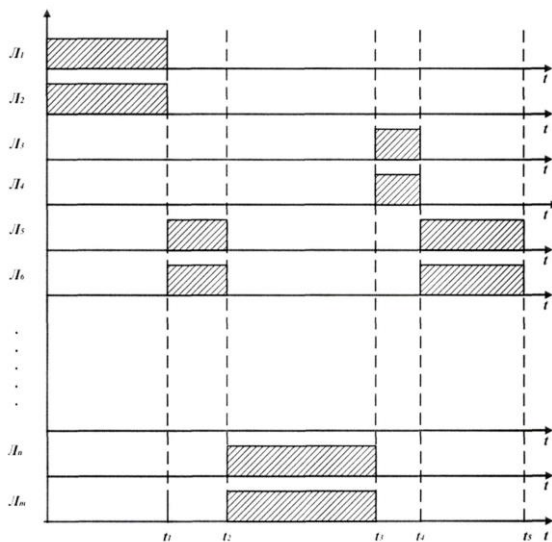
³ асп. каф. «Радиотехники и телекоммуникаций», НУ «Запорізька політехніка»

зміни довжини хвиль, на якій передається захищена інформація, суттєво підвищує її захищеність від НЗІ.

На Фіг. 1 показані кодограми розробленого спектрального способу маскування інформаційних сигналів при передачі інформації у ВОЛЗ за рівні проміжки часу, а на Фіг. 2 за нерівні проміжки часу. При маскуванні інформаційних сигналів при передачі інформації у волоконно-оптичних лініях зв'язку за рівні проміжки часу спосіб працює наступним чином. Передача замаскованих двійкових одиниць та нулів відбувається обов'язково на двох сусідніх довжинах хвиль стандартного частотного плану WDM, які мультиплексуються та передаються одночасно на довжинах хвиль λ_n та λ_m . Частотний план WDM поділяється на рівні частини. За рівні частини часу $t_1, t_2, \dots, t_n$ передаються сумісні пари частот λ_n та λ_m . На кожній новій частині часу t_n змінюються довжини хвиль λ_n та λ_m по псевдовипадковому закону.



Фіг. 1



Фіг. 2

Так на кодограмі (Фіг. 1) перша пара нулів та одиниць передається за час t_1 на хвилях L_1 та L_2 , за час t_2 передається друга пара нулів та одиниць на довжині хвиль L_5 та L_6 , і так далі. Після проходження інформації крізь лінію зв'язку на приймальному боці виконуються зворотні дії, які розшифровують захищену інформацію.

Для подальшого захисту інформації шляхом її маскування частотний план WDM поділяється на нерівні частини шляхом зміни частини часу $t_1, t_2, \dots, t_n$ на нерівні частини (Фіг. 2). Кожного разу пакети інформації на хвилях L_1 та L_2 великі, наступні пакети інформації на хвилях L_3 та L_4 малі, і т.д. Після проходження інформації крізь лінію зв'язку на приймальному боці виконуються зворотні дії, які розшифровують захищену інформацію.

Перелік посилань

1. Пат.123836. Україна, МПК H04K 1/10, H04B 10/25. Спосіб захисту інформації у волоконно-оптичних лініях зв'язку від несанкціонованого доступу. / О.В.Щекотихін, Л.К.Карпуков, Д.К.Савченко, Т.В. Літовка; заявл. 26.09.17; опубл. 12.03.2018, Бюл.№ 5.

УДОСКОНАЛЕНИЙ СПОСІБ ЗАХИСТУ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ МАСКУВАННЯ НУЛЯ

Метою роботи є розробка надійного способу передачі конфіденційної інформації в волоконно-оптичній лінії зв'язку для ефективного захисту від несанкціонованого доступу шляхом впровадження додаткового маскування лінійного коду перед його передачею та демаскування на приймальному боці.

Найбільш близьким до запропонованого способу, що прийнято за аналог, є спосіб захисту інформації від несанкціонованого доступу, розроблений в [1]. Недоліком цього способу є те, що інформація передається двома довжинами хвиль, що потребує двох каналів зв'язку, складне та дороге обладнання: мультиплексори, вузькохвильові лазери, траспордери та вузькохвильові фільтри. Крім того інформацію можливо розшифрувати при використанні вузькохвильових фільтрів.

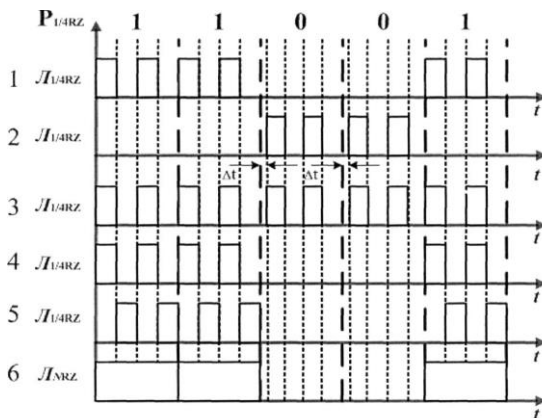
Пропонований спосіб [2] працює наступним чином. Наприклад, необхідно безпечно, швидко та якісно передати конфіденційну інформацію від мікрофона, що являє собою сигнал в аналоговій формі. Для цього виконуються наступні перетворювальні дії. Перш за все отримуємо інформацію у вигляді інформаційних сигналів, що є наслідком перетворення сигналів з аналогової форми в цифрову, а потім в оптичні та являють собою набір двійкових одиниць і нулів. Розподіляємо їх у коді RZ-1/4 на довжині хвилі λ . Для забезпечення більш високої захищеності переданих сигналів переходимо до етапу маскування інформаційних сигналів двійкових нулів. Незаповнені тактові інтервали при передаванні двійкових нулів заповнюємо такими самими символами, як і при передаванні двійкових одиниць. Перша та третя чверть тактового інтервалу при передаванні нуля ледь затримується на незначну частину часу Δt . (див. кодограму на рисунку) Отримані сигнали при передачі як двійкової одиниці, так і двійкового нуля у часі T-1/4 та T- 3/4 передаються рівномірно протягом кожного тактового інтервалу T, тобто інформаційний та маскований сигнали передаються у вигляді суцільного потоку даних коду RZ-1/4, що унеможливає зрозуміти перехоплювачеві де нуль, а де

¹ к.т.н., доц., доцент каф. «Защита информации», НУ «Запорізька політехніка»

² д.т.н., проф., зав. каф. «Защита информации», НУ «Запорізька політехніка»

³ асп. каф. «Радиотехники и телекоммуникаций», НУ «Запорізька політехніка»

одиниця.



На приймальному боці ледь затримані допоміжні масковані сигнали при передачі двійкового нуля відкидаються і залишаються лише інформаційні сигнали при передачі двійкової одиниці в моменти часу $T-1/4$ і $T-3/4$ які затримуються у часі на $1/4$ тактового інтервалу та передаються відповідно у моменти часу $T-2/4$ і $T-4/4$. Усі отримані чотири інформаційні сигнали у кожній частині тактового інтервалу $T-1/4$, $T-2/4$, $T-3/4$, $T-4/4$ підсумовуються, в результаті чого виходить сигнал, чітко переданий протягом всього тактового інтервалу T при отриманні двійкової одиниці. Так як допоміжні масковані сигнали при передачі двійкового нуля відкинуті, то у відповідних чвертях тактового інтервалу відсутні інформаційні сигнали і на приймальному боці потрапляє інформація у чітко розрізняємому форматі коду NRZ.

Перелік посилань

1. Пат. 123836 Україна, МПК Н 04 К 1/10, Н04В 10/25. Спосіб захисту інформації у волоконно-оптичних лініях зв'язку від несанкціонованого доступу / О. В. Щекотихін, Л.М. Карпуков, Д.К. Савченко, Т.В. Литовка; заявл. 26.09.2017; опубл. 12.03.2018, Бюл. № 5.
2. Пат.139592 Україна МПК Н04К1/10, Н04В10/00 Спосіб захисту інформації у волоконно-оптичних лініях зв'язку від несанкціонованого доступу./ О. В. Щекотихін, Л.М. Карпуков, Д.К. Савченко; заявл. 26.06.2019; опубл. 10.01.2020, Бюл. № 1.

6 СЕКЦІЯ «ФІЗИКА І ТЕХНОЛОГІЯ МІКРО- ТА НАНОЕЛЕКТРОНІКИ»

УДК 006.065

Kolodka A.A.¹, Snizhnoi G.V.²

CREATION A SECURE NETWORK INFRASTRUCTURE OF UNIED INFORMATION PROCESSING SYSTEMS-CLUSTERS

In the modern world, there are many different types of tasks that can be processed by breaking them up into small parts and solving them simultaneously on a number of computers - nodes. This method allows to increase the speed of data processing in times and provide scalability and variability. For these purposes we created arrays of computers of the same type - clusters, united into a single network and having a common gateway for input-output and distribution of cluster tasks.

Due to the fact that a universal cluster that can perform the entire range of tasks cannot provide a sufficient level of performance, reliability, security and is very difficult to maintain and manage, it has been divided into separate clusters with a narrower range of tasks. Clusters can solve various types of tasks, such as data flow distribution, information processing, database systems, information storage, and other types of data processing.

The interaction of clusters can occur by routing the data flow at the network level, this can provide faster access to a large amount of data. It can also take place through a single I / O gateway of the cluster, this provides the ability to centrally work with the cluster, ensure transparent task parallelization, access security and load prioritization.

All nodes must have firewall restrictions on access to network ports. In the process of building a LAN cluster, the nodes must be placed in a separate network ecosystem that does not have access from the outside, this is implemented by setting labels on all network packets inside the LAN, called VLAN tagging. Also, at this network level, using a switch, you can provide additional levels of network protection, such as using the Spanning Tree Protocol (STP), protection against broadcast storms (broadcast/multicast), ARP

¹ consultant Easy Online Solutions LTD, Michigan, USA

² doctor of technical sciences, professor of dept. micro- and nanoelectronics, National University "Zaporizhzhia Polytechnic", Zaporizhzhya, Ukraine

attack variations, and DDOS attack protection. With this approach, the entire network infrastructure of the cluster can be isolated from any external influences and only the gateway can act as an input/output point of information. Load balancing systems (load balancers) can also be used on gateways. They can be represented as a separate hardware unit or as a software implementation.

To combine several clusters that perform different types of data processing, they mainly use data transfer through cluster gateways(Fig. 1), since it allows you to fully track data from the client to the endpoint node of any of the clusters. However, sometimes, to increase performance and reduce latency, a separate VLAN can be allocated - a subnet that will be common for the nodes of some clusters and will act as a kind of data bus within which nodes of different clusters can transmit data requests to each other bypassing gateways (Fig. 1 - dotted lines). Basically, such schemes are created to provide a high transfer rate for large amounts of data. For example, the implementation of a single bus of information processing clusters, database systems and network storages. With this approach, any data processing node can access any node of the storage or database cluster bypassing the gateway, thus removing unnecessary load from it.

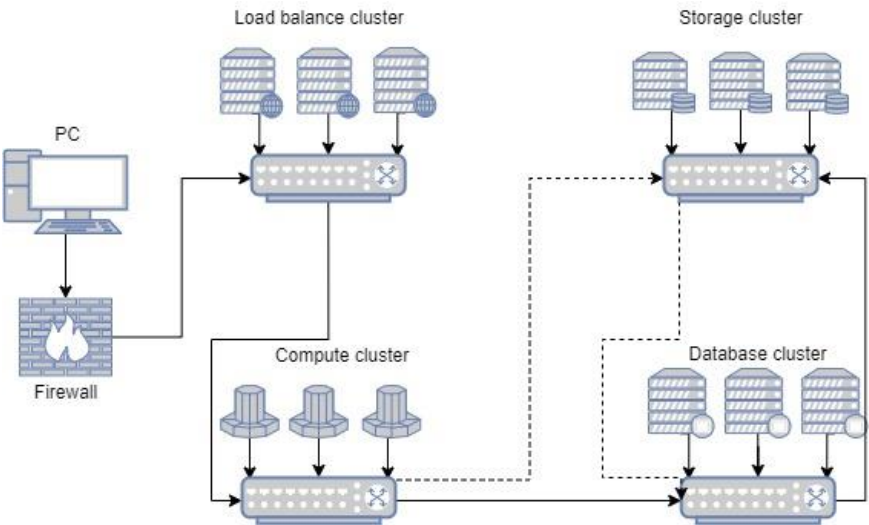


Figure 1 – Diagram of network data channels by combining different types of clusters

Due to the constantly growing number of different types of information processing, more and more different cluster systems appear that require a

unique approach to construction, options of the level and type of integration of subsystems to provide the best parameters of data processing speed, storage, security and reliability.

UDC 004.52; 007.52

Vasylenko O.V¹.

INFORMATION SYSTEM FOR DC MOTOR'S DATA ACQUISITION

A DC motor is an internally commutated electric motor designed to be run from a direct current power source. Since the brushes wear down and require replacement, brushless DC motors using power electronic devices have displaced brushed motors from many applications. But brushed motors continue to be used for electrical propulsion, cranes, paper machines and steel rolling mills. Small DC motors are used in tools, toys, and appliances. Larger DC motors are currently used in propulsion of electric vehicles, elevator etc.

The rotor of the DC machine has a current carrying conductor in which a magnetic field is produced. In order to feed the armature current into the rotating rotor, brushes are needed. The carbon brush is a crucial piece to keep machines operating efficiently. As an estimate, 7500 hours brush life could be considered normal for general purpose, medium horsepower DC motors. It is not uncommon however, for motors with light or variable loads, such as machine tool motors, to have brush life that is less than 2000 hours. Brush life is even further reduced at higher commutator surface speeds [1] and is also affected by load.

After commutator condition, the next most important priority for DC motor upkeep is minimizing arcing and destructive sparking, by keeping motors clean and clear of the loose carbon dust which is created as brushes wear. The main reasons that reduce DC motor's life are arcing and sparking. When arcing or/and sparking happens motors can experience catastrophic failure. So, after commutator condition, the next most important priority for DC motor upkeep is minimizing arcing and destructive sparking, by keeping motors clean and clear of the loose carbon dust which is created as brushes wear.

The following are the most probable reasons to cause sparking in DC generator [2]:

- due to brushes (uncorrected position of the brushes, unequal brush

¹ Національний університет «Запорізька політехніка»

spacing, worm out brushes, inadequate pressure on brushes etc.);

- due to armature (overloading of armature, Earth fault in armature windings, short circuit in the armature coils, play in the armature etc.);

- due to commutator (weak mica between segments of commutator, rough commutator surface, commutator is not fully round etc.).

Excessive overloads may result in severe sparking, especially if the interpoles have passed their saturation point and are therefore, unable to increase their strength as required. If the machine has an ammeter, compare its load with the nameplate rating. In modern drives, the armature voltage is electronically controlled by converters or DC choppers. Using a buck chopper, the armature voltage can be adjusted from zero to DC link source voltage. Vibration of the machine itself may cause brush sparking and eventually result in commutator damage. There are other reasons for the sparking [3].

All generally involve brush sparking usually accompanied by chatter and often excessive wear or chipping. Sparking may result from poor commutator conditions or it may cause them. The causes of sparks are very many, as we see. Sparking generally feeds upon itself and becomes worse with time until serious damage results. The key to minimizing motor problems is scheduled routine inspection and service. The degree of sparking should be determined by careful visual inspection. Our eyes looking through a commutator viewing window are still one of the best tools for identifying excessive arcing and sparking of the brushes on a DC motor [4]. It's impossible to visually control the process all the time, so it should automate the observation, which will allow to stop the motor at the early stages of sparking.

Many common faults such as shorted turns or commutator bars, grounded windings, and off magnetic neutral axis faults may be detected using online current and voltage signature analysis. According to their spectra we can also determine the beginning of a dangerous spark or arc. Thus, the task is to investigate the waveforms of currents and voltages to determine the key signs of the beginning of the arc and spark. This will allow to design the Information and Measurement System for data acquisition and control a safe Motor's shutdown at the beginning of the dangerous level of sparking.

References:

1. Handbook of Electric Machines – Infineon Technologies. [Electronic resource]. – Access mode: https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-motorcontrol_handbook-AdditionalTechnicalInformation-v01_00-EN.pdf
2. Sparking in DC Generators. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.2braces.com/electrical/sparking-dc-generators>
3. Motors Week: Brushes, Sparking, and Machine Maintenance. [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.manufacturing.net/home/article/13216590/motors-week-brushes-sparking-and-machine-maintenance>

УДК 539.2

Карandasъ Я. В.¹, Коротун А. В.², Погосов В. В.³

ПОВЕРХНЕВІ ПЛАЗМОНИ У КОМПОЗИТІ НА ОСНОВІ МАСИВУ ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОТРУБОК

В теперішній час стрімко збільшується число радіоелектронних пристроїв, які працюють у мікрохвильовій області електромагнітного випромінювання та використовуються в стільниковому зв'язку, останніх моделях комп'ютерів і цифровій апаратурі різноманітного призначення [1]. При цьому спостерігається поступовий перехід у бік більш високих робочих частот, оскільки саме таким шляхом відносно легко досягається зменшення геометричних розмірів і ваги радіоелементів, ущільнення їхнього розташування і зниження енерговитрат. Проте, багато радіоматеріалів, які добре себе зарекомендували на низьких частотах втрачають свої властивості та перестають працювати в області високих частот. Тому виникає проблема забезпечення електромагнітної сумісності окремих елементів та узгодження всього приймально-передавального тракту електронних пристроїв, а також їхнього захисту від випромінювання. Для розв'язання подібних задач потрібні матеріали здатні поглинати або екранувати електромагнітне випромінювання.

Відомо, що з електромагнітним випромінюванням терагерцового діапазону активно взаємодіють діелектричні композити з вуглецевими нанотрубками (ВНТ) в якості наповнювача.

У зв'язку з цим актуальним є вивчення можливості поширення поверхневих плазмонів на межі поділу такого нанокомпозиту з оточуючим середовищем.

Частота поверхневого плазмону на межі «композит – повітря» може бути знайдена з умови

$$\operatorname{Re} \epsilon_{\text{eff}}^{\parallel}(\omega_{sp}) = -1, \quad (1)$$

¹ Аспірант кафедри МіНЕ НУ «Запорізька політехніка».

² Канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри МіНЕ НУ «Запорізька політехніка».

³ Д-р фіз.-матем. наук, зав. кафедри МіНЕ НУ «Запорізька політехніка».

де ω_{sp} – частота поверхневого плазмону, а $\epsilon_{\text{eff}}^{\parallel}$ – компонента тензора діелектричної проникності композиту, що відповідає паралельному напрямку вектора напруженості електричного поля. Ця компонента пов'язана з відповідною компонентою діелектричної проникності ВНТ наступним співвідношенням

$$\epsilon_{\text{eff}}^{\parallel} = (1 - \beta)\epsilon_m + \beta\epsilon^{\parallel}. \quad (2)$$

Тут ϵ_m – діелектрична проникність матриці; β – об'ємний вміст ВНТ у композиті, а позовжня компонента діелектричної проникності ВНТ має квазідрівський вигляд:

$$\text{Re}\epsilon_{\text{eff}}^{\parallel} = 1 - \frac{R_{(m,n)}}{b} \frac{\omega_p^2}{\omega^2 + \nu^2}, \quad (3)$$

де $R_{(m,n)}$ – радіус ВНТ з хіральностями m і n ; b – товщина стінок ВНТ; ν – швидкість релаксації; $\omega_p^2 = 2e^2 v_F / \pi^2 \epsilon_0 \hbar R_{(m,n)}^2$ – частота об'ємних плазмонів; v_F – швидкість Фермі електронів.

Таким чином, підставляючи вирази (2) і (3) у формулу (1) та враховуючи розмірну залежність частоти об'ємних плазмонів, отримаємо розмірну залежність частоти поверхневих плазмонів, що поширюються на межі поділу «композит – повітря»:

$$\omega_{sp}(R_{(m,n)}) = \sqrt{\frac{2e^2 v_F}{\pi^2 \epsilon_0 \hbar \left(1 - \epsilon_m + \frac{1 + \epsilon_m}{\beta}\right) b R_{(m,n)}} - \nu^2}. \quad (4)$$

З умови рівності нулю підкорінного виразу в (4) отримаємо співвідношення для максимального радіусу нанотрубки у композиті, при якому на його межі з повітрям можуть поширюватися поверхневі плазмони

$$R_{(m,n)}^* = \frac{2e^2 v_F}{\pi^2 \epsilon_0 \hbar \left(1 - \epsilon_m + \frac{1 + \epsilon_m}{\beta}\right) b \nu^2}. \quad (5)$$

За своїм фізичним змістом величина $R_{(m,n)}^*$ є радіусом відсікання. Це означає, що досліджуваний композит являє собою хвилевід для

поверхневих плазмонів, які можуть поширюватися лише за виконання умови $0 < R_{(m,n)} < R_{(m,n)}^*$.

Перелік посилань

Углеродная фотоника / Под ред. В.И. Конова. – М.: Наука, 2017. – 327 с.

УДК 539.2

Коротун А.В.¹, Коваль А.О.²

РОЗМІРНА ЗАЛЕЖНІСТЬ СТУПЕНЯ ВТРАТИ КОГЕРЕНТНОСТІ ДЛЯ СФЕРИЧНИХ МЕТАЛЕВИХ НАНОЧАСТИНОК

Теорія Мі дає гарне узгодження з експериментальними даними для металевих частинок із радіусом $R \geq 10$ нм. Проте, для малих металевих частинок важливу роль починають відігравати різні мікроскопічні ефекти, зокрема, геометрія частинки, шорсткість поверхні та розсіювання електронів на поверхні. Врахування цих ефектів здійснюється шляхом введення ефективної швидкості релаксації

$$\gamma_{\text{eff}} = \gamma_{\text{bulk}} + \alpha \frac{v_F}{R}, \quad (1)$$

де v_F – швидкість Фермі, γ_{bulk} – швидкість релаксації електронів у 3D-металі, α – ефективний параметр, що описує ступінь втрати когерентності при розсіянні на поверхні, значення якого варіюються в межах від 0,1 до 2.

Для визначення вказаного параметра скористаємося підходом, запропонованим у роботі [1]. Вважаючи, що $\omega \gg \gamma$, можна визначити ефективну частоту релаксації через уявну частину діелектричної проникності

$$\gamma_{\text{eff}}(\omega, R) = \frac{\omega^3}{\omega_p^2} \text{Im} \epsilon_{\text{м}}(\omega, R), \quad (2)$$

¹ Канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри МіНЕ НУ «Запорізька політехніка».

² Аспірант кафедри МіНЕ НУ «Запорізька політехніка».

де ω_p – плазмова частота, а уявна частина діелектричної проникності визначається з виразу [2]

$$\epsilon_{\text{мн}}(\omega, R) = 1 - \frac{8\pi e^2 \hbar^2}{\Omega m_e^2} \sum_{ij} \frac{f_i |p_{ij}|^2}{\epsilon_{ij} (\epsilon_{ij}^2 - \hbar^2 \omega (\omega + i \gamma_{\text{bulk}}))}, \quad (3)$$

Ω – об'єм частинки, f_i – коефіцієнт заповнення стану з енергією ϵ_i , $\epsilon_{ij} = \epsilon_i - \epsilon_j$.

Співвідношення для ефективного параметра випливає з рівняння (1)

$$\gamma(\omega, R) = \frac{\gamma_{\text{eff}}(\omega, R) - \gamma_{\text{bulk}}}{v_F / R}. \quad (4)$$

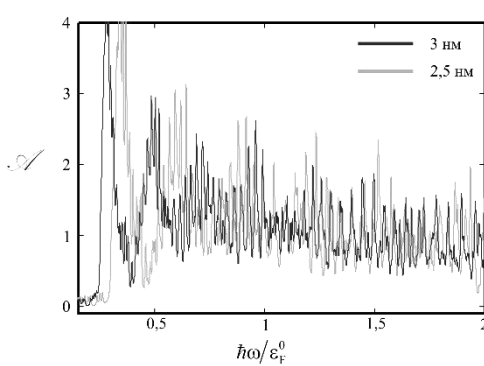


Рисунок 1 – Частотні залежності ефективного параметру γ наночастинок Ag, розраховані за двох значень радіусу.

Частотна залежність ефективного параметра γ для наночастинок Ag фіксованих розмірів наведена на рис. 1. З результатів розрахунків видно, що залежність $\gamma(\omega, R)$ має осциляційний характер, причому розмах осциляцій зменшується за високих частот і зі збільшенням розмірів частинки. Отже, результати розрахунків вказують на прямий шлях

експериментальної перевірки наявності поверхневого внеску в ефективну швидкість релаксації наночастинок різних розмірів.

Перелік посилань

1. Blackman, G.N. Bounds on quantum confinement effects in metal nanoparticles [Text] / G.N. Blackman, D.A. Genov // Phys. Rev. B. – 2018. – Vol. 97. – id. 115440.
2. Wood, D.M. Quantum size effects in the optical properties of small metallic particles [Text] / D.M. Wood, N.W. Ashcroft // Phys. Rev. B. – 1982. – Vol. 25. – P. 6255-6274.

ЗАСТОСУВАННЯ ДІЕЛЕКТРИЧНОГО ТЕНЗОРУ У МЕТРОЛОГІЇ МЕТАЛЕВИХ НАНОСИСТЕМ

До металевих наносистем відносять металеві плівки, дрітки і частинки, у яких один, два або три розміри дорівнюють кільком нанометрам. Електродинаміка таких систем суттєво відрізняється від електродинаміки великих металевих зразків, де відгук на високочастотне поле визначається двома характеристиками металу – плазмовою частотою ω_p і швидкістю релаксації γ , а також частотою поля ω . Різниця пояснюється наявністю у наносистемах розмірного квантування.

Значення ефективної довжини вільного пробігу носіїв в інфрачервоній області частот дорівнює за порядком 10 нм, тому слід чекати, що наносистеми будуть поводити себе як необмежене металеве середовище, коли всі їх розміри не менше кількох десятків нанометрів. Цей факт очевидний для спеціалістів, але серед експериментаторів дуже поширена практика застосування діелектричної функції Друде для інтерпретації результатів оптичних вимірювань у випадку металевих плівок товщиною у декілька нанометрів (див., наприклад, [1,2]).

Діелектрична функція Друде описує однорідне нескінченне металеве середовище і має вигляд

$$\epsilon_D = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega(\omega + i\gamma)}. \quad (1)$$

Припускається, що діелектрична функція металевих плівок нанометрової товщини має той же самий вигляд, але плазмova частота і швидкість релаксації є функціями частоти і товщини: $\omega_p = \omega_p(\omega, L)$, $\gamma = \gamma(\omega, L)$.

У кожному конкретному випадку ці функції знаходять шляхом підгонки за результатами експерименту. Такий підхід не можна вважати достатньо обґрунтованим, а отримані залежності універсальними. Поширеність цієї практики можна пояснити лише відсутністю загальноновизнаної теорії, яка б описувала реакцію металевих наносистем

¹ Канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри МіНЕ НУ «Запорізька політехніка».

² Д-р фіз.-мат. наук, завідувач кафедри МіНЕ НУ «Запорізька політехніка».

на електромагнітне випромінювання.

Такою теорією може стати теорія діелектричного тензору низькорозмірних металевих систем [3]. Діелектричний тензор $\epsilon_{\mu\nu}$ ($\mu, \nu = x, y, z$) враховує всі особливості низькорозмірних систем – розмірне квантування, нелокальність відгуку на електромагнітне поле і анізотропію. Покажемо переваги цієї теорії на прикладі металевих плівок товщиною у декілька нанометрів.

Діелектричний тензор встановлює зв'язок між компонентами індукції $\mathbf{D}$ і напруженості електричного $\mathbf{E}$ поля в плівці:

$$D_{\mu}(\mathbf{r}) = \int \sum_{\nu} \epsilon_{\mu\nu}(\mathbf{r}, \mathbf{r}') E_{\nu}(\mathbf{r}') d\mathbf{r}'. \quad (2)$$

Використання співвідношення (2) разом з рівнянням

$$\nabla(\nabla \cdot \mathbf{E}) - \Delta \mathbf{E} = \frac{\omega^2}{c^2} \mathbf{D} \quad (3)$$

і граничними умовами дозволяє знайти поле всередині і зовні плівки та розрахувати всі її оптичні характеристики – коефіцієнт відбивання

$$R = |\mathbf{E}_1 / \mathbf{E}_0|, \quad (4)$$

коефіцієнт проходження

$$T = |\mathbf{E}_2 / \mathbf{E}_0|, \quad (5)$$

а також потужність, яка поглинається в плівці

$$Q = \frac{i\omega}{16\pi} \iint \sum_{\mu, \nu} (\epsilon_{\mu\nu}^*(\mathbf{r}, \mathbf{r}') - \epsilon_{\nu\mu}(\mathbf{r}', \mathbf{r})) E_{\mu}(\mathbf{r}) E_{\nu}^*(\mathbf{r}') d\mathbf{r} d\mathbf{r}' \quad (6)$$

($\mathbf{E}_0, \mathbf{E}_1, \mathbf{E}_2$ – амплітуди падаючої, відбитої і хвилі, що пройшла крізь плівку, відповідно).

Крім того, теорія діелектричного тензору дозволяє перевірити правомірність спрощених підходів, таких як наближення діагонального відгуку або модель Друде, і визначити умови спостереження квантових ефектів в експериментах із металевими наносистемами.

Перелік посилань

1. A. Pucci, F. Kost, G. Fehsold. Phys. Rev. B74, 125428 (2006).
2. M. Hövel, B. Gompf, M. Dressel. Phys. Rev. B81,035402(2010).
3. В.П. Курбцкий. ЖЭТФ152, №1(7), 177(2017).

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ СОНЯЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В УМОВАХ НАВЧАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ

Сучасні фотоелектричні сонячні елементи (СЕ) мають широкий розкид параметрів у залежності від їх структури. Наприклад, коефіцієнт корисної дії (ККД) може змінюватись у дуже широких межах, причому більш високі ККД мають багат шарові структури.

Тому при виконанні порівняльного аналізу параметрів СЕ бажано підбирати зразки СЕ з ідентичними структурами. Умови експериментів теж повинні співпадати.

При виконанні експериментів з СЕ в лабораторії кафедри «Мікрота наноелектроніки» виконувалися наступні умови: поблизу стенда для вимірювань відсутні джерела електромагнітного випромінювання; температура навколишнього середовища незмінна; спектральний склад світла однаковий; ступінь забрудненості СЕ зведена до мінімуму; прилади для вимірювань однакові.

Стенд для вимірювань вольт-амперних характеристик (ВАХ) СЕ, що знаходиться в лабораторії, містить джерело світла – лампу накаливання з можливістю дискретного змінення її потужності за допомогою регулятора потужності з виносним пультом керування. Вимірювання освітленості СЕ проводиться люксметром класом точності 10. ВАХ СЕ знімалися при варіюванні освітленості.

У ході досліджень на основі отриманих експериментальних ВАХ визначалися характеристики потужності СЕ від напруги та розраховувалися параметри математичної моделі ВАХ СЕ, яка дозволяє з достатньою для інженерних розрахунків точністю визначити параметри СЕ. Рівняння моделі [1,2]:

$$I(U) = I_{\text{кз}} \left[1 - C_1 \left(\exp \left(\frac{U}{C_2 U_{\text{кз}}} \right) - 1 \right) \right];$$

$$C_2 = \frac{U_{\text{опт}} - 1}{\ln \left(1 - \frac{I_{\text{опт}}}{I_{\text{кз}}} \right)}; \quad C_1 = \frac{I_{\text{кз}} - I_{\text{опт}}}{I_{\text{кз}} \left(\left(\exp \left(\frac{U_{\text{опт}}}{C_2 U_{\text{кз}}} \right) - 1 \right) \right)},$$

де $I_{\text{опт}}$, $U_{\text{опт}}$ - координати точки максимуму характеристики $P(I)$

¹ старш. викл. каф. МІНЕ НУ «Запорізька політехніка».

сонячного елемента;

$I_{кз}$, $U_{хх}$ - струм короткого замикання та напруга холостого ходу, які визначаються з ВАХ СЕ при нульовій напрузі та при нульовому струмі відповідно.

Фактор заповнення ВАХ СЕ, що визначає міру її квадратичності, розраховувався зі співвідношення: $ff = \frac{I_{опт}U_{опт}}{I_{кз}U_{хх}}$. Коефіцієнт корисної дії СЕ: $\eta = \frac{P_{опт}}{P}$, де P - потужність падаючого на СЕ випромінювання.

На рисунку показані розрахункові залежності, отримані на базі експериментальних ВАХ.

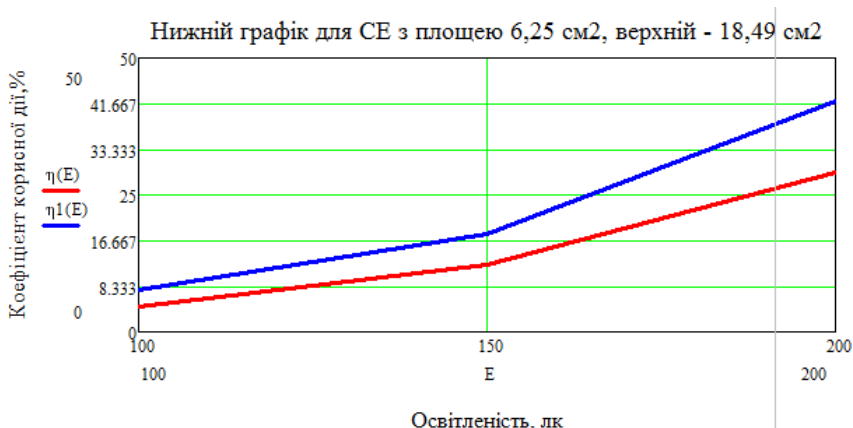


Рисунок – Залежності ККД СЕ від освітленості

Висновки:

- використана методика визначення параметрів СЕ показала досить малу розбіжність експериментальних ВАХ від модельних;
- при збільшенні освітленості покращується фактор заповнення ВАХ, що сприяє підвищенню ККД.

Перелік посилань

1 Раушенбах, Г. Справочник по проектированию солнечных батарей [Текст] / Г. Раушенбах. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 360 с. 2 Левшов, А.В. Математическое моделирование фотоэлектрических солнечных элементов / А. В. Левшов, А. Ю. Федоров, А. В. Молодиченко // Наук. пр. Донец. нац. техн. ун-ту. Сер. Електротехніка і енергетика. - 2011. - Вип. 11. - С. 246-249.

ПОВЕРХНЕВІ ПЛАЗМОН-ПОЛЯРИТОНИ У КОМПОЗИТІ З ХАОТИЧНО РОЗТАШОВАНИМИ НАНОСТРИЖНЯМИ

Необхідною умовою поширення поверхневих плазмон-поляритонів (ППП) на межі поділу «метал-діелектричний наноккомпозит – повітря» є від’ємна дійсна частина діелектричної функції матеріалу [1]. Такі властивості мають, зокрема, композити «діелектрична матриця – металеві 1D-включення». Незважаючи на те, що PPP у наноккомпозитах спостерігалися в експериментах, теоретичні дослідження композитів з 1D-включеннями не проводилися. Метою роботи є дослідження частотних залежностей діелектричної функції такого композиту.

Розглянемо композит із хаотично розташованими металевими циліндрами. Ефективна діелектрична функція такого композиту

$$\epsilon_{\text{eff}} = \left(\beta - \frac{1}{2} \right) (\epsilon(\omega) - \epsilon_m) + \sqrt{\left[\left(\beta - \frac{1}{2} \right) (\epsilon(\omega) - \epsilon_m) \right]^2 + \epsilon_m \epsilon(\omega)}, \quad (1)$$

де ϵ_m – діелектрична проникність матриці; β – об’ємний вміст металевої фракції; $\epsilon(\omega)$ – діелектрична функція металу, яку за відсутності загасання можна записати у вигляді

$$\epsilon(\omega) = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega}. \quad (2)$$

Тут $\omega_p = (e^2 n_e / \epsilon_0 m^*)^{1/2}$ – частота об’ємних плазмонів; n_e – концентрація вільних електронів; m^* – ефективна маса електронів провідності.

З вигляду функції $\epsilon_{\text{eff}}(\omega)$ зрозуміло, що PPP у досліджуваному композиті поширюються лише за виконання умови

$$\left[\left(\beta - \frac{1}{2} \right) (\epsilon(\omega) - \epsilon_m) \right]^2 + \epsilon_m \epsilon(\omega) \geq 0. \quad (3)$$

¹ Аспірант кафедри МіНЕ НУ «Запорізька політехніка».

² Канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри МіНЕ НУ «Запорізька політехніка».

Звідси, з урахуванням формули (2), отримуємо вирази для нижньої та верхньої меж зони, в якій не можуть поширюватися ППП, – «забороненої» зони:

$$\omega^{(\pm)} = \omega_p \left\{ 1 - \epsilon_m + \frac{\epsilon_m}{2 \left(\beta - \frac{1}{2} \right)^2} \left(1 \mp 2\sqrt{\beta(1-\beta)} \right) \right\}^{-\frac{1}{2}}. \quad (4)$$

Результати розрахунків частотних залежностей ефективної діелектричної функції з низьким та високим вмістом металевих включень, наведені на рис. 1, демонструють наявність забороненої зони. Відзначимо, що для композитів із високою концентрацією металевих нанострижнів $\epsilon_{\text{eff}} < 0$ при $\omega < \omega_p$ (крім частот, що потрапляють у заборонену зону), тому для частот $\omega \leq \omega_p$ їх доцільно використовувати в якості матеріалів з від'ємною діелектричною проникністю.

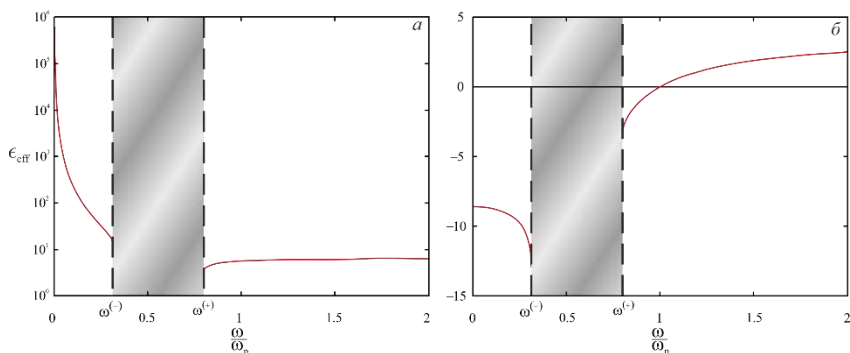


Рисунок 1 – Частотна залежність ефективної діелектричної проникності Друде-композиту з металевими нанострижнями при $\beta = 0,1$ (а) та $\beta = 0,9$ (б).

Перелік посилань

1. Sarychev A.K., Shalaev V.M. Electrodynamics of metamaterials. – Singapore: World Scientific, 2007. – xii, 247 p.

ПЕРЕНОРМУВАННЯ ПЛОЩІ ПОВЕРХНІ ТА РОЗМІРНА ЗАЛЕЖНІСТЬ ПОВЕРХНЕВОГО НАТЯГУ НАНОКЛАСТЕРА

Сучасні результати з плавлення металевих кластерів [1,2] підтверджують аналітичні результати Павлова [3], згідно з якими, по-перше, температура плавлення зменшується зі зменшенням розмірів кластера, а, по-друге, при діаметрах $D = 2R > 2$ нм розмірна залежність температури плавлення стає непомітною.

Майже півтора століття тому Гіббс передбачив зменшення енергії поверхні $\sigma(R)$ крапельки зі зменшенням R . Оскільки провести прямі вимірювання залежності $\sigma(R)$ до сих пір не представляється можливим, багато уваги в літературі приділено розрахункам цієї величини.

Одним із основних результатів є формула Толмена [4] для рідкої крапельки, яка узгоджується з термодинамічними висновками Гіббса:

$$\sigma(R) = \sigma(\infty) \frac{1}{1 + \xi}, \quad \xi = \frac{2\delta}{R}, \quad (1)$$

де $\sigma(\infty)$ – поверхнева енергія плоскої поверхні ($R \rightarrow \infty$), а характеристична «довжина Толмена» $\delta \approx 1$ ангстрем і залежить від роду матеріалу. Зі зменшенням R безрозмірна величина ξ зростає, а σ зменшується. При виведенні формули передбачалася точковість атомів крапельки та ідеальна сферичність поверхні кластера. У цьому випадку повну енергію кластера можна представити у вигляді розкладання за ступенями R^{-1}

$$E = \varepsilon(\infty) \frac{4}{3} \pi R^3 + \sigma(R) 4\pi R^2 \quad (2)$$

є правильним. Величина $\varepsilon(\infty)$ у формулі (2) це енергія, що припадає на 1 атом у 3D-матеріалі.

Насправді кластер можна приблизно вважати сферичним (рис. 1) лише для кількості атомів $N = 13, 55, 147, 309 \dots$, яким відповідають номери $m = 1, 2, 3, 4 \dots$ координаційних сфер атомів. Тільки у цих випадках

¹ Д-р фіз.-матем. наук, завідувач кафедри МіНЕ НУ «Запорізька політехніка».

² Канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри МіНЕ НУ «Запорізька політехніка».

кластер є опуклим багатогранником із щільноупакованих куль-атомів.

Коректним виходом з ситуації, що склалася є представлення повної енергії кластера у вигляді розкладання за ступенями $N^{-1/3} \propto R^{-1}$:

$$E = A_1 N + A_2 N^{-2/3} + A_3 N^{-1/3}. \quad (3)$$

Тоді, порівнюючи (2) і (3) маємо не рівності, а наступні пропорційності: $A_1 \propto \varepsilon(\infty)$, $A_2 \propto \sigma(\infty)$, $A_3 \propto \delta\sigma(\infty)$. Величина E може бути обчислена цілком у будь-якій моделі, а потім представлена у вигляді (3).

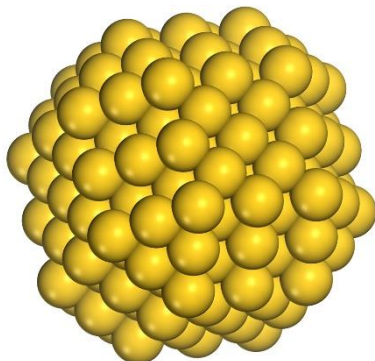


Рисунок 1 – Зображення кластера із щільним пакуванням атомів

У крапельній моделі (Liquid Drop Model), яка добре зарекомендувала себе в ядерній фізиці та фізиці кластерів, має місце нерівність $A_3 > 0$, яка суперечить формулі (1). Це протиріччя знімається перенормуванням площі поверхні, в яку «вписаний» кластер [5] або урахуванням радіусу електронної хмари $R' = R + \Delta > R$. Величина R' фактично визначає електричну ємність кластера і була обчислена в [6] методом функціонала густини з урахуванням квантування спектра електронів для металевих кластерів із $N < 250$.

Перелік посилань

1. D. Vollath, F.D. Fischer, D. Holec. Beilstein J. Nanotechnol. 9, 2265–2276 (2018).
2. D. Holec, P. Dumitraschkewitz, D. Vollath, F.D. Fischer. Nanomaterials, 10, 484 (14) (2020).
3. P.Z. Pawlow. Phys. Chem. 65U, 1–35 (1909).
4. R.C. Tolman, J. Chem. Phys. 17, 333–337 (1949).
5. V.V. Pogosov, Sol. State Commun. 89, 1017-1021 (1994).
6. V.V. Pogosov, V.I. Reva, J. Chem. Phys. 148, 044105 (2018).

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ РЕЛЕ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ БАКАЛАВРІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 152 «МЕТРОЛОГІЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА»

У сьогоднішньому світі високих технологій свою нішу на ринку засобів автоматизації давно і міцно займають програмовані логічні контролери (ПЛК), лінійка яких безперервно розширюється.

Економічні ефективні, функціонально, конструктивно і технічно різноманітні, гнучкі, надійні, володіють відпрацьованими методиками пошуку та усунення несправностей – ПЛК спрощують процес керування електричними апаратами, що підвищує їх надійність та довговічність, оскільки немає постійного механічного впливу і помилок з боку користувача.

Однак залежність економічності ПЛК від складності схеми, яка реалізується; потреба у кваліфікованому персоналі; можливі складнощі з ремонтом в разі виходу з ладу всього ПЛК (складності з модернізацією і заміною, і, потенційно, довгі періоди простою); вплив на роботу пам'яті ПЛК частотних перешкод, живлення та заземлення – все це дає можливість проявитися іншим представникам цих пристроїв.

Інтелектуальне реле (ІР) – це один з підвидів програмованих логічних контролерів, головна перевага якого перед ПЛК є вартість подальшої модернізації, яка в рази нижча. Також обладнання підтримує можливість автоматизації не тільки ручного, але й роботизованого процесу. Крім того, користувачеві не потрібно володіти спеціальними знаннями в мовах програмування, досить провести деякий час з обладнанням і він зрозуміє, як воно влаштоване та функціонує.

Відмінна риса подібного обладнання – використання в невеликих побутових системах через малий об'єм оперативної і програмної пам'яті та невелику кількість каналів вводу-виводу як цифрових, так і аналогових. Тому інтелектуальні реле все більше завойовують свій ринковий простір у локальних контурах (окремі агрегати, керування системами освітлення, деякі пристрої системи ЖКХ, локальні контури різних систем автоматизації, побутова техніка, «розумний» дім тощо).

Програмування може вестися на двох мовах: FBD або LD. Перший

¹ Ст. викл. каф. Мікро- та наноелектроніки НУ «ЗП»

² Головний інженер ТОВ АСУ Інжиніринг

– мова функціонування блоків діаграм, а другий – універсальна мова релейної логіки, яка зустрічається в багатьох схожих приладах. Головна вимога до таких систем – відповідність загальносвітовим стандартам МЕК 61131-3. Програмна частина подібних пристроїв має досить простий інтерфейс, який не викличе питань навіть у недосвідчених користувачів, [1]. Таким чином, невисока порівняно із ПЛК вартість та простота інтерфейсу є причинами використання подібних реле для підготовки студентів в галузі автоматизації, зокрема, за спеціальністю 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

Використання типових програм дає можливість легко навчитися основам роботи із системами на основі ІР, швидко перевірити правильність написаної програми, а крім цього, відкриває можливість для зміни умов завдання в режимі реального часу. Саме тому для наповнення курсу «Пристрої інформаційно-вимірювальної техніки» для спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» ІР є прекрасним вибором для проектування та обслуговування локальних систем керування для технологічно незалежних об'єктів із компактно розташованим обладнанням і нескладними задачами керування. Для цього використано міні-стенд фірми АСУ Інжиніринг, що є представником німецької компанії Moeller Holding GmbH, виробником низьковольтного електротехнічного обладнання і засобів автоматизації. А саме реле керування серії easyE4.

Реле керування easyE4 призначені для широкого спектра застосувань, в яких потрібні гнучкі модульні системи. При використанні в поєднанні з іншими компонентами з асортименту Eaton, такими як пілотні пристрої та пускачі, easyE4 дозволяють впроваджувати системні архітектури з можливістю розширення [2].

Перелік посилань:

1. Школа для електрика [Электронный ресурс].– 2020.– Режим доступу: <http://electricalschool.info/spravochnik/eltehustr/840-programmiru-emye-ntellektualnye-rele.html>. 2. Moeller: электрооборудование и средства автоматизации Moeller, Украина [Электронный ресурс].– К.: 2020.– Режим доступу: <http://www.moeller.com.ua>.

РОЗРОБКА СТАНДАРТУ ОРГАНІЗАЦІЇ «КЕРІВНИЦТВО З ЯКОСТІ» ДЛЯ АВІАРЕМОНТНОГО ПІДПРИЄМСТВА ДЕРЖАВНОЇ АВІАЦІЇ УКРАЇНИ

Основним документом для функціонування системи менеджменту якості (СМЯ), яка повинна бути розроблена відповідно до вимог Міжнародного стандарту ISO 9001 [1], Міжнародного Аерокосмічного стандарту AS/EN 9100 на авіаремонтному підприємстві державної авіації України, документально оформлена, впроваджена і постійно підтримуватися в робочому стані є «Керівництво з якості», в якому повинні бути враховані також вимоги «Керівництва авіаремонтного підприємства з технічного обслуговування та ремонту повітряних суден» та ДСТУ В 3453 [2].

Функціонування СМЯ повинна забезпечувати підприємству можливість:

- демонструвати свою здатність постійно забезпечувати випуск високої якості продукції і послуг для збільшення ступеня задоволеності споживача;
- оптимізації внутрішніх процесів управління та виробництва;
- скорочення ризиків при поставках комплектуючих, сировини та послуг;
- підвищення довіри і лояльності замовників;
- підвищення конкурентоспроможності на внутрішньому і зовнішньому ринках.

«Керівництво з якості» як основний документ в системі менеджменту якості є обов'язковим і призначеним для використання всіма працівниками і структурними підрозділами всередині підприємства, а також може бути надане споживачеві в якості інформаційного матеріалу для ознайомлення з СМЯ підприємства. Вимоги споживачів, персоналу і постачальників, законодавчі і нормативні вимоги, що стосуються діяльності підприємства, визначаються і оформлюються відповідним чином у вигляді контрактів (договорів).

Структурні підрозділи підприємства відповідно до галузі їх відповідальності здійснюють моніторинг і аналіз інформації про

¹ ст. викл. каф. Мікро- та наноелектроніки НУ «ЗП»

² студент РТЗ-419м, НУ «ЗП»

зацікавлені сторони і їхні відповідні вимоги.

Відповідальність за розробку і впровадження «Керівництва з якості», а також за організацію його періодичного перегляду та внесення змін покладається на керівника підприємства з якості, який затверджується директором підприємства.

Система менеджменту якості є частиною загального керівництва підприємством і спрямована на координацію діяльності з управління підприємством щодо якості, обробки ризиків і можливостей, ефективне реагування на виявлені невідповідності, безперервне вдосконалення і поліпшення результативності системи менеджменту якості.

Система менеджменту якості повинна охоплювати численні взаємопов'язані процеси, послідовність і взаємодія яких визначені «Положенням про порядок побудови моделей процесів СМЯ», «Керівництвом авіаремонтного підприємства з технічного обслуговування та ремонту повітряних суден», а також у відповідній технічній документації і положеннях про структурні підрозділи підприємства.

Вимоги СМЯ викладені в «Керівництві з якості» включають в себе процеси системи, їх опис та взаємодії, з посиланнями на документовану інформацію, реалізація яких відображена в діючих стандартах підприємства.

Область застосування системи менеджменту якості охоплює роботи з капітального ремонту, модернізації, технічного обслуговування, продовження призначених ресурсних показників повітряних суден і їх обладнання, виготовлення запасних частин для повітряних суден, їх агрегатів і обладнання.

СМЯ функціонує з урахуванням зовнішніх і внутрішніх факторів, які можуть впливати на здатність досягнення запланованих результатів, вимог відповідних зацікавлених сторін, з урахуванням специфіки і ступеня важливості послуг, що надаються. Дія системи менеджменту якості поширюється на всі етапи виробничої діяльності підприємства: від початкового визначення вимог споживача до якості продукції та послуг і до повного їх виконання.

Перелік посилань:

1 ISO 9001 Система менеджмента качества. Требования. 2. ДСТУ В 3453 Авиационная техника. Обеспечение качества производства. Основные положения.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ХРОМОНІКЕЛЕВИХ СТАЛЕЙ

Кристалічна структура, хімічний та фазовий склад визначають властивості речовини. Моделювання властивостей є найбільш ефективним способом мінімізувати витрати на експериментальне дослідження і оцінити прийнятність використання матеріалів в різних конструкціях, деталях і механізмах. Найбільш поширеним програмним забезпеченням в області моделювання і прогнозування властивостей сталей і сплавів є «JMatPro», «Termo-Calc», «CALPHAD», «FactSage», «MTDATA», «PANDAT», «MatCalc». Більш глибоке дослідження властивостей і отримання нових матеріалів в значній мірі впливають на межі застосування цих програмних комплексів. Так, наприклад, в програмі «JMatPro» інформація про магнітні властивості хромонікелевих сталей є недостатньо повною.

Отримані значення магнітних властивостей (питомої магнітної сприйнятливості аустеніту) хромонікелевих сталей [1] і формули для розрахунку енергії дефектів упаковки були введені в базу даних розробленого програмного комплексу «Аустен», що дозволило проводити термодинамічний аналіз і виявляти наявність, утворення та зникнення фаз (аустеніту, фериту, карбідів, мартенситу) в процесі температурного або деформаційного впливу.

Програмне забезпечення представляє собою користувацький інтерфейс та розрахункові модулі на основі мови програмування C#. Інформаційна система «Аустен» може бути запущена на будь-якій операційній системі з сімейства Windows, як на малопотужних персональних комп'ютерах, так і на сучасних багатопроцесорних обчислювальних машинах. Основна мета розробки ІС «Аустен» – створити простий і зручний інструмент для інженера або дослідника, який би дозволив йому визначати необхідні властивості аустенітних сталей і сплавів.

Головне вікно програми (рис. 1) має дві вкладки «Марка сталі» та «Склад сталі» з відповідним контекстом. В правій частині вікна знаходяться розділи «Еквівалентний вміст Cr і Ni» і «Енергія дефектів

¹ докт. техн. наук, проф. кафедри МІНЕ НУ «Запорізька політехніка»

² магістр гр. РТ-410м НУ «Запорізька політехніка»

пакування». Після натискання кнопки «Розрахувати» відбувається розрахунок параметрів вибраної марки сталі.

Рисунок 1 –Вікно ІС «Аустен» для розрахунку енергії дефектів упаковок

Для початку роботи з програмою слід створити «Новий розрахунок» або «Відкрити існуючий», в іншому випадку при натисканні кнопки «Розрахувати», користувач отримає вікно з попередженням. Щоб створити новий файл або обрати існуючий, для початку треба натиснути у лівому верхньому куті «Файл».

Після створення нового файлу або вибору вже існуючого, користувач може не хвилюючись про зберігання розрахунків, працювати з ними, так як зберігання розрахунків відбувається автоматично у файл Excel, за натисканням кнопки «Розрахувати». Також користувач має можливість працювати з зробленими розрахунками у MS Excel, при виборі пункту «Інші розрахунки». Після натискання, відкриється файл Excel, в якому зберігались розрахунки, або ж в іншому випадку користувачеві буде запропоновано створити новий файл.

Перелік посилань

1. Сніжної Г.В. Наукові основи впливу магнітного стану структури на властивості аустенітних сталей: автореферат дис. ... доктора техн. наук: 05.16.01. Запоріжжя, 2019. 46 с.

ОПТИМІЗАЦІЯ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ СПІЛЬНИХ ВИМІРЮВАНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Спільні вимірювання складаються з вимірювань декількох величин в умовах, що змінюються і подальшого визначення залежності між цими величинами. Найбільш поширеним для визначення величин у вигляді тангенсу кута (A) нахилу отриманої прямої та точки перетину (B) з віссю координат є лінеаризація функціональної залежності (рис. 1).

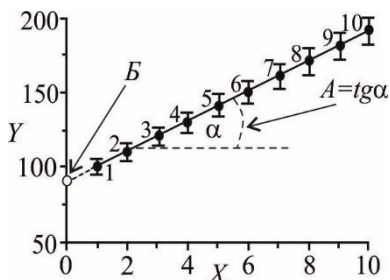


Рисунок 1 – Визначення параметрів A і B за допомогою лінеаризації експериментальної залежності, що складається з багаторазових вимірювань десяти точок (числа біля маркерів)

Для визначення величин A і B потрібну залежність $y(x)$ можливо отримати декількома варіантами:

1. Вимір кожної точки (№ 1...10) по 5 разів, разом 50 вимірювань (рис.1).
2. Вимір точок №1 і №10 по 5 разів, разом 10 вимірювань (рис. 2а).
3. Вимір точок №5 і №6 по 5 разів, разом 10 вимірювань.
4. Вимір точок №1...10 по 1 разу, разом 10 вимірювань (рис. 2б).

Найбільш оптимальним для знаходження величин A і B є варіант 1. Однак час, необхідний для проведення такої кількості вимірювань з їх подальшою обробкою, може бути критичним, якщо управління (коригування) технологічними процесами здійснюється в режимі реального часу. Варіант 2 є кращим за варіант 3, тому що лінеаризація по внутрішнім точкам (№5 і №6) діапазону призведе до більшої похибки величин A і B . Отже необхідно оцінити перевагу варіанту 2 або варіанту 4.

¹ Національний університет «Запорізька політехніка»

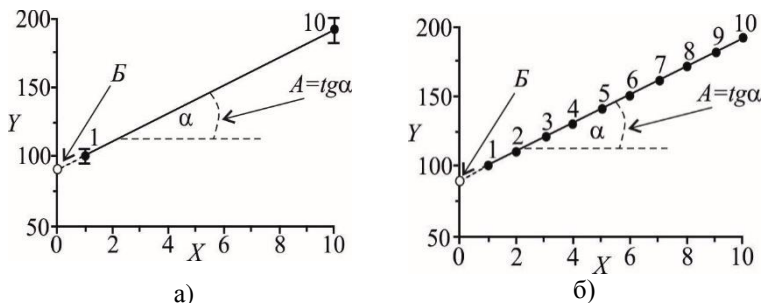


Рисунок 2 – Визначення параметрів A і B за допомогою лінеаризації експериментальної залежності з багаторазових вимірювань двох точок: №1 і №10 (а) и одноразових вимірювань десяти точок: №1...10 (б)

Комп'ютерне моделювання експерименту було виконано за допомогою генератора випадкових чисел. Передбачалося, що істинне значення залежності $y_i(x_i)$ має вигляд: 100(1), 110(2), 120(3), 130(4), 140(5), 150(6), 160(7), 170(8), 180(9), 190(10). Цієї залежності $y(x)$ відповідають дійсні значення $A=10$ і $B=90$. Для генерації використовувалася функція СЛУЧМЕЖДУ, що входить до Excel, яка повертає випадкове число, що знаходиться в діапазоні між двома заданими числами. Величина відхилення була задана в розмірі 5%, тобто інтервал (min, max) для точки №1 був (95, 105), для точки №2 (104.5, 115.5) і т.д. Для варіанту 2 було згенеровано по п'ять значень для точок №1 і №10. За середнім значенням $\bar{y}_1(x1)$ і $\bar{y}_{10}(x10)$ був побудований лінійний тренд і знайдені значення A і B . Для варіанту 4 було згенеровано по одному значенню для точок №1...10. За значеннями $y_i(x_i)$ був побудований лінійний тренд і знайдені значення A і B . Дана процедура була виконана три рази. Для варіанту 2 отримано: $A_{\text{ср}}=9.70$ (похибка 3.03%), $B_{\text{ср}}=91.57$ (похибка 1.74%). Для варіанту 4 отримано: $A_{\text{ср}}=9.93$ (похибка 0.67%), $B_{\text{ср}}=90.2$ (похибка 0.22%). Обидва варіанти є прийнятними оскільки похибка нижче критерію у 5%. Однак варіант 4 є більш прийнятним.

Отже, для технологічних процесів із змінним станом (наприклад безперервний нагрів) запропонована методика проведення вимірювань, яка дозволяє уникнути процедури стабілізації для багаторазового вимірювання і проводити одноразове вимірювання не призупиняючи технологічний процес. Методика узгоджується з ергодичною гіпотезою, яка є основним припущенням статистичної фізики, що дозволяє замінити часове усереднення фізичних величин усередненням по ансамблю.

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Важливу роль при підвищенні якості продукції у промисловості має метрологічне забезпечення виробничих процесів. У [1] викладені наукові основи метрологічного забезпечення контролю якості продукції, технічного регулювання та методик вимірювань. Але питання оцінки ефективності експлуатації засобів вимірювальної техніки не висвітлювались.

Для характеристики ефективності застосування засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) пропонується використати інтегрований показник ефективності K_{ef} :

$$K_{ef} = K_r(T) \cdot P(T), \quad (1)$$

де $K_r(T)$ – коефіцієнт готовності ЗВТ;
 $P(T)$ – ймовірність безвідмовної роботи ЗВТ.
Коефіцієнт готовності $K_r(T)$ визначається як:

$$K_r(T) = T / (T + t_n), \quad (2)$$

де T – міжповірочний інтервал (МПІ);
 t_n – час знаходження на метрологічному обслуговуванні, що включає чергову перевірку після закінчення МПІ, ремонт ЗВТ, якщо він необхідний, і перевірку відремонтованого приладу.

В [2] аналітичними методами досліджено вплив на коефіцієнт готовності параметрів системи метрологічного обслуговування, зокрема часу знаходження на метрологічному обслуговуванні, що складається з часу виконання перевірки і часу ремонту, які вважалися постійними.

Але як би ретельно не було виготовлено і відрегульовано ЗВТ, з плином часу параметри ЗВТ змінюються. Причинами виникнення похибки можуть бути:

– вплив засобу вимірювання, наприклад, знос, несправність, неправильна установка, налаштування;

¹ канд. техн. наук, доцент кафедри мікро- та наноелектроніки НУ «Запорізька політехніка»

² докт. техн. наук, професор кафедри мікро- та наноелектроніки НУ «Запорізька політехніка»

- недосконалість методу вимірювання;
- розкид властивостей матеріалу по об'єму;
- умови вимірювання;
- суб'єктивні похибки – обумовлені станом оператора, що проводить виміри, його положенням під час роботи, недосконалістю органів чуття, його кваліфікацією і реакцією.

Тобто, в загальному випадку, параметри системи метрологічного обслуговування ЗВТ необхідно розглядати як випадкові величини. Відповідно, показник ефективності засобів вимірювальної техніки, також є випадкова величина.

Час знаходження на метрологічному обслуговуванні t_n не можна вважати постійним і необхідно розглядати як випадкову величину з відповідною функцією розподілу, яку позначимо $F(x)$, де $x = t_n$.

З виразів (1) і (2) видно, що показник ефективності K_{ef} залежить від значень міжповірного інтервалу T та часу знаходження ЗВТ на метрологічному обслуговуванні t_n . Відповідно, K_{ef} , як функціонально пов'язаний з t_n , також випадкова величина, функцію розподілу якої позначимо $W(K_{ef})$.

Для дослідження $W(K_{ef})$ і визначення її статистичних характеристик пропонується використати метод комп'ютерного моделювання. Показано, що показник ефективності має нормальний закон розподілу, якщо припустити такий же закон для часу знаходження ЗВТ на метрологічному обслуговуванні, і значення показника ефективності з збільшенням T практично не змінюється.

Перелік посилань

1. Метрологічне забезпечення контролю якості продукції : монографія / [В. У. Ігнаткін, Ю. М. Туз, К. М. Левківський, О. В. Томашевський]. – Запоріжжя : Запорізький національний технічний університет, – 2017. – 202 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/309>
2. Томашевський О. В. Дослідження впливу на надійність засобів вимірювальної техніки параметрів системи метрологічного обслуговування [Текст] / О. В. Томашевський, В. У. Ігнаткін, Г. В. Сніжної // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2018. – № 8(152). – С. 118-121.

ГРАФІЧНИЙ ІНТЕРФЕЙС ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

На сьогоднішній день майже усі промислові об'єкти автоматизовані та оснащені системами управління і збору даних (SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition). Саме на рівні людино-машинної взаємодії (HMI – Human-machine interface) важливу роль грає людський фактор не тільки при роботі з системою управління, а ще на стадії розробки цієї системи.

При розробці систем управління та збору даних, перед розробниками, перш за все, постає питання вибору середовища розробки (SCADA). Зазвичай середовище обирається в залежності від поставленої задачі і обраного програмованого логічного контролера, який буде виконувати задачу автоматизації. Зокрема, можна навести приклад уніфікованого середовища розробки, такого як «LabVIEW». Середовище «LabVIEW» має свою бібліотеку для зображення промислових об'єктів, але через обов'язкове використання спеціального протоколу зв'язку не є пріоритетним вибором для вирішення технологічних задач. На противагу можна поставити окрему графічну бібліотеку «Symbol Factory», яка може інтегруватися в іншу середу розробки. В бібліотеках середовищ розробки, знаходяться всі останні досягнення обчислювальної техніки в області дизайну та графіки: тривимірні об'єкти, анімовані тривимірні об'єкти, тощо.

Більшість розроблених інтерфейсів мають суттєві недоліки та не відповідають міжнародним рекомендаціям. Розробниками рухає бажання скористатись всіма даними інструментами візуалізації технологічного процесу. Розробляючи людино-машинний інтерфейс треба мати на увазі, до яких наслідків може призвести та чи інша помилка в проектуванні. При використанні динамічних об'єктів візуалізації, а найчастіше об'єктів для відображення технологічного процесу багато, не кожна архітектура комп'ютера, яка використовується на виробництві для моніторингу, зможе працювати і бути використаною оператором. Також треба зважати на те, що інтерфейс має бути максимально зрозумілим для оператора, особливо, якщо йдеться мова про світлову індикацію і подачу інформації (рис. 1). У

¹ магістр гр. РТ-410м НУ «Запорізька політехніка»

² докт. техн. наук, проф. кафедри МІНЕ НУ «Запорізька політехніка»

випадку значних відхилень від рекомендацій оператор не зможе вчасно і правильно зреагувати на непередбачувану ситуацію, що може призвести до незворотних наслідків.

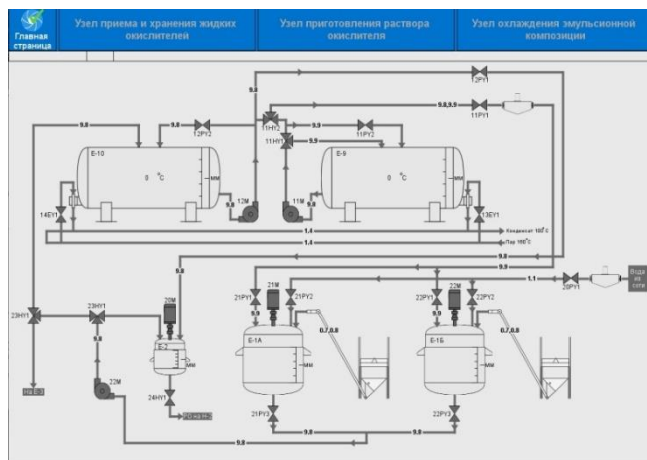


Рисунок 1 – Головне вікно моніторингу хімічного виробництва

Світлову індикацію потрібно виконувати оперуючи функціональними значеннями кольору кодування. Червоний колір для людей та обладнання має значення «небезпека», якщо це стан процесу – «критичний стан», якщо стан обладнання – «несправність». Жовтий колір для людей та обладнання має значення «увага», якщо це стан процесу – «перехідний», якщо стан обладнання – «перехідний». Зелений колір для людей та обладнання має значення «безпека», якщо це стан процесу – «в порядку», якщо стан обладнання – «в порядку». Синій колір може мати будь-яке значення окрім функціонального. Якщо треба відобразити стан елемента – включений/виключений, білий колір або колір яскравіше фону використовується для включеного елемента, сірий або колір темніший фону використовується для виключеного елемента. Інформація повинна відображатись на екрані переважно «аналогово». Об'єкти не повинні бути анімованими або тривимірними, так як це не тільки відволікає оператора, а й ускладнює розуміння технологічного процесу та його моніторингу.

Наведені рекомендації дозволять досягти максимальної продуктивності та швидкості реагування оператора.

УДК 621.396

Banzak G.V.¹

RELIABILITY MODEL OF A COMPLEX TECHNICAL OBJECT

Complex technical objects in modern society are extremely important. We are talking primarily about various electronic complexes for military and special purposes, radar stations, automated control systems (air traffic, energy facilities, etc.). The level of reliability of such facilities depends on the state's defense capabilities, economic security, the lives of hundreds and thousands of people.

Such objects belong to the class of renewable objects of long-term reusability. They are usually expensive and require significant operating costs.

The problem is that in the development of such facilities, all issues related to maintainability and maintenance should be addressed in the early stages of facility design. Since all these issues must be addressed at the stage of creating the object (when the object does not yet exist), the necessary mathematical models of maintenance process, which could calculate the possible gain in the level of failure of the object through maintenance, to assess the necessary this cost.

The development of the model is intended for rejecting the functions of immobility without video robots (or functions of the development process) for the purpose of whole and all constructive elements for the obvious demonstration of informationless. Functions and indicators of the lack uninvolved objects, so the model will call the model of uninvolvedness (MU) of an uninvolved object.

Ob'kt as a whole is looked at as an element of zero level. Winning a single one and not entering any of the other items.

The strategy of "adaptive maintenance" did not seem to have come to fruition. The parameter of adaptive maintenance (post-exponential smoothing) was set equal to 0.5 for all test objects.

The price of information about the neutral situation, if the "weight" of the previous data about the indicators of the lack information about the

¹ к.т.н., доцент кафедри Метрології та метрологічного забезпечення, Одеської державної академії технічного регулювання та якості

elements (depending on the information) and about the actual data about the actual values of the initial parameters of the same (aposterious).

The obtained data fully confirm the assumption that the strategy of "adaptive maintenance" is better in the case of inaccurate (inaccurate) information about the reliability elements of the object.

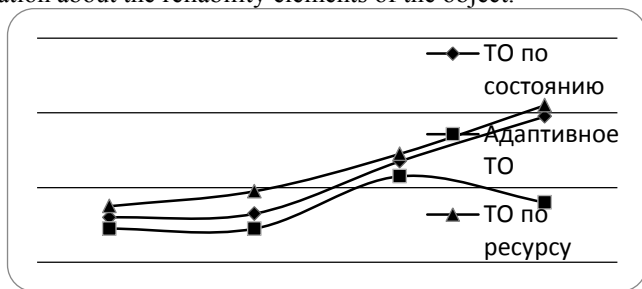


Fig. 1 – The coefficient of reliability δ_{T_0} , %

Based on the results obtained, the following conclusions can be drawn:

1. The effectiveness of various maintenance strategies depends on the reliability and cost structure of the object. If the distribution of the cost renewable (including serviced) elements is closely correlated with the distribution of their failure rates, the difference in the effectiveness of different maintenance strategies is reduced.

2. The optimal parameters of different maintenance strategies significantly depend on both the reliability and cost structure of the object, and on the specified requirements for the level of reliability objects. The larger the set value, the more serviceable elements should be included in the optimal maintenance strategy.

References:

1. Forecasting to reliability complex object radio-electronic technology and optimization parameter their technical usage with use the simulation statistical models: [monography] in English / Sergey Lenkov, Konstantin Borjak, Gennady Banzak, Vadim Braun, ets.; under edition S.V. Lenkov. – Odessa: Publishing house "VMV", 2014. – 252 p.
2. 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.
3. 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.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ІОНІЗУЮЧИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ НА ФОТОПРИЙМАЛЬНІ ПРИЛАДИ

Сучасні оптоелектронні прилади складаються з декількох шарів напівпровідникових матеріалів різного хімічного складу за рахунок легування атомами домішки. Крім того, приладові структури містять захисні діелектричні покриття, що просвітлюють металеві контакти, органічні матеріали (клеї, компаунди і т.д.). Тому реакція оптоелектронних виробів на іонізуюче випромінювання носить більш складний характер, ніж реакція окремих матеріалів, що входять до їх складу. Однак до найбільшого впливу іонізуючого випромінювання схильні напівпровідникові матеріали.

Метою даної роботи є дослідження впливу опромінення фотоприймачів на основі КРТ на зміну їх характеристик: порогової чутливості, інерційності та області спектральної чутливості фотоприймача.

У даній роботі проведено вивчення впливу опромінення швидкими електронами на два важливих для фоторезисторів параметра: темновий струм I_T і темновий опір R_T .

Вимірювання темнового струму і темнового опору проводили без попереднього опромінення фоторезистора випромінюванням лазера ЛГ-74.

Таблиця 1 - Дозова залежність параметрів фоторезисторів

Темпера- тура, К	Параметр	Доза, см ⁻²			
		10 ¹³	10 ¹⁴	10 ¹⁵	10 ¹⁶
80	R_T , Ом	71,0	27,5	20,5	22,3
	$\Delta R_T / R_{T0}$, %	- 11	- 66	- 74	- 72
	I_T , мА	0,56	1,45	1,95	1,79
	$\Delta I_T / I_{T0}$, %	12	190	290	260
120	R_T , Ом	21,0	11,2	7,5	10,4
	$\Delta R_T / R_{T0}$, %	- 16	55,2	70,0	58,4
	I_T , мА	1,9	3,6	5,3	3,9
	$\Delta I_T / I_{T0}$, %	19	123	223	160

¹ д.т.н., доцент, завідувач кафедри Електроніки та мікросистемної техніки, Одеської державної академії технічного регулювання та якості.

Вимірювання темного струму і темного опору проводили без попереднього опромінення фоторезистора випромінюванням лазера ЛГ-74.

Відповідно до ГОСТ 17772-88 темновий опір вираховували за формулою:

$$R_T = \frac{U}{I_T}, \quad (1)$$

де U – напруга живлення приладу, В.

Похибки вимірювань зазначених параметрів фоторезистора не перевищували $\pm 5\%$ при довірчій ймовірності $P = 0,95$.

Аналіз отриманих даних дозволяє констатувати наступне:

- опромінення електронами дозами $10^{13} - 10^{16} \text{ см}^{-2}$ призводить до зменшення темного опору і збільшення темного струму;
- відносні зміни темного опору і темного струму більше при температурі вимірювання 80 К;
- для доз опромінення більше 10^{15} см^{-2} відносні зміни параметрів фоторезисторів відрізняються незначно.

Висновки. Зазначені зміни параметрів фоторезисторів можуть бути пояснені утворенням в кристалах Cd-Hg-Te радіаційних дефектів донорного типу, внаслідок чого концентрація вільних електронів збільшується. Оскільки кількість дефектів донорного типу зумовлюється кількістю вакансій ртуті між вузлами кристалічної решітки, то стає зрозумілим, що зміни концентрації введених опроміненням носіїв заряду, а отже, темного опору фоторезистора, обмежені за величиною концентрацією вакансій ртуті.

Перелік посилань

1. Банзак О.В. Полупроводниковые детекторы нового поколения для радиационного контроля и дозиметрии ионизирующих излучений / О.В. Банзак, О.В. Маслов, В.А. Мокрицкий: Под ред. В.А. Мокрицкого, О.В. Маслова. – Монография. – Одесса, 2013. – Изд-во «ВМВ». – 220 с.
2. Банзак О.В. Методика проектирования цифрового гамма-спектрометра / О.В. Банзак, А.В. Карпенко, О.В. Маслов, В.А. Мокрицкий // Система обробки інформації. – №1(108). – Харків, 2013. – С. 35–38.

ОЦІНЮВАННЯ ПОКАЗНИКА IFR ДЛЯ COVID-19 ЗА ЕМПІРИЧНИМИ ДАНИМИ

Показник IFR (Infection fatality rate) є одним з важливих індикаторів епідемій та пандемій, що характеризує частку летальних випадків серед всіх інфікованих [1]. Він залежить від багатьох факторів, зокрема, від вікової структури населення, стану системи охорони здоров'я та навантаження на неї, дослідженості інфекції тощо. Тому цей показник може бути різним для різних країн чи регіонів та змінюватися з часом. Тим не менш оцінки його усереднених значень для COVID-19 на сьогодні є актуальною проблемою. Найпростішим емпіричним показником, що може використовуватися як оцінка IFR, є показник CFR (Case fatality rate), який розраховують як відношення кількості летальних випадків до кількості всіх зареєстрованих випадків. Така оцінка, з одного боку, не враховує наявність осіб, які на момент її розрахунку ще хворіють і результат хвороби невідомий. Тому іноді використовують інший показник – відношення кількості летальних випадків до суми кількостей летальних випадків та осіб, що одужали. У середині спалаху цей показник може бути значно вищим за CFR, але, як свідчить аналіз динаміки показників пандемії COVID-19 у різних країнах, при наближенні до закінчення спалаху він зменшується і прямує до оцінок CFR, які при цьому можуть дещо зростати але залишаються значно більш стійкими. З іншого боку, оцінки CFR базуються на кількості зареєстрованих випадків, яка може бути в кілька разів чи навіть у кілька десятків разів меншою за реальну кількість інфікованих. Станом на 01.10.2020 оцінки CFR для різних країн, розраховані за даними www.worldometers.info/coronavirus, варіюються в широкому діапазоні від значень, менших за 0,1% до таких, що перевищують 10%. Такий розкид значною мірою зумовлений різними політиками тестування та реєстрації випадків інфікування та смертності.

Альтернативним способом оцінювання IFR є використання даних серологічних досліджень для виявлення реальної кількості інфікованих. На сьогодні результати таких досліджень свідчать, що кількість осіб, що мають антитіла, які утворюються після одужання від COVID-19, у всіх країнах істотно перевищує кількість зареєстрованих випадків. З огляду на

¹ Д.ф.-м.н., професор кафедри системного аналізу та обчислювальної математики Національного університету «Запорізька політехніка»

це, за результатами останніх досліджень IFR, імовірно перебуває в діапазоні 0,2 – 1% [1, 2].

На сьогодні з'явилася можливість отримувати верхні та нижні оцінки усередненого IFR безпосередньо за наявними публічними даними щодо захворюваності і смертності. Так, станом на 01.10.2020 значення CFR для достатньо великої кількості країн є нижчими за 0,5%. Зокрема, це Бахрейн ((0,36%), Ісландія (0,35%), Катар (0,17%), ОАЕ (0,44%), Сінгапур (0,05%), Словаччина (0,44%). Ще більша кількість країн має низькі значення CFR для умовної другої хвилі (період від 01.07.2020 по 01.10.2020). При тому, що загальна кількість випадків за цей період в багатьох європейських та північноамериканських країнах зросла в кілька разів, оцінки CFR є меншими за 0,5% в Австрії (0,35%), Андоррі (0,08%), Данії (0,29%), Естонії (0,14%), Кіпрі (0,39%), Литві (0,47%), Люксембурзі (0,30%), Нідерландах (0,41%), Норвегії (0,44%), Словаччині (0,22%), Швейцарії (0,496%). В Ісландії та Ліхтенштейні при загальному зростанні кількості зареєстрованих випадків в 1,45 – 1,5 разів, нових летальних випадків за ці три місяці не було. Виходячи з цього, верхня оцінка IFR може бути в межах 0,3 – 0,5%.

Нижні оцінки можна отримати за показниками кількості летальних випадків у розрахунку на 1 млн. мешканців. На сьогодні є низка країн і регіонів, де цей показник наближається до 1000 чи навіть перевищує це значення. Зокрема, станом на 05.10.2020 він дорівнює для Бельгії – 867, Перу – 989; Сан-Марино – 1237. При цьому в Бельгії останні кілька тижнів спостерігається істотне зростання захворюваності, а в Перу спалах йде на спад, але рівень захворюваності залишається високим. Ще в низці країн з високим рівнем захворюваності цей показник перевищує 600 випадків на 1 млн. мешканців. Виходячи з цього, IFR не може бути меншим за 0,15 – 0,20%. Отримані верхні та нижні оцінки IFR відповідають результатам вибіркового серологічних досліджень. Але мають вужчий діапазон і є прямими та базуються на первинних даних.

Перелік посилань

1. Estimating mortality from COVID-19. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-Sci-Brief-Mortality-2020.1>.
2. J. Blackburn, C. Yiannoutsos, A. E. Carroll et. al. Infection Fatality Ratios for COVID-19 Among Noninstitutionalized Persons 12 and Older: Results of a Random-Sample Prevalence Study. <https://doi.org/10.7326/M20-5352>.

**ВИЯВЛЕННЯ НЕСАНКЦІОНОВАНИХ ДІЙ В МЕРЕЖАХ
МЕТОДОМ ВЕЙВЛЕТ-АНАЛІЗУ.**

В роботі був запропонований розвиток методу вейвлет-аналізу для моделювання мережевого трафіку, що забезпечує підвищення достовірності прийнятих рішень системою виявлення вторгнень за умов параметричної невизначеності інформаційних процесів.

Розроблено контур автоматизації адміністрування безпеки інформаційної системи персональних даних (ІСПД) з підтримкою функції автоматичного управління базою правил, що забезпечує підвищення оперативності прийнятих рішень.

Запропоновано методику обґрунтування порога аномальної активності суб'єктів ІСПД, що є розвитком методів розпізнавання теорії статистичних рішень задачі виявлення вторгнень.

До технічних вимог щодо захисту персональних даних при їх обробці в інформаційній системі персональних даних (ІСПД) входить виявлення вторгнень на основі безперервного аналізу мережевого трафіку за певний інтервал часу. Трафік розглядається як одновимірний цифровий масив даних у вигляді числового ряду $f(t_i)$, заданий в дискретні моменти часу t_i .

Звідси математична модель мережевого трафіку набуває вигляду (1):

$$f(t_i) = q_m(t_i) + q_c(t_i) + \varepsilon_a(t_i) + \varepsilon_\Phi(t_i). \quad (1)$$

Параметрична невизначеність встановлюється першими двома складовими ряду (q_m , q_c), що ускладнює опис мережевого трафіку відомими методами статистичного або гармонійного аналізу.

В роботі висунута гіпотеза про можливість адекватного опису складових математичної моделі мережевого трафіку методами теорії вейвлет-аналізу.

Складність алгоритмів виявлення аномалії мережевого трафіку в

¹ аспірант кафедри СА, НУЗП

² студент НУЗП

³ проф. кафедри ПЗ, НУЗП

⁴ к.т.н., data scientist, web developer, компанія Freshcode

реальному часі, а також низька достовірність виявлення знижують продуктивність мережі. Проведене дослідження показало, що трафік телекомунікаційної мережі, що змінюється в часі, є мультимасштабним, а відмінність між аномальним і фоновим трафіками відрізняється в різних смугах частот. У результаті в деякій смузі частот енергія аномальних фрагментів трафіку досить висока, і аномалія може бути легко виявлена. Вейвлет-перетворення дозволили оцінити характеристики довільного сигналу в частотній області і відрізнити аварійний стан мережі від нормального [1].

Виконання вейвлет-перетворення дозволило виділити найбільш важому інформацію як сигнал, відповідний коливанням з високою амплітудою, і ігнорувати інформацію в коливаннях з низькою амплітудою як шумову складову. При цьому, характерні деталі, які можуть залишатися непоміченими при одній роздільності, легко можуть бути виявлені на іншій.

Дослідження показали, що для моніторингу мережевого трафіку доцільно використовувати масштабуючу функцію $\varphi_{m,k}(t)$ і вейвлет Хаара $\psi_{m,k}(t)$.

Вейвлет-аналіз, при послідовному збільшенні значень m , призводить до форми швидких ітераційних обчислень вейвлет-коефіцієнтів. Рівняння обчислення вейвлет-коефіцієнтів забезпечують реалізацію швидкого вейвлет-аналізу одновимірного числового ряду на основі пірамідального алгоритму обчислення вейвлет-коефіцієнтів (алгоритм Маллата), який дозволяє аналізувати частотно-часове представлення сигналу по низькочастотним і високочастотним компонентам, що надає змогу локалізувати аномалії сигналу різного роду [2].

Вираз вейвлет-моделі показує можливість апроксимації будь-якої довільної функції $f(t)$ набором простих локальних функцій $\varphi_{m,k}(t)$ і $\psi_{m,k}(t)$, що повністю покривають простір за рахунок зміни параметра зсуву (k) та ортогональних на різних рівнях значень параметра масштабу (m).

Реалізація вейвлет-моделі в режимах навчання і аналізу з метою визначення поточного рівня аномальності інформаційних процесів дозволила встановити залежність, що дало можливість усунути тренд і циклічну складову і на певному рівні роздільності оцінити активності суб'єктів ІСПД. Таким чином, вейвлет-аналіз дозволив адекватно описати нестаціонарні в часі і неоднорідні в просторі інформаційні процеси ІСПД.

В основу обґрунтування покладений метод статистичних рішень для задачі перевірки двухальтернативної гіпотези. Для того, щоб завдання виявлення вторгнень знайшло математичну змістовність, були введені

показники ймовірності помилкової тривоги і пропуску вторгнення [3].

За допомогою співвідношень знаходження поточного рівня аномальності і показника помилкової тривоги розраховується граничний рівень аномальності мережевого трафіку відповідно до прийнятого критерія оптимальності.

Таким чином, запропонована методика і алгоритм розрахунку порога аномальної активності суб'єктів мережі є розвитком методів розпізнавання теорії статистичних рішень в задачі виявлення вторгнень. Запропоноване рішення задачі безпеки ІСПД в умовах параметричної невизначеності інформаційних процесів – автоматизація моніторингу безпеки на основі вейвлет-аналізу дозволяє підвищити вірогідність виявлення вторгнень на 10-12% з імовірністю виявлення 0,78-0,88 при помилковій тривозі не більше 0,05.

Перелік посилань

1. Твердохліб Ю. В. Методи та інформаційна технологія комплексного оцінювання параметрів вейвлет-перетворення нестационарних сигналів [Текст] : автореф. дис. ... канд. тех. наук : 05.13.06 / Ю. В. Твердохліб : Харків. нац. екон. ун-т ім. Семена Кузнеця. – Харків, 2018. – 20 с. 2. Dubrovin V. Cybersecurity: Wavelet analysis as a way to detect network attacks / V. Dubrovin, B. Petrik, H. Nelasa. // Applied scientific and technical research : fourth international scientific and practical conference, 01–03 April 2020 : proceedings. – Ivano-Frankivsk : Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, 2020. – Vol. 2. – P. 32–35. 3. Обнаружение вторжений на основе вейвлет-анализа сетевого трафика [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/obnaruzhenie-vtorzheniy-na-osnove-veyvlet-analiza-setevogo-trafika/viewer>.

УДК 32.324

Гринченко П.В.¹, Дубровін В.І.², Суха К.С.³

МЕТОД ПАРАЛЕЛЬНОГО ПІДРАХУНКУ ГОЛОСІВ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ВИБОРІВ

У роботі пропонується використання методики паралельного підрахунку на основі статистичних принципів як інструменту для оцінки загальної якості процедур, що мають місце в день виборів, а також

¹ аспірант кафедри СА, НУЗП

² проф. кафедри ПЗ, НУЗП

³ викладач кафедри КІ, ЗІЕІТ

перевірки та підтвердження офіційних результатів виборів. Вибірка паралельного підрахунку служить надійним фундаментом для точних прогнозів по всій сукупності, з огляду на те, що вибірка є визначеною підмножиною сукупності, що розкриває її характеристики. При цьому побудова вибірки означає необхідність зробити вибір, який впливатиме як на точність даних, так і на можливі види їх аналізу. Прогнози розподілу голосів по всій країні можна зробити на основі правильно зробленої вибірки. Можна зробити дуже точні припущення щодо поведінки сукупності (як проголосувало населення) на основі вибірки (результатів з відібраних виборчих дільниць) завдяки теорії ймовірностей [1].

Основа методу будується на двох статистичних принципах. В міру збільшення кількості даних (точок спостереження) вплив будь-якої окремої точки збору даних на загальний результат знижується. Другий статистичний принцип, відомий як центральна гранична теорема стверджує, що чим більше кількість спостережень (точок вибірки), тим більша ймовірність, що розподіл точок збору даних буде відповідати відомій моделі. З цих статистичних правил випливає загальний принцип: чим більше кількість спостережень, тим більшою є здатність вірного прогнозування характеристик населення. Однак, дуже важливо розуміти, щоб ці два статистичних принципу мали силу, точки в вибірці повинні бути відібрані випадковим чином. Вибірка представляє з себе не просто підмножину населення, а є його мініатюрною моделлю. Точки вибірки у відповідній сукупності потрібно вибирати виключно випадковим чином, щоб результуюча вибірка представляла все населення разом. На ділі випадковість означає, що ймовірність відбору будь-якої точки з сукупності дорівнює ймовірності, що буде обрана будь-яка інша точка. Чим більше буде отримана вибірка, тим більш точно вона буде представляти характеристики населення.

Наступним етапом є визначення величини довірчої ймовірності, що має велике значення під час оцінки сукупності на основі вибірки. Так як наслідки неточних результатів підрахунку можуть бути дуже серйозними, стандартною практикою в спостереженні за виборами є вибірка з більш обережними параметрами – рівнем довірчої ймовірності 99%.

У паралельному підрахунку метою виступає оцінка розподілу голосів громадян серед політичних партій. У демократичних виборах кожен голос є таємницею і не може бути одиницею аналізу. Замість цього паралельний підрахунок зазвичай використовує офіційний результат з окремої виборчої дільниці в якості одиниці аналізу. Бажана похибка методу за формулою (1) залежить від ступеня точності, яку вимагають розрахунки:

$$ME = \frac{s}{\sqrt{n}} \cdot z, \quad (1)$$

де ME – похибка, s – стандартне відхилення (можна взяти за основу 0,5%), n – розмір вибірки, z – значення z для вибраного рівня довірчої ймовірності.

Паралельний підрахунок завжди використовує випадкову вибірку, так як не випадкова вибірка не є надійною для узагальнення населення, оскільки її дані не дають достовірної оцінки характеристик населення. Для отримання репрезентативних результатів для певного населення використовується кілька видів випадкових вибірок, кожен з яких може дати точне уявлення населення, спираючись на різні методи [2]. Два найпопулярніших види випадкової вибірки: загальна випадкова вибірка і пошарова випадкова вибірка.

Список всіх членів сукупності виступає у якості основи вибірки. В разі паралельного підрахунку одиницею аналізу виступає виборча дільниця, отже, вибірка для такого підрахунку може бути визначена тільки тоді, коли буде доступний точний і повний список всіх виборчих дільниць.

Далі визначається розмір вибірки, тобто кількість виборчих дільниць, які мають бути включені до вибірки. Визначається розмір відповідного населення (кількість виборців), рівень гомогенності цього населення і вибирається бажаний рівень довірчої ймовірності і похибки. Потім розраховується розмір вибірки за формулою (2):

$$n = \frac{P(1-P)}{\frac{\sum^2}{z_{99\%}^2} + \frac{P(1-P)}{N}}, \quad (2)$$

де n – розмір вибірки (кількість виборців), P – ймовірний рівень гомогенності (між 0 та 1), $\sum$ – похибка (між 0 та 1), z – рівень довірчої ймовірності в разі нормального розподілу, N – чисельність населення.

Після визначення розміру випадкової вибірки, її можна сформувати з основи, для чого виборчі дільниці (точки вибірки) відбираються з повного списку виборчих дільниць (основи вибірки). На першому кроці відбувається поділ загальної кількості виборчих дільниць на необхідну, після чого визначається випадкова стартова точка. Складання списку виборчих дільниць у випадковому порядку забезпечує надійність і точність роботи методу.

На основі усіх описаних етапів формується вибірка для виконання паралельного підрахунку голосів під час проведення виборів.

Основні статистичні принципи, що лежать в основі паралельного підрахунку, та статистичні засади методу, що пропонуються у роботі, дозволяють використовувати наданий метод для прогнозування результатів на основі всій сукупності даних, а також визначення та запобігання порушенням та фальсифікаціям, що можуть вплинути на результати виборів.

Перелік посилань

1. Цурканов А. Выборы. Иллюзии, технологии, результаты / А. Цурканов. – Лира, 2005. – 308 с.
2. Малишевский Н. Н. Технология и организация выборов / Н. Н. Малишевский. – Мн. : Хаовест, 2003. – 256 с.

УДК 538.931

Дуда Е.В.¹, Корнич Г.В.²

МАСШТАБИРОВАНИЕ ВРЕМЕНИ ПРИ ТЕМПЕРАТУРНО-УСКОРЕННОЙ ДИНАМИКЕ ВАКАНСИИ В КРИСТАЛЛЕ ПО СРАВНЕНИЮ С КЛАССИЧЕСКОЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКОЙ

Метод классической молекулярной динамики (МД) является мощным инструментом моделирования веществ на атомном уровне, однако этот метод имеет серьезные ограничения по времени моделирования процессов, происходящих с наноатомными системами. Для моделирования в рамках МД сложность составляют процессы, связанные с так называемыми редкими событиями – термоактивированными переходами атомов. Такие процессы при обычных условиях протекают слишком медленно, миллисекунды и более, для масштабов времени, рассматриваемых в классической МД.

Метод температурно-ускоренной динамики (ТУД) [1, 2] основан на моделировании атомной системы при искусственно увеличенной температуре. С увеличением температуры частота переходов атомов растет экспоненциально, что позволяет проводить моделирование событий на временных масштабах, существенно превосходящих те, которые доступны классической МД. Для данного метода используется

¹ ведущий специалист. Запорожский государственный медицинский университет

² д. ф.-м. н., профессор, зав. кафедры СА та ОМ НУ «Запорізька політехніка»

подход, позволяющий на основе вычисляемых при высокой температуре T_{high} событий получать системы при более низкой температуре T_{low} .

В работе применяется авторская модификация метода ТУД [3], в рамках которой используется измененный потенциал межатомного взаимодействия. Изменение потенциала в методе ТУД предотвращает тепловое расширение системы при температуре T_{high} по отношению к оригинальной атомной системе при температуре T_{low} . Кроме того, для рассматриваемых температур, измененный потенциал позволяет отказаться от используемого в рамках оригинального метода ТУД предположения о независимости частот нормальных мод системы от температуры.

Также в рамках данной работы проводилось моделирование методом классической МД. Результаты такого моделирования считались эталонными и с ними сравнивались результаты моделирования методами ТУД. Такой подход позволяет сделать вывод о возможности получения с помощью рассматриваемой модификации ТУД корректных результатов моделирования атомных систем. Прежде чем использовать новую модификацию метода для сложных вычислений, он был проверен на простой системе с такими параметрами, которые позволяют решать подобные задачи в рамках проверенного и хорошо зарекомендовавшего себя классического динамического метода. Некоторая часть этого решения была выполнена в работе [3], где указанная модификация ТУД и классическая МД сравнивались в рамках двумерных моделей. В представленной же работе данное сравнение проводилось в рамках реалистичной трехмерной модели с использованием многочастичного межатомного потенциала.

Моделируемый в данной работе кристалл меди был искусственно деформирован, а именно сжат в двух направлениях $[110]$ и $[1\bar{1}0]$ на 1% и 0.5%. Данная деформация позволяет разделить изначально равнозначные 12 переходов вакансии в ГЦК кристалле на 3 типа переходов. Таким образом, рассматриваемая система была одновременно достаточно простой для моделирования методом МД множества переходов и в каждый момент времени имела конкурирующие между собой отличающиеся переходы.

Результаты моделирования, полученные методами ТУД и МД, были обработаны по нескольким параметрам. Сравнивалось сходство между полученными различными методами относительными частотами переходов различных типов. Также с использованием метода однородности Смирнова была проверена гипотеза о принадлежности функций распределения промежутков времени, проходящих между последовательными переходами вакансии, полученных различными

методами, одной функции распределения.

Полученные в данных исследованиях модельные результаты показали, что рассматриваемая модификация метода ТУД дает практически такие же численные результаты, что и классическая МД. Соответственно, данный подход к методу ТУД может быть использован для моделирования трехмерных атомных систем. При корректном построении измененного межатомного потенциала, результаты моделирования также могут считаться корректными, в том числе, и на относительно продолжительных интервалах времени.

Перечень ссылок

1. Voter A.F. // Phys. Rev. Lett. 1997. V. 78. № 20. P. 3908. 2.Sorensen M.R., Voter A.F. // J. Chem. Phys. 2000. V. 112. № 21. P. 9599. 3.Дуда Е.В., Корнич Г.В. // Пове-рхность. Рентген., синхротр. и нейтрон. исслед. 2018. № 8. С. 102-112.

УДК 519.7

Єременко В.Д.¹, Коряшкіна Л.С.²

ПРО ОПТИМІЗАЦІЙНІ ЗАДАЧІ НА ПІДПРИЄМСТВІ ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ

В Україні, зокрема в місті Дніпро, набуває популярності структура громадського харчування. З кожним днем кількість конкурентів росте, з'являються різні концепції, які можуть охопити більшу кількість цільової аудиторії. Для того, щоб бути конкуренто-здібним, замало просто цікавитися цим напрямом і знати сферу діяльності. Важливо розвивати своє підприємство і приваблювати більшу кількість відвідувачів а, отже, оптимізувати роботу усього виробництва з метою максимізації прибутку. Цього можна досягнути завдяки регулюванню всіх потреб відвідувачів, контролю запасів ресурсів та раціональної роботи підприємства [1].

Задача управління запасами в загальному випадку формується наступним чином: визначити оптимальний розмір запасу, кількість, частоту і терміни поставки замовлення, за яких сумарні витрати стають якомога найменшими. Витрати, зазвичай, визначаються вартістю

¹ Студент, НТУ «Дніпровська політехніка»

² К. ф.-м. н., доцент кафедри системного аналізу і управління, НТУ «Дніпровська політехніка»

закупівлі, доставки та зберігання продукції. Часто на зберігання продукції підприємство не витрачає кошти, оскільки склад з усіма необхідними ресурсами знаходиться у приміщенні, яке є власністю підприємства або орендується [2].

Метою даної роботи є підвищенні ефективності роботи підприємства, що є закладом громадського харчування, шляхом аналізу його функціонування, технологій отримання продукції, виявленні можливостей раціональної закупівлі інгредієнтів для продуктів, що пропонує підприємство, оптимізації плану реалізації сумішей.

За результатами SWOT-аналізу вдалося визначити сильні та слабкі сторони підприємства, виявити ті можливості, реалізація яких дозволить усунути або компенсувати деякі загрози, що виникають під час функціонування закладу. Окрім SWOT-аналізу проведений ABC-аналіз, за результатами якого в свою чергу надані рекомендації щодо закупівлі та реалізації готової продукції, тобто оптимізації роботи логістичної системи підприємства.

В роботі представлені і реалізовані математичні моделі наступних трьох задач оптимізації, що виникли на підприємстві:

- максимізувати прибуток за умов виконання і перевиконання обсягу реалізації продукції підприємства з урахуванням наявних ресурсів;
- максимізувати витрати інгредієнтів з високою ціною закупки і таких, що швидко псуються;
- мінімізувати закупки інгредієнтів на виробництво і реалізацію продукції (в даному випадку коктейлів) за планом попереднього місяця.

В першій задачі потрібно відшукати таку кількість порцій кожного виду коктейлів, яка за умови виконання і перевиконання обсягів продажів попереднього місяця дозволила б отримати максимальний прибуток за наявних ресурсів.

Аналіз результатів розв'язання цієї задачі дозволив виявити коктейлі, доцільність та рентабельність яких взагалі нульова. Це коктейлі з інгредієнтами, які в свою чергу є повноцінними коктейлями. А отже, коли ці продукти змішуються в один - то ціна на них значно знижується. Отже, зроблено висновок, що доцільно вилучити з меню ці суміші, а залишити окремо лише інгредієнти.

Крім того, розв'язок задачі показав такі коктейлі, які є найприбутковішими. Загальна сума прибутку склала – 21952 грн, та враховуючи утилізовані протягом місяця ресурси, прибуток склав 19631 грн. Тобто, 10% від усього прибутку складає утилізований товар. В роботі надані рекомендації щодо можливого зниження цього показника.

Так, в другій задачі потрібно знайти такий план реалізації коктейлів

у поточному місяці, за якого інгредієнти, що псуються швидше за все, використовуються якомога у найбільшому обсязі.

В результаті розв'язання задачі мінімізації закупок інгредієнтів на виробництво і реалізацію коктейлів за планом попереднього місяця отримано оптимальну кількість потрібних інгредієнтів для закупівлі і завдяки цьому збільшений прибуток.

Проаналізувавши цю роботу і вирішені задачі, підприємство буде розвиватися краще та швидше завдяки визначенню слабких місць, які потрібно посилити, а саме проводити закупки тільки по товарах, що мають високий попит. Завдяки сильним сторонам, які потрібно підтримувати та можливості, які потрібно розвивати.

Перелік посилань

1. Лукинський В.С., Моделі і методи теорії логістики, СПб.: Пітер, 2003. – 176 с.
2. Турчак В.В. Стратегічне управління запасами підприємства / О.М. Кульганік, В.В. Турчак // Східна Європа: економіка, бізнес та управління. – 2017. - №5(10). – Режим доступу: http://www.easterneuropeebm.in.ua/journal/10_2017/10.pdf

УДК 62–50:519

Левин В.И.¹

ИНТЕРВАЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА И ВЫЧИСЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Задачи, возникающие в современной науке, значительно усложнились, что привело к появлению, наряду с 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

¹ д.т.н., ведущий научный сотрудник, Пензенский государственный технологический университет

возможных значений, без указания распределения значений внутри интервала; они изучаются в интервальной математике.

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.

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 $x \in \tilde{x} = [x_1, x_2], \dots, z \in \tilde{z} = [z_1, z_2]$. 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 задана с помощью теоретико-множественной конструкции:

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

Формула (1) означает, что 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. Эта функция называется интервальной функцией, а принимаемые ею самой, а также ее аргументами значения – интервальными числами. Далее, по формуле (1), можно ввести 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 произвольной переменной на постоянную и переменную, а также ее возведение в степень

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

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.

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

УДК 62–50:519.7/8

В.И. Левин¹

АВТОМАТНЫЙ МЕТОД МОДЕЛИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ИСТОРИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Имеется некоторое число регионов (частей света, государств, штатов и т.д.), в которых происходят конкретные исторические события, а именно, войны. В каждом конкретном регионе войны происходят, согласно предположению, в соответствующей последовательности временных интервалов, причем интервалы не пересекаются и каждый из них содержит ровно одну войну – от момента ее начала (левая граница

¹ д.т.н., ведущий научный сотрудник, Пензенский государственный технологический университет

интервала) до момента конца (правая граница). Таким образом, каждый регион имеет свой поток последовательно возникающих и прекращающихся войн. Будем изучать суммарный поток войн, получаемый путем суммирования региональных потоков. Нас будут интересовать различные количественные характеристики суммарного потока войн, знание которых дает возможность выявить основные закономерности процесса последовательного возникновения и прекращения войн на земле. При этом, разумеется, вначале должно быть установлено, что такие закономерности существуют [1, 2].

Наше исследование проводилось применительно к набору наиболее известных в мире войн за последние 2500 лет [5]. Вот основные выводы из проведенных исследований.

1. Характеристика n – число войн, проходящих в течение одного века, до н.э. весьма незначительно ($n \leq 3$) и является практически постоянной величиной. Но, начиная, по крайней мере, с 14 века н.э., это число становится функцией, существенно зависящей от времени и практически монотонно возрастающей, достигая при этом больших значений ($n = 26$). 2. Аналогично поведение характеристики – N – числа участков концентрации военного напряжения, приходящихся на 1 век: до нашей эры оно незначительно и практически постоянно ($N \leq 1$), а начиная с 14 в. н.э. становится монотонно возрастающей функцией времени, достигающей существенных значений ($N = 8$). 3. Характеристика T_1 – среднее время, приходящееся на одну войну, – является существенной функцией времени как в период до н.э., так и после него. При этом до н.э. превалирует тенденция возрастания величины T_1 вплоть до $T_{1,\max} = 100$ лет, а после 14 в. н.э. – тенденция убывания T_1 , вплоть до $T_{1,\min} = 3,8$ лет. 4. Характеристика T_2 – средний интервал времени между соседними войнами – в период до н.э. изменяется скачкообразно (между $T_{2,\min} = 6,5$ и $T_{2,\max} = 57$), а с 15 века н.э. – практически монотонно убывает, достигая минимального значения $T_{2,\min} = 4$. 5. Практически такое же поведение у характеристики T_3 – средней длительности одной войны. Величина T_3 до н.э. изменяется скачкообразно в границах от $T_{3,\min} = 2,5$ до $T_{3,\max} = 39$, а с 14 века н.э. практически монотонно убывает, достигая своего

минимального значения $T_{3,\min} = 3,7$. 6. Характеристика T_4 – средний интервал времени между соседними участками концентрации военного напряжения – является почти монотонной функцией времени во всем диапазоне (с 17 по 20 век. н.э.), в итоге достигая минимального значения $T_{4,\min} = 12,5$. 7. Поведение характеристики M – доли времени мира – обнаруживает резко скачкообразное изменение в период до н.э. (между значениями $M_{\min} = 0,22$ и $M_{\max} = 0,95$), монотонное убывание в раннее средневековье (14–16 века) и монотонное возрастание в новое время (с 16 в.), с финальным значением $M_{\max} = 0,38$, практически совпадающим со значением в 14 в. $M = 0,37$. 8. Аналогично и поведение двойственной к M характеристики B – доли времени войны: в период до н.э. величина B изменяется скачкообразно (крайние значения $B_{\min} = 0,05$, $B_{\max} = 0,78$), в средние века она монотонно возрастает, а в новое время монотонно убывает, достигая значения $B_{\min} = 0,62$, почти совпадающего со значением в 14 в. – $B = 0,63$.

Перечень ссылок:

1. Коваленко И.Д. (ред.) Количественные методы в исторических исследованиях. М.: Высшая школа, 1984. 275 с.
2. Левин В.И. Математическое моделирование социально-экономических процессов (автоматно-логические методы и модели). Пенза: Изд-во Пензенского технологического ин-та, 1997. 57 с.
3. Поспелов Д.А. Логические методы анализа и синтеза схем. М.: Энергия, 1987. 368 с.
4. Левин В.И. Теория динамических автоматов. Пенза: Изд-во Пензенского гос. технологического ун-та, 1995. 407 с.

ГІБРИДНИЙ ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ДЕЯКИХ ЗАДАЧ ОБ'ЄМНОГО ПАКУВАННЯ

Кожного разу, коли потрібно розмістити товари на складі або завантажити їх в транспортний засіб, ми стикаємося з проблемою як скласти вантаж так, щоб він займав якомога менше місця, іншими словами, як заповнити заданий об'єм максимальною кількістю товарів. Задача про упаковку є NP-повною. На жаль, всі відомі точні алгоритми розв'язання задач мають експонентну часову складність [1, с.42]. Іншою проблемою, яка не дозволяє застосувати класичні алгоритми на практиці є набір додаткових обмежень при розстановці вантажу в заданому об'ємі.

Аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури підтверджує актуальність проблематики і засвідчує, що дослідженням і розробкою методів розв'язку даного класу задач займаються: Харківська школа академіка Ю.Г. Стояна; Інститут алгоритмів і наукових обчислень Німеччини; К. Доусланд, В. Доусланд (Великобританія); К. Даніельс, В. Міленковік (США) та багато ін. Незважаючи на суттєві наукові доробки, актуальним залишається створення наближених евристичних алгоритмів, які за прийнятний час знаходять розв'язок, близький до оптимального і при цьому можуть бути легко адаптовані для урахування додаткових обмежень. Інтерес представляє тривимірна упаковка паралелепіпедів до контейнера такої ж форми:

Задана область тривимірного простору шириною W , довжиною L і висотою H , а також множина блоків $A = \{a_i\}$ кількістю N . Вся множина блоків розбита на підмножини типів $T = \{t_j\}$. Кожен тип має параметри кожного блоку (довжина, ширина, висота і вага, орієнтація за замовчуванням). Необхідно множину блоків розмістити в заданий об'єм. Кожен тип вантажу характеризується кортежем довжини $\langle l_i, w_i, h_i, m_i \rangle$, де l_i, w_i, h_i – це габаритні розміри елемента, m_i – вага блоку. В результаті виконання завдання положення елементів у просторі задається множиною $S = \{s_i = (\langle x1_i, y1_i, z1_i \rangle, \langle x2_i, y2_i, z2_i \rangle) \mid i = 1, 2, \dots, n\}$, де $\langle x1_i, y1_i, z1_i \rangle, \langle x2_i, y2_i, z2_i \rangle$ – координати кутів елемента. Введемо такі обмеження: висота всіх блоків однакова; сумарний обсяг елементів не повинен

¹ к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри економічної інформатики

² аспірантка кафедри міжнародної економіки, політичної економії та управління, Національна металургійна академія України, м. Дніпр

перевищувати обсягу області упаковки:

$$\sum_{i=1}^n l_i \times w_i \times h_i \leq L_x \times W_y \times H_z; \quad (1)$$

жоден елемент не може виходити за межі заданого обсягу:

$$x_{1i} \geq 0, y_{1i} \geq 0, z_{1i} \geq 0, x_{2i} \leq L_x, y_{2i} \leq W_y, z_{2i} \leq H_z, \quad i = \overline{1, n}; \quad (2)$$

відсутність перетинів:

$$(x_{2i} \cdot x_{1j} \& y_{2i} \geq y_{1j} \& z_{2i} \geq z_{1j}) \vee \\ \vee (x_{2i} \cdot x_{1j} \& y_{2i} \geq y_{1j} \& z_{2i} \geq z_{1j}) = 1, \quad \forall i, j \leq n, i \neq j; \quad (3)$$

сумарна вага всіх блоків не може перевищувати заданий ліміт:

$$\sum G_{\text{бл}} \leq \sum G_{\text{лім}}, \quad (4)$$

де $G_{\text{бл}}$ – вага блоку; $G_{\text{лім}}$ – максимальна вага всіх блоків;

всі елементи повинні спиратися своєю основою на поверхню; елементи повинні лежати перпендикулярно заданій області. Критерієм оптимізації є обсяг, який він зайняв:

$$F = \frac{\sum V_{\text{бл}}}{\sum V_{\text{кон}}} \rightarrow 1, \quad (5)$$

де $V_{\text{бл}}$ – обсяг кожного блоку, $V_{\text{кон}}$ – обсяг контейнера.

Для розв'язання задачі будемо використовувати гібридний підхід до упаковки блоків. Реалізована ідея багаторівневої еволюції, коли процес пошуку оптимального рішення полягає у використанні декількох алгоритмів випадково спрямованого пошуку – генетичного та еволюційного. Пошук рішення зазвичай триває до тих пір, поки не буде виконано хоча б один з критеріїв зупинки. Критерієм зупинки є досягнення певної якості отриманого рішення або перевищення максимального встановленого часу роботи алгоритму [2, с. 27].

Щільність заповнення в результаті роботи цього алгоритму складає в середньому 80-90%, а час роботи для сотень ящиків – кілька хвилин. При цьому алгоритм має високу ступінь адаптивності до урахування додаткових обмежень, що виникають на практиці.

Перелік посилань:

1. Жуков Л.А. Метод плоскостей: численный эксперимент для задач двух и трехмерной ортогональной упаковки / Л.А. Жуков, О.В. Корчевская // Информационные технологии. – 2008. – № 11. – С. 41 – 45. 2. Норенков И.П. Эвристики и их комбинации в генетических методах дискретной оптимизации / И.П. Норенков // Информационные технологии. – 1999. – 1. – С. 27.

УДК 53:519.22

Пархоменко Л.А.¹

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ И ТЕОРЕТИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК

Предложен метод системного анализа экспериментальных данных и теоретических разработок, проиллюстрированный на примерах распределений: молекул по скоростям Максвелла, спектральной мощности излучения Планка и микрочастиц по размерам в дисперсно-упрочненном сплаве.

Изучение процессов, протекающих в макроскопических системах, содержащих большое количество микроэлементов (атомов, молекул, фотонов, дисперсных частиц и др.), и их общих свойств – предмет статистической физики. Общая характеристика таких систем (распределение микроэлементов по их существенным признакам) претерпевает трансформацию с изменением их состояния, что может служить источником важной информации о природе внутрисистемных процессов. Статистические возможности изучения внутрисистемных процессов в многоэлементных системах определяются решением проблемы моментов распределений, задаваемой в математической и физической постановке. Характерные свойства распределений могут быть выявлены путем анализа простых и смешанных моментов (целочисленных, дробных и функциональных) и соотношений между ними. Наша задача состоит в установлении возможной коррелирующей связи между внутрисистемными процессами и признаками изменения формы, положения и характеристик экспериментальных гистограмм. Решение задачи сопряжено с учетом данных их анализа или же системой моментов, характерной для каждой из гистограмм.

¹ к.ф.-м.н., доц. каф. САОМ НУ «Запорізька політехніка»
224

Рассмотрим два подхода к решению поставленной задачи.

Математическая постановка задачи. Для системы моментов экспериментальной гистограммы M_i , где $i=0, 1, 2, 3, \dots, n$, относительно нулевого значения признака распределения элементов необходимо найти такое аналитическое выражение функции распределения, чтобы она однозначно определялась заданными моментами.

Физическая постановка задачи. Аналитический вид функции плотности распределения устанавливается на основании определенных физических представлений путем проведения теоретических расчетов. В этом случае необходимая информация о протекании внутрисистемных процессов может быть получена путем выявления сходства и различия между экспериментальной гистограммой и теоретическим распределением. Далее, все свойства распределений можно выразить в терминах моментов. Следовательно, идентификацию сравниваемых распределений можно свести к анализу соответствующих им систем моментов и связывающих их соотношений. Рассмотрим на примерах.

1. Распределение молекул по скоростям Максвелла.

Моменты плотности распределения Максвелла запишем в виде

$$M'_n = \frac{4}{\sqrt{\pi}} u^{n+2} \exp(-u^2), \text{ где } u = \frac{v}{v_n}, v - \text{ скорость молекулы; } v_n -$$

наиболее вероятная скорость; n – может принимать целочисленные и дробные значения ($n \geq 1$).

Выполняя математические преобразования и учитывая, что

$$u M'_n \Big|_0^\infty = 0, \text{ получим } (n+3) \int_0^\infty M'_n du = 2 \int_0^\infty M'_{n+2} du. \text{ Или же в терминах}$$

моментов можно записать $(n+3)M_n = 2M_{n+2}$.

2. Распределение спектральной мощности излучения Планка.

Получено соотношение между моментами в виде:

$$(n+4)M_n = M_{n+1-\gamma}, \text{ где } \gamma = 1 - e^{-\varepsilon} \text{ и } 0 \leq \gamma \leq 1; \varepsilon = \frac{h\nu}{kT} - \text{ энергия}$$

фотона частотой ν : h – постоянная Планка; k – постоянная Больцмана; T – температура по шкале Кельвина. Это соотношение может быть применено для анализа спектрального состава света, например, излучаемого Солнцем.

3. Распределение микрочастиц по размерам в дисперсно-упрочненном сплаве.

Получено соотношение между моментами в виде:
 $(n-3)v_k M_{nm} = n(L_n + L_m)$, где $v_k = v_k(t)$ – приведенная скорость движения критического радиуса в ансамбле размеров микрочастиц;

$$M_{nm} = \int_0^{u_g} M'_{nm} du; \quad L_n = M_{n-1, m-\gamma(u)} - M_{n, m-\chi(u)}; \quad \gamma(u) = \varepsilon u^2 + u^{1-\alpha}$$

$$L_m = m : n \cdot [M_{n+1-\gamma(u), m-1} - v_k M_{n+1, m-1} - M_{n-\gamma(u), m-1}]; \quad u_g - \text{верхняя граница относительных размеров микрочастиц.}$$

Это соотношение моментов обладает множеством признаков, которые могут быть положены в основу идентификации теоретических распределений с экспериментальными.

УДК 519.1

Семенюта М.Ф.¹, Якунина І.Л.²

КОМБІНАТОРНІ КОНФІГУРАЦІЇ У ВИЗНАЧЕННІ РОЗМІТОК ГРАФІВ

Розмічені графи використовують, як зручні моделі, при розв'язанні широкого кола прикладних задач. Нехай деяка система задається звичайним графом $G = (V, E)$. Властивості системи опишемо в термінах графів. Для графа G порядку n повинна існувати таке бієктивне відображення $f: V(G) \rightarrow \{1, 2, \dots, n\}$, що множина всіх ваг вершин утворює арифметичну прогресію $a, a+d, a+2d, \dots, a+(n-1)d$ з першим членом a і різницею d , де a, d – фіксовані невід'ємні цілі числа, $a \geq 1, d \geq 0$ [1]. Розмітку f називають (a, d) -дистанційною антиміагічною, а відповідний граф G , який допускає таку розмітку, – (a, d) -дистанційним антиміагічним. Вагою вершини є сума міток всіх суміжних з нею вершин. В даній доповіді розглядається питання побудови дистанційної антиміагічної розмітки, яка знайшла застосування в теорії кодування, при плануванні експериментів, у сфері захисту інформації і тісно пов'язана з певними комбінаторними конфігураціями (схемами). Термін «схема» з'явився під час вивчення

¹ к.ф.-м.н., завідувач кафедри фізико-математичних дисциплін, Льотна академія Національного авіаційного університету, м. Кропивницький

² к.т.н., доцент кафедри фізико-математичних дисциплін, Льотна академія Національного авіаційного університету, м. Кропивницький

таких математичних об'єктів, як латинські та магічні квадрати, блочні конструкції, різницеві множини, скінчені проєктивні площини та інших. Слово «конфігурація», яке частіше зустрічається в наші дні, в більш загальному розумінні вперше запропоновано Т. Рейем в 1876 році. Перша робота, в якій виконана певна систематизація множини різних конфігурацій, опублікована в 1896 році. Вона написана Е. Муром і має назву «Tactical Memoranda I–III». Застосування латинських квадратів, збалансованих блочних схем в проведенні статистичного експерименту в першій половині XX століття викликало інтерес у статистів і призвело до нових відкриттів у математиці. Все це дало можливість виокремити теорію комбінаторних конфігурацій в окремий напрям математики, який продовжує розвиватися на основі тісного зв'язку з іншими її галузями, включаючи теорію груп, теорію скінченного поля, теорію скінчених геометрій, теорію чисел, комбінаторну теорію матриць і теорію графів. Відмітимо, що до появи теорії графів деякі результати цієї галузі математики існували на мові конфігурацій або схем. Наприклад, 1-факторизації K_{2n} є вирішуваними $2-(2n, 2, 1)$ схемами. В 1968 році К. Берже визначив конфігурацію як відображення множини об'єктів на скінчену абстрактну множину S з заданою структурою [2]. Більше відомостей з цього приводу можна знайти в [3]. Нами залучено відомі конфігурації для побудови (a, d) -дистанційної антимагічної розмітки. Для вивчення таких розміток Д. Фрончек в 2013 році визначив множину магічних прямокутників $MRC(k, n; t)$, яку можна розглядати як сукупність конфігурацій. Під $MRC(k, n; t)$, розуміємо сімейство з t матриць розміру $k \times n$ з елементами r_{ij}^l множини $\{1, 2, \dots, knt\}$, де $1 \leq i \leq k, 1 \leq j \leq n, 1 \leq l \leq t$. Кожне з чисел цієї множини зустрічається тільки один раз в $MRC(k, n; t)$, причому всі суми елементів рядків в кожній матриці дорівнюють сталій ρ і всі суми елементів стовпців в кожній матриці дорівнюють сталій σ . Для побудови (a, d) -дистанційної антимагічної розмітки графа $t(K_k \times K_n)$, який є диз'юнктивним об'єднанням t копій графа $K_k \times K_n$, задіємо множину магічних прямокутників $MRC(k, n; t)$. Аналогічний підхід застосований в [4]. Встановивши взаємно-однозначну відповідність між вершинами $t(K_k \times K_n)$ і числами r_{ij}^l , ми довели наступну теорему.

Теорема. Граф $t(K_k \times K_n) \in (((k+n)(knt+1)-4knt)/2, 2)$ -дистанційним антимагічним, якщо $k \equiv n \equiv 0 \pmod{2}$ і $k \geq 2, n \geq 4$.

Запропонований спосіб визначення розмітки графа привів до залучення нових комбінаторних конструкцій для розв'язку задач побудови певних розміток графів. Далі плануємо застосувати повністю

відокремлюючими системи (completely separating system), як інструмент для вивчення антимігічної реберної розмітки графів.

Перелік посилань

1. Arumugam S., Kamatchi N. On (a, d) -distance antimagic graphs. Australasian journal of combinatorics. 2012. Vol. 54. P. 279-287. 2. Berge C. Principes de combinatoire. Paris: Dunod, 1968. 146 p. 3. Стоян Ю.Г. и др. Евклидовы комбинаторные конфигурации: монография. / Стоян Ю.Г., Яковлев С.В., Пичугина О.С. Харьков: Константа, 2017. 440 с. 4. Froncek D. A note on incomplete regular tournaments with handicap two of order $n \equiv 8 \pmod{16}$. Opuscula Math. 2017. Vol. 37, N 4. P. 557-566.

УДК 519.622.2

Удовенко С.Г.¹, Чала Л.Е.², Шергін В.Л.²

ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СТОХАСТИЧНОЇ СИСТЕМИ З ЗАСТОСУВАННЯМ МОДИФІКОВАНОЇ КОРЕНЕВОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ

Оснoву багатьoх процедур адаптивнoгo оцiнювaння параметрiв стохастичних керoваних процесiв в дискретнoму часi становить iнформацiйна матриця $C(k)$, що мiстить iнформацiю про передiсторiю цих процесiв. Для забезпечення стiйкостi обчислювальних процедур тут має викoнуватися вимога позитивнoї напiввизначеностi iнформацiйнoї матрицi. Однак помилки округлення, обумoвленi обмеженiстю розряднoї сiткою мiкропроцесoра, можуть сприяти появі негативних значень окремих елементiв цiєї матрицi, що фактично означає втрату стiйкостi для теоретично коректнoї схеми розрахунку. Слiд зазначити, що подiбнi труднощi характернi для всiх погано обумoвлених завдань оцiнювaння i прогнозувaння (наприклад, для калмановськoї фiльтрацiї та байесiвськoгo оцiнювaння). Ця обстаविна визначила розвиток кореневих методiв фiльтрацiї, що дозволяють зменшити помилки округлення i пiдвижити точнiсть обчислень без збiльшення розрядностi процесoра i неoбхiдного обсягу пам'ятi для зберiгання промiжних даних. Серед можливих варiантiв видiлимо так званий корiнь Холецькoгo $G(k)$, що є нижньoю трикутнoю матрицею з позитивними елементами на головнiй дiагоналi. В цьому

¹ Д.т.н., завідувач каф. ІКТ Харківського національного економічного університету ім. С.Кузнеця

² К.т.н., доцент каф. ІІІ Харківського національного університету радіоелектроніки

випадку справедлива залежність:

$$C(k) = G(k)G^T(k) = C^{0.5}(k)[C^{0.5}(k)]^T.$$

При порівнянні обумовленості матриць $G(k)$ та $C(k)$ отримуємо, що

$$K_{об}(G(k)) = K_{об}^{0.5}(C(k)),$$

де $K_{об}(G(k))$ – ступінь обумовленості матриці, яка визначається співвідношенням максимального і мінімального коренів власного числа матриці $G^T(k)G(k)$.

Ступінь обумовленості характеризує чутливість рішення системи лінійних рівнянь, що відповідають матриці $G(k)$. При цьому, чим більше $K_{об}(G(k))$, тим чутливіша загальна система рівнянь. З наведених залежностей випливає, що для використання в обчислювальних процедурах оцінювання більш перспективною є матриця $G(k)$ ніж $C(k)$.

Розглянемо керовану авторегресійну стохастичну модель з ковзнім середнім (ARMAX-модель):

$$y(k) = P^T(k)z(k) + e(k),$$

де $P(k)$ – матриця параметрів моделі, $z(k)$ – вектор-регресор вхідних змінних, $e(k)$ – збурююча випадкова послідовність.

Для цієї моделі можна представити матрицю Холецького $G_0(k)$ у наступному вигляді:

$$G_0(k) = \left[\begin{array}{cc} G_{y0}(k) & 0 \\ \underbrace{G_{zy0}(k)}_{m_y} & \underbrace{G_{z0}(k)}_{m_z} \end{array} \right] \left\{ \begin{array}{l} m_y \\ m_z \end{array} \right\}.$$

В доповіді розглянуто модифіковану процедуру параметричного оцінювання, що може бути використана при безпосередньому перерахунку кореня Холецького $G_0(k)$ для матриці $C(k-1)$. Вхідними даними алгоритму перерахунку є матриця $G(k-1)$ та вектор $z(k)$, а вихідними даними – нові матриці $G(k)$ та $C(k)$. Елементи кореневої матриці Холецького для матриці $C(k)$ визначаються наступним чином:

$$G_{ii}(k) = (C_{ii}(k) - \sum_{l=1}^{i-1} G_{il}^2(k))^{0.5}, \quad i = \overline{1, m_z},$$

$$G_{ji}(k) = G_{ii}^{-1} (C_{ji} - \sum_{l=1}^{i-1} G_{il} G_{il}), \quad j = \overline{(i+1), m_z}.$$

При відсутності апіорної інформації про початкові оцінки параметрів матрицю $G(0)$, необхідну для розрахунку відповідної матриці $C(1)$, доцільно вибирати діагональною з великими значеннями діагональних елементів. Це дозволяє уникнути надмірних помилок прогнозованої моделі в початковій фазі адаптивного оцінювання.

В доповіді розглянуто приклад застосування схеми модифікованої кореневої фільтрації для методу байєсівського параметричного оцінювання при поганій обумовленості інформаційної матриці.

УДК 519.86

Ус¹ С.А., Варганов² Д.Д.

ФОРМУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РАЦІОНУ ДЛЯ ГОДІВЛІ СПОРТИВНИХ КОНЕЙ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Особливого значення в умовах сучасних перетворень в Україні набувають зміцнення фізичного і духовного здоров'я людини, формування здорового способу життя [1]. Розв'язати цю задачу можна залучаючи молодь до спортивних шкіл та секцій. Але в умовах нестабільного фінансування багато з таких підприємств поставлені на межу виживання. Тому оптимізація їхньої роботи є актуальною задачею.

В даній роботі об'єктом дослідження була робота дитячо-юнацької кінно-спортивної школи.

В ході дослідження було виявлено, що вартість утримання коней є значною статтею витрат підприємства. Тому задачею дослідження було прийнято складання оптимального раціону для годування коней, який забезпечує виконання вимог щодо поживності, обсягу та енергетичних потреб і при цьому дозволяє знизити витрати підприємства на утримання коней. Зауважимо, що раціон коней обов'язково включає концентровані і грубі корми і раціональне харчування передбачає не тільки виконання умов поживності і наявності необхідних вітамінів, макро і мікро елементів, але й обмеження об'єму харчування [2], наприклад для

¹ к.ф.-м.н., професор НТУ «Дніпровська політехніка»

² студент НТУ «Дніпровська політехніка»

здорового харчування необхідно, щоб добовий обсяг концентрованих кормів не перевищував 7 кг.

Для розв'язування задачі було запропоновано два види моделей – для концентрованих і грубих кормів. Враховуючи великий розбіг цін на складові суміші для грубих кормів, вона була сформульована як нечітка інтервальна модель, а саме:

$$\widetilde{C}_1x_1 + \widetilde{C}_2x_2 + \dots + \widetilde{C}_nx_n \rightarrow \min, \quad (1)$$

за умов

$$b_i^{\min} \leq \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \leq b_i^{\max}, \quad i=1,2,\dots,m \quad (2)$$

$$x_j \geq 0, \quad j=1,2,\dots,n \quad (3)$$

Тут x_j , $j=1,2,\dots,n$ – кількість одиниць j -ї складової у суміші, $\widetilde{C}_j = [c_j^{\min}; c_j^{\max}]$, $j=1,2,\dots,n$ – ціна за одну одиницю відповідної складової суміші. Обмеження (2) описують вимоги щодо споживання певних поживних елементів. $b_i^{\min}$, $b_i^{\max}$ – мінімальна та максимальна добова потреба в елементі i , $i=1,2,\dots,m$, a_{ij} – вміст елемента i в одній одиниці j -ї складової суміші $i=1,2,\dots,m$, $j=1,2,\dots,n$.

Особливістю запропонованої моделі є те, що вона описує ситуацію, коли ціни на складові є невизначеними і ми можемо вказати тільки інтервали, в яких вони перебувають.

Задачу (1) – (3) було розв'язано в умовах КПШНЗ «СДЮСШОР з кінного спорту» ДМР. До розгляду було взято п'ять складових компонентів суміші, а саме: сіно лугове, сіно люцернове, сіно різнотрав'я, солома ячмінна, силос кукурудзяний; із врахуванням обмежень на 5 елементів: магній, кальцій, фосфор, залізо, цинк. Для розв'язування задачі був використаний метод послідовної редукції [3]. Цей метод дозволяє розв'язати нечітку задачу і оцінити якість отриманого розв'язку.

Отримані результати розв'язування задачі дозволяють знизити витрати на годування тварин на 19,5 % забезпечуючи при цьому їх збалансоване харчування.

Отже, використання економіко-математичних методів при плануванні діяльності кінно-спортивної школи дозволяє оптимізувати витрати на утримання тварин і забезпечити можливість розвитку підприємства за рахунок заощаджених коштів.

Перелік посилань

1. Стахів І. Регулювання ринку спортивно-оздоровчих послуг: монографія/ І.Стахів Л.: Редакція «УП», 2017. -200 с. 2. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин / І. І. Ібатуллін, М. І. Башенко, О. М. Жукорський та ін. ; НААН України, Ін-т тваринництва НААН, М-во аграрної політики України ; ред. І. Ібатуллін, О. М. Жукорський. – Київ : Аграрна наука , 2016. – 300 с. 3. Желдак Т.А. Нечіткі множини в системах управління та прийняття рішень: навч. посіб. / Т.А. Желдак, Л.С. Коряшкіна, С.А. Ус, за редакцією С.А. Ус ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2020. – 387 с.

УДК 004.942 : 519.876.5

Фракиянц С. Е.¹, Козир С.В.²

ПОБУДОВА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ОБСЛУГОВАННЯ ЧЕРГИ ДО КАСИ МАГАЗИНУ

Постановка проблеми. У магазині перебувають касові апарати та людина яка їх обслуговує. Черга в магазині створюється природно і кількість клієнтів залежить від наступних факторів: вид товарів, розташування магазину, конкурентоспроможність, різноманітність продуктів тощо. Модель розподілення покупців, становить: 2 хв. — це кращий показник коли клієнт обрав продукт та пішов до черги; 5 хв. — середній показник; 10 хв. — гірший показник.

Можуть виникнути ситуації, де касир повинен виконати ануляцію або внаслідок неполадок касового апарату провести обробку покупки ще раз, також слід взяти до уваги людський фактор, тому до моделі потрібно додати затримку при обробці черги: 1 хв. — це кращий показник, звичайний людський фактор; 2 хв. — середній, наприклад ануляція замовлення; 5 хв. — гірший, виникає при неполадках обладнання.

Вибір та обґрунтування методу дослідження, огляд програми AnyLogic. Так як це модель обслуговування динамічної системи у якій потрібно враховувати дискретні події, наприклад, обробка черги (кожна

¹ Фракиянц Сергій Едуардович - студент, ступінь одержуваної освіти – бакалавр, НТУ «Дніпровська політехніка»

² Козир Світлана Василівна - асистент кафедри системного аналізу та управління НТУ «Дніпровська політехніка»

людина може встати у чергу в різний момент часу) або затримка при обслугованні, буде складно аналітично оцінити ці процеси, у такому разі можна використати імітаційне моделювання [1]. Обраний інструмент: програмний додаток AnyLogic — він базується на дискретно-подійному моделюванні [2], що задовольняє обраній моделі.

Реалізація обраного методу та параметри імітаційної моделі. Додаткові параметри моделі при реалізації: максимальний обсяг черги — 30 чоловік; клієнт може обрати товар та встати до черги, або вийти з магазину і нічого не придбати, встановлена вірогідність — 0,5. Для кращого сприйняття була спроектована 3D модель (рис. 1).

Запропонована модель на відміну від відомих базується на унікальних експертних даних конкретного магазину.



Рисунок 1 – Результат імітації

В результаті імітації було встановлено, що один касир не встигає обробляти сформовану чергу клієнтів, навіть враховуючи велику вірогідність того, що клієнт може вийти з магазину (0,5). Як можна побачити кількість клієнтів у магазині які обрали товар 55 чол., з них було обслуговано тільки 9 чол., завантаженість касира становить 92%. Тому наступний етап досліджень – визначення оптимальної кількості касових апаратів та персоналу для їх обслуговування з метою збільшення пропускну здатності черги.

Висновки. Результати експерименту над моделлю обслуговування черги до каси окремо взятого магазину з використанням інструменту AnyLogic вказують на необхідність оптимізації системи масового обслуговування з метою збільшення пропускну здатності черги до касового апарату.

Перелік посилань:

1. Імітаційне моделювання [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://stud.com.ua/98833/informatika/imitatsiyne_modelyuvannya
2. Дискретно-подійне моделювання [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.anylogic.ru/use-of-simulation/discrete-event-simulation/>

УДК 538.971

Широкорад Д.В.¹, Корніч Г.В.²

УПРАВЛІННЯ АТОМНОЮ СИСТЕМОЮ ЯНУСОПОДІБНОГО КЛАСТЕРА Ni_mAl_m ПІД ДІЄЮ НАЛІТАЮЧОГО КЛАСТЕРА Ar_n

На сьогодні різноманітні матеріали на основі нікелю та алюмінію, що відрізняються за складом та морфологією, широко застосовуються у високотехнологічній інженерії, енергетиці, промисловій хімії, біотехнологіях тощо [1]. Вони демонструють видатні фізико-хімічні властивості і перспективи впровадження. Нікель-алюмінієві наночастинки стають основними елементами наноструктурованих матеріалів, для досягнення бажаних властивостей яких інтерес являє можливість зовнішнього управління властивостями вільних Ni-Al наночастинок.

На першому етапі підготовки кластера Ni-Al, вільні монокомпонентні кластери Ni та Al з атомною ГЦК структурою були підготовлені шляхом «вирізання» фрагментів, що склалися з 195 атомів, з макроскопічних зразків матеріалів. Після релаксації протягом 0,5 нс із постійною дисипацією енергії, кластери мали форму недосконалих усічених октаєдрів із шестикутними {111} та квадратними {100} гранями. Ці монокомпонентні кластери були розміщені на відстані 2 Å між найближчими атомами поверхонь з їх випадковою орієнтацією. Вони частково зросталися також при постійній дисипації енергії протягом 150 пс і утворювали початковий метастабільний янусоподібний кластер. В

¹к. ф.-м. н., старший викладач кафедри СА та ОМ НУ «Запорізька політехніка»

²д. ф.-м. н., професор, зав. кафедри СА та ОМ НУ «Запорізька політехніка»

якості бомбардуючих частинок розглядалися одиночні атоми аргону та кластери аргону, що склалися з 13 атомів у формі ікосаедра, з енергією до 1,0 кєВ. У початковий момент часу частинка аргону була розміщена на відстані 6–7 Å від поверхні янусоподібного кластера. Вектор швидкості був спрямований від центру маси частинки, що бомбардує, до центру маси початкового кластера-мішені. Взаємодія атомів металів описувалась з використанням багатоатомного потенціалу Акланда з додаванням відштовхуючого потенціалу Борна-Майєра у діапазоні високих енергій. Відштовхуючий потенціал ZBL було використано для моделювання взаємодії атомів металу та аргону. Взаємодії Ag-Ag визначалися потенціалом HFDTCS1, з доданням до нього потенціалом Борн-Майєра.

Температури плавлення металевих нанокластерів зазвичай нижчі точок плавлення об'ємних матеріалів, хоча вони можуть змінюватися немонотонно зі зменшенням кластера нижче 200 атомів [2]. Значення AEI (індексу атомної еквівалентності), які є сумами модулів різниці атомних радіусів-векторів, були розраховані в залежності від температури кластера з використанням термостата Берендсена. Кластерний аналіз масивів значень AEI, як складова частина системного аналізу показує, що процес плавлення, який руйнує атомну структуру кластера-мішені, як і очікувалося, починається з поверхні за більш низьких температур і досягає внутрішніх областей приблизно за 870 і 550 K для монокомпонентних кластерів Ni та Al, що складаються з 195 атомів кожен. Різниця в точках плавлення поверхневого та внутрішнього шарів сягає понад 200 K, особливо для кластеру Ni. Моделювання випадку з Ar_1 продемонструвало, що температури кластеру Ni-Al після 100 пс еволюції вищі за точки плавлення відповідних монокомпонентних кластерів. Більше того, температура кластера вища за точки плавлення кластерів Al і Ni вже після 5 та 15 пс при всіх початкових енергіях. Тому в багатьох випадках бомбардування, алюмінієва частина янусоподібного кластера демонструє більш швидкий перехід у неупорядкований стан.

Загалом, розраховані закономірності показали можливість утворення впорядкованої морфології кластерів на стадії термалізації атомних зіткнень та її подальшої еволюції. Впливи частинок Ar_1 при всіх модельних енергіях та частинок Ar_{13} з низькою енергією викликають збагачення поверхневого шару атомами Al. Впливи проміжних та високоенергетичних частинок Ar_{13} призводять до інтенсивного розпилення внаслідок зіткнення та активації термічних довготривалих механізмів з переважним виходом атомів Al. У цих випадках розпилення маскує тенденцію утворення збагаченого атомами Al поверхневого шару. У всіх модельних випадках внутрішні кластерні шари збагачувались

атомами Ni. Таким чином, правильно підібрані енергія та розмір частинки, що налітає, роблять бомбардування ефективним інструментом управління просторовим розподілом компонентів біметалевих кластерів. Однак, необхідні для цього умови бомбардування, можуть змінюватися залежно від розмірів і атомних типів цільових кластерів.

Перелік посилань

1. M.A. Awotunde, O.O. Ayodele, A.O. Adegbenjo, A.M. Okoro, M.B. Shongwe, P.A. Olubambi, NiAl intermetallic composites—a review of processing methods, reinforcements and mechanical properties, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* (2019). doi:10.1007/s00170-019-03984-9.
2. R. Ferrando, Symmetry breaking and morphological instabilities in core-shell metallic nanoparticles, *J. Phys. Condens. Matter.* 27 (2015) 13003. doi:10.1088/0953-8984/27/1/013003..

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 БІОІНЖЕНЕРІЙ» 586114-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-CBHE-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.

UDC 004.93

Diachuk T.S.¹, Skrupsky S.Yu.², Diachuk I.V.³, Kylukovska N.A.¹

SWELLING CATARACT DIAGNOSING USING NEURAL NETWORK

Cataract is one of the main causes of blindness in Ukraine and in the world. To prevent blindness and non-reversible changes in vision, it is advisable to perform operations in the early stages of cataracts with concomitant swelling of the lens. To do this, it is necessary to identify such patients in a timely manner. The aim of this work is to develop a mathematical model of diagnosis that will reliably detect the early preclinical stages of cataract swelling.

When diagnosing cataracts of the eye the important objective

¹ Assistant of computer systems and networks department, "Zaporizhzhia Polytechnic" National University

² PhD associate professor of computer systems and networks department, "Zaporizhzhia Polytechnic" National University

³ Ophthalmologist of the highest category, LLC Clinic "Motor Sich", Zaporizhzhia

measurable parameters, which may depend on the conclusion of suspected CS (cataract swelling), are as follows: AD_1 – anterior depth of the eye under study (first eye); IOP – intraocular pressure according to Maklakov of the first eye; LT_1 – lens thickness of the first eye; AL_1 – axial length of the first eye; R – change of refraction towards the myopia of the first eye; AD_2 – anterior depth of the second eye; LT_2 – lens thickness of the second eye; AL_2 – axial length of the second eye.

Measurements on paired eyes were performed as for the control group. Thus, to assess the likelihood of suspicion of swelling cataracts CS of the first eye, it is necessary to build a model of the form (1):

$$CS = CS(AD_1, IOP, LT_1, AL_1, R, AD_2, LT_2, AL_2). \quad (1)$$

The above parameters, which we consider crucial in the diagnosis of swelling cataracts, were obtained in 145 patients at the Department of Eye Microsurgery LLC Clinic "Motor Sich" in Zaporizhzhia in the period from September to December 2019. As a result, a training sample D for 100 patients was formed, which is a table of one hundred rows (cases of measurement for an individual patient) and nine columns (values of X - measured parameters, values of Y - suspicion of cataract swelling):

$$D = \langle X, Y \rangle. \quad (2)$$

The parameters of the training sample correspond to the measured parameters of the eye:

$$x_1 = AD_1, x_2 = IOP, x_3 = LT_1, x_4 = AL_1, x_5 = R, x_6 = AD_2, x_7 = LT_2, x_8 = AL_2, Y = CS.$$

Simulation of the solution of the problem of diagnosing the swelling cataract was performed on the basis of the constructed training sample using a perceptron. In the synthesis of a neuromodel, a weighted sum was used as a discriminant function. Neural network training was performed on the basis of the error backpropagation method. The constructed neural network model is a hierarchical structure that contains neurons, and allows you to diagnose swelling cataract in the early stages. The value of the root mean square error of the model was $5,22 \cdot 10^{-15}$, which is more than an acceptable result for this kind of problems, which are solved using the synthesized model.

$$\begin{cases}
Y = \psi_{(3,1)} = \left(1 + e^{-\left(19.54 + 4.22\psi_{(2,1)} - 39.31\psi_{(2,2)}\right)}\right)^{-1}; \\
\psi_{(2,1)} = \left(1 + e^{-\left(-6.79 - 0.26\psi_{(1,1)} + 2.75\psi_{(1,2)} + 1.96\psi_{(1,3)} - 0.86\psi_{(1,4)} - 3.86\psi_{(1,5)} + 2.87\psi_{(1,6)}\right)}\right)^{-1}; \\
\psi_{(2,2)} = \left(1 + e^{-\left(2.44 - 20.28\psi_{(1,1)} + 17.41\psi_{(1,2)} - 6.21\psi_{(1,3)} - 1.14\psi_{(1,4)} + 15.31\psi_{(1,5)} + 4.53\psi_{(1,6)}\right)}\right)^{-1}; \\
\psi_{(1,1)} = \left(1 + e^{-\left(0.32 + 1.52x_1 - 4.36x_2 + 15.06x_3 + 1.36x_4 + 2.18x_5 - 1.67x_6 - 7.11x_7 + 6.12x_8\right)}\right)^{-1}; \\
\psi_{(1,2)} = \left(1 + e^{-\left(4.74 - 1.53x_1 - 7.34x_2 - 12.95x_3 + 0.35x_4 - 2.69x_5 + 4.15x_6 + 8.29x_7 - 6.67x_8\right)}\right)^{-1}; \\
\psi_{(1,3)} = \left(1 + e^{-\left(-4.29 + 0.98x_1 + 1.11x_2 + 5.52x_3 - 3.44x_4 + 3.45x_5 - 6.75x_6 + 2.84x_7 - 0.64x_8\right)}\right)^{-1}; \\
\psi_{(1,4)} = \left(1 + e^{-\left(3.56 - 6.38x_1 - 1.76x_2 + 7.36x_3 - 6.42x_4 + 3.97x_5 - 3.67x_6 + 1.46x_7 - 5.02x_8\right)}\right)^{-1}; \\
\psi_{(1,5)} = \left(1 + e^{-\left(-7.68 + 3.44x_1 - 1.32x_2 + 6.39x_3 + 8.18x_4 + 4.99x_5 + 2.82x_6 + 8.37x_7 + 7.41x_8\right)}\right)^{-1}; \\
\psi_{(1,6)} = \left(1 + e^{-\left(-0.73 + 2.88x_1 - 3.4x_2 - 2.38x_3 + 1.19x_4 + 2.1x_5 - 3.88x_6 + 0.99x_7 + 4.03x_8\right)}\right)^{-1}.
\end{cases} \quad (3)$$

To perform an experimental study of the proposed model, appropriate software was developed for the Android mobile platform, which is convenient for doctors when diagnosing patients with suspected swelling eye cataracts. To study the proposed model, a test sample of 45 patients who were not included in the training sample was formed. The value of the root mean square error in the test sample was $8,31 * 10^{-11}$, which is four orders of magnitude worse than in the training sample, but remains within acceptable values and allows us to recommend the proposed model in practice.

OPTIMIZATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF MAGNESIUM ALLOY FOR BIODEGRADABLE IMPLANTS

(1) Nowadays biodegradable materials are used for producing the implants for osteosynthesis. The most promising materials among them are magnesium alloys of the system Mg - Zr - Nd. Studies showed that the chemical elements of the alloy are biologically inert, non-toxic; they don't cause carcinogenic reactions and don't lead to metallosis. Furthermore, the great advantage of such alloys is their mechanical properties: $\sigma_B \geq 230$ MPa, $E = 43 - 45$ GPa, $\delta \geq 2\%$, which are close to the characteristics of bones ($\sigma_B = 120 - 150$ MPa, $E = 17 - 20$ GPa, $\delta = 1.4 - 3.1\%$), which prevents "stress shielding".

(1)

(2) However, the mechanical properties of Mg - Zr - Nd alloys are reduced by prolonged exposure to biocorrosion. Exposure of samples in artificial blood substitute (gelofusine) showed that after 3 months of exploitation (average fracture consolidation time) the characteristics of the implant are reduced by more than 50%. Thus, the development of a new alloy of the Mg - Zr - Nd system with a higher level of mechanical properties is an urgent task. (2)

The impact of alloying elements in the intervals 0.4... 1.5% Zr, 2.2... 3.4% Nd, 0.1 ,7 0.7% Zn on the tensile strength (σ_B) and relative elongation (δ) was studied with using mathematical planning of an experiment according to plan 2³.

As a result of the studies, the regression equations that describe the influence of the studied alloying elements on the tensile strength (1) and relative elongation (2), were obtained:

$$\sigma_B = 249,5 - 6,75x_1 + 15,75x_2 - 9,5x_1x_2 \quad (1)$$

¹ Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Descriptive Geometry and Computer Graphics of the National University «Zaporizhzhya Polytechnic»

² Postgraduate student of the Department of Physical Materials Science of the National University "Zaporizhzhya Polytechnic"

³ Assistant of the Department of Physical Materials Science of the National University "Zaporizhzhya Polytechnic"

$$\delta = 3,85 + 0,75x_1 - 0,225x_2 - 0,625x_1x_2 \quad (2)$$

As a result of the analysis of regression equations, it was determined that the increase in the neodymium content was increasing the strength limit, but its maximum concentration was reducing the relative elongation. The effect of zirconium had the opposite effect. The maximal concentration of zirconium significantly increased the ductility while reducing the strength. The combined effect of neodymium and zirconium was negative. The effect of zinc on the properties of the metal was negligible. (3)

(4) In this regard, for the obtaining of the maximal set of mechanical properties of the alloy graphical optimization of its chemical composition was carried out.

As a consequence, the following values of the content of alloying elements were obtained: Zr = 1.2 - 1.3%, Nd = 3.05 - 3.15%, Zn = 0.6... 0.7%. (4)

(5) Tests of samples from the developed alloy in gelofusin showed that it has the required level of physical and mechanical properties after 3 months of biocorrosion. Implants made of this alloy have shown their non-toxicity in animal studies and they are recommended for further studies. (5)

УДК 621.391.8

Sumariuk S.¹, Morshchavka S.², Luengo D.³

SIMPLIFYING PEAK DETECTION ALGORITHMS FOR FINITE BIOMEDICAL SIGNALS

The role of biomedical signals in modern medical practice is steadily increasing, since various types of illnesses can be detected by using biomedical signals monitoring. Currently in order to detect any abnormal behaviour biomedical signals should be read, analyzed and classified by specially trained people - doctors, physicians, radiologists. Non-invasive heart activity monitoring is becoming a new standard for the medical industry. The most popular method for this type of monitoring is photoplethysmography (PPG). Photoplethysmography is based on measuring the difference in blood vessels

¹ Student at «Zaporizhzhia Polytechnic» National university

² Assoc.prof. «Zaporizhzhia Polytechnic» National university

³ Assoc.prof. «Politecnica de Madrid»

light reflection. Medical PPG monitoring devices are able to monitor not only the heart-rate, but also blood oxygenation and blood pressure. Mass-market PPG sensors are used predominantly to detect heart rate and monitor user behaviour, differentiating periods of sleep from periods of activity . In this project, PPG samples were taken on a Sony G8342 smartphone camera with a sampling frequency of 30 Hz. In resting conditions heart rate should be in the range from 60 bpm to 80 bpm, and after moderate activity it should not exceed 120 bpm. Therefore regarding system requirements, the device was chosen to operate with following heart rate: Lowest detectable heart rate: 60 ± 5 bpm, highest detectable heart rate: 120 ± 5 bpm.

Algorithms comparison and final algorithm implementation

The Adaptive threshold algorithm(ADT) works by starting from an amplitude-dependent position, either a maximum or a minimum, and then increases or decreases a virtual threshold until the ADT-generated signal will meet the original signal. Then, ADT will follow the original signal until an inflection point will be detected. After detecting an inflection point, the virtual threshold will be modified to stop following the original signal and the process will be repeated until every peak is found.

The Weighted peaks algorithm is based on two principles:

- Peak should have significant amplitude difference compared to the mean amplitude
- Peak should have characteristics that will be unique within certain time window

It was decided to construct a method which will incorporate all the beneficial features,providing a solution that is both simple to implement and has the potential to perform with better accuracy for the given system restrictions.

However, the original ADT algorithm implementation required the generated slope to stop following the original signal after the peak was detected. As it was previously mentioned, this can cause algorithm error when an invalid slope changing rate is chosen. To eliminate this type of error, the final algorithm was based on using only on the developed approximate form detection algorithm.

Several features were noticed while implementing the algorithms:

- The Optimized moving average filter performs better than the simple moving average.
- The Optimized moving average filter is simpler to implement in the Android application than the bandpass filter.
- The ADT algorithm showed better accuracy for PPG with signals where the etalon heart rate ranges from 60 bpm to 120 bpm.

- The simplification of the ADT peak detection function did not change the accuracy of the algorithm.

Android application implementation note

Considering the fact that the implementation of accurate derivation on Android platform is a performance limiting factor, it was decided that the final application will use a specifically developed approximate form detection algorithm. It works by defining window size and searching for negative concavity within

$$S_peak = \{ _ (V_n > V_{(n-1)} > V_{(n-2)} > V_{(n-3)} > \dots > V_{(n-k)}) \wedge (V_n > V_{(n+1)} > V_{(n+2)} > V_{(n+3)} > \dots > V_{(n+k)}) \}$$

Where V_n is the current slope value, k is the number of neighbor points that should be considered for detection, they form a calculation window of size $2k$. When negative concavity is found, the peak is considered as a valid peak. In order to operate with stable accuracy the algorithm requires prior high-frequency noise filtering. It was decided to use a simple moving average filter to better test its performance in case of baseline wandering

Conclusions

In this work, different algorithms for peak detection were compared in terms of accuracy and implementation difficulty. Algorithms were tested on the real data, which was represented by the PPG signals with different waveform morphology. Based on the testing, an optimized algorithm for the heart rate estimation was proposed.

УДК 004.4

Бакурова А.В.¹, Терешенко Е.В.², Широкопад Д.В.³

ЕЛЕКТРОННИЙ СЕРВІС «МЕДИЧНА РЕФОРМА ДЛЯ ЛЮДЕЙ»

З 1 січня 2018 в Україні вступив в дію Закон «Про державні фінансові гарантії надання медичних послуг та лікарських засобів», що ознаменував собою початок медичної реформи. Другий етап впровадження реформи припадає на вторинну ланку медичної допомоги [1]. Не зважаючи на ряд прогресивних положень медичної реформи, вона

¹ професор кафедри СА та ОМ НУ «Запорізька політехніка»

² доцент кафедри СА та ОМ НУ «Запорізька політехніка»

³ старший викладач кафедри СА та ОМ НУ «Запорізька політехніка»

зустріла неоднозначну реакцію з боку населення та працівників системи охорони здоров'я. Одним з можливих факторів недостатньої успішності медичної реформи та невідповідності її очікуваних та реальних результатів є недосконала діджиталізація. Тим не менш, в процесі реалізації медичної реформи генерується значний об'єм відкритих даних, які можуть бути використані для створення локальних або веб ресурсів, що можуть покращити ефективність впровадження реформи, спростити взаємодію населення із закладами охорони здоров'я або взаємодію цих закладів між собою.

В роботі розглядаються перші етапи розробки такого сервісу, що являє собою інтерактивну мапу з інформацією про перебіг всеукраїнської медичної реформи в місті Запоріжжя, а також з використанням відкритих даних, що розміщені на Єдиному державному веб-порталі відкритих даних [2]. Загальною задачею проєкту було зробити доступною інформацію про надання спеціалізованої медичної допомоги закладами вторинної ланки медичної допомоги в місті Запоріжжі.

Програмна реалізація сервісу була здійснена за допомогою відкритої JavaScript бібліотеки Leaflet, яка надає потужний інструментарій для створення інтерактивних мап з підтримкою адаптивного відображення на мобільних пристроях [3]. Мапа доступна для перегляду у веб-браузері. На поточному етапі розробки мапа надає актуальну інформацію щодо наявності препарату «Морфін» у міських лікарнях міста Запоріжжя. Для кожної лікарні кількість препарату відображається колом з радіусом, пропорційним до наявних залишків препарату, а при натисканні ці залишки надаються у числовому вигляді. Інформація щодо актуальних залишків завантажується у вигляді .xls файлів з сайту Департаменту охорони здоров'я Запорізької міської ради.

Розроблений ресурс може бути використаний як населенням з метою визначення доцільності звернення у ту чи іншу лікарню, так і безпосередньо лікарнями за умови реалізації механізму нагального обміну лікарськими засобами. Також сервіс може стати в нагоді місцевим ЗМІ та фармацевтичним компаніям.

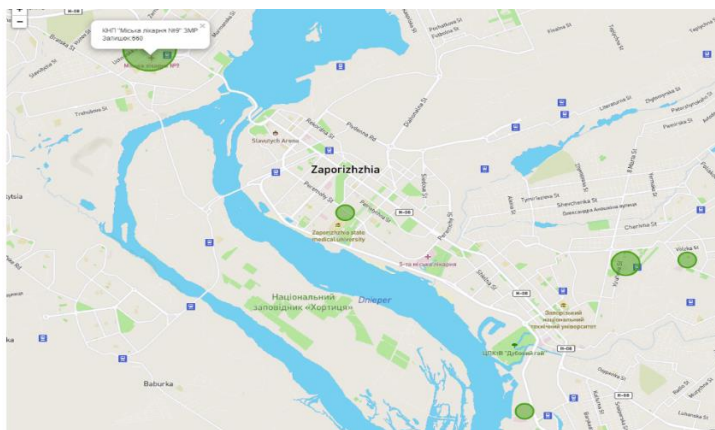


Рисунок 1 – Інтерактивна мапа з розподілом залишків лікарських препаратів за міськими лікарнями м. Запоріжжя

Першочерговий напрям подальшого розвитку веб-сервісу – додавання інформації про весь спектр лікарських засобів, а також про поточний відсоток зайнятих ліжок, що стає особливо актуальним в умовах пандемії. Для ефективної роботи мапи очікується співпраця з Департаментом охорони здоров'я щодо управління регулярним оновленням відповідних даних. Існує можливість додавання аналітичного модулю до порталу Департаменту <http://health.zp.ua/>, задачею якого буде прогнозування використання лікарських засобів та передчасне попередження про їх можливу нестачу, а також інформація про зайнятість ліжок. В подальшому планується розширювати географію сервісу на територію Запорізької області.

1. Міністерство охорони здоров'я: <https://moz.gov.ua/>.

2. Відомості про лікарські засоби, препарати, придбані за бюджетні кошти, відомості про розподілення таких ліків між закладами охорони здоров'я та їх залишки в кожному з них <https://data.gov.ua/dataset/cbda9040-432e-493f-9e17-e44b8c1d73d1>

3. Документація бібліотеки Leaflet: <https://leafletjs.com/reference-1.7.1.html>.

ВИКОРИСТАННЯ WEB-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДІВ РЕДУКЦІЇ І ДИНАМІЧНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ БАГАТОВИМІРНИХ ДАНИХ

Основною ідеєю методів редукції є відображення багатовимірних даних у простір малої вимірності шляхом розв'язання задачі візуалізації багатовимірних даних, яке зберігає їх структуру. Це дозволяє виявити велику кількість нових закономірностей та визначити в подальшому методи аналізу цих даних. Термін редукція даних зазвичай відноситься до аналітичних методів (багатовимірні методи аналізу: факторний аналіз, багатовимірне шкалювання, кластерний аналіз, канонічна кореляція або нейронні мережі), які можуть пояснити мінливість вихідних багатовимірних даних [1]. Візуалізація – це важливий підхід, що допомагає отримати повне уявлення про дані і виявити значення даних [2].

Метою цієї роботи є дослідження методів редукції і динамічної візуалізації багатовимірних даних та розробка WEB-додатку, що їх реалізує. Була використана D3.js – data-driven JavaScript бібліотека для маніпулювання DOM елементами. D3.js дозволяє візуалізувати дані, використовуючи HTML, SVG та CSS. Акцент на веб стандарти дозволяє користуватися всіма можливостями сучасних браузерів без прив'язки до фреймворків, поєднуючи компоненти візуалізації та data-driven підхід до DOM маніпуляцій.

Розроблений WEB-додаток був використаний на наборі реальних даних [3], отриманих національним центром біотехнологічної інформації США (NCBI) і представляє собою таблицю порівняння нуклеотидів вірусу на збіг в ланцюгу DNA. Таблиця у форматі .csv і містить 262 рядки і 12 колонок. Кожен з рядків у таблиці представляє опис однієї мутації вірусу. Дослідження кожної характеристики певної мутації є дуже трудомісткою задачею і може не виправдати затраченого часу і очікувань.

Використовуючи алгоритми редукції даних ми можемо значно скоротити розрахункові витрати при обробці, виділити найважливішу інформацію і виконати проектування вибірки на двовимірний простір, що

¹ К.т.н., доц., доцент кафедри комп'ютерних інформаційних технологій, Донбаська державна машинобудівна академія (м. Краматорськ)

² магістр з комп'ютерних наук, Донбаська державна машинобудівна академія (м. Краматорськ)

дозволяє графічно представити дані. Було досліджено набір даних, використовуючи метод головних компонент і самоорганізаційні карти Кохонена. Метод головних компонент є одним з популярних засобів факторного аналізу і візуалізації багатовимірних даних. Використовуючи технологію Web Workers API, всі операції завантаження і розрахунків виконуються у фоновому процесі паралельно з роботою браузера. Клас методу головних компонент «PCA» містить необхідний функціонал для обробки багатовимірних даних, але переважною частиною даного алгоритму є візуалізація. Побудування графічної частини розроблено за допомогою бібліотеки D3.js і React.js. Аналогічно до методу головних компонент розрахунки алгоритму карт Кохонена виконуються за допомогою Web Workers API. Алгоритм також працює з розробленим раніше методом головних компонент, використовуючи власні вектори з найбільшим значенням для визначення напрямку навчання, що дозволяє значно прискорити даний процес. Набір даних не потрібно стандартизувати, це буде зроблено автоматично алгоритмом класу карти Кохонена шляхом масштабування кожної функції до діапазону [0,1].

За результатами дослідження було зроблено візуалізацію у двовимірному просторі і ідентифіковано 5 основних типів мутації в коронавірусі, проведено порівняльний аналіз результатів роботи алгоритмів, які збігаються з результатами дослідженням BioTech [3].

Використані алгоритми редукції даних показали себе ефективними і мають достатню інформативність в обох випадках і добре підходять для вирішення багатьох проблем розмірності.

Подальші наукові пошуки можуть бути спрямовані на удосконалення якості вихідних даних, модифікації візуалізації та оптимізації швидкості і зручності роботи методів редукції багатовимірних даних.

Перелік посилань

1. Васильєва Л.В. Методика розв'язання задачі групування багатомірних об'єктів за допомогою кластерного аналізу// Фізико-математична освіта. – 2017. – Випуск 3 (13). – С. 31-34.
2. Wang L., Wang G., Alexander C. A. Big data and visualization: methods, challenges and technology progress //Digital Technologies. – 2015. – Т. 1. – №. 1. – С. 33-38.
3. James C. Ingram, «SARS CORONAVIRUS ACCESSION» Kaggle, doi: 10.34740/KAGGLE/DSV/953866.

РЕКОМЕНДАЦІЙНА СИСТЕМА ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ РІВНЯ ЖИТТЯ ЛЮДЕЙ ПОХИЛОГО ВІКУ

Частка людей похилого віку відносно загальної кількості людей у світі зростає. З огляду на це, для систем соціального захисту та охорони здоров'я актуальною є задача забезпечення потреб цієї категорії населення. Зокрема, типовою організаційною проблемою людей похилого віку є прийом ліків поза медичною установою, коли потрібно приймати різну кількість таблеток у різний час, і пропуск цих дій є критичним.

Як показали проведені дослідження, для рішення цієї проблеми вже існують програмні застосунки, які мають обмежений функціонал: не надають послуги геолокації, моніторингу стану здоров'я та наявності ліків вдома. Пропонуються складні системи, в яких біосенсори імплантуються в тіло пацієнта, для чого потрібна відповідна хірургічна процедура та подальше обслуговування [1]. Але, з дослідження [2] відомо, що використання складного пристрою та технічне обслуговування є клопотом для людей похилого віку. Як наслідок, такі системи моніторингу не знаходять широкого використання [3].

Таким чином, розробка системи, яка не буде складною для пацієнтів похилого віку та надасть всі переваги використання розумних технологій у їх житті є актуальною.

Основна мета цієї роботи полягає в розробці системи, що надасть рекомендації користувачеві на основі історії його хвороби, місцезнаходження, віку, статі, ваги та поточних захворювань. Система також може забезпечити користувачам можливість відстежувати деякі показники здоров'я, зокрема частота серцебиття, рівень цукру, насиченість крові киснем.

Розроблюваний носимий пристрій буде збирати інформацію за допомогою датчиків і передавати її в основний застосунок на мобільному телефоні. Функціональні можливості наступні: функція екстреного виклику за допомогою однієї кнопки, нагадування про ліки, найближчий локатор аптеки, рекомендована їжа, напої. Використовуючи модуль GPS, користувач може отримувати рекомендації щодо місць для відвідування відповідно до місцезнаходження.

¹ ст. гр. КНТ-119м НУ «Запорізька політехніка»

² К.т.н., доц. кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

Користувач має зареєструватися в системі, після чого може бачити рекомендації щодо його здоров'я чи харчування на екрані застосунку на мобільному пристрої (рис.1).

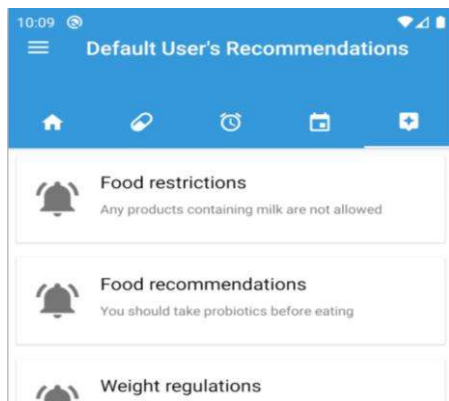


Рисунок 1 – Екран мобільного застосунку

Впровадження розроблюваної системи сприятиме спрощенню фізичного та соціального обслуговування людей похилого віку, а також підвищенню якості та комфорту життя.

Перелік посилань

1. Schrader, A. SmartAssist-Wireless Sensor Networks for Unobtrusive Health Monitoring / A. Schrader, D. Carlson, P. Rothenpieler // Proceedings of the 5th BMI Workshop on Behaviour Monitoring and Interpretation, CEUR Workshop Proceedings, Karlsruhe, Germany, 2010, pp.84-89 2. Giuliani, M. V. Elderly people at home: technological help in everyday activities," / M.V. Giuliani, M. Scopelliti, F. Fornara, // Proceedings of the IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, Nashville, TN, USA, 2005, pp. 365-370. 3. Analyzing the Elderly Users' Adoption of Smart-Home Services / D. Pal, S. Funilkul, V. Vanijja, B. Papasratorn, "/// IEEE Access, vol. 6, 2018, pp. 51238-51252.

ОЦІНКА ЯКОСТІ МЕДИЧНОГО НАВЧАЛЬНОГО ВІДЕО- КОНТЕНТУ НА ПЛАТФОРМІ YOUTUBE

На сьогоднішній день YouTube є другим сайтом у світі за кількістю відвідувачів. Він надає користувачам широкі можливості та потужний функціонал для створення каналів та надання інформації практично з будь-якої теми. Однак, з ростом популярності платформи зростають і вимоги користувачів до якості інформації. В той же час, на сьогодні платформа не передбачає повноцінну перевірку якості контенту.

Як показали проведені дослідження, можна виділити п'ять загальних критеріїв оцінки якості для будь-якого виду контенту [1]: користь (повинен нести практичну цінність); тематичність (зберігає єдину тематику); довіра (матеріал підкріплений посиланнями на використану літературу); унікальність та оптимізація контенту під ключові запити; актуальність; віральність (здатність поширюватись самостійно).

В умовах дистанційного навчання YouTube активно використовують в навчальних цілях. Так у статті [2] наведено дослідження з використання відео на YouTube для покращення навчання студентів, яких було розділено на дві групи. Перша група вивчала інформацію за наданим набором відео з платформи, а інша – з підручників, лекцій. Результати дослідження показали, що студенти запам'ятовують та розуміють складні поняття набагато краще, коли вони подаються в візуальній формі, тобто у вигляді відео. Окрім того, до цих відеозаписів можна отримати доступ у будь-який час доби та з місця, яке підходить студенту. Однак, в статті також зазначається, що головною проблемою такого формату навчання є відсутність перевірки якості контенту на YouTube, тому вибором відео для навчання повинен займатись експерт.

Дана проблема є досить масштабною й особливо гостро стоїть саме в сфері медицини, адже дезінформація працівників медичних закладів, або студентів медичних спеціальностей може коштувати комусь життя. Університет Айови проводив опитування серед своїх фахівців, а також студентів медичного факультету, і виявив, що на сьогоднішній день YouTube є найбільш часто використовуваним джерелом відео для хірургічної підготовки [3]. В той же час, в статті [4] зазначено, що під час

¹ ст. гр. КНТ-219м НУ Запорізька політехніка

² К.т.н., доц. кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

перевірки відео, пов'язаних з процедурою іммобілізації перелому дистального радіусу (фіксація після перелому зап'ястя) з 68000 відео тільки 16 відповідали поставленим критеріям якості.

Таким чином, розробка алгоритмів та засобів оцінки якості медичного навчального відео-контенту за змістом, якістю, точністю та достовірністю інформації, є актуальною задачею.

Розроблюваний веб-застосунок буде отримувати відео з платформи YouTube за допомогою спеціальних програмних інтерфейсів. Оскільки час на виконання аналізу наданого відео може бути різним, то вся інформація про процес пошуку, а саме його статус (в обробці, отримання даних, фільтрація та сортування) буде відображатись у вигляді повідомлень на екрані. Далі користувач отримає першу частину списку відео та посилання на іншу частину відео.

Вхідними даними будуть фраза для пошуку відео та дані користувача з платформи YouTube. Після чого серверна частина додатку почне пошук, фільтрацію та сортування відео. Після завершення пошуку користувач завдяки технології Web Sockets отримає результат у вигляді списку рекомендованих відео.

Таким чином, розроблювана система дозволить створити для користувачів якісний сервіс з аналізу якості відео та тим самим зменшити ризик отримання дезінформації під час використання відео матеріалу з YouTube під час навчання.

Перелік посилань

1. Качественный контент: что это значит + как это сделать [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://in-scale.ru/blog/kachestvennyj-kontent>. 2. The impact of YouTube videos on the student's learning /Y. Chtouki, H. Harroud, M. Khalidi, S. Bennani // Proceedings of the International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET), Istanbul, 2012, pp. 1-4. 3. Хирурги рассказали, что смотрят видео на YouTube для самообразования. Однако есть проблема с проверкой контента [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://m.habr.com/ru/news/t/478520/>. 4. Assessment of “YouTube” Content for Distal Radius Fracture Immobilization / A.Addar, Y.Marwan, N.Algarni, G.Berry //Journal of Surgical Education,74(5), 2017, pp. 799-804.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАСОБІВ ІНТЕГРАЦІЇ НАВЧАЛЬНИХ КУРСІВ ОНЛАЙН ПЛАТФОРМ В СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Система дистанційного навчання або e-learning management system, LMS – система управління навчальною діяльністю, яка використовується для розробки, управління та поширення навчальних онлайн-матеріалів із забезпеченням спільного доступу. Надійна LMS повинна забезпечувати:

- централізоване й автоматизоване управління навчальним процесом;

- швидкість та зручність формування й доставки інформації;

- масштабованість (здатність системи до розширення і збільшення обсягів оброблюваної інформації);

- підтримку мобільності та відповідність усім існуючим стандартам;

- веб-орієнтованість та використання технологій веб-застосунків, коли клієнтом виступає браузер, а сервером – веб-сервер.

Для аналізу сучасних систем дистанційного навчання було розглянуто цілу низку онлайн платформ, що надають можливості створення, проходження та поширення навчальних курсів в інтернет мережі. Було розглянуто різні варіанти подання інформації та тестування користувачів LMS, обмеження та ліміти, що властиві деяким онлайн сервісам.

Серед альтернатив було найбільш детально проаналізовано наступні платформи: Moodle, EDX, Stepic, Coursera, Udemu. Досліджені системи дистанційного навчання умовно можна розділити на дві групи програмних застосунків. Перша являє собою онлайн SaaS (Software as a service) переважно з закритим вихідним кодом, великою контентною базою, обмеженою кількістю налаштувань і конфігурацій, зовнішніми сервісами для зберігання даних. Інша група LMS – проекти з відкритим вихідним кодом вільні для користування і розгортання, ця множина систем дистанційного навчання надає можливість модифікувати та налаштовувати проекти згідно власних потреб, але може потребувати додаткових затрат для хостингу і менеджменту розгорнутих застосунків.

¹к.т.н., науковий співробітник FH Dortmund

²студент гр. КНТ-129м НУ “Запорізька політехніка”

За умов наявності власної інфраструктури та кваліфікованих спеціалістів друга група може допомогти заощадити значні суми у порівнянні з SaaS.

В ході роботи було розглянуто набір стандартів Sharable Content Object Reference Model, SCORM для LMS та досліджено протокол Learning Tools Interoperability, LTI, що дозволяє інтегрувати функціонал одних систем дистанційного навчання в інші та надає можливість реалізовувати і вбудовувати власні функціональні модулі в уже існуючі застосунки.

Для більш детального дослідження було розгорнуто систему дистанційного навчання з відкритим вихідним кодом Moodle в локальному середовищі з використанням системи керування бази даних MySQL та веб-серверу Apache. Moodle (модульне об'єктно-орієнтоване середовище дистанційного навчання) – безкоштовна система дистанційного навчання, що орієнтована насамперед на організацію взаємодії між викладачем та учнями, хоча підходить і для організації традиційних дистанційних курсів. Moodle перекладена на десятки мов, у тому числі є її частковий переклад на українську. Система використо-вується у 175 країнах світу.

Як приклад LTI модуля було створено користувацький застосунок, що інтегрується до локальної LMS Moodle і дозволяє проходити прості демонстраційні тести та отримувати певну навчальну інформацію за межами системи і отримувати звітність про користувача системи із зовнішнього джерела. Для реалізації застосунку було використано мову програмування JavaScript та переважно стандартний набір інструментів платформи NodeJS, що дозволяє запускати скрипти за межами браузера. Даний вибір було обумовлено тим, що на NodeJS легко і швидко можна створити власну реалізацію веб сервера для демонстрації функціоналу LTI в контексті поставленої задачі.

Проведений аналіз найпоширеніших систем дистанційного навчання викликає суперечності в об'єктивному виборі єдиного продукту, оскільки переважна більшість безкоштовних систем складна в обслуговуванні і потребує висококваліфікованих фахівців для впровадження та підтримки системи. Оплачувані альтернативи можуть мати відносно велику ціну або ж не надавати можливості належного налаштування LMS та додавання необхідного функціоналу.

Результати роботи можна використовувати для того, щоб мати представлення про функціонал та обмеження сучасних LMS, їх відповідність стандартам та порівнювати альтернативні варіанти при виборі однієї з систем для впровадження в навчальний процес.

Дослідження виконано в рамках міжнародного проекту Virtual Master Cooperation Data Science (ViMaCs) за підтримки DAAD.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Насьогодні дистанційна освіта в умовах пандемії здійснюється з використанням ресурсів та технологій глобальної мережі Інтернет, за допомогою локальних мереж та відеозв'язку тощо. Система дистанційного навчання або e-learning management system, LMS – система управління навчальною діяльністю, яка використовується для розробки, управління та поширення навчальних онлайн-матеріалів із забезпеченням спільного доступу. Створюються дані матеріали з завданням послідовності вивчення. До складу системи входять такі основні критерії:

- вибір навчального курсу;
- заняття зі студентами;
- індивідуальні завдання;
- проекти для роботи в малих групах;
- здача завдань, проміжних і фінальних онлайн іспитів та тестувань.

В ході дослідження було розглянуто найбільш популярні системи дистанційного навчання. Серед усіх розглянутих навчальних середовищ було виділено наступні: Moodle, ILIAS, Sakai, StudIp. Серед розглянутих варіантів найбільша увага приділяється навчальному середовищу Moodle.

Moodle (модульне об'єктно-орієнтоване середовище дистанційного навчання) – безкоштовна система, яка орієнтована насамперед на організацію взаємодії між викладачами та студентами. Moodle перекладена на десятки мов, у тому числі й на українську. Система використовується у 175 країнах світу.

Типова функціональність Moodle включає:

- доступ до навчальних матеріалів (тексти лекцій, завдання до практичних/лабораторних та самостійних робіт; додаткові матеріали (книги, довідники, посібники, методичні розробки) та засобів для спілкування і тестування «24 на 7»;
- засоби для групової роботи (вікі, форум, чат, семінар, вебінар);
- завантаження файлів;
- можливість перегляду результатів проходження тесту, іспиту, дистанційного курсу студентом, тощо;

¹к.т.н., науковий співробітник FH Dortmund

²студент гр. КНТ-119м НУ “Запорізька політехніка”

- календар подій;
- новини та анонси подій (для різних рівнів: сайт, курс, навчальна група), а також можливість використання нагадувань про події у курсі.

В ході роботи було розглянуто засоби діджиталізації для LMS Moodle: набір стандартів Sharable Content Object Reference Model, SCORM для LMS, протокол Learning Tools Interoperability, LTI, дозволяє забезпечити сумісність засобів навчання, інтегрувати функціонал одних систем дистанційного навчання в інші та надає можливість реалізовувати і вбудовувати власні функціональні модулі в уже існуючі застосунки, а також інструменти External tools для впровадження внутрішніх модулів і плагінів у LMS.

Для більш детального аналізу було проведено дослідження типів плагінів Moodle та виконано вибір, які саме плагіни, корисні з точки зору студента, підходять до діджиталізації навчання. Moodle підтримує різні типи модулів:

- типи діяльностей (включаючи можливі навчальні ігри);
- типи ресурсів;
- типи тестових питань;
- типи полів для бази даних (мається на увазі діяльність база даних);
- теми для оформлення;
- різні методи аутентифікації;
- різні методи зарахування на курс;
- фільтри для контенту.

Використовуючи цю можливість, розробниками було створено багато застосунків з додатковою функціональністю.

В результаті було обрано декілька основних застосунків, а саме: BigBlueButtonBN – сторонній сервіс для проведення відеоконференцій, Virtual program Lab – сторонній інструмент перевірки програмного коду, VmWare Learning Platform – платформа, яка надає практичні віртуальні лабораторії, Feedback – внутрішній модуль зворотного зв'язку для проведення досліджень та опитувань.

Результати роботи можна використовувати для того, щоб мати представлення про засоби діджиталізації сучасних LMS, а саме можливості впровадження в навчальний процес різноманітних плагінів та сторонніх програм, платформ, відповідних до стандартів SCORM, за допомогою інструментів LTI та External tools.

Дослідження виконано в рамках міжнародного проекту Virtual Master Cooperation Data Science (ViMaCs) за підтримки DAAD.

МОЖЛИВОСТІ ЗАЛУЧЕННЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНИ У ДІАГНОСТИЧНИЙ ПРОЦЕС

Телемедицина – один з найбільш швидко зростаючих сегментів охорони здоров'я в світі (близько 20% на рік). В Європі рівень проникнення технології сьогодні становить близько 50% та спостерігається і подальше його зростання [1].

Завдяки використанню сучасних комунікаційних технологій мережа медичних фахівців матиме можливість оцінити стан здоров'я пацієнта, встановити правильний діагноз і надати відповідні рекомендації в режимі реального часу.

Технології, що використовуються в телемедицині за призначенням можна поділити на три великі категорії:

1) Віддалений моніторинг. Технології дистанційного моніторингу, можуть використовуватися для моніторингу здоров'я пацієнтів з хронічними захворюваннями/тривалими станами шляхом передачі клінічних даних. Це дозволяє клініцисту, пацієнту або обом реагувати та коригувати схеми лікування більш оперативно, ніж це було б можливо, наприклад, при звичайних відвідуваннях клініки;

2) Зберігання та пересилання медичної інформації. Ці системи передають клінічні дані, які слід проаналізувати пізніше, і можуть також використовуватися, якщо існує переривчастий зв'язок. Ці технології використовуються протягом багатьох років, наприклад, у дерматології, рентгенології та при аналізі патанатомічних досліджень;

3) Інтерактивні. За допомогою цих технологій клініцисти та пацієнти можуть обмінюватися інформацією та спілкуватися в режимі реального часу. Клінічні дані можуть надаватися з пристроїв самоконтролю пацієнта, цифрової камери або рентгенівських знімків. Консультаційний клініцист може знаходитись у вищому центрі або у спеціальному центрі телемедицини; пацієнт може перебувати вдома або в медичному закладі.

Також можливе поєднання зазначених технологій в залежності від організаційних факторів та клінічних потреб.

Основна функція телемедицини може змінюватися в залежності від

¹ к.ф.-м.н., доцент НУ «Запорізька політехніка»

² к.м.н., асистент ЗДМУ

клінічного стану хворого, але, зазвичай, потрапляє в одну з наступних шести категорій, з деякими перекриттями:

- 1) Моніторинг хронічного захворювання для виявлення ранніх ознак погіршення стану та швидке його лікування;
- 2) Забезпечення лікування або реабілітації;
- 3) Освіта, поради щодо самолікування та медична підтримка;
- 4) Консультації спеціалістів щодо постановки діагнозу та лікування;
- 5) Оцінка клінічного стану в режимі реального часу;
- 6) Скринінг.

Аналіз наукових статей показав, що, наразі, телемедицина ефективно використовується для постановки діагнозів, пов'язаних з дерматологічними станами [2]. Це не вимагає наявності в телемедичному центрі кошовної апаратури, діагнози можуть бути встановлені, використовуючи лише фото та онлайн спілкування. Широке застосування телемедицина знайшла у діагностиці серцево-судинних захворювань [3], зокрема під час оцінки результатів комп'ютерної томографії та радіологічних досліджень, для надання пацієнтам можливості надіслати ЕКГ-записи та проконсультуватися з клініцистом в режимі реального часу [4] тощо. Використання технологій телемедицини широко використовувалось при необхідності консультування випадків у лікарів загальної практики [5].

Президентська програма реформ та проекти парламенту виділяють реформу системи охорони здоров'я та, зокрема, розвиток телемедицини серед першочергових завдань. Експертами підраховано, щоб накрити системою телемедицини всю Україну потрібна зовсім незначна, як для масштабів держави, сума – трохи більше 8 млн грн. А впровадження телемедицини дасть змогу заощадити до 40% витрат на охорону здоров'я [6].

Перелік посилань

1. Попова М. Телеускорение // Коммерсантъ. 2017.-№ 95. С.17. 2. Bergmo T. S. Webbased consultations for parents of children with atopic dermatitis: results of a randomized controlled trial // T. S Bergmo, S.C. Wangberg, T.R. Schopf, T. Solvoll // Acta Paediatrica. 2009. Vol.98. P.16–20. 3. Wong H.T. // The comparative impact of video consultation on emergency neurosurgical referrals / H.T. Wong, W.S. Poon, P. Jacobs, K.Y. Goh et al. // Neurosurgery. 2006. Vol.59. P. 607–613. 4. Katalinic A The TeleGuard trial of additional telemedicine care in CAD patients. 1 Utilization of the system // A. Katalinic, A. Waldmann, B. Schwaab, G. Richardt et al. // Journal of Telemedicine and Telecare. 2008. Vol.4(1). P.17–21. 5. Flodgren G. Interactive Telemedicine: Effects on Professional Practice and Health Care Outcomes / G. Flodgren, A. Ra-

chas, A. J. Farmer, M. Inzitari, S. Shepperd // Cochrane Database of Systematic Reviews. 2015. Vol.9. 579 p. 6. Беззуб І. Телемедицина в Україні: реалії та перспективи [Електронний ресурс] // Центр досліджень соціальних комунікацій НБУВ Режим доступу: http://nbuviap.gov.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=2466:telededit-sina-v-ukrajini&catid=8&Itemid=350.

УДК 004.031.4

Собержанська С.Ю.¹, Пархоменко А.В.²

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ БОТА- КОНСУЛЬТАНТА ДЛЯ МЕДИЧНОЇ ГАЛУЗІ

Сьогодні, практично на кожному сучасному мобільному пристрої встановлено одну або декілька програм-месенджерів (WhatsApp, Viber, WeChat, Snapchat, Telegram та ін.).

Чат-бот – це програма-робот, яка імітує мовну поведінку людини та виступає в якості співрозмовника в месенджерах. Серверна частина, яка реалізує бізнес-логіку програми розміщується на серверах розробника і взаємодіє з платформою месенджера через API (Application Programming Interface). Існують боти різної спрямованості, наприклад, бот може повідомляти погоду, надсилати новини, повідомляти або нагадувати про подію. Фактично чат-бот – це ще один різновид інтерфейсу для взаємодії користувача з програмою, використання якого надає безліч переваг. Зокрема, за рахунок відсутності процесу установки, чат-бот програми легше поширювати в сучасних реаліях. Чат-бот досить додати в контакт лист у вже встановленому месенджері та розпочати діалог. Команди у більшості чат-ботів реалізовані згідно з усталеними практикам. Керівництва з проектування інтерфейсу чат-ботів можна знайти в мережі Інтернет у відкритому доступі [1]. Це особливо важливо при розробці соціально корисної програми з мінімальним бюджетом.

З початком пандемії через поширення вірусу COVID-19 зросло навантаження на медичні установи через надходження великої кількості запитів на отримання довідкової інформації про вірус. Інша проблема, з якою зіткнулися медичні фахівці – це консультація потенційно заражених людей вірусом COVID-19, кількість яких постійно зростає.

¹ ст. гр. КНТ-219м НУ «Запорізька політехніка»

² К.т.н., доц. кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

Як показали проведені дослідження, вже є розробки ботів-консультантів, зокрема *cosiBot*, який відповідає на запитання користувачів про коронавірус і шукає інформацію тільки на довірених і авторитетних джерелах, але цей чат-бот працює тільки для англомовних користувачів.

Метою цієї роботи є розробка україномовного чат-бота, що дозволить користувачам легко отримати відповіді на наступні питання: де пройти тест на COVID-19; до якого лікаря можна звернутися; де можна знайти достовірний перелік симптомів; де придбати оксиметри; статус захворюваності на коронавірус в регіоні; запис на прийом до лікаря.

Для розробки програми чат-бота обрано популярну платформу Telegram, тому що API даної платформи володіє широким функціоналом і гарно документований. Для реалізації серверної частини програми використовується високорівнева мова програмування загального призначення Python. Для взаємодії з наданим HTTP API використовується вільно розповсюджуваний Python Web-Framework Flask і безкоштовна реляційна база даних з підтримкою транзакцій MySQL версії 5+ (з використанням двигуна InnoDB). Цей популярний технологічний стек дозволяє не тільки вести швидко розробку програми, але і в подальшому супроводжувати її з найменшою кількістю зусиль. Для реалізації серверної частини програми, яка містить бізнес логіку чат-бота, було розроблено багатоповову архітектуру, яка дозволяє незалежно тестувати або замінювати окремі частини програми.

Одним з найбільш важливих етапів в розробці програмного забезпечення є тестування. Для скорочення часу для тестування без втрати надійності використовувалися автоматичні тести на рівні модулів. Тобто велика частина функцій даної чат-бот програми може бути перевірена без доступу до API.

Програма повинна бути не тільки розроблена, але ще використовуватися і вирішувати поставлену задачу. Тому, для даної чат-бот програми передбачено два канали просування: згадка в публікаціях регіональних Телеграм каналів і розміщення рекламних постерів A2 з логотипом Телеграм, стислим описом і QR кодом, при наведенні на який відкривається чат-бот. Ми спілкуємося з лікарями і вони проявляють зацікавленість та погоджуються підтримати даний проект.

Таким чином, розроблюваний чат-бот дасть відповіді на типові запити користувачів довідкового характеру, що допоможе знизити навантаження на медичних фахівців і надати їм можливість більше часу працювати з хворими пацієнтами. Чат-бот буде повідомляти користувача про спалахи коронавірусу в регіоні та надавати актуальну інформацію про місця для проходження тестів на зараження COVID-19.

Перелік посилань

1. Советы по проектированию интерфейса чат-ботов: лучшая практика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tproger.ru/articles/chat-bots-best-practice/>

УДК 004.896

Фролова А.Ю.¹, Пархоменко А.В.², Гладкова О.М.²

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЄКТУВАННЯ ВІРТУАЛЬНОГО ПРОТОТИПУ РОБОТИЗОВАНОГО ПРОТЕЗУ

Розвиток сучасних технологій в галузі медицини надає нові можливості, починаючи від розумних імплантів і протезів, закінчуючи 3D-принтіngом тканин і навіть органів. Якщо раніше людина втративши кінцівку відчувала значний дискомфорт і неприродність при носінні протеза, то сучасні протези стали більш наближеними як функціонально, так і візуально. В той же час існує багато проблем, пов'язаних з проєктуванням, виробництвом та використанням інтелектуальних протезів. Зокрема, це складність паралельного проєктування механічних та електронних частин протезу [1]. Параметри та характеристики реального виробу можна покращити, а його вартість знизити на основі дослідження віртуального прототипу роботизованого протезу.

Метою роботи є розробка інформаційної технології проєктування віртуального прототипу механічної частини роботизованого протезу верхньої кінцівки людини в середовищі PTC Creo 4.0. Створення та дослідження віртуального прототипу проєктованого виробу дозволяє: виявити помилки на ранніх етапах створення проєкту та, відповідно, зменшити час розробки та знизити витрати на доробку; дослідити більше альтернативних варіантів та шляхів розвитку проєкту; виконати дослідження прототипу, які інколи є неможливими в реальних умовах на натурному макеті; проводити меншу кількість фізичних експериментів, що потребують значного часу та матеріальних витрат.

Основними етапами розробленої інформаційної технології є наступні:

1. Побудова ієрархічної схеми проєктованого виробу (рис.1).
2. Аналіз конструктивних особливостей складових виробу (виїмка

¹ ст. гр. КНТ-219м-Б НУ Запорізька політехніка

² к.т.н., доц. кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»

для сервомотора, канали для волосінь та опорних частин).

3. Проектування окремих частин з використанням параметризації та забезпеченням механічних функцій (зокрема згинання пальців).

4. Побудова фінальної збірки та рендерінг (рис.2).

5. Побудова 2D креслеників та формування файлів для друку складових виробу на 3D-принтері.

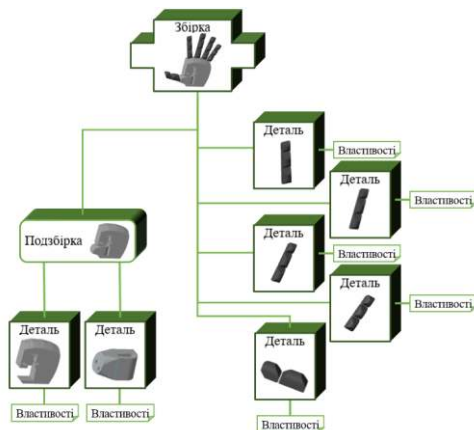


Рисунок 1 – Ієрархічна структура віртуальної моделі



Рисунок 2 – Фінальний вигляд віртуальної моделі

Застосування технологій прототипування при автоматизованому проектуванні роботизованих протезів відкриває шляхи подальшого вдосконалення їх форми, масогабаритних характеристик та алгоритмів управління.

Перелік посилінь

1. Belter, T.J. Mechanical design and performance specifications of anthropomorphic prosthetic hands/T.J.Belter, L.J.Segil, M.D.Aaron, F.R.Weir // Journal of Rehabilitation Research & Development 50(5), 2013. - pp. 599-618.

МОДЕЛЬ КОНТРОЛЮВАННЯ РИЗИКІВ МЕДИЧНИХ СИСТЕМ

Медичні інформаційні системи, що призначені для автоматизації медичних процесів та є їх складовими, можуть створювати додаткові фактори ризику для ресурсів цього процесу та повинні бути враховані при організації ризик-менеджменту конкретного медичного процесу або виробу.

До медичних інформаційних систем діють ті ж самі вимоги, що і для медичних виробів стосовно забезпечення якості та безпеки функціонування, зокрема той частини, яка стосується процесу управління ризиками. Тож безпечним вважається виріб, що використовується згідно передбаченого застосування та для якого відсутній неприпустимий ризик.

В процесі управління ризиком після встановлення припустимості чи неприпустимості кожного з визначених ризиків переходять до наступного етапу – контролювання. Під час цього етапу встановлюють необхідність та за потреби визначають заходи для зменшення ризиків до прийнятного рівня. Для більш детального опрацювання та відображення взаємодії між компонентами процесу управління ризиком медичних систем з можливістю його автоматизації була розроблена модель контролювання ризиків.

Робота виконана в рамках програми Erasmus+ 586114-EPP-1-2017-1-ES-EPPKA2-CBHE-JP «Innovative Multidisciplinary Curriculum in Artificial Implants for Bio-Engineering BSc/MSc Degrees» [BIOART].

За основу була взята модель взаємозв'язку між небезпекою, послідовністю подій, небезпечною ситуацією та шкодою [1], яка в процесі роботи була доповнена з урахуванням етапу контролювання ризиків (рисунок 1).

Був доданий рівень «Контрзаходи», що уособлює деякі керуючі дії, здатні впливати на рівень ризиків з метою зниження тяжкості шкоди та/або зниження вірогідності виникнення шкоди. Слід враховувати, що впровадження контрзаходів доцільно тільки за умови наявності неприпустимого рівня ризику.

Серед контрзаходів для медичних систем найбільш дієвими враховуються наступні [2]:

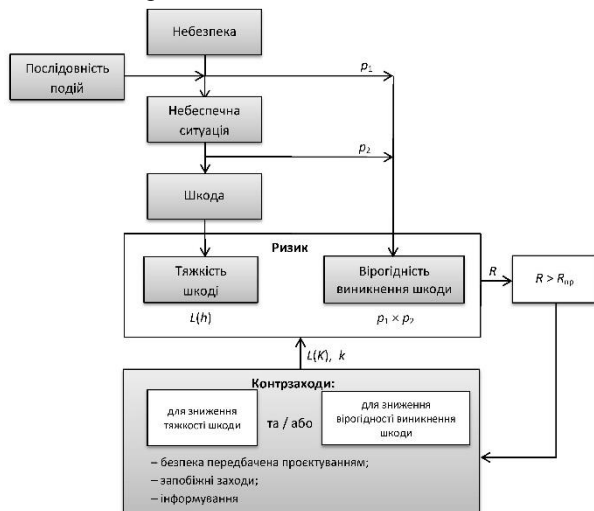
¹Канд. техн. наук, інженер-конструктор 1 категорії Управління головного конструктора АО «МОТОР СІЧ»

²Канд. техн. наук, проф. кафедри програмних засобів НУ «Запорізька політехніка»
262

- заходи безпеки передбачені в процесі проектування (конструкцією, архітектурою інформаційних систем тощо);
- запобіжні заходи у самій медичній системі або виробничому процесі, що спрацьовують за умови настання небезпечної ситуації;
- інформування щодо безпеки за рахунок попереджень про можливість виникнення шкоди та її тяжкості.

Серед чинників, що характеризують контрзаходи, можна відокремити можливу користь від впровадження контрзаходу та витрати на його реалізацію. При встановленні можливої користі слід враховувати ефективність контрзаходу, яка залежить від очікуваного ступеня зменшення ризику до прийнятного рівня, наявність залишкового ризику, а також дані щодо користі інших контрзаходів.

Розроблена модель може бути використана при прийнятті рішення щодо оцінки співвідношення ризик/користь використання медичної системи та при оцінюванні загального залишкового ризику.



Позначки:

p_1 – вірогідність виникнення небезпечної ситуації;

p_2 – вірогідність того, що небезпечна ситуація спричинить шкоду;

R – ризик виникнення шкоди;

$R_{пр}$ – рівень прийнятного ризику;

$L(h)$ – тяжкість шкоди;

$L(K)$ – витрати на впровадження контрзаходів;

k – коефіцієнт, що характеризує користь від впровадження контрзаходу.

Рисунок 1 – Модель контролювання ризиків

Перелік посилань:

1. Вироби медичні. Настанови щодо управління ризиком (ISO 14971:2007, IDT) : ДСТУ ISO 14971:2009. – [Чинний від 2012-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2012. – 66с. – (Національний стандарт України). 2. IEC/TR 60513:2.0. 2nd Edition, January 1994 – Fundamental Aspects of Safety Standards for Medical Electrical Equipment. – 130 p.

Наукове електронне видання
Можна використовувати в локальному та
мережному режимах

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

Тези доповідей
X МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

Технічні редактори Д. М. Піза, С. В. Морщавка
Комп'ютерне верстання С. В. Морщавка, О. О. Дяченко
Відповідальний за випуск С. В. Морщавка

Один електронний оптичний диск (DVD-ROM);
супровідна документація.
Тираж 100 прим. Зам. № 1220

Видавець і виготовлювач
Національний університет «Запорізька політехніка»
Україна, 69063, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 64
Тел.: (061) 769–82–96, 220–12–14

Свідцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6952 від 22.10.2019.