

CONFERENCE PROCEEDINGS

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

infoCom *winter*  **2016**

Україна, Київ

Winter InfoCom Advanced Solutions 2016

III МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

1-2 грудня 2016 року

ISBN 978-966-2344-51-6



Winter InfoCom Advanced Solutions 2016

III МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**WINTER INFOCOM
ADVANCED SOLUTIONS
2016**

МАТЕРІАЛИ

III МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**CONFERENCE
PROCEEDINGS**

III SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE

**КИЇВ, УКРАЇНА
1-2 ГРУДНЯ 2016 РОКУ**

УДК 004

Редакційна колегія:

Бідюк П.І., д.т.н., проф., ІПСА, НТУУ “КПІ”

Павлов О.А., д.т.н., проф., НТУУ “КПІ”

Теленик С.Ф., д.т.н., проф., НТУУ “КПІ”

Данилов В.Я., д.т.н., проф., ІПСА, НТУУ “КПІ”

Головний редактор:

Писаренко А.В., к.т.н., доц., НТУУ “КПІ”

Winter InfoCom 2016: Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 1-2 грудня 2016 р. – К.: Вид-во ТОВ «Інжиніринг», 2016. – 84 с. – Мови укр., рос., англ.

Конференція зареєстрована в українському інституті науково-технічної експертизи та інформації (УкрІН-ТЕІ). Посвідчення № 198 від 6 квітня 2016 р.

Проведення конференції регламентоване наказом ректора НТУУ “КПІ” № 3-414 від 25 жовтня 2016 р.

Усі права застережено. Передруки та переклади дозволяються лише за згодою автора та редакції. За достовірність фактів, цитат, назв та іншої інформації несуть відповідальність автори.

Редакційна колегія дотримується прийнятих міжнародною спільнотою принципів публікаційної етики, відображених, зокрема, в рекомендаціях Комітету з етики наукових публікацій (Committee on Publication Ethics, COPE), а також враховує досвід авторитетних міжнародних видавництв. Щоб уникнути недобросовісної практики в публікаційній діяльності (плагіат, виклад недостовірних відомостей та ін.), з метою забезпечення високої якості наукових публікацій, визнання громадськістю отриманих автором наукових результатів, кожен член редакційної колегії, автор, рецензент, видавець, а також установи, які беруть участь в видавничому процесі, зобов’язані дотримуватися етичних стандартів, норм і правил та вживати всіх можливих заходів для запобігання їх порушень. Дотримання правил етики наукових публікацій усіма учасниками цього процесу сприяє забезпеченню прав авторів на інтелектуальну власність, підвищенню якості видання і виключення можливості неправомірного використання авторських матеріалів в інтересах окремих осіб.

ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ

ПРОГРАМА

Інфокомунікаційні технології

Самотий Володимир Дзелендзяк У.Ю.	Використання технологій доповненої реальності для створення прототипу мобільного додатку
Костенко Олександр Назирова Т.А.	Методы анализа и обработки данных функционального модуля «Медицинских осмотров» интегрированной системы – «Hospital Management Information System»
Садовський Володимир Шумляєв А.С. Дракін С.С. Стрижаков С.І.	Використання онтологій для розв'язання завдань інформаційної безпеки
Курочкін Віктор	Геоінформаційна технологія на основі повітряного моніторингу, використання керованої наземної техніки та обробки зображень

Системи керування

Грішин Ігор Тіміргалєєва Рена	Методи й моделі автоматизації керування статистичним вимірювальним інформаційним комплексом при оцінюванні параметрів спостережуваних процесів
Дорошенко Анатолій Древаль Олег	Застосування оптичної стабілізації для корекції ІНС літального апарату
Писаренко Андрій Тишенко Дмитро	Інструменти побудови динамічних моделей інформаційних систем із застосуванням байєсівських мереж
Дрегало Тарас Сімоненко Валерій Дрегало Леся Педоренко Олег	Децентралізована система управління в кластерних системах

Технології програмування

Дорошенко Анатолій Старушик Артем Новак О. С. Іваненко П. А.	Застосування аналітичних інструментів для автоматизації налаштування паралельного алгоритму
---	---

Оброблення інформації в складних системах

Моргаль Олег Савчук Олена Артамонова Віра Латаш Ірина	Застосування нечітких множин для удосконалення методів діагностування
Чемерис Олександр Сушко Сергій	Оценка снижения времени выполнения тестовых программ при применении автоматической оптимизации на основе полиэдральной модели на Raspberry Pi 3
Мокін В. Б. Дзюняк Дмитро	Технологія оцінювання параметрів викидів зі стаціонарних джерел за даними оперативного моніторингу
Сергієнко Анастасія Сергієнко Анатолій	Методика проектування цифрових фільтрів з застосуванням VHDL
Сергієнко Анатолій Лепеха В.Л. Сімоненко А.В.	Стиснення зображень з широким динамічним діапазоном у реальному часі

1 грудня/december

Інфокомунікаційні технології

2 грудня/december	Костенко Олександр Зарицький О. В.	Невизначеність геопросторових даних в динамічній геоінформаційній системі
	Макоївець Дмитро Полторак Вадим	Потенційні переваги використання надлишкових кодів у супутникових каналах
	Данчул Володимир Полторак Вадим	Стеганографічне приховування даних для підвищення інфозахисту управління пересувним об'єктом
	Положаєнко Сергій Савич Віталій	Інформаційна технологія реалізації засобів моделювання фрактально-неоднорідних гетерогенних пластових систем

Системи керування

2 грудня/december	Сущенко Ольга	Design of robust two-axis system for stabilization of information and measuring devices operated on ground vehicles
	Павельчак Андрій Самотий Володимир	Особливості алгоритмічної реалізації генетичного алгоритму для параметричної оптимізації систем керування
	Заміховський Леонід Николайчук Микола Левицький Іван	Система керування виконавчими механізмами водозабірних станцій на основі параметрів мутності води

ЗМІСТ

<i>Тези конференції</i>	9
<i>Інфокомунікаційні технології</i>	11
Самотий Володимир, Дзелендзяк У.Ю. Використання технологій доповненої реальності для створення прототипу мобільного додатку	13
Назірова Т.А., Костенко Александр Методы анализа и обработки данных функционального модуля «Медицинских осмотров» интегрированной системы – «Hospital Management Information System».....	16
Шумляев А. С., Садовський Володимир, Дракін С.С., Стрижаков С. І. Використання онтологій для розв’язання завдань інформаційної безпеки.....	19
Курочкін Віктор Геоінформаційна технологія на основі повітряного моніторингу, використання керованої наземної техніки та обробки зображень.....	21
Зарицький О. В., Костенко Олександр Невизначеність геопросторових даних в динамічній геоінформаційній системі.....	23
Макоївець Дмитро, Полторацк Вадим Потенційні переваги використання надлишкових кодів у супутникових каналах.....	26
Данчул Володимир, Полторацк Вадим Стеганографічне приховування даних для підвищення інфозахисту управління пересувним об’єктом	28
Положаєнко Сергій, Савіч Віталій Інформаційна технологія реалізації засобів моделювання фрактально-неоднорідних гетерогенних пластових систем.....	30
<i>Системи керування</i>	33
Грішин Ігор, Тіміргалєєва Рена Методи й моделі автоматизації керування статистичним вимірювальним інформаційним комплексом при оцінюванні параметрів спостережуваних процесів.....	35
Древаль Олег, Дорошенко Анатолій Застосування оптичної стабілізації для корекції ІНС літального апарату.....	38
Писаренко Андрій, Тищенко Дмитро Інструменти побудови динамічних моделей інформаційних систем із застосуванням байєсівських мереж.....	41
Дрегалю Тарас, Сімоненко Валерій, Дрегалю Леся, Педоренко Олег Децентралізована система управління в розподілених системах.....	44
Sushchenko Olga Design of robust two-axis system for stabilization of information and measuring devices operated on ground vehicles.....	46
Самотий Володимир, Павельчак А.Г. Особливості алгоритмічної реалізації генетичного алгоритму для параметричної оптимізації систем керування.....	48
Заміховський Леонід, Николайчук Микола, Левицький Іван Система керування виконавчими механізмами водозабірних станцій на основі параметрів мутності.....	51
<i>Технології програмування</i>	53
Дорошенко Анатолій, Новак О. С., Іваненко П. А., Старушик Артем Застосування аналітичних інструментів для автоматизації налаштування паралельного алгоритму.....	55
<i>Оброблення інформації в складних системах</i>	58
Моргаль Олег, Савчук Олена, Артамонова Віра, Латаш Ірина Застосування нечітких множин для удосконалення методів діагностування.....	60
Чемерис Александр, Сушко Сергей Оценка снижения времени выполнения тестовых программ при применении автоматической оптимизации на основе полиэдральной модели на Raspberry Pi 3.....	63

В. Б. Мокін, Дзюняк Дмитро	
Технологія оцінювання параметрів викидів зі стаціонарних джерел за даними оперативного моніторингу.....	66
Сергієнко Анатолій, Сергієнко Анастасія	
Методика проектування цифрових фільтрів з застосуванням VHDL.....	68
Сергієнко Анатолій, Лепеха Володимир, Симоненко Андрій	
Стиснення зображень з широким динамічним діапазоном у реальному часі.....	70
<i>Abstracts</i>	73

ТЕЗИ КОНФЕРЕНЦІЇ

ІНФОКОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Використання технологій доповненої реальності для створення прототипу мобільного додатку

Самотий Володимир

Проф., завідувач кафедри Краківська політехніка ім. Тадеуша Костюшки, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
Польща, Краків; Україна, Львів

Дзелендзяк У.Ю.

Доц., Національний університет "Львівська політехніка"
Україна, Львів

Розроблено прототип мобільного додатку з використанням технологій доповненої реальності з підтримкою розпізнавання маркерів і накладення на них 3D об'єкту та можливістю виведення інформації про відстежуваний об'єкт.

Ключові слова: доповнена реальність, комп'ютерний зір, відеопотік, маркер.

ВСТУП

Доповнену реальність (augmented reality, AR) можна розглядати як технології, що доповнюють зображення реальних об'єктів різними об'єктами комп'ютерної графіки і дають можливість поєднувати зображення, отримані від різних джерел, а саме, відеокамер, спектрометрів, тепловізорів та ін. [1] Отже, доповнена реальність робить можливим впровадження синтезованих об'єктів у природні відеосцени, чим відрізняється від «віртуальної реальності», яка є повністю штучно синтезованим світом (відеорядом).

Як правило, доповнена реальність є візуальним додатком реального світу, який отримується шляхом проектування і виведення будь-яких віртуальних, уявних об'єктів на даний простір (на екран комп'ютера, планшета, телефону). На сьогодні основною технологією доповненої реальності є отримання зображення з камери, його оброблення алгоритмами розпізнавання образів, з подальшим накладенням зображення. Технології доповненої реальності з кожним днем все міцніше інтегруються в сучасному світі. Можливості їх застосування величезні: від ігор до освіти, медицини і промисловості.

На даний час для реалізації рішень доповненої реальності існує ряд методів, проте актуальною є проблема використання технологій тривимірної розширеної реальності на мобільних платформах. Наявні мобільні пристрої є малопродуктивними, тому існуючі методи не можуть бути застосовані для них повною мірою. Отже, виникає необхідність дослідження даної області та розроблення нових методологій побудови доповненої реальності для переносних пристроїв.

РОЗРОБЛЕННЯ ПРОТОТИПУ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ

У мобільній доповненій реальності, користувачі дивляться на пряме зображення, отримане з відеокамери на їхньому мобільному пристрої і фрагменти реального світу, які вони бачать, доповнюються інтегрованими тривимірними віртуальними об'єктами, тобто об'єктами доповненої реальності.

Одним з найбільш важливих аспектів при розробленні систем доповненої реальності є створення відповідного інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу між користувачем і віртуальними об'єктами в системі. Існують чотири основних способи взаємодії в додатках AR: матеріальний AR інтерфейс, спільний AR інтерфейс, гібридний AR інтерфейс, і нові мультимодальні інтерфейси [3].

Для створення нашого мобільного додатку, після огляду найбільш відомих ігрових рушіїв, було вирішено використовувати рушій Unity3D, оскільки він увібрав в себе багато різних цікавих технологій, які використовуються в професійних та відомих рушіях. Головною перевагою Unity3D є його можливість легко створювати додатки одразу на декілька платформ [2]. Також можна створювати інтернет-застосунки за допомогою спеціального модуля Unity Web Player, який підключається до браузера, або за допомогою реалізації технології WebGL. Застосунки, створені за допомогою Unity, підтримують DirectX та OpenGL.

Unity3D має такі технічні характеристики: широкі можливості налаштування; сценарії на C#, JavaScript та Boo; доступний і зрозумілий інтерфейс; повна інтеграція рушія із середовищем розробки; існує система успадкування об'єктів; підтримка імпорту великої кількості форматів файлів; вбудований генератор ландшафтів; вбудована підтримка мережі; інструменти для сумісної розробки; можливість використання систем контролю версій [6]. Графічний рушій використовує DirectX (Windows), OpenGL (Mac, Windows, Linux), OpenGL ES (Android, iOS), та спеціальне власницьке API для Wii.

Огляд альтернатив з урахуванням найважливіших критеріїв показав, що найбільш оптимальним середовищем для розробки прототипу нашого мобільного додатку є Vuforia. Vuforia SDK - це програмне забезпечення для мобільних пристроїв, яке дозволяє створювати додатки доповненої реальності. Воно використовує технологію комп'ютерного зору для того, щоб розпізнавати і відстежувати плоскі зображення і прості 3D-об'єкти в режимі реального часу. Можливість реєстрації зображень дозволяє розробникам розташовувати і орієнтувати віртуальні

об'єкти, такі як 3D-моделі і медіаконтент, у зв'язці з реальними образами при перегляді через камери мобільних пристроїв. Віртуальний об'єкт орієнтується на реальному образі так, що точки зору спостерігача на об'єкт співвідносяться з їх точкою зору на зображення для досягнення головного ефекту - відчуття, що віртуальний об'єкт є частиною реального світу [5].

Розроблений додаток доповненої реальності дає можливість віртуальним тривимірним об'єктам бути накладеними на відеопотік в реальному часі. Він використовує принцип, заснований на використанні чорно-білих маркерів, який працює наступним чином:

- Камера захоплює відеопотік зображень реального часу і відправляє їх мобільному пристрою для оброблення.
- Програмне забезпечення пристрою виконує пошук будь-яких маркерів в кадрі.
- Якщо маркер був знайдений, програмне забезпечення використовує математичний апарат для обчислення позиції камери відносно даного маркера.
- Коли позиція камери буде визначена, то графічна модель відображається безпосередньо в такій позиції.
- Графічна модель відображається поверх відеоряду і закріплюється за маркером.
- Фінальне зображення подається на дисплей мобільного пристрою.

Розроблений мобільний додаток можна встановити на мобільні телефони та планшети з різними операційними системами. А саме, Unity3D дозволяє «побудувати» додаток для таких операційних систем: як Android, Apple iOS, BlackBerry OS. Програмна частина додатку – це програма написана мовою C# з використанням технології DirectX.

Робочий інтерфейс розробленого додатку (застосунку) складається з чотирьох екранів, кожний з яких виконує певні функції.



Рис. 1. Екран «Меню»



Рис. 2. Промальована 3D модель

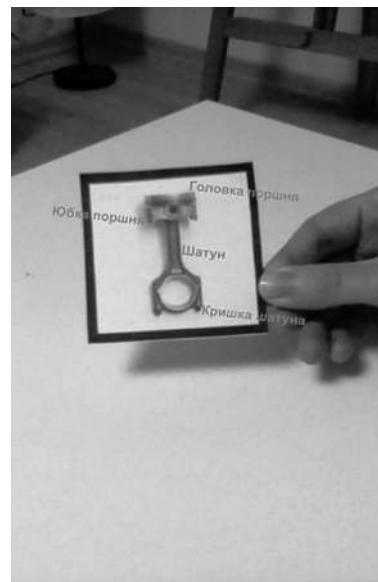


Рис. 3. Виведений текст, приєднаний до маркера

В «Меню» відображено три кнопки для переходу до інших екранів. А саме режими зчитування маркерів двох типів та режим виведення тексту (рис. 1).

При натисканні на першу кнопку відбувається перехід до наступного робочого екрану з розпізнаванням маркеру першого типу. При переході на даний екран вмикається камера і стартує режим розпізнавання маркеру першого типу. При появі маркера перед камерою (перший раз маркер має бути чітким, рівним і повністю видимим) починається зчитування маркеру та його аналіз. В результаті чого відображається відповідна 3D модель, в даному випадку – це 3D модель поршня.

При натисканні на другу кнопку відбувається перехід до наступного робочого екрану з розпізнаванням маркера другого типу. Після розпізнавання маркеру з'являється відповідний об'єкт. В даному випадку 3D модель поршня з колінвалом. (рис. 2).

При русі маркером рухається і 3D модель, що дозволяє оглянути її з усіх сторін. Також в даному режимі можна обертати віртуальний об'єкт. Обертання відбувається з допомогою сенсора, тобто доторкаючись до екрану. Ще однією особливістю цього екрану є можливість ввімкнення анімації. При натисканні кнопки із зображенням стрілочки на даному екрані ввімкнеться анімація відображеної на екрані моделі - поршня з колінвалом. При цьому маркер можна і далі переміщати та обертати, що також змінить позицію даного об'єкта.

При натисканні на головному екрані третьої кнопки вмикається режим виведення тексту на маркері (рис. 3). Аналогічно, як і в двох попередніх екранах (режимах) необхідний маркер, після аналізу якого з'являється наступний об'єкт - текст. Текст також переміщається відповідно до переміщення маркера та зберігає свої позиції відповідно до зображення.

ВИСНОВОК

Розроблено прототип мобільного додатку з використанням технологій доповненої реальності. Він може розпізнавати маркери і накладати на них 3D об'єкти. Розроблений додаток можна доповнювати і застосовувати у навчальному процесі. Він дає можливість користувачеві отримувати інформацію про відстежуваний об'єкт. Традиційні обчислювальні машини - комп'ютери, останнім часом відходять на задній план, їм на заміну приходять мобільні пристрої та окуляри доповненої реальності. Тому більшість розробок для комп'ютерів вигідно переносити на мобільну техніку.

Для мобільних операційних систем існує багато додатків з використанням комп'ютерного зору та доповненої реальності, але в багатьох випадках ці додатки не мають практичного застосування в широкому доступі. У цій області є місце для розробки інноваційного, дійсно корисного додатка з використанням доповненої реальності. Поки що, мобільні пристрої поступаються в швидкодії більшості комп'ютерів, але найближчим часом ця ситуація зміниться, і тоді, можливо, буде вистачати ресурсів для оброблення великих об'ємів інформації на мобільному пристрої.

Успішною мобільною AR системою, як додаток, є система, яка дозволяє користувачу зосередитися на самому функціоналі системи та реалізує взаємодію з пристроєм у натуральному і соціально прийнятному вигляді, а також надає користувачу додаткову корисну інформацію. Це вказує на необхідність розроблення таких систем в легких, портативних мобільних пристроях, які володіють достатньою потужністю для складних обчислень і високими характеристиками давачів для надійного стеження та розпізнавання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Azuma R. A Survey of Augmented Reality / Azuma R. // In Presence: Teleoperators and Virtual Environments. – 1997. – № 4. – P. 355–385.

2. Bay H. Speed up robust features / Bay H., Tuytelaars T., L. Van. Gool. Surf. // European Conference on Computer Vision, 2006. P. 404–417.

3. Hartley R. Multiple view geometry in computer vision. 2nd edition. / Hartley R., Zisserman A. // Cambridge University Press, 2004.

4. Jae-Young Lee. Design and implementation of a wearable AR annotation system using gaze interaction/ Jae-Young Lee; Seok-Han Lee; Hyung-Min Park; Sang-Keun Lee; Jong-Soo Choi; Jun-Sik Kwon. // Consumer Electronics (ICCE), 2010 Digest of Technical Papers International Conference on, vol., no., pp.185–186, 9–13 Jan. 2010.

5. Sandor C. Immersive mixed-reality configuration of hybrid user interfaces. / C. Sandor, A. Olwal, B. Bell and S. Feiner. // In ISMAR '05, pp. 110–113, 2005.

6. Takahashi Dean. Unity Technologies developers will be able to publish 3D games via Adobe Flash. / Takahashi Dean // VentureBeat. Архів оригіналу за 2012-06-09.

Методы анализа и обработки данных функционального модуля «Медицинских осмотров» интегрированной системы – «Hospital Management Information System»

Назирова Т.А.
аспирант, ХНУГХ им. А.Н. Бекетова
Украина, г. Кривой Рог

Костенко Александр
доцент, ХНУГХ им. А.Н. Бекетова
Украина, г. Харьков

В тезисах доклада представлены основные стратегии анализа и обработки информации для проведения регулярных медицинских осмотров. Предложены композиционные диаграммы для управления информационными потоками, а также разработан проект базы данных для учета и анализа данных по организации и проведению медосмотров.

Ключевые слова: *медицинский осмотр, обработка данных, информационное обеспечение, база данных, композиционная диаграмма, интегрированная система*

По состоянию на 1 августа 2016 года численность населения Украины составила 42 млн 650 тыс. человек, что на 87,89 тыс. человек или 0,2% меньше, чем по данным с начала года [1]. Расчеты по оценке численности населения осуществлены Госстатом Украины на основе имеющихся административных данных по государственной регистрации рождения и смерти и изменения регистрации постоянного места жительства. Согласно данным статистики население Украины неуклонно уменьшается, а при сохранении нынешних тенденций большинство регионов страны в ближайшие годы столкнется с растущим дефицитом рабочей силы. Кроме того, будет расти средний возраст работников. В этих условиях резко возрастает роль медико-профилактической деятельности, направленной на увеличение трудового долголетия населения.

Одной из важнейших форм активной медицинской профилактики являются предварительные и периодические медицинские осмотры, которые позволяют на ранних стадиях диагностировать общие заболевания и своевременно выявлять начальные формы заболеваний, предупреждая их развитие.

Проведение медицинских осмотров регламентировано следующими законодательными актами Украины [2]:

- Закон Украины «Об обеспечении санитарного и эпидемиологического благополучия населения» от 24.02.94 г. № 4004-ХІІ.
- Закон Украины «Об охране труда» от 14.10.1992 г. № 2694-ХІІ (ст.17);
- Кодекс Законов о труде от 10.12.1971 г. № 322–ІІІ (статьи 169 и 171);
- Приказ МОЗ Украины «Порядок проведения медицинских осмотров работников определенных категорий» от 21.05.2007г. №246;
- Постановление КМ Украины «Об обязательном профилактическом наркологическом осмотре и порядке его проведения» от 06.11.1997г. № 1238;

- Приказ МОЗ Украины «Перечень работ, где есть потребность в профессиональном отборе» от 23.09.1994 г. № 263/121;

- Постановление КМ Украины «Об утверждении перечня профессий, производств и организаций, работники которых подлежат обязательным профилактическим осмотрам, порядка проведения этих осмотров и выдачи личных медицинских книжек» от 23.05.2001г. №559.

- Постановление КМ Украины «Об обязательных медицинских осмотрах некоторых категорий населения» от 05.08.1994г. № 532

В соответствии с директивой Европейского регионального бюро ВОЗ [4], все государства должны располагать информационными и коммуникационными системами, которые будут содействовать эффективному использованию европейской базы данных «Здоровье для всех», что подтверждает необходимость внедрения информационных технологий в систему охраны здоровья населения.

Изложенное определяет актуальность исследований, направленных на совершенствование системы информационного обеспечения и оптимизацию управления здравоохранением на региональном уровне.

Для оптимизации проведения медицинских осмотров, согласно норм существующего законодательства [3], население страны целесообразно разбить на следующие категории:

ТАБ.1 КАТЕГОРИИ ГРАЖДАН ДЛЯ ПРОХОЖДЕНИЯ МЕДОСМОТРОВ.

<i>Категория граждан</i>	<i>Предварительные медосмотры</i>	<i>Периодичность медосмотров</i>
Дети от рождения до 1 года	при рождении	ежемесячно
Дети от 2 до 14 лет	при вакцинации, согласно графика	ежегодно
Подростки возрастом 15-21	при вакцинации, согласно графика	ежегодно

Беременные женщины	При постановке на учет	согласно графика ведения беременности
Работники предприятий, согласно перечню, подлежащие обязательному осмотру	При приёме на работу	Планово, согласно норм
Работники предприятий, подлежащие ежегодному осмотру	При приёме на работу	ежегодно
Кандидаты в водители и водители транспортных средств возрастом до 55 лет	При получении водительского удостоверения	раз в 10 лет
Кандидаты в водители и водители транспортных средств возрастом от 56 до 75 лет		раз в 3 года
Кандидаты в водители и водители транспортных средств возрастом от 76 лет		ежегодно
Внеплановые случаи		

Сохранение и укрепление здоровья работающего населения является стратегической задачей для любой страны. Немаловажную роль в обеспечении этой задачи играет организация и проведение предварительных и периодических медицинских осмотров и экспертиз профпригодности.

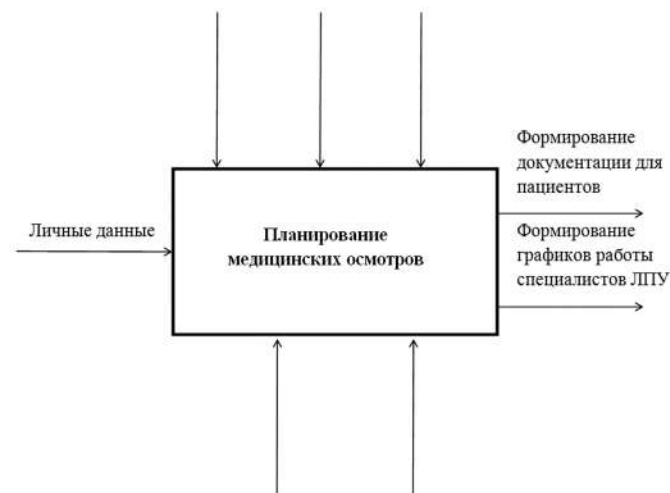


Рис. 1 Композиционная диаграмма анализа и обработки данных для прохождения медицинских осмотров.

Учитывая вышеизложенные данные, в ходе работы была разработана композиционная диаграмма анализа и обработки данных для прохождения медицинских осмотров населением, а также проект базы данных по ведению информации о пациентах.

В данной диаграмме входная информация – это основные данные пациентов, такие как пол, дата рождения, регистрация по месту жительства. Блок управления: государственная политика, законодательные акты, способствующие повышению интереса в плане заботы о здоровье граждан, как со стороны государства, так и индивидуально каждого гражданина; так же забота граждан о собственном здоровье; заинтересованность работодателей в сохранении

высокого уровня здоровья и предотвращения производственных заболеваний у своих работников. Блок механизмов – это ресурсы медицинского учреждения, возможность проведения всех необходимых исследований для получения полноты информации об уровне здоровья пациентов, относящихся к их территориальному обслуживанию. А также способы коммуникации предприятий и ЛПУ (лечебно-профилактического учреждения), формирование и утверждение графиков прохождения медосмотра и графиков приема специалистов, удовлетворяющие обе стороны. Блок выход – формирование и получение всей необходимой документации для пациентов, предприятий и ЛПУ, для ведения и учета медико-профилактических мероприятий. Выходной документацией выступают обходные листы, врачебные заключения, санитарные книжки, акты и отчеты.

Диаграмма второго уровня имеет вид:

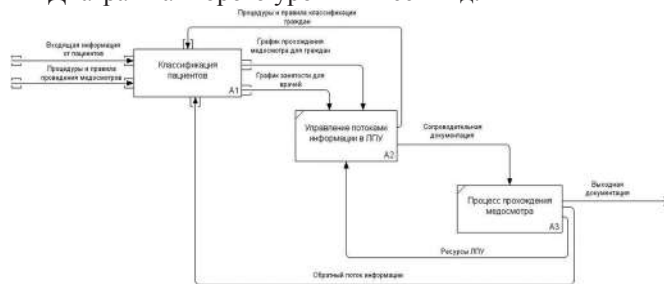


Рис.2 Диаграмма прохождения медосмотра.

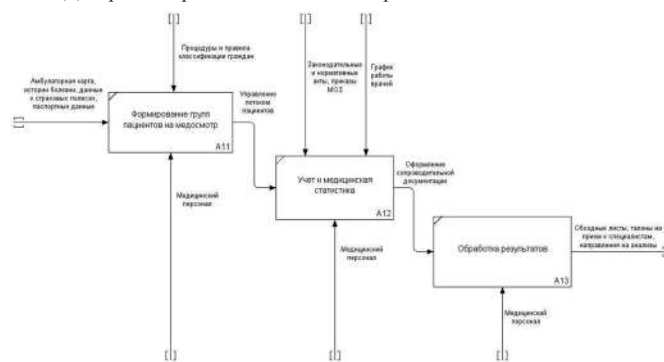


Рис. 3 Диаграмма классификации граждан, подлежащих регулярным медицинским осмотрам.

Классификация, оформление и ведение информационных потоков соответствуют законодательным и нормативным актам Министерства Здравоохранения Украины. Вся сопроводительная и выходная документация выдается согласно унифицированных форм.

Первично контингент лиц классифицируется, согласно возрастным категориям, пола, а также перечня профессий. Далее граждане классифицируются согласно территориальной принадлежности по месту регистрации или фактического проживания. Для работников предприятий классификация проводится согласно договоров, заключенных между работодателем и медицинским учреждением. На следующем шаге формируется оптимальный график приема специалистов и списки граждан для проведения медосмотра.

На рис.4 представлен проект базы данных прохождения медицинских осмотров.

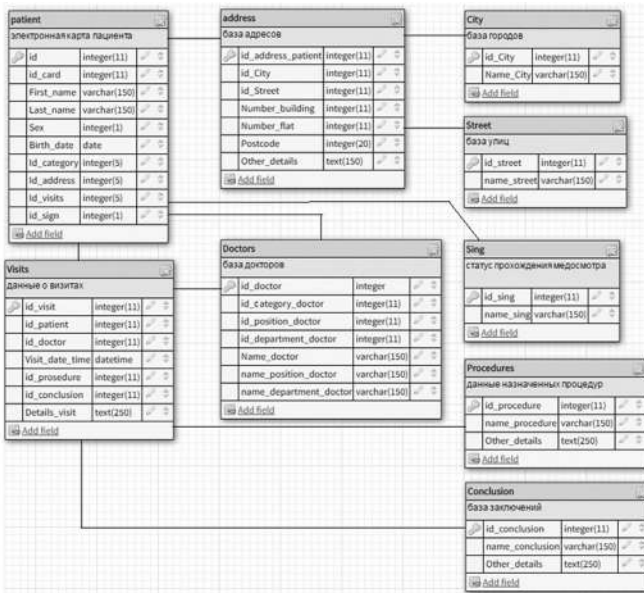


Рис.4 Проект базы данных

База данных состоит из 8 таблиц. Основными являются таблицы **patient** и **visits**.

Таблица **patient** - основная таблица, в которой содержатся данные идентификатора электронной карты пациента, а также общие анкетные данные. Связь с таблицами производится с помощью идентификаторов-ключей. Категория, к которой относится пациент для прохождения медосмотра, описана в Таб.1 и согласно действующего законодательства, будет использована для формирования списков групп граждан и периодов прохождения медицинских осмотров.

Таблица **visits** - содержит данные о посещении пациентом узкопрофильного специалиста, заключениях и рекомендациях. Так же содержит идентификатор врача, который осуществлял медицинскую диагностику. Согласно действующего законодательства о врачебной тайне, данные содержат лишь идентификаторы пациента и врача.

Врачебную тайну составляют:

- информация о факте обращения за оказанием медицинской помощи;
- информация о состоянии здоровья гражданина;
- информация о диагнозе;
- иные сведения, полученные при медицинском обследовании и лечении гражданина.

Вспомогательные таблицы или справочники:

Таблица **address** - содержит адресные данные о месте регистрации пациента. По идентификаторам определяется связь с вспомогательными таблицами **city** - справочник наименований городов, **street** - справочник наименований улиц.

Таблица **doctors** - содержит данные о врачах медучреждения, их принадлежность к проведению медицинских осмотров у определенных категорий граждан. Так же данные о подразделении и занимаемой должности. Данные будут использоваться для составления графиков приема граждан, а также для формирования выходной документации по прохождению медосмотров.

Таблица **procedures** - содержит сведения о прохождении процедуры, наименовании, а так же стандартным рекомендациям, согласно протоколов лечения, установленных Министерством Здравоохранения Украины.

Таблица **sing** - справочник статусов прохождения медицинского осмотра. Будет использована как признак, для формирования списков на повторное прохождение медосмотров пациентами.

Таблица **conclusion** - справочник заключений по прохождению медицинского осмотра. Содержит рекомендации для дальнейшего ведения пациента, возможных необходимых исследований для уточнения диагноза и т.п.

Выводы:

Применение предложенных методов обработки информации для проведения регулярных медицинских осмотров, как составляющей части интегрированной системы «Hospital Management Information System» [7], позволят усовершенствовать сервис оказания медицинской помощи, а также улучшить демографические показатели государства. Кроме того, это позволит усовершенствовать управление информационными потоками внутри отдельно взятого медицинского учреждения.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК:

1. Державна служба статистики України. Статистичні дані [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ukrstat.org>.
2. Верховная рада України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws>.
3. Міністерство охорони здоров'я України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.moz.gov.ua/ua/portal/>.
4. Всесвітня організація охорони здоров'я -ВОЗ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.who.int/ru/>.
5. European health for all database/HFA-DB [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://data.euro.who.int/hfadbf/>.
6. World Population Prospects: The 2015 Revision// United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2015 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://esa.un.org/unpd/wpp/>.
7. Назирова Т.А. О системах оптимизации управления здравоохранением на региональном уровне на базе информационных технологий / Назирова Т.А., Костенко А. Б // Комп'ютерні технології в міському та регіональному господарстві : матер. Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., Харків, 23-28 листопада 2015 року / редкол.: [А. Л. Литвинов, М. Ю. Карпенко, С. В. Дядюн, О. Б. Костенко]; Харків. нац. ун-т міськ. ім. О. М. Бекетова, Люблін. Відділ пол. акад. наук, Харків, нац. ун-т радіо-електр. та ін. — Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. — С. 42-43.

Використання онтологій для розв'язання завдань інформаційної безпеки

Шумляев А. С.
студент ХНТУ
Україна, м. Херсон

Садовський Володимир
студент ХНТУ
Україна, м. Херсон

Дракін С.С.
студент ХНТУ
Україна, м. Херсон

Стрижаков С. І.
студент ХНТУ
Україна, м. Херсон

У статті розглянуто основні проблеми інформаційної безпеки та їх вирішення за допомогою використання онтологій та онтологічних систем.

Ключові слова: онтологія, онтологічні системи, інформаційна безпека, консолідована інформація.

ВСТУП

Сьогодні інформацію розглядають як один з основних ресурсів розвитку суспільства, а інформаційні системи і технології як засіб підвищення продуктивності та ефективності роботи людей. Тому інформація є найціннішим і дорогим ресурсом. Проблема інформаційної безпеки з моменту появи до сучасного стану пройшла тривалий і багато в чому суперечливий шлях у своєму розвитку.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Так як процес забезпечення інформаційної безпеки – це безперервний процес, то й існуюча методологія проектування захищеної системи являє собою ітеративний процес усунення знайдених слабкостей.

У 1996 р. в класичній роботі Грушо А. А. і Тимоніної Є.Є. «Теоретичні основи захисту інформації» була висловлена і обґрунтована теза про те, що гарантовану захищеність в автоматизованій системі слід розуміти як гарантоване виконання апріорно заданої політики безпеки [1].

Раніше умови гарантій політики безпеки формувалися у вигляді стандартів. Саме такий підхід застосували американські фахівці з комп'ютерної безпеки, опублікувавши з 1983 р. кілька книг стандарту так званої «райдувної серії». У Україні аналогічні документи були прийняті Державною технічною комісією [4].

Основні проблеми інформаційної безпеки в комп'ютерних системах виникають через те, що інформація не є жорстко пов'язаною з носієм. Основними факторами, що утрудняють вирішення проблеми інформаційної безпеки в ПК є:

- масовість застосування;
- постійно зростаюча складність функціонування;
- різноманітність програмного забезпечення персональних комп'ютерів, архітектурних рішень і легка адаптованість для вирішення різноманітних завдань користувачів [2,15с.].

Можемо виділити основні типи проблеми інформаційної безпеки:

- перехоплення інформації (порушення конфіденційності деякої інформації);
- модифікація інформації (редагування початкового тексту повідомлення та/або заміна його іншою інформацією);
- підміна авторства (порушення авторського права).

На сьогоднішній час досить швидко набуває актуальності питання забезпечення безпеки консолідованих інформаційних ресурсів.

Поняття «консолідована інформація» охоплює одержані з декількох джерел та системно інтегровані різнотипні інформаційні ресурси, які в сукупності наділені ознаками повноти, цілісності, несуперечності та складають адекватну інформаційну модель проблемної області з метою її аналізу, опрацювання та ефективного використання в процесах підтримки прийняття рішень. Виходячи з цього, поняття «конкурентна розвідка», яке використовується на паритетних засадах деякими дослідниками, все ж є одним з аспектів цілісних процесів та процедур консолідації інформації, а саме як процесу формування інформаційного ресурсу для підтримки прийняття рішень [5].

Разом з тим, консолідована інформація покликана із використанням всіх можливостей, активно оперуючи інформаційними ресурсами, розробляти технологічні засади створення інформаційного продукту, виконувати якісно-змістове перетворення інформації, функціонально перетинаючись в цьому плані з науковою (виробництво нового знання) й управлінською (розроблення варіантів рішень, сценаріїв) діяльністю.

Захист консолідованої інформації може забезпечуватися різними способами, що передбачають моделювання необхідних складових інформаційної безпеки, а саме:

- окреслення інформаційних ресурсів, які підлягають захисту;
- моніторинг повної сукупності потенційно можливих загроз і каналів витоку інформації;
- аналіз уразливості і ризиків щодо сукупності інформації і каналів витоку;
- визначення вимог до системи захисту;
- вибір засобів захисту інформації та їх впровадження;
- здійснення контролю системи захисту [6].

Таким чином, технології консолідованої інформації потребують інформаційної безпеки в межах певної установи чи організації.

Також в даний час йде досить активне застосування онтологічних моделей в різних аспектах інформаційної безпеки.

Онтологія — представлення деякою мовою знань про певну предметну область (середовище, світ). Онтологію неодмінно супроводжує деяка концепція цієї області інтересів. Найчастіше ця концепція виражається за допомогою визначення базових об'єктів (індивідуумів, атрибутів, процесів) і відношень між ними. Визначення цих об'єктів і відношень між ними зазвичай називають концептуалізацією.

Наступне визначення онтології є узагальнюючим: Онтологія — це загальноприйнята і загальнодоступна концептуалізація певної області знань (світу, середовища), яка містить базис для моделювання цієї області знань і визначає протоколи для взаємодії між агентами, які використовують знання з цієї області, і, нарешті, включає домовленості про представлення теоретичних основ даної області знань [7].

Використання онтологічних моделей дозволяє використовувати єдину базу знань, що зберігає в собі понятійну систему управління доступом до інформаційних ресурсів, а також формальну семантику модельованої системи. У цьому випадку, завдяки комбінації такої моделі з онтологічної моделлю предметної області стане можливим визначати правила доступу в термінах предметної області з урахуванням їх семантики, а також приймати рішення про надання або відмову в доступі на основі результатів логічного висновку, що неможливо зробити за допомогою баз даних.

В основному можна виділити наступні напрямки досліджень в даній сфері:

- формалізація підмножин мови XACML і використання логічного виводу для перевірки сформульованих адміністратором політик безпеки [8];
- використання логічного виводу в існуючих моделях контролю доступу, таких як RBAC (Role Based Access Control) і ABAC (Attributes Based Access Control) [9];
- створення онтології, що визначають понятійну систему предметної області інформаційної безпеки General Privacy Ontology[10], Security Ontology [11], NRL Security Ontology [12].

ВИСНОВОК

В ході проведеного аналізу був зроблений узагальнений опис сучасних проблем в області інформаційної безпеки, а також дана класифікація типів загроз безпеки. Було виявлено, що одним з найважливіших механізмів сучасних засобів забезпечення комплексної інформаційної безпеки є система контролювання та розмежування доступу до ресурсів, для реалізації якої доцільно використовувати онтологічні моделі та методи онтологічного інжинірингу, що дозволить визначати права доступу на основі логічного висновку.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Грушо А. А. Теоретические основы защиты информации / А. А. Грушо, Э. Э. Тимонина., 1996. – 106 с.
2. Шаньгин В. Ф. Информационная безопасность компьютерных систем и сетей: учебное пособие / В. Ф. Шаньгин., 2008. – 416 с.

3. Романец Ю. В. Защита информации в компьютерных сетях и системах / Ю. В. Романец, П. А. Тимофеев, В. Ф. Шаньгин., 2001. – 376 с. – (2).

4. Ab-solut-инновации уже сегодня. Защита информации. Проблемы защиты информации. [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: http://ab-solut.net/ru/artickes/probkemi_zashiti.

5. Бондаренко М. Ф. М. Ф. Информационному обществу — профессионалов в области информации (Business Intelligence и Knowledge Management на службе государству) [Электронный ресурс] / М. Ф. Бондаренко М. Ф., С. И. Маторин, Е. А. Соловьева – Режим доступа до ресурсу: www.it2b.ru/it2b2.view3.page123.html.

6. Калитич Г. І. Консолідація інформації, знань і мудрості як проектування і основа гармонійного поступу України [Текст] / Г. І. Калитич / НТІ. — 2008. — № 1. — 51 с.

7. Онтологія (інформатика) [Електронний ресурс] – Режим доступа до ресурсу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Онтология_\(информатика\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Онтология_(информатика)).

8. XACML for authorization [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://xacmlinfo.org/>.

9. ROLE BASED ACCESS CONTROL (RBAC) AND ROLE BASED SECURITY [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://csrc.nist.gov/groups/SNS/rbac/index.html>.

10. Hecker A. Privacy Ontology Support for E-Commerce / A. Hecker, T. Dillon, C. Elizabeth., 2008.

11. Fenz S., Ekelhart A. Formalizing information security knowledge ASIACCS '09: Proceedings of the 2009 ACM symposium on Information, computer and communications security, ACM, 2009 - 183-194.

12. Kim A, Luo J. Myong K, «Security Ontology for Annotating Resources», Naval Research Lab, NRL Memorandum Report, NRL/MR/5540-05-641: Washington, D.C., 2005 - pp. 51

Рецензент: к.т.н., доцент кафедри інформатики і комп'ютерних наук Херсонського національного технічного університету Дідик О.О.

Геоінформаційна технологія на основі повітряного моніторингу, використання керованої наземної техніки та обробки зображень

Курочкін Віктор
аспірант, НАУ
Україна, Київ

На основі поєднання технічних засобів повітряного моніторингу та агропромислової техніки, що оснащена пристроями геолокації запропонована геоінформаційна технологія обробки даних аерофотозйомки для підтримки прийняття рішень в області сільського господарства, що базується на математично-аналітичному апараті обробки та кластерного аналізу цифрового зображення.

Ключові слова: Обробка цифрового зображення, кластерний аналіз, інформаційна технологія, ГІС, БПЛА, сільське господарство.

На основі розробок автора [1-4] запропоновано локальну геоінформаційну технологію (ГІТ) обробки даних аерофотозйомки Vagabond, що є сукупністю методів та засобів повітряного моніторингу, обробки цифрового зображення (ЦЗ) та ведення сільського господарства. На основі ГІТ було побудовано геоінформаційну систему обробки даних аерофотозйомки посівної площі для потреб сільського господарства Vagabond [5].

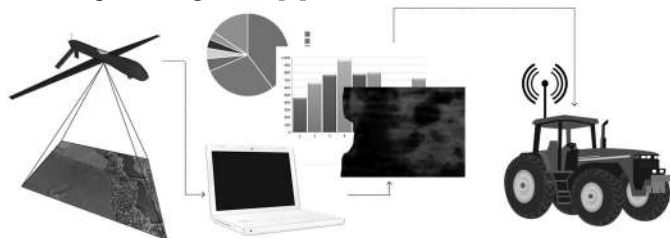


Рис. 1 Схема комунікації в геоінформаційній технології на основі БПЛА та наземної техніки

Схема комунікації технології (рис. 1) та включає в себе наступні зв'язки: за допомогою БПЛА проводиться повітряний моніторинг підлеглих територій; дані моніторингу завантажуються в ГІС Vagabond, де проходять спеціалізовано обробку; користувачу відображаються візуалізовані результати, на основі яких приймаються рішення про необхідність втручання в процеси розвитку врожаю; дані про ділянки, що потребують втручання експортуються з ГІС та передаються на керовану техніку, що оснащена пристроями геолокації для реалізації прийнятих рішень.



Рис. 2 Схема роботи ГІТ обробки даних аерофотозйомки Vagabond

Схема роботи ГІТ (Рис. 2) включає в себе такі етапи: повітряний моніторинг, попередня обробка даних моніторингу, інтелектуально-аналітична обробка даних, прийняття рішень на основі результатів, реалізація прийнятих рішень. Після чого йде повернення до першого етапу.

Отримання даних аерофотозйомки. Після проведення повітряного моніторингу, цифрові дані проходять обробку для отримання придатних до подальшого аналізу даних – ЦЗ в форматі GeoTIFF [6], або, у випадку використання World File [7] в якості джерела інформації про геоприв'язку, в форматі .tiff, .jpeg, .bmp, .png, .fff (fff є форматом зображення камер компанії Hasselblad).

Попередня обробка даних. Наступним кроком є завантаження зображення в розроблену автором ГІС Vagabond для проведення попередньої обробки. В якості попередньої обробки даних використовуються наступні процеси:

Перетворення ЦЗ методами масштабування та зсуву [8];

Покращення ЦЗ методами лінеаризації, еквалізації та логарифмізації [9].

Фільтрація зображення високо-частотними, низько-частотними, контрастними та стабілізуючими фільтрами [10]

Інтелектуально-аналітична обробка. На даному етапі проводиться аналіз ЦЗ, використовуючи математичний апарат обробки ЦЗ та кластерного аналізу ЦЗ [3], наприклад: метод визначення врожайності посівної площі [2], результатом якого є чисельна відносна оцінка врожайності на основі емпіричного коефіцієнту врожайності [4]. На основі отриманих результатів інтелектуально-аналітичної обробки формуються вихідні форми візуалізації (Рис. 2) результатів аналізу та готуються дані для експорту в форматі shapefile [11], що описують ділянки посівної площі в контексті геолокації.

Прийняття рішень на основі результатів аналізу. На основі вихідних форм інтелектуально-аналітичної обробки необхідно прийняти рішення про застосування конкретних дій для усунення виявлених відхилень. Наприклад, при виявленні ділянок з пониженим рівнем врожайності необхідно збільшити кількість добрив, або пересіяти конкретну ділянку.



Рис. 3 Вихідна форма візуалізації врожайності ділянки на основі методу оцінки врожайності посівної площі

Реалізація прийнятих рішень засобами керованої техніки. Після прийнятого рішення про застосування конкретних дій до виявленої ділянки, на відповідні технічні засоби, що оснащені пристроями геолокації та призначені виконувати відповідні дії, завантажуються координати ділянки в форматі shapefile.

Автоматизація ведення сільського господарства впровадженням інформаційних технологій реалізується наступним чином: при русі по території посівної площі, агропромислова техніка, що оснащена пристроями геолокації, починає виконувати свої функції лише за умови місцезнаходження в границях завантаженої ділянки, таким чином реалізується можливість автоматизованого застосування дій до конкретних ділянок поля, без застосування людських ресурсів операторів, та необхідності проведення попереднього збору зразків на місці, що є відносно дорогою процедурою, що займає велику кількість часу на опрацювання.

Основними напрямками розвитку геоінформаційної технології обробки даних аерофотозйомки для підтримки прийняття рішень в області сільського господарства є розвиток аналітичного апарату, що на основі методів обробки ЦЗ, кластерного аналізу, розпізнавання образів, тощо, здатний інтерпретувати ЦЗ посівної площі, видаючи вагомий для працівників сільського господарства результати з географічною прив'язкою.

Підсумовуючи, можна сформулювати наступні висновки. За результатами аналізу сучасного розвитку науки і техніки та на основі власних досліджень [1-4], запропонована ГІТ обробки даних аерофотозйомки посівних площ Vagabond для підтримки прийняття рішень в області сільського господарства на основі комунікації між технічними засобами повітряного моніторингу та керованої агропромислової техніки, що оснащена засобами геолокації з використанням математично-аналітичного апарату обробки та кластерного аналізу ЦЗ посівної площі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Курочкін В. М., Розпізнавання неоднорідних об'єктів на даних аерофотозйомки - XI Міжнародна науково-технічна конференція «АВІА-2013» - 2013р. – с.9.47 – 9.50
2. Курочкін В. М., Аналіз неоднорідних текстур посівних площ на основі оцінки суміші розподілів - Наукоємні технології, №4 (28) – 2015 р. – с. 305-310

3. Курочкін В. М., Система «ElfinTest» обробки моніторингу докільця на основі кластеризації - Наукоємні технології, №2 (26) – 2015 р. – с. 127-133

4. Курочкін В. М., Оцінка врожайності за даними аерофотозйомки на основі гістограми розподілу колірної у-компоненти - XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Математичне і програмне забезпечення інтелектуальних систем» - 2015 р. – с. 120-121

5. Kurochkin V. M., Geoinformational technology for aerial data analysis - VII Міжнародний конгрес «Авіація в XXI-ому столітті» - 2016 р. – с. 1.8.24 - 1.8.27

6. Ruth M. GeoTIFF FAQ Version 2.4 [Електронний ресурс] – 2011 – Режим доступу: <http://www.remotesensing.org/geotiff/faq.html> 31.10.2016

7. ESRI Understanding world files [Електронний ресурс] – 2016 – Режим доступу: http://webhelp.esri.com/arcims/9.3/General/topics/author_world_files.htm 31.10.2016

8. Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П., Перетягин Г.И., Спектор А.А. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учебное пособие.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000. - 168.

9. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: «Техносфера», 2005. – 1072 с. – (Перевод с английского под редакцией П.А.Чочиа).

10. Приставка П. О. Поліноміальні сплайни при обробці даних: Монографія. – Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2004. – 235 с.

11. ESRI Shapefile Technical Description – ESRI [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf> 31.10.2016

Рецензент: д.т.н., проф., зав. каф. прикладної математики НАУ
Приставка П.

Невизначеність геопросторових даних в динамічній геоінформаційній системі

Зарицький О. В.
аспірант, ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
Україна, Харків

Костенко Олександр
доцент, ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
Україна, Харків

Висвітлюється питання щодо невизначеності та дублювання даних в інформаційних системах. Наведено досвід українських науковців щодо системної побудови БГД. В роботі проведено аналітичний огляд ряду інструментів для обробки геопросторових даних. Велика увага приділяється механізмам автоматизації процесів виявлення забраклих даних. Запропоновано модель просторового аналізу. Звертається увага на багаторівневість та всеосяжність динамічної ГІС.

Ключові слова: ГІС, Зонінг, кадастр, БГД, моделі, просторовий аналіз, автоматизація.

На сьогодні в діючих інформаційних системах України не досягнуто міжвідомчої однорідності даних. Наявні значні упущення, помилки та дублювання інформації в реєстрах і системах як у паперовому, так і в електронному вигляді.

Через нагромадження різнопланової облікової інформації все актуальнішим стає завдання проектування глобальних баз даних, зокрема, баз геоданих (БГД).

Є поодинокі спроби у вітчизняній практиці системно підійти до побудови БГД, а саме до інтегрування даних для Зонінгу, який зручно розуміти як динамічну географічну інформаційну систему (ГІС), що поєднує бази даних наявних інформаційних систем та інші масиви кадастрових даних [1, 2].

Вже обґрунтовано актуальність, розроблено загальну структуру та інфологічну модель атрибутивних даних для просторової БГД [2].

Представлене дослідження ставить на меті відповідати на запитання: «Як забезпечити функціональність інформаційної системи в умовах нечіткості, неповноти, хибності просторових і операційних даних?».

В БГД динамічної ГІС розглядаються чотири можливих випадки стану забезпеченості відомостей про об'єкт, представлено суть операційних та просторових даних, підтримку їх цілісності [3].

Важливо відібрати та класифікувати ряд факторів і параметрів, що можуть впливати на інтуїтивну генерацію як геометрично-невизначених об'єктів земельних відносин (просторових даних), так і неповних анотацій, атрибутів, семантики тобто операційних даних. Для прикладу, генерація геометрії земельних ділянок у кварталі має включати кількісне визначення і контурне моделювання.

Для реалізації такої ідеї обрано модель «просторового аналізу». Дана модель включає в себе методи, які вивчають об'єкти, використовуючи їх топологічні, геометричні та географічні властивості. В просторовому аналізі виникають складні питання, багато з яких не чітко визначені і не повністю вирішені, але формують основу для поточних досліджень. Класифікацію методів просторового аналізу ускладнено через велике число областей дослідження, що використовують різні фундаментальні підходи, і через безліч форм даних.

Статистичні методи сприяють просторовому визначенню об'єктів як точки, так як існує дуже мало статистичних методів, які працюють безпосередньо з лініями, площами або об'ємами. Тому вирішено складні геометричні об'єкти супроводжувати вершинами та центроїдами.

Просторова вибірка включає в себе визначення обмеженої кількості місць в географічному просторі для точного вимірювання явищ, які схильні до залежності і гетерогенності. Основні схеми просторової вибірки включають в себе випадковий, кластерний і систематичний характер. Ці основні схеми можуть бути застосовані на декількох рівнях у визначеній просторовій ієрархії (наприклад, міський район, місто, область). Крім того, використовується багато допоміжних даних. Для прикладу: сукупне використання відомостей по об'єктам земельних відносин може надати оцінку інформативності та повноти кадастрових даних регіону чи окремого населеного пункту.

На першому етапі порівняльного аналізу відібрано ряд інструментів, які вдосконалять модель просторового аналізу та допоможуть вирішити головне питання нашого дослідження:

1. Інструменти подання знань. Знання — це добре структуровані дані або метадані. Серед десятків способів подання знань особливу увагу приділено: продукційній моделі (модель, заснована на правилах), семантичній мережі, фреймам, логічній моделі та дереву рішень [4].

1.1. База знань у продукційній моделі — це сукупність бази фактів і бази правил. Окреме продукційне правило може бути розроблене та модифіковане незалежно від інших правил, але в сукупності вони є взаємозалежними.

Продукційна модель найчастіше використовується в промислових експертних системах. Наприклад, у кадастровій системі правила «якщо — то» можуть використовуватися для встановлення взаємозв'язків між класифікаторами і об'єктом земельних відносин. Під час визначення невідомих семантичних показників земельна ділянка зіставляється з: правилами нормативно-правових актів, земельними ділянками-аналогами — і в разі збігу формується шуканий показник в даних. Якщо є інші правила або аналоги, то результат розглядається як проміжний. У цьому випадку здійснюється подальше виведення, яке триває

доти, доки не буде отримано результат, з якого вже нічого не можна вивести. Якщо більше немає правил, то результат розглядається як «остаточний». На будь-якому кроці такого виведення може виявитися кілька застосованих правил і тоді породжується дерево виведення, що визначає множину ймовірних результатів. Тут відбувається синтез з інструментом «дерево рішень» (п. 2.5).

1.2. Семантична мережа — графічна система позначень для подання знань в шаблонах пов'язаних вузлів і дуг. Більш формально: семантична мережа — це орієнтований граф, вершини якого — поняття, а дуги — відношення між ними. Конкретніше — у вигляді сукупності даних: множини інформаційних одиниць; множини типів зв'язків між інформаційними одиницями; конкретні зв'язки між конкретними інформаційними одиницями з заданого набору типів зв'язків.

1.3. Фрейм — це структура даних, призначена для подання стереотипних (стандартних) ситуацій. Фрейм можна розглядати як фрагмент семантичної мережі, змістовно виражений структурою даних із приєднаними процедурами обробки цих даних, призначений для опису об'єкта цільового середовища з усією сукупністю властивих йому властивостей.

1.4. Логічна модель в основі має формальну систему, що складається з: множини базових елементів різної природи; множини синтаксичних правил, за допомогою яких з утворюються синтаксично правильні сукупності, у множині яких виділяється деяка підмножина, елементи якої називаються аксіомами; множини правил виведення, застосовуючи які, можна одержувати нові синтаксично правильні сукупності, до яких знову можна застосовувати правила.

1.5. Дерево рішень (дерева вирішальних правил) — один з методів автоматичного аналізу даних, що задає спосіб подання правил виду «якщо — то» в ієрархічній послідовній структурі, де кожному об'єкту відповідає єдиний вузол, що дає рішення (Рис. 1).

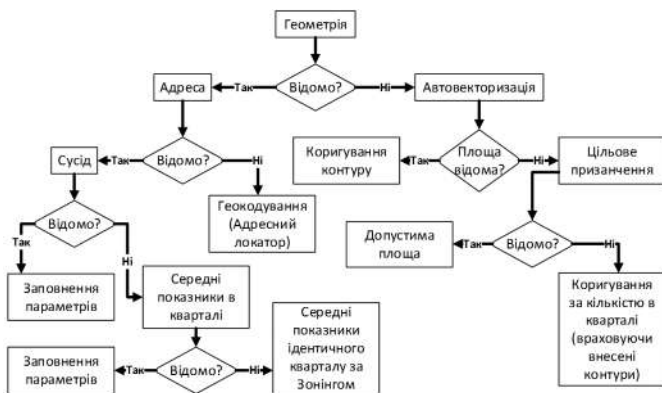


Рис. 1 Фрагмент дерева ухвалення рішень інтуїтивного заповнення відсутніх операційних та/або просторових даних

2. Перколяція [5] — це регулярний рух у випадковому середовищі. Теорія перколяції дозволяє описати процеси самої різної природи, коли при плавній зміні одного з параметрів системи (наприклад, концентрації чогось) властивості системи можуть змінюватися стрибком.

Виникає можливість опису процесу впливу/розповсюдження того чи іншого показника/явища на основі ґраткової (решіткової) моделі (можуть бути регулярні й не регулярні, 3- або N-кутні, 2- або N-мірні).

Наприклад, процес розповсюдження буде стосуватися одиниці території (адміністративно-територіальна одиниця, населений пункт, кадастрова зона, квартал тощо). Кожному вузлу задається число в інтервалі від 0 до 1, яке характеризує ймовірність того, що в дану чарунку може ввестися відповідний семантичний елемент земельної ділянки. Задається порогове значення ймовірності, яке визначає номер найнижчої ймовірності, при якій цільовий фактор все ще може протекти в чарунку.

Чарунки, з вірогідністю меншою за поріг, здатні присвоювати цільовий фактор та впливати на суміжні. Умовою успішного поширення конкретного показника (згідно просторових або операційних особливостей) є виникнення кластера, який простягався б уздовж всієї решітки та з'єднав би її протилежні сторони.

3. Сумісне (групове) прийняття рішень — процес, в якому відбувається рух від неузгодженості позицій в напрямку оптимального рівня узгодженості; індивідуальні думки членів групи об'єднуються в думку, яка однаково задовольняє всю групу на основі дотримання певного правила. Існує модель та правила прийняття ефективного групового рішення.

Даний інструмент розглядається в дослідженні, як методичні рекомендації на етапі громадських слухань, які на практиці можуть тривати від 1 до 3 місяців, залежно від потужності об'єкта Зонінгу.

4. Геокодування — це процес, при якому місце розташування (зазвичай у вигляді значень координат) приписується за адресою з допомогою зіставлення описових елементів розташування в адресі з аналогічними елементами, наявними в базі даних або вихідних даних. Адреси бувають в різних формах; крім традиційного формату адреси, в якому за номером будинку слідує назва вулиці і інша інформація, зустрічаються адреси з описовою інформацією, в тому числі ті, що містять поштовий індекс або виборчий округ. По суті, адреса включає будь-який тип інформації, яка характеризує конкретне місце.

В роботі застосовуються локатори адрес, геокодування адрес, а також отримання адрес для точкових місцезнаходжень.

5. Автоматична векторизація растрових даних.

Для вилучення просторових особливостей у вигляді векторів з растрових даних існує загальна методика на основі алгоритмів обробки зображень [6, 7]. Основні кроки будь-якої автоматичної векторизації включають:

- отримання растрової копії (сканування, конвертування тощо) з оригінального паперового або вже електронного графічного документа;
- фільтрація растру;
- бінаризація растру (сегментація зображення: надання пікселям значень «0» та «1» (наприклад: біле та чорне));
- стоншування і відсікання бінарних образів (елементів) (Рис. 2);

- заповнення розривів (об'єднання бінарних образів у однотипні об'єкти);
- конвертація растрового зображення у векторний формат.

Автоматична векторизація може застосовувати діаграми Вороного або математичну морфологію [6].

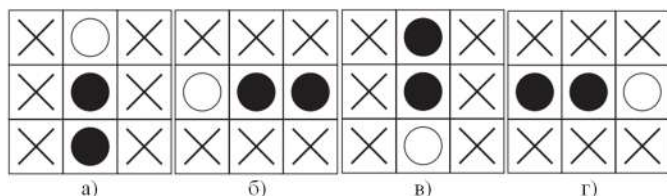


Рис. 2 Випадки (а-г) ідентифікації пікселів, що можуть бути видалені згідно алгоритму стоншування Стентіфорда. Зазначені чорно-білі пікселі в шаблонах повинні відповідати пікселям ідентичного кольору в растрі; маркування «х» вказують місця, де пікселі та їх колір не враховуються.

В результаті виходить витончений бінарний растр, що піддається безпосередній векторизації. Цей інструмент дозволить вирішити питання геометричної невизначеності даних в системі.

Застосування моделі просторового аналізу забезпечить автоматизовану ідентифікацію операційних і просторових даних за певних співвідношень та алгоритмів.

Така ідея відновлення і моделювання даних в умовах невизначеності є дуже доречною під час пілотного проектування будь-якої адміністративно-територіальної одиниці. Дані не завжди є доступними. А загальне бачення картини дуже важливе для прийняття рішень.

Потік даних (вектори, таблиці, растри) в системі узагальнено виглядає таким чином: необроблені дані → узагальнені дані → безпосереднє зонування → результат → неперервна аналітика за/без допомоги Web-ГІС (мережа, хмара).

Представлена робота сприяє розвитку моделей і методів створення динамічної ГІС моніторингу регіональних ресурсів, використовуючи принципи Зонінгу.

Реалізація динамічної ГІС менеджменту регіональних ресурсів на основі Зонінгу може здійснюватися на загальнодержавному, регіональному і місцевому рівнях — з відмінностями в завданнях та механізмах практичного застосування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Зарицький О. В. Ефективний шлях впровадження Зонінгу / О. В. Зарицький, О. Б. Костенко // Комп'ютерні технології в міському та регіональному господарстві : матер. Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., Харків, 23-28 листопада 2015 року / редкол.: [А. Л. Литвинов, М. Ю. Карпенко, С. В. Дядюн, О. Б. Костенко]; Харків. нац. ун-т міськ. ім. О. М. Бекетова, Люблін. Відділ пол. акад. наук, Харків, нац. ун-т радіо-електр. та ін. — Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. — С. 40-41.
2. Боровий В. О. Зонування земель ГІС-технологіями [Текст] / В. О. Боровий, О. В. Зарицький. — Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. — 168 с. — ISBN 978-617-7212-88-0.

3. Kostenko O. Problem of Geospatial Data Completeness in Dynamic Information System / O. Kostenko, O. Zarytskyi // Україна-България-Европейский съюз: съвременно състояние и перспективи. Сборник с доклади от международна научна конференция. Том 2. — Варна: Издательство «Наука и икономика», 2016. — С. 144-147.

4. Субботін С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень / С. О. Субботін. — Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. — 341 с.

5. Тарасевич Ю. Ю. Перколяція: теорія, приложения, алгоритми / Ю. Ю. Тарасевич. — Москва: Едиториал УРСС, 2002. — 112 с.

6. Girija D. Algorithms for Automatic Vectorization of Scanned Maps [Електронний ресурс] / Dharmaraj Girija // SCHULICH. — 2005. — Режим доступу до ресурсу: http://www.ucalgary.ca/engo_webdocs/DM/05.20226.Girija-Dharmaraj.pdf.

7. Contour Line Recognition From Scanned Topographic Maps [Електронний ресурс] // WSCG. — 2004. — Режим доступу до ресурсу: http://wscg.zcu.cz/wscg2004/Papers_2004_Full/K13.pdf.

Потенційні переваги використання надлишкових кодів у супутникових каналах

Макоївець Дмитро
студент, АУТС НТУУ “КПІ ім. І. Сікорського”
Україна, Київ

Полторак Вадим
к.т.н., доцент, АУТС НТУУ “КПІ ім. І. Сікорського”
Україна, Київ

Аргументація можливості використання каскадних кодів для передачі даних в каналах з низьким співвідношенням сигнал/завада. Аналіз потенціалу застосування каскадних кодів в супутникових системах передачі даних.

Ключові слова: завадостійке кодування, каскадні коди, код Хеммінга, турбо-код, співвідношення сигнал/шум

Під завадостійкістю розуміється нівелювання впливу шуму на сигнал в каналі. Найбільш розповсюдженим є адитивний білий гаусів шум (Additive white Gaussian noise, AWGN), який присутній практично у всіх каналах, адже його джерелом є теплове випромінювання та фонове космічне випромінювання.

Більшість сучасних систем завадостійкості забезпечують практично безпомилкову передачу даних, але майже всі вони розраховані на застосування для передавання по високоякісних каналах, які гарантують досить незначний вплив шуму в каналі на сигнал, що передається. Проте існують канали з досить низьким співвідношенням сигнал/шум (signal-to-noise ratio, SNR). Це може бути спричинено затуханням сигналу внаслідок збільшення відстані передачі, або низькою потужністю передавача. Прикладом таких каналів може слугувати супутниковий канал зв'язку. Низьке значення співвідношення сигнал/шум для супутникових каналів зв'язку обумовлене двома основними причинами: по-перше, це значна віддаленість приймача від передавача; по-друге, сильно обмежена потужність супутника (неможливо вести передачу з високою потужністю).

Для боротьби з помилками, що виникають при передачі, існує два класичних підходи: повторна пересилка пошкоджених пакетів та застосування завадостійкого кодування даних, що передаються. У випадку супутникових каналів зв'язку використання підходу з повторною пересилкою пакетів має серйозні недоліки, оскільки значна віддаленість приймача від передавача спричинює затримку в 250-350 мс. Якщо до неї додати ще запит на повторну передачу і час самої повторної передачі, то затримка зростає в рази. В деяких випадках такі затримки можуть бути прийнятними, однак в наш час все більший відсоток трафіку припадає на мультимедійні дані, для яких такі затримки є неприйнятними. Для забезпечення достатньої якості зв'язку затримка при передачі звуку не повинна перевищувати 250-300 мс [1], оскільки відеодані повинні доставлятися синхронно з аудіоданими, то ця межа справедлива і для відеоданих. При цьому для відеозв'язку з роздільною здатністю 720р необхідна швидкість не менше 512 Кбіт/с [2]. Тому очевидно, що у випадку мультимедійних даних навіть без врахування повторної пересилки система уже знаходиться на межі забезпечення достатньої якості зв'язку. Отже, є необхідність використання потужних завадо-

стійких кодів, що дозволяє виправляти помилки відразу на стороні приймача.

Широкого поширення набули супутникові системи передачі даних на базі VSAT (Very Small Aperture Terminal), перші версії яких з'явилися ще в 60-х роках минулого століття. З моменту своєї появи ці системи зазнали суттєвого розвитку. Сучасні системи зв'язку типу точка-точка на базі VSAT, залежно від конкретного обладнання, забезпечують корисну швидкість передачі до 4 Мбіт/с (рідше до 8 Мбіт/с) з гарантованою імовірністю виникнення бітової помилки (Bit Error Ratio, BER) не більше при значенні SNR 7.6 дБ [3]. Для забезпечення такої імовірності виникнення помилки в системах передачі даних на базі VSAT використовується завадостійке кодування на базі згорткових кодів з декодуванням за алгоритмом Вітербі, або кодів з низькою щільністю перевірок на парність (Low-density parity-check code, LDPC-code) [4].

Проте характеристики самого каналу дозволяють дещо підвищити завадостійкість передачі даних. Це можливо шляхом модифікації підсистеми кодування.

При виникненні значної кількості помилок один завадостійкий код може не впоратись з виправленням. До того ж кожен з кодів має свої сильні та слабкі місця.

Застосування каскадного принципу дозволить досить суттєво збільшити завадостійкість системи. Застосування кількох ступенів кодування дозволяє збільшити мінімальну кодову відстань і, як наслідок, збільшити здатність коду виправляти помилки [5].

Оптимальним є використання каскадного кодування на основі двох кодів, що називаються зовнішнім і внутрішнім. Зовнішній код використовується для кодування повідомлень, що надходять від джерела у вигляді первинного коду, а внутрішній – для кодування комбінацій зовнішнього коду перед передачею їх у канал зв'язку. Взагалі задачею внутрішнього коду є забезпечення прийнятної імовірності виникнення помилки, а зовнішнього – зниження результуючої ймовірності неправильного декодування до заданого значення [5].

В якості другого коду використаємо код Хеммінга, який є одним із найпростіших лінійних корегуючих кодів. Хоча мінімальна кодова відстань цього коду дорівнює 3, тобто він може виправляти лише одну помилку, можна використовувати блоки меншого розміру. Це означатиме,

що код виправлятиме одну помилку з меншої послідовності біт. Однією з переваг коду Хеммінга є те, що синдром помилки є відразу і номером помилкового біту. Це робить процес декодування дуже легким.

Якщо взяти згортковий код з надлишковістю 50% (тобто після кодування той же обсяг інформації передаватиметься вдвічі більшою кількістю біт) та код Хеммінга з 4 інформаційними і 3 перевірочними бітами, то загальна надлишковість за формулою буде дорівнювати [6]:

$$R = \frac{r}{n} = \frac{r}{r+k} = \frac{7-\frac{4}{2}}{7} = \frac{5}{7} = 0.7142 = 71.42\%$$

де r – кількість перевірочних біт;

n – загальна кількість біт;

k – кількість інформаційних біт в повідомленні.

Цей код є далеко не найкращим в плані надлишковості, однак в каскадній комбінації Хеммінг+згортковий забезпечить найкращу завадостійкість. Звісно, з такою надлишковістю коефіцієнт ефективного використання пропускної спроможності каналу лише 28.58%.

Проте залежно від ситуації можна використати більш економічні в плані надлишковості параметри кодів. Розглянемо для прикладу згадані параметри.

За даних параметрів для забезпечення корисної швидкості передачі 4Мбіт/с необхідна канална швидкість 14Мбіт/с та ширина спектру частот:

$$\Delta f_e = v_{кан} \cdot \beta_{\Delta f} = v_{кан} \cdot \frac{B}{I} = 14 \cdot 10^6 \cdot \frac{1}{2} = 7 \text{ МГц}$$

Така ширина смуги частот менше половини смуги, виділеної на один канал супутникового VSAT зв'язку в С-діапазоні (4/6 ГГц). Без додаткового збільшення ширини смуги частот пропускна спроможність каналу [7] задовольняє потребу передачі з каналною швидкістю 14Мбіт/с при співвідношенні сигнал/шум 5дБ.

$C = \Delta f_e \cdot \log_2(1 + SNR) = 7 \cdot 10^6 \cdot \log_2(1 + 5) = 14.4 \text{ Мбіт/с}$

де C – пропускна спроможність каналу;

Δf - ширина спектру частот, що використовується для передачі

SNR – співвідношення сигнал/шум.

Однак результати моделювання в середовищі Matlab вказують на те, що співвідношення сигнал/шум в каналі на рівні 5дБ недостатньо для гарантування імовірності помилки $1 \cdot 10^{-7}$. Шляхом моделювання встановлено, що для гарантування заданої імовірності помилки запропонована система потребує співвідношення сигнал/шум в каналі на рівні 6.2 дБ.

Запропонована система за рахунок зменшення потреби співвідношення сигнал/шум в каналі на 1.4 дБ дозволить дещо збільшити відстань передачі даних, або зменшити потужність передавача, утримуючи імовірність виникнення помилки при передачі на заданому рівні. Оскільки потужність сигналу обернено пропорційна квадрату відстані, то можна розрахувати отриманий приріст відстані передачі.

$$7.6 \text{ дБ} = 5.754 \text{ рази}$$

$$6.2 \text{ дБ} = 4.169 \text{ рази}$$

$$L_2 = \sqrt{\frac{5.754}{4.074}} \cdot L_1 = 1.175 \cdot L_1$$

де L_1 - відстань передачі поширених VSAT-систем;

L_2 - відстань передачі запропоновано системи.

Отже, запропонована система може забезпечити передачу даних з тією ж імовірністю виникнення помилки на відстань, що більша на 17.5%, ніж аналог. Різниця невелика, проте підтверджує потенціал застосування каскадних систем кодування для передачі супутниковими каналами. Шляхом модифікації і удосконалення компонентів каскадного коду можна покращити отримані результати.

Одним із можливих варіантів таких удосконалень може бути заміна одного із двох кодів на турбо-код, перетворивши таким чином послідовну каскадну схему на послідовно-паралельну. Турбо-коди зарекомендували себе як потужні механізми забезпечення завадостійкості, проте не набували поширення до останнього часу здебільшого через складність процесу кодування/декодування. Однак актуальність застосування турбо-кодів в наш час зростає завдяки суттєвому збільшенню обчислювальної потужності комп'ютерів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Обеспечение качества IP-телефонии [Електронний ресурс] : [Веб-сайт] – Електронні дані. – [Україна: ТОВ “Яліта”, 2009]. – Режим доступа: http://voip.jalita.com/literature/book_1/5.shtml (дата звернення 28.10.2016). - Назва з екрану.
2. How much bandwidth does Skype need? [Електронний ресурс] : [Веб-сайт] – Електронні дані. – [Microsoft, 2016]. – Режим доступа: <https://support.skype.com/en/faq/FA1417/how-much-bandwidth-does-skype-need> (дата звернення 28.10.2016). - Назва з екрану.
3. Эволюция сетей спутниковой связи VSAT [Електронний ресурс] : [Веб-сайт] – Електронні дані. – [Росія: “САТКОМСЕРВИС”, 2014]. – Режим доступа: <http://www.satcomservice.ru/dvbrcs.html> (дата звернення 2.11.2016). - Назва з екрану.
4. Развитие VSAT-сетей в условиях дефицита спутниковой емкости [Електронний ресурс] : [Веб-сайт] – Електронні дані. – [Росія: ООО “ГРОТЕК”, 2013]. – Режим доступа: <http://www.tsonline.ru/articles2/sputnik/razvitie-vsatsetei-v-ysloviyah-deficita-spytnikovoi-emkosti> (дата звернення 1.11.2016). - Назва з екрану.
5. Richardson T. Modern Coding Theory / T. Richardson, R. Urbanke. – Cambridge: Cambridge University Press, 2007. – 576 p. – ISBN 978-0-521-85229-6.
6. Жураковський Юрій Павлович. Теорія інформації та кодування: Підручник. / Ю. П. Жураковський, В. П. Полторак. – К.: Вища шк., 2001. – 255 с.: іл. – ISBN 966-642-031-7.
7. Теория кодирования / Т.Касами, Н. Токура, Е. Ивадари, Я. Инагаки. – М.: Мир, 1978. – 576 с. – ISBN 5-8459-0887-2.

Стеганографічне приховування даних для підвищення інфозахисту управління пересувним об'єктом

Данчул Володимир
студент, АУТС НТУУ “КПІ ім. І. Сікорського”
Україна, Київ

Полторак Вадим
к.т.н., доцент, АУТС НТУУ “КПІ ім. І. Сікорського”
Україна, Київ

В зв'язку з широким застосуванням мобільних пристроїв, що виконують завдання на основі дистанційних команд з прив'язкою до цифрових мап, усе більше набуває актуальності задача забезпечення керування цими пристроями. В роботі розглянуті основні види атак на такі пристрої, проаналізовано їх вплив на об'єкт. Запропоновано метод керування мобільними пристроями побудований на просторово-часовому приховуванні команд у цифровій мапі, що дозволяє зменшити об'єм даних, що передаються по незахищеному каналу.

Ключові слова: Пересувні об'єкти, стеганографія, інформаційна безпека.

На сьогоднішній день в багатьох областях промисловості, а також у військовій справі широкого застосування набули пересувні пристрої, які виконують завдання на основі команд з центрів управління і топологічних даних з цифрових мап та топологічних систем. Прикладами таких пристроїв є мобільні роботи та безпілотні літальні апарати. При цьому постає задача забезпечення конфіденційності дистанційних команд керування пересувним пристроєм.

В результаті огляду робіт, присвячених питанням забезпечення безпеки дистанційного керування пересувними пристроями, було визначено, що основними методами захисту конфіденційних даних при керуванні рухомими пристроями є шифрування та приховування факту передачі повідомлення. Наприклад, в роботі [1] розглядається варіант використання МІМО-технології та хаотичних несучих. Такі методи мають багато переваг, але необхідно відзначити й один великий недолік – усі ці засоби не враховують варіант фізичного перехоплення пересувного пристрою і подальше розкриття інформації після дешифрування. В зв'язку з цим постає задача розробки нових способів зниження вірогідності розкриття команд керування зловмисником.

На рисунку 1 представлено загальну структурну схему бездротової системи управління пересувними об'єктами.

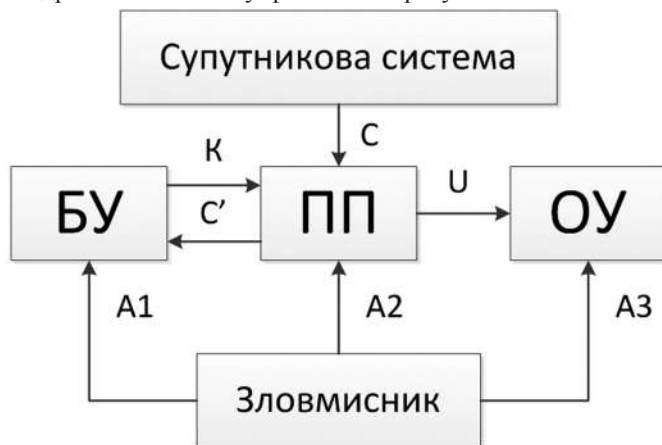


Рисунок 1. Структурна схема системи управління.

На рисунку 1 позначено: БУ – блок управління, ПП – пересувний пристрій, ОУ – об'єкт управління, К – команди пересувному пристрою, U – сигнали управління об'єктом управління, $C = \{C_x; C_y\}$ – координати пересувного пристрою, A_i – і-тий тип атаки зловмисника.

Пересувний пристрій визначає свої координати С на основі даних навігаційної системи і передає їх до блоку управління (БУ). В свою чергу БУ формує команди управління К пересувному пристрою (ПП) К з метою впливу на деякі об'єкти управління (ОУ). ПП опрацьовує отриману команду і формує сигнали управління. Ці сигнали можуть бути як впливом на ОУ, так і спостереженням, збором даних, тощо.

Зловмисник намагається перешкоджати своєчасній подачі сигналів управління до ОУ, реалізуючі різні атаки A_i . Будемо вважати, що блок управління та навігаційна система мають дуже високі рівні захисту, оскільки, зазвичай, це потужні прилади, засоби захисту яких не мають особливих обмежень щодо обчислювальної спроможності, розмірів та енерговитрат. В зв'язку з цим особливу небезпеку становлять атаки на пересувний пристрій та об'єкт управління. Це визначено наступними факторами :

- Обмеження на використовувані засоби захисту, що визначаються мобільністю об'єкта, його розмірами, потужністю, припустимими енерговитратами.
- Використання бездротової передачі надає потенційну можливість перехоплювати будь-які повідомлення.

Метою даної роботи є зниження вірогідності розкриття управляючих команд для пересувного пристрою з топологічною інформацією за рахунок використання стеганографічного приховування.

Вихідні дані задачі: $K = \{k_1, k_2, \dots, k_N\}$ множина можливих команд управління, цифрова карта місцевості DM, поточні координати пересувного пристрою $\{C_x; C_y\}$, відстань R на якій пересувний пристрій може впливати на об'єкт управління (виконувати завдання).

Кожна команда пересувному об'єкту k_i описується наступним виразом:

$$k_i = \{COP_i, xg_i, yg_i\}, \quad (1)$$

де COP_i – код операції яку потрібно виконати пересувному об'єкту; xg_i, yg_i – довгота та широта поточного місцезнаходження пересувного об'єкта.

Будемо вважати, що цифрова мапа зберігає дані про координати об'єктів у векторному вигляді, а інформація про координати представлена в географічному форматі. Цифрову мапу DM представимо у наступному вигляді:

$$DM = \{dm_1, dm_2, \dots, dm_m\} \quad (2)$$

$$dm_i = \langle lt_i, lg_i \rangle \quad (3)$$

де lt_i, lg_i – довгота та широта визначеної частини мапи.

Прикладом подібного формату цифрової мапи є відкритий формат цифрової інформації про місцевість SFX[4].

Для зниження оцінки вірогідності розкриття топологічної інформації зломисником необхідно мінімізувати інтервал часу протягом якого можливе проведення атаки t_A і об'єм перехопленої інформації V_D . Для забезпечення цих умов в роботі пропонується стеганографічне просторово-часове приховування топологічної інформації. Команда управління в форматі (1) розподіляється між цифровою мапою, що зберігається в пересувному пристрої і блоком управління. В цифровій мапі пересувного об'єкту приховується частина команди $k_{пп}$:

$$k_{пп} = \langle COP, \Delta xg, \Delta yg \rangle \quad (4)$$

$$\Delta xg = xg - x_B; \Delta yg = yg - y_B \quad (5)$$

де $\Delta xg, \Delta yg$ – відхилення координат цілі за довготою та широтою від базових координат; x_B, y_B – базові координати цілі (об'єкту управління).

На рисунку 2а зображено схему ділянки цифрової мапи, що обмежена сусідніми базовими точками. Відхилення $\Delta xg, \Delta yg$ розраховуються відносно однієї з найближчих базових точок. Відстань між базовими точками Δa повинна задовольняти наступній умові:

$$R \leq \Delta a \leq 2R \quad (6)$$

Умова (6) обумовлена наступними факторами:

Збільшення інтервалу призведе до збільшення об'єму даних, що приховуються. Це може помітно змінити вихідну інформацію, в якій буде виконуватись приховування (контейнер).

Зменшення інтервалу призведе до того, що пересувний пристрій зможе отримати команду лише у безпосередній близькості до об'єкту управління.

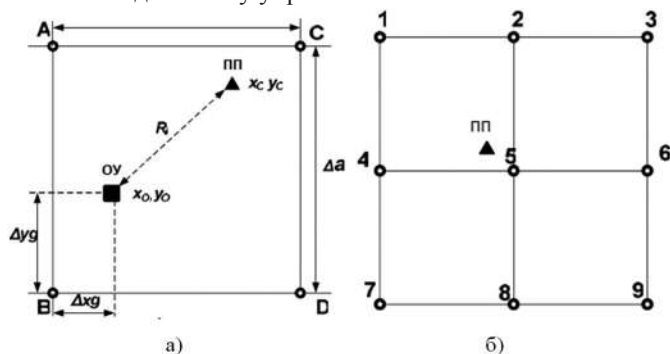


Рисунок 2. Схема визначення даних команди $k_{пп}$.

де A,B,C,D – точки з базовими координатами; Δa – відстань між базовими координатами.

В момент часу, коли пересувний пристрій опиниться в області виконання команди, з урахуванням відстані R,

блок управління надсилає ключову інформацію $k_{Бу}$, яка має наступний вигляд:

$$k_{Бу} = \langle N_D, CB \rangle, \quad (7)$$

де N_D – номер позиції в цифрових даних карти, з якої починаються приховані дані про різницю відхилення від базових координат; CB – код найближчої базової точки, відносно якої розраховані відхилення. На рисунку 2б представлено схему, що ілюструє можливий розподіл кодових точок CB. Пропонується розбити мапу на відповідну кількість сегментів, враховуючи відстань Δa . Місцезнаходження пересувного пристрою може бути визначене відносно однієї з 9 найближчих базових точок.

Формат даних, що приховуються в контейнері (стеганограму) представлено на рисунку 3. Для приховування даних команди $k_{пп}$ можна використати стандартні методи стеганографічного приховування інформації, зокрема, широковідомий метод найменших значущих цифр (Least Significant Bits). В якості контейнера для зберігання конфіденційних даних використовуються географічні координати загальнодоступних об'єктів на цифровій мапі, представлені в форматі дійсних чисел. З урахуванням того, що похибка визначення координат за допомогою GPS систем громадського використання кілька метрів, внесення додаткової похибки у кілька десятків сантиметрів в цифрову мапу, не погіршить якості управління пересувним пристроєм.



Рисунок 3. Структура даних, що приховуються, де zx та zy знаки відхилення за широтою та довготою.

У роботі запропоновано підхід для підвищення рівня захищеності дистанційного керування пересувними пристроями. Перевагами даного способу є відсутність передачі у відкритому вигляді команд управління, що призводить до зменшення часу для проведення атаки зломисником. Для практичного застосування даний підхід повинен комбінуватися з додатковими засобами захисту, що включають шифрування даних та засоби виявлення аномальної поведінки пересувного пристрою внаслідок атаки перебором координат положення пересувного пристрою.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Васюта К.С. Стеганографическая сеть передачи данных на основе ММО-технологии и хаотических несущих [Електронний ресурс] : [Веб-сайт] – Електронні дані. – [Україна: ХНУРЕ, 2013]. – Режим доступа: <http://openarchive.nure.ua/handle/document/718> (дата звернення 3.11.2016). - Назва з екрану.
2. Сошников Т.К. К вопросу обеспечения информационной безопасности беспилотных авиационных систем с летательными аппаратами малого и легкого класса в специализированных АСУ / Т.К. Сошников // Т-Comm – Телекоммуникации и транспорт. 2013. Вып. № 6. С. 71–72.
3. Векторный формат «SXF». Структура данных в двоичном виде [Електронний ресурс] : [Веб-сайт] – Електронні дані. – [Росія: “ ПАНОРАМА”, 2014]. – Режим доступа: <http://gistoolkit.ru/download/doc/sxf4bin.pdf> (дата звернення 25.10.2016). - Назва з екрану.

Інформаційна технологія реалізації засобів моделювання фрактально-неоднорідних гетерогенних пластових систем

Положаєнко Сергій
завідувач кафедри, ОНПУ
Україна, Одеса

Савіч Віталій
аспірант, ОНПУ
Україна, Одеса

Розглянуто структуру інформаційної технології реалізації засобів математичного моделювання фрактально-неоднорідних пластових систем. Досліджено основні інформаційні задачі та виконано аналіз базових вимог щодо інформаційних технологій, орієнтованих на розв'язання задач математичного моделювання. Мета роботи полягає у створенні ефективного інструментарію представлення результатів математичного моделювання у вигляді інформаційної технології, що забезпечує раціональні способи обробки значних масивів даних, в тому числі графічних зображень.

Ключові слова: інформаційна технологія, фрактальні структури, неоднорідні пластові системи, математичне моделювання, математична модель.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Значне коло проблем, які вирішуються в ході математичного моделювання, складає розробка математичних моделей (ММ) процесів, які досліджуються, а також розробка чисельних та обчислювальних методів реалізації цих ММ [1].

Разом з тим важливими слід також визнати питання, які пов'язано з формою представлення розв'язків, що отримуються в ході математичного моделювання [2]. В даному випадку — застосування інформаційних технологій (ІТ). Це пов'язано з представленням, аналізом та реалізацією отримуваних розв'язків. Проблеми, що виникають при цьому, в основному, полягають в наступному. Так, в низці важливих прикладних випадків, наприклад моделюванні пластових систем (і, зокрема, фрактально-неоднорідних гетерогенних систем [1, 3]), дифузійні процеси в останніх розглядаються як процеси з розподіленими параметрами (РП-процеси). Просторова область РП-процесів при моделюванні представляється кінцевовимірною сіткою вузлів або кінцевих елементів, а функції стану — масивом значень сіткових функцій в цих вузлах (або функцій в кінцевих елементах). В залежності від необхідної точності розв'язку, масиви отримуваних сіткових функцій (функцій в кінцевих елементах) мають значні розміри (102... 105 значень). При такій кількості значень можливості інтерпретації розв'язків набувають першочергове значення (наприклад, упорядкування масивів значень та форми їх представлення, способи зберігання, перетворення тощо).

Для ефективного рішення вказаного кола питань реалізації засобів математичного моделювання фрактально-неоднорідних гетерогенних систем було запропоновано ІТ (рис. 1), в основу структури якої покладено тріаду «МОДЕЛЬ — АЛГОРИТМ — ПРОГРАМА» [3]. При такій структурі, розглядаючи математичне моделювання у взаємозв'язку з ІТ, що його реалізує, припустимо говорити про інформаційно-математичне моделювання (ІМ-моделювання), яке поєднує в собі: збір необхідної інформації та

складання інформаційної моделі досліджуваної системи; обробку отриманих даних, їх організацію та структурування; алгоритм перетворення цих даних (інкапсуляцію); формування ММ досліджуваної гетерогенної системи; геометризацию моделі або результатів її числової реалізації (комп'ютерну візуалізацію засобами комп'ютерної графіки — виконання геометричних перетворень).

Запропоновану ІТ засновано на проведенні обчислювального експерименту з використання обмеженої вимірювальної інформації про гетерогенну систему. Останнє пояснюється тим, що пластові системи (і фрактально-неоднорідні, зокрема) являють собою об'єкти, вимірювальну інформацію про стан яких можна отримати лише в обмеженому числі точок вимірювання.



Рис. 1 Структурна схема інформаційної технології

В межах запропонованої ІТ досліджено умову «гладкості» фронту розділу при взаємній фільтрації складових гетерогенної системи на підставі «стрибка» насиченості компонент в функції Баклея-Лeverета [1]. Показано, що

«стрибок» насиченості відсутній, а фронт насиченості просувається стало та зберігає «гладкість», якщо рухомість компоненти, що витискає, не перевищує рухомість компоненти, що витискається.

ВИСНОВКИ

Було запропоновано та реалізовано ІТ, яку орієнтовано на розв'язання задач математичного моделювання фрактально-неоднорідних пластових систем. Відмінною рисою ІТ є гнучкий вибір інструментарію обробки масивів даних (реляційне представлення, графічні примітиви тощо), що, в залежності від їх подальшого використання, дозволяє на (15 ... 40) % скоротити час на їх подальшу обробку.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Верлань А. Ф. Математическое моделирование аномальных диффузионных процессов [Текст] / А. Ф. Верлань, С. А. Положаенко, Н. Г. Сербов. — К.: Наукова думка, 2011. — 416 с.
2. Самарский А. А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. [Текст] / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. — М.: Физматлит, 2005. — 265 с.
3. Гийон Э. Фракталы и перколяция в пористой среде / Э. Гийон, К. Д. Минтеску, Ж. П. Юлен, С. Ру // Успехи физических наук. — 1991. — Т. 161, № 10. — С. 121 — 128.

СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

Методи й моделі автоматизації керування статистичним вимірювальним інформаційним комплексом при оцінюванні параметрів спостережуваних процесів

Грішин Ігор
професор, КДТУ
Росія, Краснодар

Тіміргалєєва Рена
професор, КДТУ
Росія, Краснодар

В роботі здійснена формалізація задачі керування статистичним вимірювальним комплексом (ВІК) і доведено, що задача керування за неповними даними може бути зведена до еквівалентної задачі керування за повними даними. Запропоновано метод розв'язання формалізованої задачі керування, що є сукупністю дискретного принципу мінімуму і методу послідовних наближень.

Ключові слова: статистичний вимірювальний комплекс, керування, принцип максимуму, метод послідовних наближень.

Будемо розглядати задачу синтезу оптимальних байєсовських стратегій керування стохастичними комплексами. Рішення рівнянь типа Беллмана в натикається на ряд труднощів. Перша полягає в тім, що протягом часу зростає обсяг інформації про минулі стани системи, що вкрай заважає пошук оптимальних керувань. Доцільно здійснити редукцію даних із збереженням інформації, достатньої для вирішення питання про структуру оптимальних керувань. При наявності транзитивних достатніх статистик вивчення вихідної системи керування редукується до вивчення деякої іншої системи, станами якої є вказані достатні статистики. При цьому вихідна задача оптимального керування за неповними даними зводиться до деякої задачі оптимального керування, але вже за повними даними. Якщо, крім того, виявляється, що оптимальне керування в момент часу t залежить лише від значень статистик в цей же момент часу, то розв'язання задачі спрощується. Хоча клас можливих управлінь при редукції задачі звужується, однак розширення його до вихідного, тобто до класу функціоналів від всіх спостережень, як виявляється, не покращує якості керування.

Для розуміння місця вирішуваної задачі в класі задач керування за неповними даними розглянемо постановку даного класу задач в загальному вигляді.

Нехай $(\mathbf{v}(t), \mathbf{Y}(t)) = [(\mathbf{v}_1(t), \dots, \mathbf{v}_n(t)), (\mathbf{Y}_1(t), \dots, \mathbf{Y}_m(t))]^*$, $t = 0, 1, \dots, T$ - керування послідовність випадкових векторів $\mathbf{v}(t)$ і $\mathbf{Y}(t)$, які задані рекурентними рівняннями [1]

$$\mathbf{v}_i(t+1) = \mathbf{C}_i(t, \mathbf{v}_i) + \Phi_i(t, \mathbf{w}_i) \mathbf{v}_i(t) + \mathbf{b}_i(t, \xi_i) \boldsymbol{\varepsilon}_{1i}(t+1), \quad (1)$$

$$\mathbf{Y}_j(t+1) = \mathbf{H}_j(t, \mathbf{u}_j) \mathbf{v}_j(t) + \mathbf{B}_j(t, \xi_j) \boldsymbol{\varepsilon}_{2j}(t+1). \quad (2)$$

Будемо вважати, що випадкові вектори $\mathbf{v}(0)$ і $\mathbf{Y}(0)$ не залежать від незалежних гаусовських випадкових векторів $\boldsymbol{\varepsilon}_1(t)$ і $\boldsymbol{\varepsilon}_2(t)$, і мають гаусовське сумісне розподілення з відомими параметрами.

Процес $\mathbf{v}(t)$ є неспостереженим, а спостереженню доступні тільки реалізації процесу $\mathbf{Y}(t)$ (2). При цьому векто-

ри \mathbf{u}_i (керування) обираються на основі спостережень $\mathbf{Y}(t)$ з метою мінімізації показника якості керування [1, 2]

$$\mathbf{M} \left\{ \sum_{t=0}^T l(t, \mathbf{v}(t), \mathbf{Y}(t), \mathbf{u}_i) \right\}, \quad (3)$$

де $l(t, \mathbf{v}(t), \mathbf{Y}(t), \mathbf{u}_i)$ - деяка ненегативна функція своїх перемінних.

Допустимими керуваннями в розглядуваній системі є деякі функціонали (t, \mathbf{Y}^t) спостережуваного процесу $\mathbf{Y}^t = (\mathbf{Y}(0), \mathbf{Y}(1), \dots, \mathbf{Y}(T))$ наступного виду

$$\mathbf{v}_i = \psi_i(t, \mathbf{Y}^t), \mathbf{u}_i = \psi_2(t, \mathbf{Y}^t), \mathbf{w}_i = \psi_3(t, \mathbf{Y}^t). \quad (4)$$

Будемо також вважати, що елементи випадкових матричних функцій $\psi_i(\cdot, \cdot)$ і $\mathbf{B}_j(t, \xi_j)$ володіють кінцевою дисперсією.

Прийняті припущення гарантують скінченність величини $\mathbf{M} \{ \|\mathbf{v}^t\|^2 + \|\mathbf{Y}^t\|^2 \} < \infty$ [3, 4]. Дана обставина забезпечує існування умовного математичного очікування $\mathbf{m}_i = \mathbf{M} \{ \mathbf{v}^t / \mathbf{Y}^t \}$ і умовної дисперсії $\boldsymbol{\gamma}_i = \mathbf{M} \{ (\mathbf{v}^t - \mathbf{m}_i)(\mathbf{v}^t - \mathbf{m}_i)^T / \mathbf{Y}^t \}$ [2].

Слід відзначити, що оскільки керування для мінімізації функціоналу (3) обираються з досить загального класу функціоналів і система рекурентних рівнянь (1), (2) не є лінійною, вказаний процес, не дивлячись на те, що він породжується гаусовськими величинами, не є гаусовським. Однак в роботі [1] показано, що такий процес є умовно гаусовським, що дозволяє ефективно знаходити параметри умовного розподілення і, відповідно, вирішувати задачу фільтрації неспостережуваного вектора \mathbf{v}^t за спостереженнями \mathbf{Y}^t [2].

У відповідності до теорії віддільності [5] в розглядуваній загальній задачі - існує оптимальне керування наступного виду

$$\mathbf{v}_i^o = \varphi_1^o(t, \mathbf{m}_i, \boldsymbol{\gamma}_i, \mathbf{Y}^t), \mathbf{u}_i^o = \varphi_2^o(t, \mathbf{m}_i, \boldsymbol{\gamma}_i, \mathbf{Y}^t), \mathbf{w}_i^o = \varphi_3^o(t, \mathbf{m}_i, \boldsymbol{\gamma}_i, \mathbf{Y}^t). \quad (5)$$

Отже, в задачі керування за неповними даними (1) - (3) достатніми транзитивними статистиками є величини $(\mathbf{m}_i, \boldsymbol{\gamma}_i, \mathbf{Y}^t)$, тобто, вдалось трансформувати задачу керування

за неповними даними до еквівалентної задачі керування за повними даними, оскільки величини $(\mathbf{m}, \gamma, \mathbf{Y}^o)$ підлягають вимірюванню або оцінюванню.

Задача керування статистичним ВІК при спостереженні за досліджуваними процесами або об'єктами з метою оцінки їх параметрів може бути уточнена з точки зору постановки, оскільки в цьому випадку керування об'єктом, параметри якого підлягають оцінці, не відбувається. Тоді співвідношення, можуть бути перетворені до виду

$$\mathbf{v}_i(t+1) = \mathbf{C}_i(t) + \Phi_i(t)\mathbf{v}_i(t) + \mathbf{b}_i(t, \xi_i)\boldsymbol{\varepsilon}_{1i}(t+1), \quad (6)$$

$$\mathbf{Y}_j(t+1) = \mathbf{H}_j(t, \mathbf{u}_t)\mathbf{v}_i(t) + \mathbf{B}_j(t, \xi_j)\boldsymbol{\varepsilon}_{2j}(t+1). \quad (7)$$

Також припустимо, що матриці $\mathbf{b}_i(t, \xi_i) = \mathbf{b}_i(t)$ і $\mathbf{B}_j(t, \xi_j) = \mathbf{B}_j(t)$, тобто не залежать від вимірюваних статистичним ВІК параметрів, що відповідає практиці функціонування ВІК.

В цьому випадку вирази (1), (2) ще більше спрощуються і приймають вид

$$\mathbf{v}_i(t+1) = \mathbf{C}_i(t) + \Phi_i(t)\mathbf{v}_i(t) + \mathbf{b}_i(t)\boldsymbol{\varepsilon}_{1i}(t+1), \quad (8)$$

$$\mathbf{Y}_j(t+1) = \mathbf{H}_j(t, \mathbf{u}_t)\mathbf{v}_i(t) + \mathbf{B}_j(t)\boldsymbol{\varepsilon}_{2j}(t+1), \quad (9)$$

а функціонал (3) залежить лише від γ_t, \mathbf{u}_t і t , тобто від дисперсії похибок оцінок параметрів спостережуваних об'єктів, керованих впливів і часових інтервалів функціонування системи

$$\mathbf{M}\left\{\sum_{t=0}^T l(t, \gamma_t, \mathbf{u}_t)\right\}. \quad (10)$$

Тоді застосувавши теорему віддільності [5] можна показати, що якщо \mathbf{u}_t^o – оптимальне керування, то

$$R(0, \gamma_0) = \min_{\mathbf{u}} \mathbf{M}\left\{\sum_{s=0}^T l(s, \gamma_s, \mathbf{u})\right\}, \quad (11)$$

де $R(\cdot)$ - деяка вимірювана кінцева функція.

Таким чином послідовність коваріаційних матриць похибок оцінок параметрів спостережуваних об'єктів (процесів) виявляється детермінованою величиною (функцією тільки часу), а також достатньою статистикою для синтезу оптимального керування статистичним ВІК.

Враховуючи динамічний характер задач керування спостереженнями, для приблизного їх вирішення можуть бути використані алгоритми, засновані на дискретному аналогу принципу максимуму [6, 7, 8].

Застосуємо для знаходження оптимального керування розглядуваною системою дискретний принцип мінімуму в матричній формі.

Еволюція системи описується матричним різницеvim рівнянням

$$\mathbf{X}_{k+1} - \mathbf{X}_k = \mathbf{F}_k(\mathbf{X}_k, \mathbf{U}_k), \quad k = 0, 1, \dots, N-1, \quad (12)$$

де \mathbf{X}_k - матриця стану, \mathbf{U}_k - матриця керування.

Функціонал якості системи є скалярним

$$J = K(\mathbf{X}_N) + \sum_{k=0}^{N-1} L_k(\mathbf{X}_k, \mathbf{U}_k). \quad (13)$$

Припускається, що \mathbf{F}_k, K і L_k задовольняють вимогам дискретного принципу мінімуму.

Гамільтоніан системи, що оптимізується, має наступний вид

$$H(\mathbf{X}_k, \mathbf{P}_{k+1}, \mathbf{U}_k) \equiv L_k(\mathbf{X}_k, \mathbf{U}_k) + \text{tr}[\mathbf{F}_k(\mathbf{X}_k, \mathbf{U}_k)\mathbf{P}_{k+1}^T], \quad (14)$$

де \mathbf{P}_k - матриця спряжених змінних.

Якщо \mathbf{U}_k^* , $k = 0, 1, \dots, N-1$ є оптимальними керуваннями, а \mathbf{X}_k^* , $k = 0, 1, \dots, N$ - оптимальними станами, то в відповідності до дискретного принципу мінімуму в матричній формі існують матриці спряжених змінних \mathbf{P}_k^* , $k = 0, 1, \dots, N$, які задовольняють наступним співвідношенням.

Канонічне рівняння:

$$\mathbf{X}_{k+1} - \mathbf{X}_k = \left. \frac{\partial H}{\partial \mathbf{P}_{k+1}} \right|_* = \mathbf{F}_k(\mathbf{X}_k^*, \mathbf{U}_k^*), \quad (15)$$

$$\mathbf{P}_{k+1}^* - \mathbf{P}_k^* = - \left. \frac{\partial H}{\partial \mathbf{X}_k} \right|_*. \quad (16)$$

2. Граничні умови:

в початковий момент часу ($k = 0$)

$$\mathbf{X}_0^* = \mathbf{X}_0, \quad (17)$$

в кінцевий момент часу $k = N$

$$\mathbf{P}_N^* = \left. \frac{\partial K(\mathbf{X}_N)}{\partial \mathbf{X}_N} \right|. \quad (18)$$

3. Мінімізація Гамільтоніана:

для всіх $\mathbf{U}_k \in \Omega$, $k = 0, 1, \dots, N-1$ має виконуватися умова

$$H(\mathbf{X}_k^*, \mathbf{P}_{k+1}^*, \mathbf{U}_k^*) \leq H(\mathbf{X}_k^*, \mathbf{P}_{k+1}^*, \mathbf{U}_k), \quad (19)$$

якщо \mathbf{U}_k необмежені, то умова (19) замінюється наступною умовою

$$\left. \frac{\partial H}{\partial \mathbf{U}_k} \right|_* = \mathbf{0}. \quad (20)$$

Тут використовується поняття матричного градієнта скалярної функції [8, 9] $f(\mathbf{X})$, що записується в виді $\frac{\partial f(\mathbf{X})}{\partial \mathbf{X}}$ причому елементи цієї матриці розраховуються у відповідності до виразу

$$\left[\frac{\partial f(\mathbf{X})}{\partial \mathbf{X}} \right]_{ij} = \frac{\partial f(\mathbf{X})}{\partial x_{ij}}. \quad (21)$$

На основі теореми віддільності показано, що в задачах керування спостереженнями розглядуваного типу достатньою статистикою є коваріаційна матриця похибок оцінок параметрів [8].

Тоді гамільтоніан системи відповідно до (14) може бути представлений в наступному виді

$$H(y(t), \mathbf{P}(t+1), \mathbf{a}(t)) = \sum_{i=1}^{N-1} \mathbf{F}_i[t, y, (t), \mathbf{a}(t)]\mathbf{P}_i^T(t+1) + \sum_{i=1}^N \{ \text{tr}(\mathbf{h}_i(t)\Psi_i(t)) + \sum_{j=1}^M \alpha^j(t) [\Gamma_j(t) + (1-x^j(t))\gamma_j(t)] \}. \quad (22)$$

Аналіз складу виразу показав, що гамільтоніан має лінійну структуру

$$H(y(t), \mathbf{P}(t+1), \mathbf{a}(t)) = H_0 + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \alpha^j(t) H_{ij}^y(t) \quad (23)$$

Таким чином, гамільтоніан є лінійним за керуванням $\alpha^j(t)$, що є важливим висновком для синтезу практично реалізуємих алгоритмів керування.

Застосування дискретного принципу мінімуму полягає в тому, що на оптимальній в смислі мінімуму функціоналу (22) послідовності матриць керування $\alpha(t)$, $t=1, 2, \dots, T-1$ що задовольняє вимогам (2.30), (2.31), гамільтоніан H , що визначається співвідношеннями (22) або (23), досягає свого мінімуму. З мінімуму гамільтоніана H з врахуванням обмежень на $\alpha(t)$, слідує висновок, що в кожен момент часу $t \in \{1, 2, \dots, T-1\}$ оптимальне керування $\alpha(t)$ буде задовольняти наступним умовам:

1. $\alpha^i(t)=0$ для тих об'єктів із множини $i \in \{1, 2, \dots, N\}$, для яких виконується хоча б одна з умов

$$\begin{cases} H_a^i(t) > 0, \\ H_a^i(t) > \min_{v \in \{1, 2, \dots, N\}} H_a^{v,j}(t), j \in \{1, 2, \dots, M\}, t \in \{1, 2, \dots, T-1\}; \end{cases} \quad (24)$$

2. $\alpha^i(t)=1$ в тому випадку, коли існує таке значення z множини $i \in \{1, 2, \dots, N\}$, для якого виконуються умови

$$H_a^i(t) = \min_{v \in \{1, 2, \dots, N\}} H_a^{v,j}(t), j \in \{1, 2, \dots, M\}, t \in \{1, 2, \dots, T-1\}. \quad (25)$$

Для оптимізації таких процесів може бути запропонований метод розв'язання подібного класу задач оптимізації, заснований на суміщенні дискретного принципу мінімуму і метода послідовних приближень. Суть його полягає в наступному.

- Обирається деяке початкове приближення керування $\hat{\alpha}(t)$, $t=1, 2, \dots, T-1$ (зазвичай виходять з припущення рівнодискретного вимірювання параметрів всіх спостережуваних об'єктів або процесів), і по ньому розраховуються всі траєкторії $\Psi_i(t)$, $X(t)$. Потім (в зворотному часі) визначаються всі траєкторії спряжених змінних $P_i(t)$, $i=1, 2, \dots, N+1$, $t=T, T-1, \dots, 0$.

- При цьому попутно розраховуються на кожному кроці градієнти $H_a^i(t)$, $i=1, 2, \dots, N$, $j=1, 2, \dots, M$ і робиться висновок на основі (24) про керування для наступного кроку оптимізації.

ВИСНОВКИ

Формалізовано задачу керування статистичним ВІК; запропоновано метод розв'язання формалізованої задачі керування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Гришин І. Ю. Актуальные проблемы оптимизации управления в технических и экономических системах / Игорь Юрьевич Гришин. – Ялта: РИО КГУ, 2010. – 252 с.
2. Гришин І. Ю. Проблемы управления зенитными ракетными комплексами / И. Ю. Гришин, М. К. Можар, В. М. Решетник. // Наука и оборона. – 1994. – №3. – С. 27–32.
3. Ларина Р. Р. Метод динамического программирования и принцип максимума в задачах оптимизации маркетинг-логистических решений / Р. Р. Ларина, И. Ю. Гришин // Труды X Международной ФАМЭТ-2010 конференции / Р. Р. Ларина, И. Ю. Гришин. – Красноярск: Красноярский государственный торгово-экономический институт, 2011. – С. 119–123.
4. Тимиргалеева Р. Р. Информационно-логистическое обеспечение процесса управления сложными организационно-экономическими системами / Р. Р. Тимиргалеева, И. Ю. Гришин. – Симферополь: ИТ «Ариал», 2013. – 248 с.

5. Гришин І. Ю. Метод и алгоритм локально-оптимального управления многопозиционной радиолокационной системой в режиме сопровождения объектов / Игорь Юрьевич Гришин. // Вестник Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». Серия: Информатика и моделирование. – 207. – №39. – С. 29–35.

6. Grishin I. Yu. Linear programming: a new polynomial-time algorithm / I. Yu. Grishin, G. G. Potapov. // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2007. – №1. – С. 113–119.

7. Гришин І. Ю. Основанный на принципе максимума метод решения задачи нелинейного бинарного программирования / Игорь Юрьевич Гришин. // Вестник Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». Серия: Информатика и моделирование. – 2012. – №62. – С. 46–51.

8. Теленик С. Ф. Спосіб підвищення ефективності інформаційного забезпечення системи управління повітряним рухом / С. Ф. Теленик, І. Ю. Грішин. // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія: інформатика, управління та обчислювальна техніка. – 2009. – №51. – С. 32–37.

9. Грішин І. Ю. Напрями підвищення ефективності керування повітряним рухом за рахунок удосконалення інформаційного забезпечення системи / І. Ю. Грішин, Р. Р. Тимиргалеева // Матеріали 3-ї Міжнародної конференції з автоматичного управління та інформаційних технологій / І. Ю. Грішин, Р. Р. Тимиргалеева. – Київ: РВВ НТУУ «КПШ», 2015. – С. 198–201

Застосування оптичної стабілізації для корекції ІНС літального апарату

Древаль Олег
студент, НТУУ “КПІ”
Україна, м. Київ

Дорошенко Анатолій
проф., д.ф.-м.н. НТУУ “КПІ”
Україна, м. Київ

Метою дослідження є огляд існуючих алгоритмів та засобів стабілізації БПЛА, дослідження можливості використання оптичних систем для стабілізації положення літальних апаратів у просторі. Розглянуто застосування методу фазової кореляції для визначення зміщення корпусу БПЛА відносно поверхні рельєфу. Запропоновано підхід до покращення характеристик ІНС шляхом корекції усталеної похибки за швидкістю.

Ключові слова: БПЛА, оптична стабілізація, інерційна навігація, обробка зображень, фазова кореляція

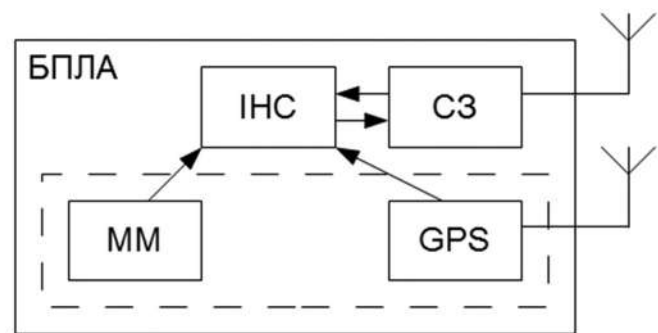
ВСТУП

З розвитком науково-технічного прогресу безпілотні літальні апарати (БПЛА) набули широкої популярності у різноманітному класі задач. Використання БПЛА створює додаткові можливості отримувати видову інформацію з місцевості, на якій важко розмістити оператора (спостерігача). Важливою умовою для отримання якісних фото- та відеоданих є стабільне положення БПЛА у просторі. Для забезпечення задачі стабілізації зазвичай використовуються комбінований підхід, що передбачає застосування у комплексі інерційної навігаційної системи, магнітометричного обладнання, супутникових навігаційних систем — GPS, ГЛОНАСС та ін. [1]

ІНЕРЦІЙНА НАВІГАЦІЙНА СИСТЕМА БПЛА

Використання інерційної навігаційної системи як основної накладає певні обмеження на роботу стабілізаційної системи БПЛА. Головним недоліком є неможливість компенсації руху БПЛА з постійною швидкістю, оскільки складові компоненти інерційної навігаційної — гіроскоп та акселерометр системи чутливі лише до зміни значення швидкості (прискорення). За умов ідеальної моделі (похибка інтегрування строго дорівнює 0, початкова швидкість БПЛА у просторі нульова) інерційна навігаційна система забезпечуватиме ідеальну стабілізацію положення апарату у просторі в будь-який момент часу. В реальних умовах при перетворенні «прискорення → швидкість» з часом збільшуватиметься значення усталеної похибки за швидкістю у просторі. [2]

Класична модель управління БПЛА передбачає наявність оператора, в задачі якого входить корекція усталеної похибки інерційної системи. Якщо має місце постановка задачі, в якій наявні вимоги до такого режиму експлуатації БПЛА, як автоматичне підтримання заданого положення у просторі без участі оператора протягом тривалого часу (наприклад, оператор в цей час керує підвісом видової телекамери, озброєнням БПЛА, або навіть іншим БПЛА), інерційної навігаційної системи виявляється недостатньо. Задача стабілізації положення БПЛА у просторі без активної участі оператора також виникає коли зв'язок з оператором втрачено, або заблоковано зовнішніми перешкодами.



БПЛА

Рисунок 1: Схема стабілізаційного апарату БПЛА

Широко розповсюдженим рішенням даної проблеми є використання навігаційних систем — сигнал позиціонування з відповідного модуля використовується для компенсації дрейфу нуля головної інерційної навігаційної системи. Однак, через порівняно низьку точність супутникових навігаційних систем доступних для цивільного використання, позицію БПЛА не завжди можливо жорстко зафіксувати. Іншим недоліком даного підходу є небезпека блокування сигналів супутникових навігаційних систем третіми особами, або навіть їх підробка, внаслідок чого БПЛА може втратити керування. Компенсацію дрейфу нуля гіроскопів зазвичай здійснюють за допомогою магнітометричного обладнання (електронний компас). Структурну схему стабілізаційного обладнання БПЛА показано на рис. 1 - головним компонентом є інерційна навігаційна система (ІНС), для компенсації усталеної похибки використовується супутникова навігаційна система (GPS) та магнітометричне обладнання (ММ), що виконують допоміжну роль (показано пунктиром). Зв'язок з оператором забезпечується системою зв'язку (СЗ).

ОПТИЧНИЙ СТАБІЛІЗАТОР

Для вирішення описаної вище задачі пропонується використати якісно інший підхід до стабілізації усталеного положення БПЛА з використанням оптичних систем видимого діапазону. Основою системи стабілізації, як і раніше, залишається модуль інерційної навігаційної системи. Мо-

дулі магнітометрії та супутникової навігаційної системи можуть бути залишені, оскільки вони корисні для визначення глобальних координат апарату та його орієнтації у просторі, також на випадок неможливості застосування оптичного стабілізатору — наприклад, при польоті в темний час доби, або інших перешкодах (туман, дим, погана видимість, тощо). Для компенсації усталеної похибки інерційної навігаційної системи вводиться оптичний стабілізатор, що встановлюється на нижній поверхні БПЛА. Модифіковану схему показано на рис. 2 - додано оптичний стабілізатор (ОПСТ), що виконує допоміжну роль при компенсації дрейфу нуля обладнання інерційної навігаційної системи.

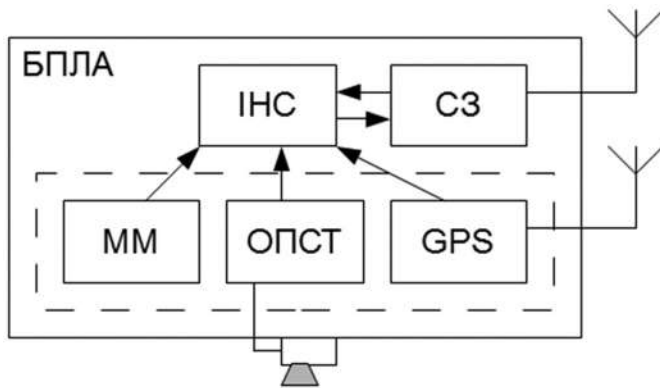


Рисунок 2: Схема стабілізаційного апарату з доданням оптичного стабілізатору

Конструктивно оптичний стабілізатор являє собою цифрову відеокамеру за невеликою роздільною здатністю (роздільна здатність підбирається таким чином, щоб чітко розрізнялися особливості рельєфу цільової місцевості для польотів БПЛА) з'єднану з цифровим процесором обробки сигналів (DSP). Головною вимогою до оптичного сенсору є його швидкодія — основною мірою саме від швидкодії оптичного сенсору залежить реакція оптичного стабілізатору. На підставі аналізу низки послідовних знімків, DSP вираховує підсумкові показники, що свідчать про направлення переміщення БПЛА у просторі, і передає результати своєї роботи у модуль інерційної навігаційної системи, де вони використовуються для корекції показників швидкості та кутової швидкості (у випадку відсутності модуля магнітометрії).

Задача, що виконує DSP оптичного стабілізатору у даній системі є технологічно близькою до задачі визначення переміщення комп'ютерного оптичного маніпулятора «миша», де використовується схожий принцип роботи — після аналізу послідовності знімків поверхні (що представляють собою квадратну матрицю з пікселів різної яскравості), вираховуються підсумкові показники, що свідчать про направлення переміщення миші уздовж осей X і Y.

Також схожий принцип використовується при обробці відео для програмної стабілізації «смикання» зображення, що виникає при відеозаписі «з рук», без використання штативу або апаратних стабілізаторів.

МАТЕМАТИЧНИЙ АПАРАТ ОПТИЧНОГО СТАБІЛІЗАТОРУ

Отже, для формування корегуючого впливу з оптичного стабілізатору необхідним є визначення зміщення зображення вздовж осей X та Y відносно попереднього зображення. Швидким та широко розповсюдженим методом, що дозволяє виконати це завдання є фазова кореляція, що використовує перехід у частотну область для визначення взаємного паралельного зсуву двох однакових зображень. Загальний алгоритм перетворення виглядає наступним чином. Застосуємо віконну функцію (наприклад, Вікно Геммінга або вікно Ханна) на обох зображеннях, щоб зменшити вплив крайових ефектів.[3] Потім, розрахуємо дискретне двовимірне перетворення Фур'є для обох зображень g_a і g_b :

$$G_a = F\{g_a\} \quad (1)$$

$$G_b = F\{g_b\} \quad (2)$$

Розрахуємо взаємну спектральну щільність: де \circ є поелементним добутком (добуток Адамара).

$$R = \frac{G_a \circ G_b^*}{|G_a \circ G_b^*|} \quad (3)$$

Отримуємо нормалізовану крос-кореляцію застосовуючи зворотне перетворення Фур'є:

Зміщення визначається як положення піку результату (4):

$$r = F^{-1}\{R\} \quad (4)$$

Результат (5) дає нормоване значення зміщення, яке неважко представити у вигляді зміщення на іншу величину

$$(\Delta x, \Delta y) = \arg \max_{(x,y)} \{r\} \quad (5)$$

(наприклад, пікселі або, знаючи розміри об'єктів зображення, метри).[4, 5] Для отримання керуючого впливу, що далі застосовується для здійснення корекції у модулі інерційної навігаційної системи використовується фільтрація та ПІД регулятор. Спрощена схема показана на рисунку 3.

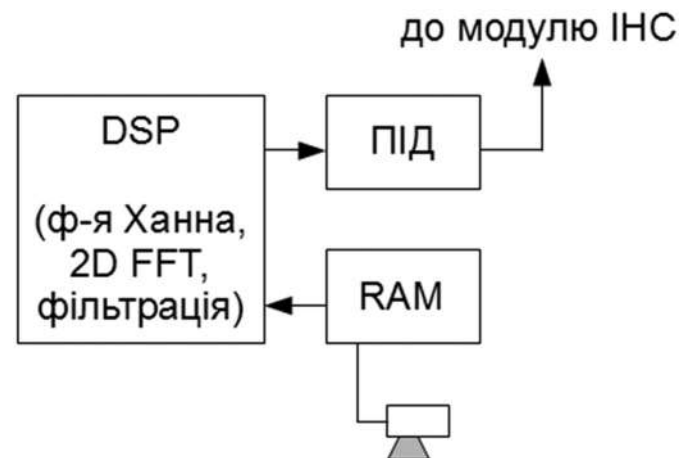


Рисунок 3: Спрощена схема модулю оптичної стабілізації

Отриманий керуючий вплив використовується як зворотній зв'язок у контурі керування БПЛА, до якого входить інерційна навігаційна система для зведення до нуля усталеної похибки за швидкістю. ПД регулятор забезпечує швидку реакцію системи на переміщення, що можуть бути викликані зовнішніми збуреннями такими, як вітер, сторонні об'єкти тощо.

Перевагами такого підходу є простота реалізації, порівняно невисокі вимоги до характеристик DSP [6], нульова усталена похибка за швидкістю у горизонтальній площині. До недоліків можна віднести чутливість до змін спостережуваної поверхні (якщо поверхня не є стійкою, наприклад, потік води, то можливості оптичної стабілізації значно скорочуються, оскільки в такому випадку на результат обчислень буде впливати власний рух поверхні), відсутність стабілізації по вертикальній осі, чутливість до змін куту нахилу апарату (при значних кутах нахилу БПЛА зображення істотно спотворюється і зміщення визначається невірно).

ВИСНОВКИ

Запропонований підхід може бути застосовано для збільшення точності встановлення стійкого положення мультироторних БПЛА здатних утримувати позицію у просторі (наприклад, три-, quadro-, мультикоптери) як за участі оператора так і без неї. Перспективною є можливість застосування оптичної стабілізації у повністю автономних БПЛА, що керуються штучним інтелектом. Також встановлення відеокамери з DSP створює потенційні можливості реалізації алгоритмів слідкування за рухомим об'єктом, розпізнавання та інших. [7]

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Глозов В. Аналіз можливостей застосування безпілотних літальних апаратів для аерознімальних процесів / В. Глозов, А. Гуніна. // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2014. – №28. – С. 65–70.
2. Пельпор Д. С. Гироскопические системы ориентации и навигации / Д. С. Пельпор. – Москва: Машиностроение, 1982. – 165 с.
3. Попов В. С. Исследование влияния боковых лепестков спектра окон на погрешности обработки и передачи сигнала [Електронний ресурс] / В. С. Попов // Информационные системы и телекоммуникации. – 2010. – Режим доступа до ресурсу: windowing-matlab.narod.ru.
4. Harris F. J. On the use of windows for harmonic analysis with the discrete Fourier transform / F. J. Harris. // Proceedings of the IEEE. – 1978. – №66. – С. 51–83.
5. Harold S. S. A Fast Direct Fourier-Based Algorithm for Subpixel Registration of Images / S. S. Harold. // IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. – 2001. – №39. – С. 10.
6. Колобородов В. Г. Застосування методів і алгоритмів цифрової обробки зображень в оптико-електронних приладах / В. Г. Колобородов, К. В. Харитоненко. // Вісник НТУУ “КПІ”. – 2010. – №40. – С. 23–31.
7. Ростопчин В. В. Применение цифровых оптических систем для беспилотных летательных аппаратов [Електронний ресурс] / В. В. Ростопчин, М. Л. Дмитриев – Режим доступа до ресурсу: www.uav.ru/articles/opteq_uav.pdf.

Інструменти побудови динамічних моделей інформаційних систем із застосуванням байєсівських мереж

Писаренко Андрій
к.т.н., доцент, НТУУ «КПІ»
Україна, Київ

Тищенко Дмитро
магістрант, НТУУ «КПІ»
Україна, Київ

Запропонований новий інструмент, що дозволяє включати байєсівські мережі до динамічних моделей складних систем, створених у пакеті MATLAB/Simulink. Це відкриває широкі можливості для моделювання, наприклад, систем керування в умовах невизначеності із застосуванням інтелектуального блоку на базі мереж Байєса.

Ключові слова: байєсівська мережа, моделювання, інтелектуальний аналіз даних

Застосування методів інтелектуального аналізу даних (ІАД) при проектуванні інформаційно-керуючих систем складними процесами, що протікають в умовах невизначеності, дозволяє досягти значних результатів у порівнянні з класичними методами теорії керування. Серед найбільш поширених підходів, які методологічно поєднують в поняття ІАД, можна виділити штучні нейронні мережі, нечітку логіку, генетичні алгоритми, мережі Байєса та ін. Кожен із зазначених підходів має свої переваги та недоліки, що визначає спосіб їх застосування для конкретних задач. В даній роботі будуть розглянуті мережі Байєса, як інтелектуальна частина інформаційних систем.

Байєсівська мережа – ймовірнісна модель, представлена у формі спрямованого ациклічного графа, вершинами якого є змінні досліджуваного процесу [1]. Така графічна модель для представлення ймовірнісних взаємозв'язків на множині змінних, поєднує у собі теорію ймовірності та теорію графів. Байєсівська мережа є ефективним інструментом для вирішення проблем, пов'язаних з невизначеностями та опису складних процесів. Ефективне застосування байєсівських мереж тісно пов'язано з можливістю їх комп'ютерного моделювання. На теперішній час створено ряд програмних засобів, що дозволяють працювати з байєсівськими мережами. Розглянемо основні.

BayesiaLab зручна у використанні програма, розроблена французькою компанією Bayesia SA. У програму інтегровано декілька методів для автоматичної побудови структури мережі Байєса та формування ймовірнісного висновку, особливий інтерес викликає швидкий та зручний метод SopLeq. Ціна програми залежить від типу ліцензії та комплектації і коливається від 190 € за найдешевшу академічну версію до 88000€ за повну ліцензію на професійну версію. Існує можливість користування програмою безкоштовно протягом місяця, але в цьому випадку немає можливості зберігати результати роботи.

Hugin-Expert розроблена компанією Hugin Expert A/S, Ольсборг (Данія). Її основний продукт Hugin почав створюватися під час робіт за проектом ESPRIT для задач діагностики нервово-м'язових захворювань. Потім почалася комерціалізація результатів проекту і основного інстру-

менту – програми Hugin. Сьогодні програмне забезпечення Hugin адаптоване в багатьох дослідницьких центрах компанії в 25 країнах світу і використовується в сферах, пов'язаних з аналізом та підтримкою прийняття рішень, прогнозуванням, діагностикою, управлінням ризиками та оцінюванням безпеки технологій. Hugin є програмною реалізацією системи підтримки прийняття рішень на основі мереж Байєса та може працювати у двох основних режимах: створення та редагування мережі Байєса, а також заповнення таблиць умовних ймовірностей і побудови ймовірнісного висновку. Ціна програмного забезпечення, залежно від типу ліцензії, коливається від 6426 до 50999 датських крон, також є можливість використання безкоштовної версії програми, у якій немає можливості автоматичної побудови мереж Байєса.

Bayesware Discoverer – програмне забезпечення розроблене англійською компанією Bayesware. Серед його особливостей слід відзначити можливість автоматичної побудови мереж Байєса за навчальними даними, порівняння декількох моделей, побудованих на основі мереж Байєса, шляхом моделювання, використання алгоритму Bound and Collapse у випадку неповних даних, заповнення таблиці умовних ймовірностей та побудови ймовірнісного висновку, роботи з категоріальними даними та неперервними змінними. Вартість ліцензії складає від \$3000 до \$8500, хоча протягом 30 днів програму можна використовувати безкоштовно без будь-яких обмежень функціональності.

Naïve Bayes є невід'ємною складовою системи Oracle Data Mining, що дозволяє обробляти великі масиви даних та в автоматичному режимі будувати моделі та прогнози на основі мереж Байєса, підєднувати власні модулі та використовувати дані будь-яких типів та форматів. Однак, дане програмне забезпечення досить дороге – вартість ліцензії складає від \$9000.

Bayes Net Toolbox for Matlab [3], розроблена професором Кевіном Мерфі для системи MATLAB, є безкоштовною. Всі модулі програми доступні користувачу. Існує можливість доповнювати програму своїми методами та модулями. Серед недоліків слід зазначити відсутність зручного графічного інтерфейсу, можливості візуалізації

результатів, відсутність регулярних оновлень для наступних версій пакету MATLAB.

GeNIe [5] є ще одним із безкоштовних програмних продуктів, який розроблений лабораторією систем підтримки прийняття рішень Пітсбургського Університету США. Програмне забезпечення GeNIe дуже зручне у використанні, має можливість автоматичної побудови мереж Байеса та підключення власних модулів з алгоритмами, написаними на мові програмування C.

Аналіз існуючих програмних пакетів, враховуючі їх функціонал та наявність безкоштовної ліцензії, виявив відсутність можливості створення динамічних моделей, що дозволяли б досліджувати поведінку систем у часі.

Тому було вирішено поєднати можливості програмних продуктів GeNIe та Bayes Net Toolbox. Обидва продукти, як уже зазначалось вище, є повністю безкоштовними. GeNIe має зручний графічний інтерфейс та дозволяє користуватись багатьма алгоритмами для автоматичної побудови байесівських мереж, однак отримані мережі неможливо включити до складу більш складних динамічних моделей. У Bayes Net Toolbox відсутній графічний інтерфейс, але є можливість організації взаємодії з іншими модулями пакету MATLAB.

Серед таких модулів найбільший інтерес викликає надбудова MATLAB Simulink, що використовується для моделювання найрізноманітніших систем та процесів. У ньому є набори інструментів для моделювання аерокосмічних систем, нейронних мереж, нечіткої логіки, систем керування та багатьох інших.

Створення користувацьких блоків для Simulink передбачає написання спеціальних функцій, – так званих S-Function [6]. Крім того, для перетворення моделей, отриманих у GeNIe, до вигляду, що використовується у Bayes Net Toolbox, був написаний окремий скрипт. Завдяки цьому скрипту можна створювати моделі за допомогою графічного інтерфейсу у GeNIe, а потім конвертувати у структуру Bayes Net Toolbox.

S-Function приймає на вхід значення певних вершин та видає імовірності для інших вершин мережі. Загальний алгоритм запропонованого рішення можна представити наступним чином:

- створити байесівську мережу у середовищі GeNIe;
- експорт структури та параметрів створеної мережі;
- передати шлях до файлу, що містить мережу, у S-Function;
- визначити вхідні та вихідні величини мережі Байеса;
- побудувати динамічну модель у Simulink на основі S-Function.

GeNIe зберігає мережі у форматі XML. На початку моделювання скрипт зчитує вміст XML-файлу, вибирає необхідні параметри та виконує команди для створення мережі у форматі Bayes Net Toolbox. Потім, у ході моделювання дані із входів S-Function додаються у модель у вигляді свідчень (evidence). На основі цих свідчень формується ймовірнісний висновок. Цей висновок, у вигляді числових значень імовірностей необхідних вершин, подається на вихід S-Function.

Розглянемо відомий приклад з мокрою травою, що дозволяє просто і наочно проілюструвати принцип роботи отриманого рішення.

Маємо чотири вершини: Cloudy, Sprinkler, Rain та WetGrass. Структура графу представлена на рис. 1. Стрілки у графі вказують на причинно-наслідкові зв'язки між вершинами.

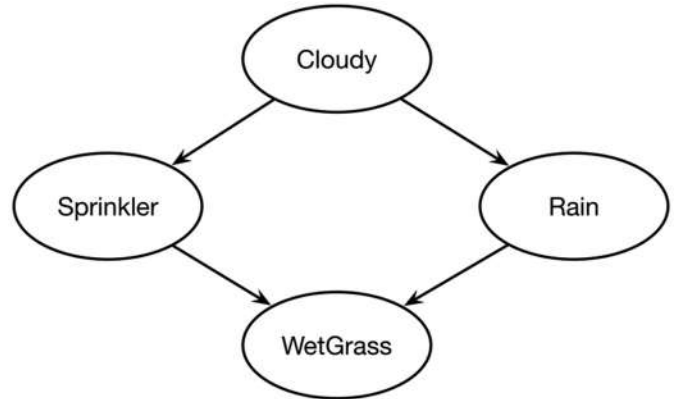


Рис. 1. Структура графу

Окрім графу до складу байесівської мережі входять параметри вершин, що представлені таблицями умовних імовірностей (рис. 2).

False	0.5	
True	0.5	

а

	Cloudy	False	True
False		0.5	0.9
True		0.5	0.1

б

	Cloudy	False	True
False		0.8	0.2
True		0.2	0.8

в

	Sprinkler	False	True		False	True
	Rain	False	True	False	True	
False		1	0.1	0.1		0.01
True		0	0.9	0.9		0.99

г

Рис. 2. Таблиці умовних імовірностей. а – Cloudy, б – Sprinkler, в – Rain, г – WetGrass.

Створену мережу зберігаємо та передаємо як параметр у розроблену S-Function. Для ілюстрації працездатності у Simulink будемо модель на основі створеної S-Function. Можливий варіант моделі представлений на рис. 3.

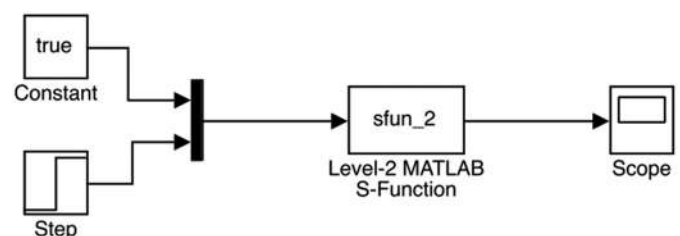


Рис. 3. Схема моделі у MATLAB/Simulink

У наведеному прикладі на вхід байєсівської мережі подаються значення параметрів WetGrass та Rain, а на виході маємо імовірнісний висновок про параметр Sprinkler. Результати моделювання представлені на рис. 4.

У початковий момент часу значення параметру WetGrass дорівнює True, а значення Rain дорівнює 0 (невизначене). Імовірність, що параметр Sprinkler набуде значення True, становить 0,429.

У момент часу 3с параметр Rain змінює своє значення з 0 на 2 (визначається налаштуванням блоку Scope). Відповідно імовірність для параметру Sprinkler зменшується до 0.19, що цілком відповідає очікуваному значенню, отриманому шляхом розрахунків за теоремою Байєса.

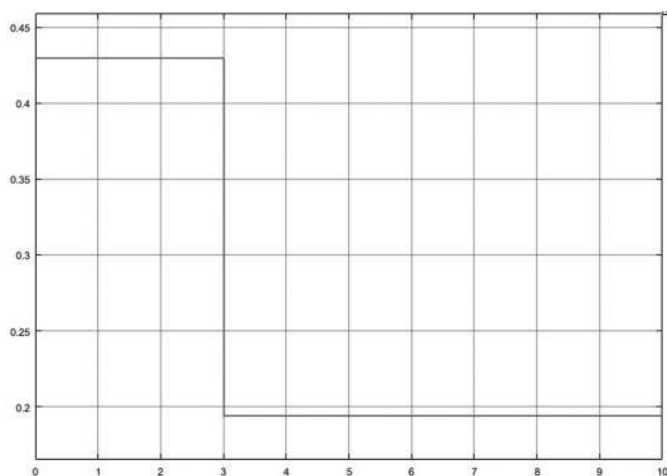


Рис. 4. Результат моделювання

Створена S-Function дозволяє використовувати байєсівські мережі як інструмент при моделюванні систем керування та прийняття рішень. На відміну від розглянутих вище рішень вона дозволяє включити байєсівську мережу у більш складну динамічну систему та використовувати отримані імовірнісні висновки у цій системі.

На даний момент робота S-Function протестована з байєсівськими мережами, що містять тільки дискретні вершини. У перспективі планується підтримка також байєсівських мереж з неперервними вершинами, динамічних байєсівських мереж, а також робота з декількома алгоритмами формування імовірнісного висновку.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Байєсівські мережі в системах підтримки прийняття рішень / М. Згуровський, П. І. Бідюк, О. М. Терентьев, Т. І. Просянкіна-Жарова. – Київ: ТОВ «Видавниче Підприємство «Едельвейс», 2015. – 300 с.

2. Neapolitan R. Learning Bayesian Networks / Richard Neapolitan. – Chicago, Illinois, 2003.

3. Murphy K. Bayes Net Toolbox for Matlab [Електронний ресурс] / Kevin Murphy – Режим доступу до ресурсу: https://www.cs.utah.edu/~tch/notes/matlab/bnt/docs/bnt_pre_sf.html.

4. Margaritis D. Learning Bayesian Network Model Structure from Data / Dimitris Margaritis., 2003.

5. GeNIe manual [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://support.bayesfusion.com/docs/genie/>.

6. Write Level-2 MATLAB S-Functions [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.mathworks.com/help/simulink/sfg/writing-level-2-matlab-s-functions.html>.

Децентралізована система управління в розподілених системах

Дрегалю Тарас
аспірант
Україна, Київ

Сімоненко Валерій
професор, д. т. н.
Україна, Київ

Дрегалю Леся
студентка
Україна, Київ

Педоренко Олег
студент
Україна, Київ

Дана стаття присвячена проблемам керування в розподілених системах обробки інформації. Автори статті розглянули загальну архітектуру розподіленої системи. Дані пояснення базовим поняттям та парадигмам, котрі пов'язані з розподіленими системами обробки інформації

Автори запропонували нову архітектуру системи в якій є новий елемент, а саме сервер достовірності. Сервер достовірності необхідний для дій з вузлами таких, як додача чи зміна вузла. Будь-яка дія з вузлами має бути схвалена сервером достовірності.

Ключові слова: комп'ютерний кластер, керуючий вузол, вузол, сервер достовірності.

ВСТУП

Розподілені системи зараз використовуються для вирішення широкого кола задач. Вони використовують паралельне обчислювання, що значною мірою прискорює отримання результату. Основною перевагою даних систем є гнучкість на надійність.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Задача полягає в аналізі, визначення основних недоліків управління в існуючих **розподілених системах** і виборі найбільш ефективної архітектури і метода.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Сучасні розподілені системи (РС) складаються із групи комп'ютерів, що підключені до мережі, основне завдання даних систем – це виконання спільних задач підвищеної складності [1], а з точки зору користувача розподілена система – це загальний віртуальний ресурс, котрий працює як одна система.

В загальному розподілена система може складатися з:

- обчислювальних кластерів;
- кластери з балансованим навантаженням;
- відмово стійкі кластери;
- grid системи.

Найбільш поширеною архітектурою в кластерних системах є однорідна архітектура [1], де всі вузли однакові по продуктивності та архітектурі. В кожній РС є сервер, його часто називають управляючим вузлом. Керуючий вузол бере на себе повне управління системи. В кожного управляючого вузла є певний набір основних функцій [1], а саме:

- обробка вхідних даних;
- управління функціями кластера;
- обробка та вивід результатів роботи.

В якості операційної системи для вузлів використовуються системи сімейства Unix, загальна апаратна архітектура зображена на рисунку 1. Загальна схема роботи системи складається з декількох етапів [1]. На першому етапі керуючий вузол отримує задачу та вхідні данні, далі керуючий вузол розділяє порівну роботу на всі свої вузли.

Вузли виконують кожен свою роботу, а результати роботи відправляють на керуючий вузол. Керуючий вузол чекає результатів від всіх вузлів, а після видає результат роботи.

Проаналізувавши цю архітектуру можна сказати, що таке управління всіма вузлами з одного вузла є не надійною. Якщо керуючий вузол вийде з ладу система не зможе функціонувати повністю. Система не зможе виконувати свої функції, не дивлячись на те, що вузли будуть працювати, а результати своєї роботи вони не зможуть нікуди відправити - що критично для роботи всієї системи. Саме тому архітектура даної системи є досить недосконалою і потребує вдосконалення.



Рис. 1 Загальна апаратна архітектура системи

Основним напрямком розв'язання даної проблеми є децентралізація управління системою. Кожний вузол, повинен надавати доступ до своїх пристроїв чи набору команд з інших вузлів. В вузлі можна використовувати одноплатні комп'ютери з операційною системою з сімейства Linux.

Кожний вузол має основну операційну систему та набір команд для управління всіма пристроями, що доступні всім вузлам. На перший погляд, все досить складно. Саме тому розглянемо дану систему більш детально.

Спочатку беремо перший комп'ютер та на його основі створюємо перший вузол. Кожен вузол має унікальне ім'я, номер версії створення та набір команд. Після цього створюється образ, який передається на сервер достовірності, вузол чекає відповіді від сервера (Рис. 2а). Якщо сервер достовірності підтверджує створення вузла, то він зберігає повний зміст образу та його версію. Додавання нового вузла може виконувати лише підтверджений вузол, після цього підтверджений вузол відправляє свій образ до нового вузла(Рис.2б). Новий вузол відправляє запит до сервера

ра достовірності на запит актуальної версії. Якщо версії співпадають, то проходить запит на оновлення образу, змінюється версія образу, а далі вузол надсилає всім вузлам свій образ.

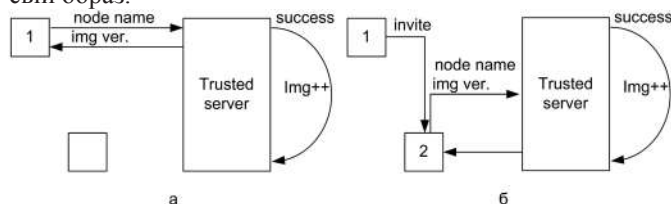


Рис. 2 Алгоритм підключення нових вузлів

Основною задачею сервера достовірності (Trusted Server) є обробка змін котрі вносяться до образу системи, щоб кожний вузол міг вносити зміни лише до своїх налаштувань. А також кожний сервер зберігає останню актуальну версію образу системи. У кожного вузла є актуальна копія системи та в довільний момент кожний вузол може відправляти сусіднім вузлам свій образ, а ті можуть його приймати лише зі згоди сервера достовірності. Сервер достовірності необхідний лише у випадку оновлення або додавання нових вузлів. Навіть якщо він перестане працювати - всі вузли будуть функціонувати. У випадку, якщо сервер достовірності буде замінений на новий, повністю всю систему необхідно буде перебудувати. Нова загальна архітектура системи з N вузлів зображена на рисунку 3.

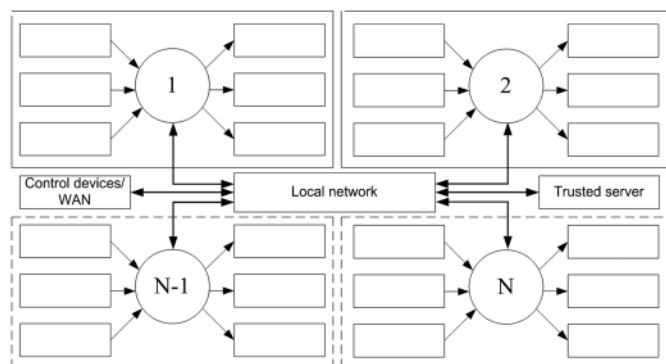


Рис. 3 Загальна схема нової архітектури для N вузлів

З такою організацією системи, якщо виходить із ладу один з вузлів системи, вона буде працювати і надалі, і без цього вузла, приладів котрого були підключенні до цього вузла. За рахунок цього надійність даної системи збільшиться. Так як система яка має N модулів [2], де модуль це окремий вузол, а кожний вузол є окремим пультом керування системи.

Ще одною перевагою даної системи є те, що один комп'ютер може бути вузлом в двох незалежних кластерах. Один і той же вузол може надавати різні набір команд для кожного кластеру та виконувати різні операції в різних кластерах.

ВИСНОВКИ

В даній статі розглянуто сучасні РС системи. Було зроблено аналіз існуючих системи та знайдені їх недоліки. На основі цього аналізу було запропоновано змінити основну архітектуру системи. В загальному вигляді такі

системи є централізованими, що є основним її недоліком. Була запропонована децентралізована система управління. Основною перевагою запропонованої системи є те, що якщо один з вузлів системи вийде із ладу, система буде функціонувати і надалі, але без цих вузлів та їх приладів, а кожний вузол може управляти всіма іншими вузлами системи.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Таненбаум Э. Распределенные системы. Принципы и парадигмы / Э. Таненбаум, М. ван Стеен.. – Санкт-Петербург: Питер, 2003. – 877 с
2. Таненбаум Э. С., Бос Х. Современные операционные системы, 4-е изд. – СПб.:Питер, 2016, - 1120с. СПб.:Питер, 2016, - 1120с.

Design of robust two-axis system for stabilization of information and measuring devices operated on ground vehicles

Sushchenko Olga
professor, National Aviation University
Ukraine

Design features of information and measuring robust stabilization systems operated on the ground vehicles are considered. The mathematical description of the stabilization plant is derived. Design features of the two-axis robust stabilization and tracking systems based on the structural H_∞ -synthesis are researched.

Keywords: robust two-axis stabilization systems, information and measuring devices, ground vehicles, H_∞ -synthesis

INTRODUCTION

The basic motivation for improvement of performances of the stabilization systems operated on the vehicles is the real necessity in such measures. Information and measuring devices performances have been drastically increased last years [1]. These trends can not be realized without appropriate progress of stabilization facilities. The modern approaches to design of the studied systems lie in using the robust control.

Many papers and textbooks, for example [2], deal with design of the robust systems. Design features of the systems for stabilization of information and measuring devices operated on the ground vehicles are represented in [3]. For the parametric optimization the controller structure is believed to be known based on experience of previous developments [4]. Approaches to the structural synthesis of the systems for stabilization and tracking of the information-measuring devices are represented in [5, 6].

DESIGN OF ROBUST TWO-AXIS SYSTEMS

In the general case, the system dynamic can be described by the Euler equations [7]. Based on the mathematical model of the one-axis system for stabilization of the information-measuring devices operated on the ground vehicles, which is represented in the [8], the model of the two-axis gyro stabilization system after some simplifications becomes

$$\begin{aligned}\dot{\alpha} &= \omega_x \cos \beta + \omega_z \sin \beta; \\ \dot{\beta} &= \omega_y; \\ \dot{\alpha}_e &= \omega_{e\alpha}; \\ \dot{\beta}_e &= \omega_{e\beta}; \\ \dot{U}_{\omega\alpha} &= U_{\omega d\alpha}; \\ \dot{U}_{\omega\beta} &= U_{\omega d\beta}; \\ \dot{\omega}_x &= [-(J_z - J_y)\omega_y \omega_z - M_{fix} \text{sign} \omega_x - M_{unbx} \cos \alpha + c_r(\alpha_g - \alpha) / n_r] / J_x; \\ \dot{\omega}_y &= [-(J_y - J_x)\omega_x \omega_z - M_{fix} \text{sign} \omega_y - M_{unby} \cos \beta + k_{spr}(A - \beta) + \frac{c_r(\beta_g - \beta)}{n_r}] / J_y; \\ \dot{\omega}_{e\alpha} &= \left[-M_{fre} \text{sign} \omega_{e\alpha} + \frac{c_m}{R_w} U_\alpha + \frac{c_r(\alpha_g - \alpha)}{n_r} \right] / J_e\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\dot{\omega}_{e\beta} &= \left[-M_{fre} \text{sign} \omega_{e\beta} + \frac{c_m}{R_w} U_\beta + \frac{c_r(\beta_g - \beta)}{n_r} \right] / J_e \\ \dot{U}_\alpha &= [-U_\alpha + k_{PWM} U_{PWM\alpha} - c_{ed} \omega_{e\alpha}] / T_{arm} \\ \dot{U}_\beta &= [-U_\beta + k_{PWM} U_{PWM\beta} - c_{ed} \omega_{e\beta}] / T_{arm}; \\ \dot{U}_{\omega d\alpha} &= [-2\nu T_0 U_{\omega e\alpha} - U_{\omega\alpha} + k_{ars} \omega_x] / T_0^2; \\ \dot{U}_{\omega d\beta} &= [-2\nu T_0 U_{\omega e\beta} - U_{\omega\beta} + k_{ars} \omega_y] / T_0^2, \\ &\text{where } \alpha, \beta \text{ are turn angles of the platform with payload;} \\ &\omega_x, \omega_y \text{ are the platform angular rates; } \omega_{e\alpha}, \omega_{e\beta} \text{ are the rates of the engines mounted by axes } x, y; \alpha_e, \beta_e \text{ are the turn angles of the engines mounted by axes } x, y; U_{\omega\alpha}, U_{\omega\beta} \text{ are the output signals of the angular rate gyros by axes } x, y; U_{\omega d\alpha}, U_{\omega d\beta} \text{ are the derivatives of rate gyros signals; } J_x, J_y, J_z \text{ are the inertia moments of the platform with payload relative its own axes } x, y, z; M_{fix}, M_{fry} \text{ are nominal dry friction moments acting by the gimbals axes } x, y; M_{unbx}, M_{unby} \text{ are the unbalanced moments by the axes } x, y; k_{spr} \text{ is the rigidity coefficient of the spring compensator; } A \text{ is the initial angle of spring resetting; } c_r \text{ is the reducer rigidity; } \alpha_g, \beta_g \text{ are the turn angles of the platform taking into account presence of the drive gap; } M_{frex}, M_{frey} \text{ are the nominal dry friction moments of engines by axes } x, y; c_m \text{ is the constant of the load moment; } R_w \text{ is the resistance of the engine armature winding; } U_\alpha, U_\beta \text{ are the armature voltages of engines mounted by the gimbals axes; } n_r \text{ is the reducer gear ratio; } T_{arm} \text{ is the time constant of the engine armature circuit; } k_{PWM} \text{ is the transfer constant of the linearized pulse width modulator; } U_{PWM} \text{ is the voltage at the pulse width modulator input; } c_{ed} \text{ is the coefficient of proportionality between the engine angular rate and the electromotive force; } \nu \text{ is the relative damping coefficient; } T_0 \text{ is the time constant of the angular rate sensor, } k_{ars} \text{ is the transfer constant of the angular rate sensor.}\end{aligned}$$

In the represented non-linear equations (4) the angles α_g, β_g can be defined in accordance with the expressions

$$\begin{aligned}\alpha_g &= \alpha_e / n_p, \text{ if } |\alpha_e / n_p - \alpha| \geq 0,5\Delta; \\ \alpha_g &= \alpha, \text{ if } |\alpha_e / n_p - \alpha| < 0,5\Delta; \\ \beta_g &= \beta_e / n_p, \text{ if } |\beta_e / n_p - \beta| \geq 0,5\Delta; \\ \beta_g &= \beta, \text{ if } |\beta_e / n_p - \beta| < 0,5\Delta,\end{aligned}$$

(2)

where Δ is the value of the experimentally determined system drive gap.

For further researches it is necessary to implement linearization of (1), (2) relative to the nominal values of the phase coordinates. Such linearization must include the following stages:

- linearization of the expressions for the friction and unbalanced moments of the engine and stabilization plant;
- neglect by the drive gap and the friction moments at the bearings of the gimbals and at the engine shaft;
- neglect by the zero drift of the angular rate sensor;
- assumption of smallness of the platform turn angles for linearization of the trigonometric functions. Then the set of equations (1) can be linearized and represented in the space of states by the quadruple matrices:

THE ALGORITHM OF THE STRUCTURAL SYNTHESIS FOR THE ROBUST STABILIZATION SYSTEM

One of the modern approaches to the structural synthesis of the robust stabilization and tracking system is the H_∞ -synthesis. Basic stages of such synthesis implementation are represented in [2]. The robust structural synthesis is based on solutions of two Riccati equations, check of some conditions and minimization of the mixed sensitivity function H_∞ -norm for the system including the plant and controller and represented by the vector of outputs characterized the system quality, vector of inputs and vector of controls and observations [2]. The modern approach to the structural H_∞ -synthesis problem solution is based on forming of the desired frequency characteristics of the system. This is implemented by means of the augmented plant due to introduction of the weighting transfer functions. Such approach is called loop-shaping [2]. In this case, the optimization criterion represents the H_∞ -norm of the mixed sensitivity function of the augmented plant

$$J_{H_\infty s} = \left\| \begin{bmatrix} W_1 S \\ W_2 R \\ W_3 T \end{bmatrix} \right\|_\infty, \quad (3)$$

where W_1, W_2, W_3 are the weighting transfer functions, S, R, T are the sensitivity functions by the command signal, control and the complementary sensitivity function respectively.

CONCLUSIONS

The basic approaches to the robust structural synthesis of the two-axis of the system for stabilization of the information-measuring operated on the ground vehicles are represented. The mathematical description of the plant is obtained. The approach to the robust structural synthesis was researched.

REFERENCES

1. Hilkert J.M. Inertially stabilized platform technology/ J.M. Hilkert // IEEE Control Systems. – No 1. – Vol. 28. – 2008. – P. 26 – 46.
2. Skogestad S. Multivariable Feedback Control / Skogestad S., Postlethwaite I. – New York: John Wiley, 1997. – 559 p.
3. Sushchenko O.A. Synthesis of robust controller for stabilizing system of informational-measuring devices / O.A. Sushchenko, I.V. Chaplay // Proceedings of the National Aviation University. – 2011. – №3. – P. 36 – 42.

4. Сущенко О.А. Робастна параметрична оптимізація систем стабілізації наземних рухомих об'єктів / О.А. Сущенко // Вісник Національного авіаційного університету. – 2008. – №4. – С. 26 – 32.

5. Пельпор Д.С. Гироскопические системы. Ч. 1. Теория гироскопов и гироскопических стабилизаторов / Д.С. Пельпор. – М.: Высшая школа, 1971. – 566 с.

6. Кочергин В.В. Следящие системы с двигателем постоянного тока / В.В. Кочергин. – Л.: Энергоатомиздат, 1988. – 168 с.

7. Лурье А. И. Аналитическая механика / А.И. Лурье. – М.: Гостехиздат, 1961. – 822 с.

8. Сущенко О.А. Математична модель системи стабілізації рухомого наземного об'єкта / О.А. Сущенко, Р.А. Сайфетдінов // Електроніка та системи управління. – К.: 2007. – №3(13). – С.146-151.

Особливості алгоритмічної реалізації генетичного алгоритму для параметричної оптимізації систем керування

Самотий Володимир

Проф., завідувач кафедри Краківська політехніка ім.
Тадеуша Костюшки, Львівський державний університет
безпеки життєдіяльності
Польща, Краків; Україна, Львів

Павельчак А.Г.

Доц., Національний університет «Львівська політехніка»
Україна, Львів

Розглянуто структуру даних та алгоритмічну реалізацію генетичного алгоритму з розширеним набором параметрів для параметричної оптимізації систем керування.

Ключові слова: оптимізація, генетичний алгоритм, система керування.

ВСТУП

Проблема параметричної оптимізації не є новою. Алгоритми для її реалізації можуть бути застосовані до будь-чого, як для оптимізації витрат на виробництві, транспортних розв'язок, організації людської життєдіяльності, розведення тварин на фермі, так і для підбору параметрів математичних моделей, законів керування, у криптографії, задачах апроксимації тощо. Фактично, можливості застосування оптимізаційних алгоритмів обмежуються лише уявою дослідника. Завдяки швидкому розвитку високопродуктивних комп'ютерів та створенню нових ефективних обчислювальних методів ми отримали можливість вивчати та вирішувати все більш складні оптимізаційні задачі. В цьому переліку слід відзначити і задачі математичного моделювання оптимальних систем автоматичного керування.

Автоматизоване керування системами покладається на регулятор, який вибирають у залежності від моделі об'єкта керування. Наприклад, достатньо популярним і надалі залишається ПД-регулятор, а найбільш складнішою частиною його реалізації є вибір коефіцієнтів K_p , T_i , T_d . Відомі прості методики для розрахунку параметрів ПД-регуляторів, такі як Зіглера-Нікольса [1] чи метод CHR [2], не забезпечують достатньої точності налаштування регулятора. Синтез регулятора, тобто обчислення його параметрів на підставі моделі системи, також має певні обмеження, що пов'язані з апроксимацією динаміки об'єкта моделлю першого чи другого порядку із затримкою. У свою чергу це робить не можливим аналітичний розв'язок системи рівнянь, який є необхідний при розв'язуванні моделей більш вищого порядку, вже не кажучи про враховування нелінійностей об'єкта керування. Також часто використовують і ручний підбір параметрів регулятора. Це свого роду метод спроб та помилок. При цьому для покращення пошуку параметрів застосовують певні правила, що ґрунтуються на досвіді, теоретичному аналізі та числових експериментах.

Для врахування усіх особливостей, в тому числі і нелінійностей, об'єкта керування використовують числові методи оптимізації. Оптимізаційні методи дають можливість отримати точні значення параметрів регулятора та не потребують спрощення моделі керування. Хоча інколи процес пошуку мінімуму може бути достатньо тривалим. При оптимізації параметрів ПД-регулятора існують локальні оптимуми, і тому застосування детерміністичних методів [3, 4] тут є недоцільним. Наприклад, метод градієнтного спуску дає можливість знайти глобальний оптимум лише для опуклої функції. Для таких задач використовують ймовірнісні методи оптимізації [5-8], зокрема, генетичні алгоритми.

АЛГОРИТМІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ГЕНЕТИЧНОГО АЛГОРИТМУ

Алгоритмічна реалізація повинна забезпечувати таку функціональність: довільний вибір основних операторів генетичного алгоритму; вибір діапазонів значень параметрів, кількості хромосом в популяції, ймовірності мутації, кількості поколінь, можливості призупинення та відновлення роботи генетичного алгоритму, продовження пошуку оптимуму при досягненні встановленої кількості поколінь, а також збереження у файлі на диску отриманої кінцевої популяції та відновлення її з файлу для продовження пошуку оптимуму. Реалізація алгоритму повинна давати можливість призупиняти процес пошуку оптимуму, змінювати значення параметрів генетичного алгоритму та продовжувати далі роботу над пошуком оптимуму.

На рисунку зображена розроблена нами структура даних для алгоритмічної реалізації генетичного алгоритму. Основним елементом генетичного алгоритму є хромосома, яка складається з n -кількості генів. Гени в свою чергу представляють параметри досліджуваної для оптимізації задачі. Тип даних для кодування хромосом в генетичному алгоритмі може бути подано у бінарному або дійсному ви-

гляді. Кодування параметрів в бінарні гени здійснюється шляхом квантування (1) діапазону можливих змін значень параметрів.

$$step_i = \frac{valueMax_i - valueMin_i}{2^n - 1}$$

$$gene_i = \frac{param_i - valueMin_i}{step_i} \quad (1)$$

Зворотнє декодування здійснюється за формулою (2).

$$param_i = valueMin_i + gene_i \cdot step_i \quad (2)$$

В алгоритмічній реалізації хромосома в бінарному представленні є масивом генів беззнакового цілого типу даних. Для кодування параметрів ми можемо вибирати довільну кількість бітів, у нашому випадку від 8 до 32 бітів. Менша кількість бітів дає можливість швидше покривати простір досліджень, а більша кількість – точність дослідження. Розроблені алгоритми для операторів бінарного генетичного алгоритму працюють лише у межах вибраних бітів, решта старших бітів у масиві генів мають значення нуль та ігноруються.

При представленні генів дійсними числами вибрані параметри об'єкта для оптимізації повинні бути нормалізованими в межах [0, 1]. Для цього випадку кодування параметрів в гени та їхнє декодування здійснюється за формулами (3, 4), а хромосома представлена масивом генів з типом даних у вигляді чисел з плаваючою комою подвійної точності.

$$gene_i = \frac{param_i - valueMin_i}{valueMax_i - valueMin_i} \quad (3)$$

$$param_i = valueMin_i + gene_i \cdot (valueMax_i - valueMin_i) \quad (4)$$

Основним критерієм для генетичного алгоритму є фітнес-значення, згідно якого і проводиться оптимізація. Основними параметрами генетичного алгоритму є кількість поколінь, через які повинен бути віднайдений шуканий оптимум, кількість хромосом у кожному поколінні, кількість генів у кожній хромосомі, кількість бітів для кодування кожного гена (для бінарного представлення). Також мають бути встановлені діапазони зміни значень робочих параметрів досліджуваної моделі та внутрішні коефіцієнти для операторів генетичного алгоритму.

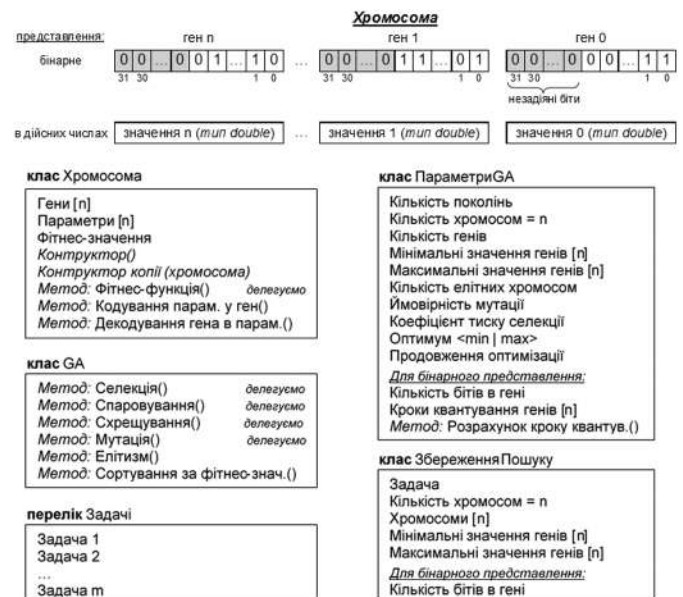


Рис. Загальна структура даних генетичного алгоритму

Розроблена нами реалізація генетичного алгоритму має таку послідовність дій:

- *Створення початкової популяції з ініціалізацією хромосом та обчисленням фітнес-значень.* Початкова чисельність популяції залежить від типу задачі, що підлягає оптимізації. Теоретично, чим більша чисельність, тим краще. Далі в ході роботи генетичного алгоритму чисельність популяції можна буде зменшити. Обчислення фітнес-значень для хромосом розпаралелюється у залежності від кількості фізичних (логічних) ядер процесора персонального комп'ютера.
- *Сортування популяції за фітнес-значенням.* Виконується за кращими фітнес-значеннями (мінімальними чи максимальними).
- *Селекція.* Відбір хромосом для популяції здійснюємо за допомогою вибраного оператора: лінійного або нелінійного ранжування, за допомогою колеса рулетки чи турніру.
- *Відбір елітних хромосом.* Копіюємо задану кількість кращих хромосом в проміжний буфер.
- *Спаровування.* Вибирається один з операторів: кращі з кращими, кращі з гіршими, випадковий відбір, відбір перемішуванням, половина на половину.
- *Схрещування.* Для бінарного представлення вибираємо один з операторів: одноточковий, двоточковий чи рівномірний (Uniform); для представлення в дійсних числах один з таких операторів: лінійний, одинарний арифметичний, простий арифметичний, цілий арифметичний чи аналогічний до бінарного одноточкового кросовера [7].
- *Обчислення фітнес-значення для отриманих нащадків після схрещування.* Обчислення фітнес-значення розпаралелюється у залежності від кількості фізичних (логічних) ядер процесора персонального комп'ютера.
- *Сортування популяції за фітнес-значенням.* Сортування у цьому місці необхідне для того, щоб виявити найбільш пристосовану хромосому, яка не повинна підлягати мутації.

- *Мутація.* В залежності від вибраного представлення генів ці оператори відрізняються. Для бінарного представлення мутації зазнають довільні біти в будь-яких генах згідно встановленого відсотка ймовірності мутації бітів у цілій популяції. Для представлення генів в дійсних числах використовується оператор Uniform або Гаусовий оператор. При цьому найбільш пристосована хромосома виключається з процедури мутації.

- *Обчислення фітнес-значення для нащадків, що зазнали мутації.* Обчислення фітнес-значення розпаралелюється у залежності від кількості фізичних (логічних) ядер процесора персонального комп'ютера.

- *Сортування популяції за фітнес-значенням.*

- *Елітизм.* Ця процедура вставляє на початок популяції відібрані елітні хромосоми у п.4 із заміною гірших хромосом.

- *Сортування популяції за фітнес-значенням.*

- *Створення копії покоління.* Ця копія буде необхідною, якщо ми вирішимо продовжити пошук оптимуму за допомогою генетичного алгоритму. Може бути ситуація, що під час роботи генетичного алгоритму нам буде потрібно змінити деякі із параметрів як об'єкту оптимізації, так і самого алгоритму, наприклад, зменшити відсоток ймовірності мутації чи змінити межі пошуку для досліджуваних параметрів. Для цього нам потрібно буде зупинити роботу генетичного алгоритму, вибрати нові параметри та продовжити оптимізацію.

- Якщо задана кількість поколінь пройдена, то завершуємо роботу генетичного алгоритму, а якщо ні, то переходимо до п.3.

Реалізація генетичного алгоритму виконувалася мовою C#. Відповідно, ми скористалися вбудованим генератором псевдовипадкових чисел з рівномірним законом розподілу (клас Random) з бібліотеки .NET Framework, який побудований на основі субтрактивного алгоритму генератора випадкових чисел Д. Кнута. Реалізація генетичного алгоритму була апробована на тестових задачах для оптимізації [9]: De Jong's function 1, Axis parallel hyper-ellipsoid function, Rotated hyper-ellipsoid function, Rastrigin's function 6, Schwefel's function 7. Для усіх тестових задач реалізований алгоритм знайшов визначені мінімуми та максимуми функцій.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ziegler J.G. Optimum settings for automatic controllers / Ziegler J.G., Nichols N.B. // Trans. ASME.. – 1942. – №42. – С. 759–768.

2. Chien K.L. On automatic control of generalized passive systems / Chien K.L., Hrones J.A., Reswick J.B.. // Trans. ASME. – 1952. – №74. – С. 175–185.

3. Reiner Horst. Global Optimization: Deterministic Approaches. 3rd edition / Reiner Horst, Tuy Hoang. – Berlin, Germany: Springer-Verlag GmbH, 1996.

4. Mordecai Avriel. Nonlinear Programming: Analysis and Methods / Mordecai Avriel. – NY, USA: Dover Publications: Mineola, 2003.

5. Thomas Weise. Global optimization algorithms: theory and application. 3rd edition / Thomas Weise., 2011.

6. Sivanandam S.N. Introduction to Genetic Algorithms / Sivanandam S.N., Deepa S.N. – Berlin, Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008.

7. Randy L. Haupt. Practical genetic algorithms. 2nd edition / Randy L. Haupt, Sue Ellen Haupt. – New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, 2004. – 272 с.

8. Mitchell Melanie. An Introduction to Genetic Algorithms. – A Bradford Book The MIT Press, 1999.

9. Hartmut Pohlheim. Examples of Objective Functions. – www.geatbx.com, 2006. – 21 с.

Система керування виконавчими механізмами водозабірних станцій на основі параметрів мутності

Заміховський Леонід
завідувач кафедри, Івано-
Франківський національний
технічний університет нафти і газу
Україна, Івано-Франківськ

Николайчук Микола
доцент, Івано-Франківський
національний технічний університет
нафти і газу
Україна, Івано-Франківськ

Левицький Іван
асистент, Івано-Франківський
національний технічний університет
нафти і газу
Україна, Івано-Франківськ

Наведено результати розробки і тестування системи керування виконавчими механізмами водозабірних станцій на основі параметрів мутності води. Розробка включає первинний перетворювач мутності води, апаратно-програмні засоби на базі PLC Sematic S7-1200, систему передавання даних на основі стандарту GSM, клієнт-серверну WEB-орієнтовану частину на базі SCADA-системи.

Система побудована на основі сучасних інформаційних технологій і дозволяє в автоматичному режимі керувати електроприводними виконавчими механізмами засувів трубопроводів водозабірних станцій, виконувати первинну обробку, зберігання і передавання даних.

Система має розподілену WEB-орієнтовану клієнт-серверну топологію і забезпечує функції візуалізації, архівування та аварійного сповіщення в процесі її експлуатації.

Ключові слова: Система керування, виконавчі пристрої, вимірювання, мутність води, програмовані логічні контролери, системи передавання даних, SCADA-система.

Основою для розробки є необхідність забезпечення оптимальних режимів роботи водозабірних станцій. Аналіз функціонування водозабірних станцій показав, що вони є достатньо складними технологічними об'єктами з точки зору технології забору, підготовки, очистки і розподілу води, територіальної розподіленості, кількості контрольованих параметрів і виконавчих механізмів. Одним з первинних параметрів, який необхідно контролювати в процесі забору води і на всіх інших етапах технологічного процесу, включаючи очистку, є мутність води (turbidity water), тому оперативність і точність контролю даного параметра суттєво впливає на весь технологічний процес. Аналіз первинних перетворювачів мутності показав, що всі вони побудовані на основі принципу проходження світлового променя через контрольоване середовище і вимірювання його інтенсивності. Конструкція таких перетворювачів передбачає крім механічної та електронної частини – оптичну частину на основі лінз та опроелектронних пристроїв. Такі перетворювачі випускаються незначною кількістю виробників і є відносно вартісними.

Система побудована на основі базової конфігурації апробованої авторами [1] і включає первинний перетворювач мутності води типу НВП-1 (нефелометричний вимірювальний перетворювач), апаратно-програмні засоби на базі PLC Sematic S7-1200 [2], систему передавання даних на основі стандарту GSM [3], клієнт-серверну WEB-орієнтовану частину на базі SCADA-системи.

На рис. 1 наведено частину лістингу програми PLC Sematic S7-1200 на мові FBD (Functional Block Diagram) в режимі «on-line», що виконує нормування та масштабування вхідного струмого сигналу з перетворювача мут-

ності води і виводить значення в абсолютних одиницях (від 0 до 14.3 мг/дм³).

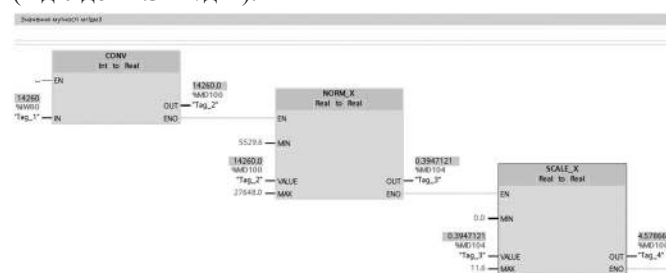


Рис. 1 Лістинг програми PLC Sematic S7-1200 в режимі «on-line», що виконує нормування та масштабування вхідного струмого сигналу з давача мутності води НВП-1

На рис. 2 наведено мнемосхему системи керування виконавчими механізмами водозабірних станцій на основі показів давача мутності води НВП-1.

В результаті забезпечується оперативність процесу керування за рахунок визначення показників мутності води в режимі реального часу та підвищення техніко-економічних показників процесу очистки води за рахунок зменшення об'єму коагулянта, який використовується для очистки води, і, відповідно його вартості.

Крім того, дана система може використовуватись, як інструментарій для моніторингу і дослідження параметрів мутності річок та водойм, а також різних інших середовищ (рідкі нафтопродукти, харчові продукти, масла та ін.).

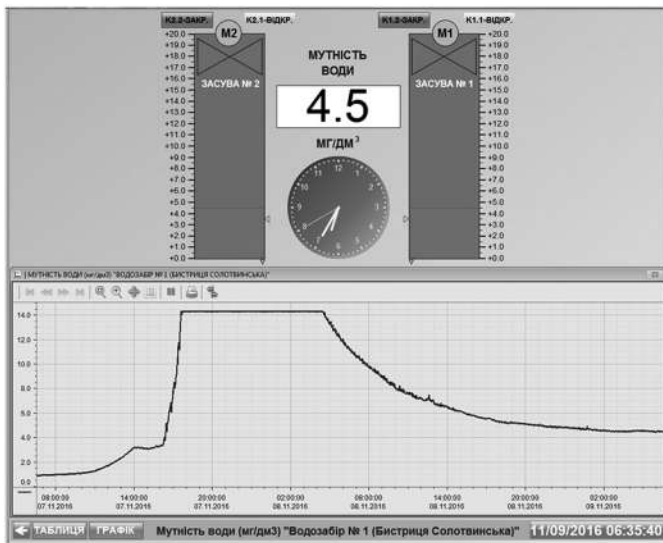


Рис. 2 – Мнемосхема системи керування виконавчими механізмами водозабірних станцій на основі показів давача мутності води НВП-1

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Заміховський Л.М. Автоматизована система управління водозабезпеченням [Текст] / Л.М. Заміховський, М.Я. Николайчук, І.Т. Левицький // Интелект. продукт вчених і винахід. Прикарпаття – 2013: Щорічний каталог найвагом. винах., корисн. моделей, пром. зразків і рац. пропозицій Галицьких кмітливців. – Івано-Франківськ, 2014. – С. 19-22.
2. SIMATIC S7. S7-1200 Programmable Controller. System Manual: Siemens (A5E02486680-AN). – 01/2015. – 1328 p.
3. Николайчук М.Я. Організація і дослідження елементів комунікаційного середовища WEB-орієнтованих систем управління розподіленими технологічними об'єктами [Текст] / М.Я. Николайчук // Методи та прилади контролю якості. – 2014. – №2(33). – С. 133-138.

ТЕХНОЛОГІЇ ПРОГРАМУВАННЯ

Застосування аналітичних інструментів для автоматизації налаштування паралельного алгоритму

Дорошенко Анатолій
проф., АУТС НТУУ «КПІ»
Україна, Київ

Новак О. С.
аспірант, ІПС НАН України
Україна, Київ

Іваненко П. А.
м. н. с., ІПС НАН України
Україна, Київ

Старушик Артем
студент, НТУУ «КПІ»
Україна, Київ

Запропоновано вдосконалення методу самоналаштування (автотьюнінгу) програм з використанням відомих засобів статистичного аналізу з метою пошуку оптимальної версії паралельної програми для конкретної мультипроцесорної платформи. Наведено результати практичного експерименту з налаштуванням паралельного алгоритму сортування.

Ключові слова: *Watson Analytics, R, автотьюнінг, статистичне моделювання, паралельні алгоритми*

ВСТУП

Питання найвищих показників продуктивності для паралельних програм є першорядним для розробників цього класу програмного забезпечення. Серед засобів для досягнення цієї мети в останні роки помітну роль грає метод налаштування та самоналаштування (автотьюнінгу) [1], що дозволяє автоматизувати цей процес для будь-якого обчислювального середовища. Цей метод простий у застосуванні і не залежить від якісних характеристик обчислювача та його операційної системи. Автотьюнінг використовує емпіричний підхід для отримання якісної оцінки оптимізованої програми. Це дозволяє уникнути складного моделювання виконання прикладної програми. Проте, самоналаштування нетривіальних програм потребує суттєвих часових затрат на проведення експериментальних викликів програми. В цій роботі запропоновано вдосконалення методу самоналаштування програм з використанням відомих засобів статистичного аналізу з метою скорочення пошуку оптимальної версії паралельної програми для конкретної мультипроцесорної платформи. Запропонований підхід полягає у автоматичному навчанні моделі на результатах “традиційних” циклів тьюнінгу й подальшій підміні частини запусків програми оцінкою з апроксимаційної моделі.

МЕТОД АВТОТЬЮНІНГУ

Ідея автотьюнінгу полягає у емпіричному оцінюванні декількох варіантів програми й вибору найкращого. Традиційно підбір виконує окрема програма-тюнер, при цьому основними критеріями оцінки є швидкість й точність отриманих результатів.

В цілому дії програми-тюнера є досить шаблонними – обрати/створити нову версію програми й отримати емпіричну оцінку її швидкодії. Тому останній недолік усувається автоматичним генеруванням автотьюнера з вихідного коду оптимізованої програми, що є характерною рисою розробленої авторами програмної системи автотьюнінгу TuningGenie (детально описана у роботах [2-3]). Завдяки такому підходу вихідна програма займається тільки розв’язанням її основної задачі й абстрагована від кількісних

характеристик ОС, що значно спрощує її розробку. Також така абстракція дозволяє створювати прикладні програми, що зможуть автоматично оптимізуватися для виконання на апаратних засобах наступних поколінь.

У цій роботі зроблена спроба усунути головний недолік автотьюнінгу – істотні часові витрати на емпіричне оцінювання у цільовому середовищі великої множини варіантів вихідної паралельної програми – за допомогою використання статистичних засобів аналізу значних обсягів спостережень (позначимо множину через C). TuningGenie використовує експертне знання розробника оптимізованої програми для формування (оформлюється у вигляді мета-даних у вихідному коді), що вже саме по собі мінімізує її розмір. Для додаткового скорочення C можна застосувати статистичне навчання, тобто емпіричну оцінку варіацій $C^{\#} \in C$ пропонується підміняти оцінками з апроксимаційної моделі. Нехай $C^{emp} = C \setminus C^{\#}$ - множина варіацій, які будуть оцінюватися емпірично. Насправді маємо двоїсту задачу: $T_{mining} \rightarrow 0$ при $|C^{emp}| \rightarrow 0$ й водночас C^{emp} має бути досить великою щоб точно “навчити” модель.

АВТОТЬЮНІНГ З ВИКОРИСТАННЯМ

СТАТИСТИЧНОГО НАВЧАННЯ

У широкому розумінні під терміном «навчання» розуміється, що стосовно якогось класу задач, їх продуктивність покращується при набутті досвіду [4].

Загальний підхід для такого типу задач полягає у проведенні наступних етапів дослідження:

- Аналіз записів і підготовка «сирих» даних до завантаження. Оскільки дані можуть приходити з різних джерел і в різних форматах, то потрібно все привести до єдиного вигляду.
- Підготовка даних. На цьому етапі вирішуються проблеми неповноти даних, шумів, суперечності в даних і т.п. Основні задачі цього етапу – очищення (заповнення відсутніх значень, видалення спотворених даних та випадкових викидів), перетворення (нормалізація для зниження спотворень), ущільнення (створення виборок даних для окремих атрибутів/груп атрибутів та дискретизація (перетворення неперервних атрибутів в категоріальні).

- Аналіз даних та побудова моделі.
- Перевірка моделі на тестовій вибірці даних.

У контексті нашої задачі автотьюнінгу оціночними параметрами є:

- T – цільова функція автотьюнінгу – швидкодія алгоритму, що вимірюється у (мілі)секундах, оптимізований алгоритм має бути якнайшвидшим.
- T_{cn} – метрика для числової оцінки виконання алгоритму – кількість паралельних потоків алгоритму.
- Th – порогове значення розміру числового масиву, при якому відбувається зміна методу сортування.

Суть методу полягає в зменшенні кількості запусків автотюнера за допомогою побудови апроксимаційної моделі, що дозволить «відкинути» найменш вірогідні заміри. При цьому апроксимація моделі відбувається завдяки скороченню розмірності вхідних параметрів множини S .

ПРАКТИЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

В якості алгоритму для автотьюнінгу було обрано адаптивний алгоритм сортування числового масиву, який виконує сортування злиттям чи вставкою в залежності від розміру блоку числового масиву з даними. В рамках експерименту виконувалось сортування набору в випадкових чисел.

Алгоритм був реалізований на мові Java. Цільовою платформою для паралельного виконання була мультіядерна архітектура мікропроцесора Intel Core i7 3.2 GHz (4 ядра, 256KB L2 Cache, 6MB L3 cache) та 16 GB DDR3@1600 MHz RAM.

Аналіз даних та побудова моделей відбувалися з використанням мови R для програмування статистичних обчислень, аналізу та подання даних в графічному вигляді [5] та аналітичної системи IBM Watson Analytics [6]. Останній застосовувався для автоматизації частини підготовчої роботи та попереднього виявлення залежностей між оціночними параметрами виконання алгоритму.

Вхідними даними для аналізу є набір спостережень часу виконання алгоритму сортування при різних значеннях оціночних параметрів, отриманий за допомогою автотюнера [2] (Рис. 1).

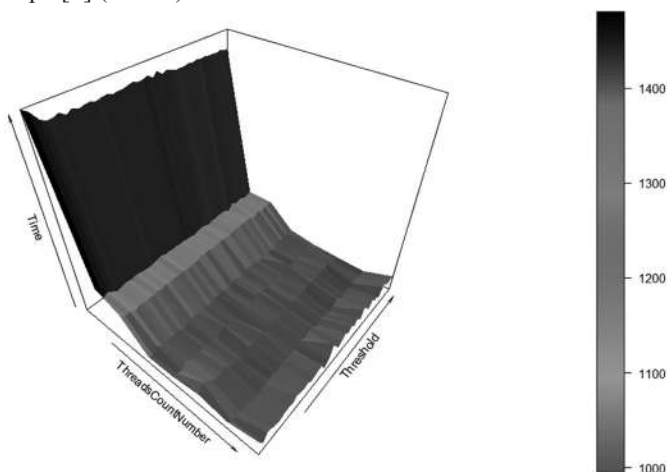


Рис. 1 Вхідні дані спостережень.

При аналізі даних Watson Analytics виявив явну кореляцію між кількістю потоків та результуючим часом виконання (рис. 2).

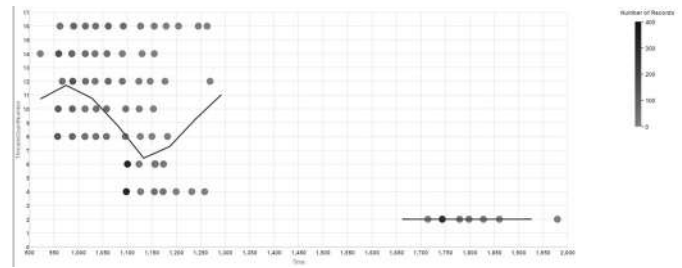


Рис. 2 Результат аналізу за допомогою Watson Analytics

За допомогою додаткової підготовки даних (розбиття початкового набору даних у відповідності до кількості потоків), можна отримати додаткову інформацію про наявність ще й явної залежності між часом виконання та розміром блока (при низькій кількості потоків) (рис. 3).

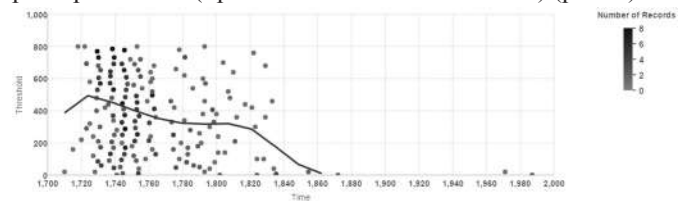


Рис. 3 Залежність часу виконання від порогового значення Th при $T_{cn} = 2$

Експеримент складався з декількох етапів: підготовка та завантаження записів роботи автотюнера в середовище статистичного дослідження, побудова моделі з використанням методів машинного навчання на навчальній вибірці даних та перевірка моделі на контрольній вибірці даних. Варто підкреслити що використовувалось 2 різних набори даних – максимально повний для емпіричного аналізу системи та мінімально достатній для перевірки моделі.

При $T_{cn} = \{2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16\}$, $Th = [1, 800]$ та $k = 10$ очікуваний час виконання автотюнера $T_{oest} = 6.4 * 10^4 * T_{ex}$, де T_{ex} – час потрібний на 1 запуск автотюнера.

Наведені вище графіки від Watson Analytics відображають залежність часу виконання цільового алгоритму від вхідних параметрів. В контексті поставленої задачі можна помітити:

- 1) присутній явний тренд на зменшення часу виконання при збільшенні кількості потоків;
- 2) вплив кількості потоків має більший вплив на систему, аніж порогове значення розміру масиву.

Далі, для уточнення вибору параметрів оптимального налаштування алгоритму було застосовано засоби статистичного моделювання R [5].

На рис. 4, отриманому за допомогою R, зображено частотний розподіл залежності часу виконання алгоритму від кількості потоків, з якого видно, що запуски паралельного алгоритму з 2, 4 та 6 потоками явно не можуть бути серед кандидатів на найкращий час виконання, тому на всіх наступних графіках ці заміри будуть відкинуті як очевидно неперспективні (з точки зору задачі автотьюнінгу).

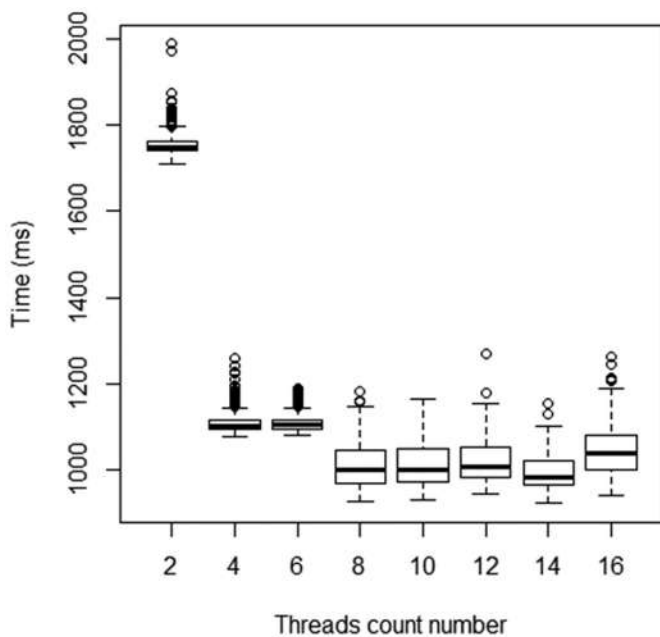


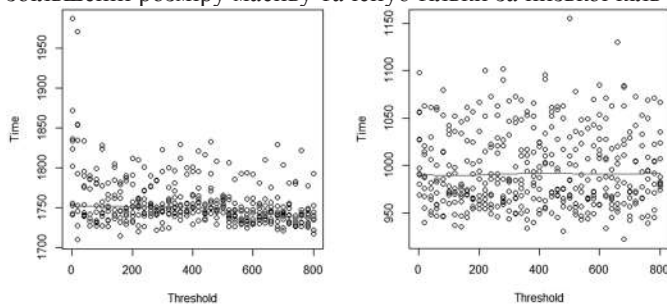
Рисунок 4. Частотний аналіз вхідних даних

Подальше уточнення параметрів алгоритму було отримане, застосувавши аналіз усереднених значень часу виконання на інтервалі кількості потоків від 8 до 16 (див. таблицю 1).

Таблиця 1 – частотний розподіл для $T_{CN}=[8,16]$

	8	10	12	14	16
Мін	928	931	946	922	942
Нижній кuartиль	970	972	984	965	1000
Медіана	1000	1001	1007	984	1037
Верхній кuartиль	1044	1050	1054	1021	1079
Макс	1148	1165	1154	1102	1190

І нарешті, звернемо увагу також на залежність часу виконання від порогового значення розміру масиву. Явний тренд до зменшення часу виконання спостерігається при збільшенні розміру масиву та існує тільки за низької кіль-



кості потоків (рис.5)

Рис. 5 Залежність часу виконання від Th для $T_{cn} = 4$ (зліва) та $T_{cn} = 14$ (справа)

Таким чином, виконавши статистичне дослідження системи, стало можливим виконати скорочення розмірності моделі для зменшення часу роботи автотьюнера

з $6.4 \cdot 10^4 \cdot T_{ex}$ до $(8 \cdot 10^2 + k \cdot T_{cn}) \cdot T_{ex}$, причому $(6.4 \cdot 10^4 - 8 \cdot 10^2) \gg k \cdot T_{cn}$.

Оптимальний варіант сортування показав достатньо високі показники продуктивності: мультипроцесорне прискорення $W(4)=2.08$ й ефективність $E(4)=52.08\%$ $E(8)=47.75\%$.

ВИСНОВКИ

В роботі розглянуто покращений метод автотьюнінгу з використанням аналітичних засобів статистичного моделювання Watson Analytics та R. Застосовуючи покрокове звуження простору пошуку, цей метод дозволяє значною мірою позбутися головної слабкості методології автотьюнінгу і суттєво скоротити загальний час пошуку оптимального варіанту програми за рахунок використання статистичної моделі. Для практичного експерименту було обрано відносно просту задачу оптимізації паралельного алгоритму сортування чисел. Результати експерименту підтвердили ефективність запропонованого методу й доцільність подальшого розвитку підходу, а саме використання більш складних апроксимаційних функцій та проведення експериментів з паралельними програмами більшої обчислювальної й семантичної складності.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. K. Naono, K. Teranishi, J. Cavazos, R. Suda: Software Automatic Tuning From Concepts to State-of-the-Art Results. Springer; 1st Edition. edition. ISBN: 1441969349 (2010)
2. Ivanenko P.A., Doroshenko A.Y., Zhreb K. A. TuningGenie: Auto-Tuning Framework Based on Rewriting Rules // 10th International Conference, ICTERI 2014, Kherson, Ukraine, June 9-12, 2014, Revised Selected Papers - pp 139-158.
3. Иваненко П.А., Дорошенко А.Ю. Метод автоматической генерации автотюнеров для параллельных программ // Кибернетика и системный анализ №3 2014 – с.75-83
4. Tom M. Mitchell. Machine learning // McGraw-Hill Science/Engineering/Math., 1997, ISBN: 0070428077
Michael J.Crawley. The R Book // John Wiley & Sons Ltd, 2007, ISBN: 978040515068/

ОБРОБЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ В СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ

Застосування нечітких множин для удосконалення методів діагностування

Моргаль Олег
Ст. викладач, НТУУ «КПІ»
Київ, Україна

Савчук Олена
Доцент, НТУУ «КПІ»
Київ, Україна

Артамонова Віра
Лікар, Обласна клінічна
лікарня №2
Київ, Україна

Латаш Ірина
Студент, НТУУ «КПІ»
Київ, Україна

У статті пропонується застосування нечітких множин для удосконалення оцінювання результатів медичного обстеження. Діагнози пацієнтів відповідно до їх фізичних станів опрацьовані на реальних даних за допомогою RBF-нейронних мереж в середовищі MATLAB. Використання методу нечітких множин для уточнення діагнозів підвищило ефективність нового комбінованого лікування дерматозів.

Ключові слова: нечіткі множини; нейромережеві технології; діагностика; дерматоз.

Пошук нових ефективних методів лікування хвороб шкіри є актуальною задачею сучасної охорони здоров'я. Оскільки при діагностуванні хвороб намагаються використати як найбільшу кількість доступної інформації, в тому числі і ту, що не має чіткого формулювання, то використання методик прийняття рішень при нечіткій інформації передбачає отримати значні результати в лікуванні.

В умовах збільшення нечіткості інформації неможливо забезпечити точність визначення діагнозу та подальшого лікування захворювань без інтелектуального аналізу діагностичної інформації та застосування сучасних методів обчислювальної техніки [1].

Основна мета полягає в перевірці можливості використання теорії нечітких множин для діагностики захворювань і використання нейронно-мережевої технології для забезпечення точності визначення діагнозу.

Проблеми, які треба буде розв'язати:

- перевірка можливості використання теорії нечітких множин для діагностики захворювань;
- інтелектуальний аналіз і дослідження інформації з використанням нейронних мереж для медичної діагностики пацієнтів в програмному пакеті MATLAB і його бібліотеці Neural Network Toolbox;
- призначення необхідного лікування конкретної патології з використанням сучасних методів.

Для поглибленого розвитку цього напрямку запропонована теорія нечіткої логіки [2], в якій загальний підхід до формування виключення суб'єктивності правил і функцій належності полягає в підготовці системи нечіткого висновку на реальних даних. Рішення задач включає в себе наступні традиційні етапи: 1) введення нечіткості (фазифікації) 2) логічний висновок; 3) композицію; 4) приведення до чіткості (дефазифікація). Зосередимося на фазифікації і створенні правил для логічного виводу.

На основі методу [2] розроблений навчальний алгоритм, який дозволяє будувати функції належності вхідних нечітких змінних. Дослідження вибірки даних P складається з m пар входів і виходів $(k_{1,p}, \dots, k_{n,p}, q_p)$ вхідних змінних K_1, \dots, K_n і вихідної змінної Q_p , $1 \leq p \leq m$. На етапі розпізнавання діагнозу вирішується завдання композиції та приведення до чіткості належності класам фізичного стану пацієнтів.

Розглянемо метод розробки нечіткої моделі класифікації на прикладі лікування хворих дерматитом. Група 1 включає в себе пацієнтів, які постраждали в результаті аварії на Чорнобильській АЕС в кількості 1 395 чоловік; 2-га група включає пацієнтів з сертифікатом інваліда і учасника Другої світової війни в кількості 75 осіб; 3-тя група включала пацієнтів інших категорій - людей, які постраждали, в кількості 429 чоловік.

Незважаючи на відмінності в обстеженні кожного з трьох захворювань, викликаних індивідуальними особливостями пацієнтів, вони мають загальні істотні риси. По-перше, єдність загальної схеми обстеження: опитування пацієнтів, оцінка симптомів (параметрів), порівняння з «еталоном» і прийняття рішення. По-друге, обмежений набір контрольних рішень (найчастіше використовуються два рішення: «здоровий», «хворий»). По-третє, пацієнт повинен відвідувати лікаря, який здатний описати основну стратегію діагностики і подальшого лікування на якісному рівні. Вищезазначене визначає можливість побудови нечітких моделей класифікації для вищевказаних проблем і використовувати їх для автоматизації процесу діагностики і подальшого лікування.

Для побудови нечіткої моделі класифікації діагностики спочатку необхідно знайти кілька симптомів, які найбільш істотно впливають на результати діагностики. До них відносяться деякі топографічні особливості захворювання. Наступні лінгвістичні змінні T, S, G визначатимуть симптоми.

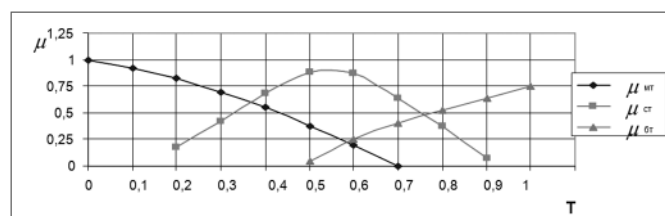
Вищевказані змінні мають наступні лінгвістичні значення: T { «малий» (mt), «середній» (st), «великий» (bt) }; S { «сильний» (bs), «слабкий» (cs) }; G { «глибока» (rg), «дрібна» (mg) }. Далі на підставі опитування медичних експертів будуюмо якісну структуру моделі діагностики. В результаті отримана таблиця 1, в якій стан пацієнта визначається комбінацією симптомів.

Таблиця 1. Таблиця рішень

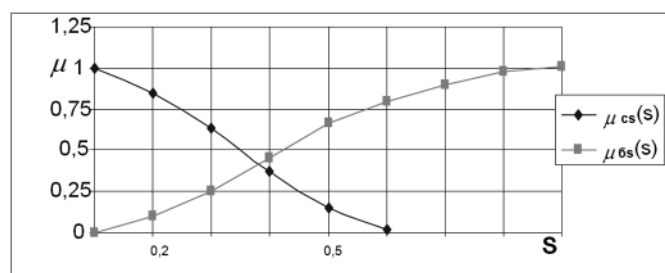
Лінгвістичні змінні			Рішення
T	S	G	
«малий»	«сильний»	«глибока»	«хворий»
«малий»	«сильний»	«дрібна»	«здоровий»

«малий»	«слабкий»	«глибока»	«хворий»
«малий»	«слабкий»	«дрібна»	«здоровий»
«середній»	«сильний»	«глибока»	«хворий»
«середній»	«сильний»	«дрібна»	«хворий»
«середній»	«слабкий»	«глибока»	«хворий»
«середній»	«слабкий»	«дрібна»	«здоровий»
«великий»	«сильний»	«глибока»	«хворий»
«великий»	«сильний»	«дрібна»	«хворий»
«великий»	«слабкий»	«глибока»	«хворий»
«великий»	«слабкий»	«дрібна»	«здоровий»

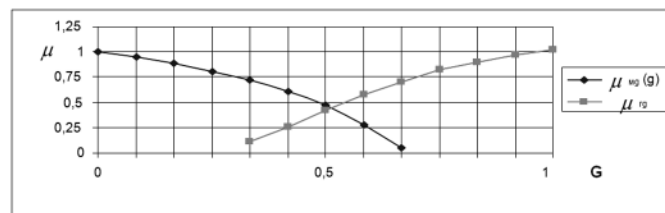
Відповідно до методу [3], побудовані функції належності для всіх значень лінгвістичних змінних T,



а



б



в

Рис. 1 Функції належності для лінгвістичних змінних T(а), S(б) і G(в)

S і G (рис. 1, а,б,в). Кожна з змінних T, S і G визначається за стандартною шкалою зі значеннями умовних одиниць.

Далі за вирішальною таблицею будуємо два класи Z_1, Z_2 множин лінгвістичних значень відповідно до рішень «здоровий» або «хворий». Отримаємо

$$Z_1 = \{ \langle mt, bs, mg \rangle, \langle mt, cs, mg \rangle, \langle ct, cs, mg \rangle, \langle bt, cs, mg \rangle \};$$

$$Z_2 = \{ \langle mt, bs, rg \rangle, \langle mt, cs, rg \rangle, \langle ct, bs, rg \rangle, \langle ct, bs, mg \rangle, \langle ct, cs, rg \rangle, \langle bt, bs, rg \rangle, \langle bt, bs, mg \rangle, \langle bt, cs, rg \rangle \}.$$

(1)

Для класів Z_1 і Z_2 , відповідно до (1)

$$\mu_{r_i}(x, y, z) = \bigvee_{(\tilde{\alpha}, \tilde{\beta}, \tilde{\gamma}) \in L_i} \mu_{\tilde{\alpha}}(x) \& \mu_{\tilde{\beta}}(y) \& \mu_{\tilde{\gamma}}(z) \quad (i = \overline{1, k}), \quad (2)$$

де L_i - множини наборів $(\tilde{\alpha}, \tilde{\beta}, \tilde{\gamma})$ до розв'язку r_i , будуємо функції належності $\tilde{f}_1 = \mu_{r_1}$ й $\tilde{f}_2 = \mu_{r_2}$ для еталонних класів \tilde{r}_1 і \tilde{r}_2 , що відповідають рішенням «здоровий» або «хворий». Одержимо

$$\tilde{f}_1(t, s, g) = \mu_{mt}(t) \& \mu_{bs}(s) \& \mu_{mg}(g) \vee \mu_{mt}(t) \& \mu_{cs}(s) \& \mu_{mg}(g) \vee \mu_{ct}(t) \& \mu_{cs}(s) \& \mu_{mg}(g) \vee \mu_{bt}(t) \& \mu_{cs}(s) \& \mu_{mg}(g);$$

$$\tilde{f}_2(t, s, g) = \mu_{mt}(t) \& \mu_{bs}(s) \& \mu_{rg}(g) \vee \mu_{mt}(t) \& \mu_{cs}(s) \& \mu_{rg}(g) \vee \mu_{ct}(t) \& \mu_{bs}(s) \& \mu_{rg}(g) \vee \mu_{ct}(t) \& \mu_{cs}(s) \& \mu_{rg}(g) \vee \mu_{bm}(t) \& \mu_{bs}(s) \& \mu_{rg}(g) \vee \mu_{bt}(t) \& \mu_{bs}(s) \& \mu_{rg}(g).$$

(3)

Ці функції розбивають тривимірний простір ознак $W = T * S * G$ на дві нечіткі області відповідно до рішень «здоровий» і «хворий», а також використовуються в моделі класифікації лікування.

Наведений подальше алгоритм робить рекомендації до застосування розробленої нечіткої кваліфікаційної моделі. Нехай ситуація, що характеризує стан пацієнта, представлена точкою $\omega_0 = (x_0, y_0, z_0)$ в просторі W. Тоді алгоритм буде зведений до наступної формальної процедури:

1. Підставляємо точку (x_0, y_0, z_0) до класів функцій належності $\mu_{r_i}(x, y, z) (i = \overline{1, k})$ і отримуємо значення $\mu_{r_i}(x_0, y_0, z_0) (i = \overline{1, k})$.
2. Серед всіх $\mu_{r_i}(x_0, y_0, z_0) (i = \overline{1, k})$ знаходимо таке $\mu_{r_j}(x_0, y_0, z_0)$, яке приймає максимальне значення в точці (x_0, y_0, z_0) .
3. Отримуємо рішення r_j таке, що відповідає еталонному класу \tilde{r}_j .

При рішенні багаточільових проблем в умовах невизначеності доцільно процес прийняття рішень розділити на два етапи. У нашому випадку на першому етапі визначають два основні класи: «здоровий» і «хворий». На другому етапі виявляють основні причини виникнення захворювань і отже, дають рекомендації з лікування.

У загальній групі цих пацієнтів розглядалася підгрупа хворих з дерматозами, серед яких були 60 хворих з atopічним дерматитом (АД) рук.

Було застосовано нове комбіноване лікування, яке складалося з мазі «Пімафукорт» (крем), 0,1%, «Протопік» мазі, УФБ-терапії. Результати лікування оцінювалися щодо толерантності терапії, швидкості регресії уражень, тривалості ремісії.

Таблиця 2. Аналіз ефективності лікування хворих з АД

Місто	Кількість пацієнтів	Швидкість регресу висипань, дні (%)		Тривалість ремісії, місяці (%)	
		10-15	25-30	3	6
Київ	60	43 (75.2%)	16 (23.9%)	55 (91.7%)	57 (95%)
Одеса	14	11(76)	3(21,4%)	13(92%)	-

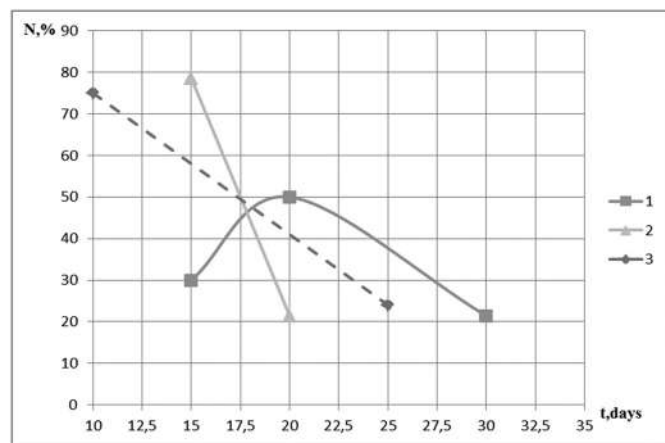


Рисунок 2. Результати лікування пацієнтів АД

Серед основної групи хронічних хворих АД спостерігалось 75,2% випадків регресу уражень протягом 10 днів, 23,9% хворих - протягом 25 днів.

Тривалість ремісії спостерігалась протягом трьох місяців у 55 (91,7%) пацієнтів.

Через 6 місяців, 42 (70%) пацієнти не прийшли на огляд. Було розглянуто 18 (30%) хворих, з яких 15 виявилися здоровими. Таким чином, можна припустити, що немає рецидиву протягом 6 місяців в 57 (95%) випадках.

Результати нової комбінованої терапії в лікарні №2 м. Києва та в Одесі [3] представлені, відповідно, прямими 2 та 3 на рисунку 2 і в таблиці 2. Крива 1 відображає результати лікування традиційним методом.

Застосування нової терапії в досліджуваній групі значно прискорило епітелізацію ерозій і тріщин, зниження активності запалення, сухість шкіри, гіперкератоз в ураженнях шкіри. У разі комбінованої терапії тривалість ремісії атопічного дерматиту рук збільшилася до 6 місяців.

Класифікацію пацієнтів відповідно до їх фізичних станів проводили на нейронних мережах в середовищі MATLAB. Були використані два типи імовірнісних нейронних мереж. Насправді, мережа навчається для оцінки функції щільності ймовірності. Згідно байєсівської статистики для мінімізації помилок вибирається модель з найбільшою щільністю ймовірностей. Результати експерименту для пацієнтів 1-ї групи наведені в таблиці 3.

Таблиця 3. Результати нечіткої класифікації для пацієнтів 1-ї групи

Тип нейромережі	Точність класифікації, %	Час навчання, секунди
	Два класи	
RBF- мережа (PNN)	91.34	2
RBF мережа (NEWRBE)	83.65	2

Отримані дані для підтвердження діагнозу у пацієнтів з дерматитом показали найвищу ступінь точності 91,34% при використанні імовірнісної RBF-мережі (PNN) мереж в порівнянні з нейронними мережами з радіальними базисними елементами і з урахуванням нульової похибки (NEWRBE).

ВИСНОВКИ

Використання теорії нечіткої логіки з підготовкою нечіткого виводу на реальних даних удосконалило медичне діагностування дерматозів.

Нечіткий метод класифікаційної стратегії лікування покращив діагностику. Застосування нейронних мереж для обчислення параметрів моделі дозволило підвищити точність визначення діагнозу.

Результати лікування з використанням нової комбінованої терапії показали добру переносимість лікування та безпеку запропонованого методу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Савчук О.В. Інтелектуальний аналіз діагностичної інформації складних технічних комплексів/ Савчук О.В., Кривенко К.С. // Інтелектуальний аналіз інформації ІАІ-2014 / Зб. праць. – К.: Просвіта, 2014. – С.172-177.
2. Теленик С.Ф. Нечітке оцінювання в задачах управління рівнем обслуговування/ Теленик С.Ф., Ролік О.І., Ясочка М.В., Моргалі О.М.// Наукові записки УНДІЗ, 2011. - №2(18). - С.24-43.
3. Запольський М.Е. Ураження шкіри кистей і стоп при гострих і хронічних дерматозах. Терапевтичні можливості на сучасному етапі/ Запольський М.Е., Лебедюк М.М., Фролова А.І., Квітко Л.П., Нерубашенко С.В.// Український журнал дерматології, венерології, косметології, 2015.- № 3. - С. 101-108.

Оценка снижения времени выполнения тестовых программ при применении автоматической оптимизации на основе полиэдральной модели на Raspberry Pi 3

Чемерис Александр

канд. техн. наук, ИПМЭ им. Г. Е. Пухова НАН Украины
Киев, Украина

Сушко Сергей

аспирант, ИПМЭ им. Г. Е. Пухова НАН Украины
Киев, Украина

Для оптимизации вычислительных циклов используют различные методы на основе представления итерационного пространства цикла в виде многогранника – так называемая полиэдральная модель. Такая модель позволяет представить произвольный вычислительный цикл в виде абстрактного математического описания. Полиэдральная модель может быть получена из исходного кода, изменена и преобразована обратно в исходный код. Статья содержит результаты автоматической оптимизации тестовых приложений на Raspberry Pi 3.

Ключевые слова: автоматическая оптимизация программного обеспечения, полиэдральная модель, Pluto, Raspberry Pi 3

Оптимизация программного обеспечения является актуальной задачей разработки программно-аппаратных комплексов. Оптимизированное программное обеспечение потребляет меньше ресурсов для выполнения задачи и/или выполняется быстрее.

Подходы по оптимизации могут значительно отличаться на различных аппаратных платформах. Ручная оптимизация зависит в значительной мере от квалификации разработчика. Все это приводит к тому, что достаточно большое количество программного обеспечения не оптимизировано в должной мере. Это, в свою очередь, ведет к увеличению времени выполнения и энергопотребления как на уровне конкретного использования программного пакета, так и в глобальном масштабе.

Для широкого класса задач большее время выполнения занимают относительно небольшие участки кода - вычислительные циклы. Основная часть времени алгоритмов расходуется именно в них. При этом, чем больше количество вложенностей циклов, тем больше вклад в общее время выполнения. Таким образом, основные усилия по оптимизации программного обеспечения рационально прилагать именно к циклам. Такой подход позволяет значительно сократить участок применения оптимизации и, в то же время, добиться существенных результатов.

Чтобы представить вычислительные циклы в качестве абстракции, пригодной для дальнейшего анализа и обработки, используют полиэдральную модель. Полиэдральная модель является математическим базисом для представления вычислительных циклов произвольной вложенности и может быть использована для оптимизации программ. Полиэдральная модель трактует каждую итерацию внутри цикла как точку решетки внутри геометрических объектов, и использует различные аффинные преобразования, а затем преобразовывает вновь полученные многогранники обратно в эквивалентный оптимизированный исходный код, проходя последовательно по всем узлам многогранника.

Полиэдральная модель обеспечивает абстракцию на уровне описания вложенных вычислительных циклов и позволяет не только изменять представление циклов на уровне узлов внутри многогранника, но и изменять саму топологию многогранника, добавлять или сокращать, при необходимости, размерности многогранников, добиваясь определенных целей, например, повышения локальности данных.

На данном этапе полиэдральная модель получила значительный исследовательский и практический интерес и используется как основа для методов представления, модификации и обратной генерации кода. Совсем недавно появились автоматические средства оптимизации, использующие полиэдральную модель как математическую основу для трансформации кода. Для исследования влияния оптимизации кода на параметры исполняемой программы было проведено ряд экспериментов, описанных ниже. Эксперименты ориентированы на повышение эффективного использования многоядерных встроженных систем. Поэтому в качестве вычислительной системы анализировался промышленный компьютер на основе Raspberry Pi 3.

Для проверки работы оптимизатора вычислительных циклов был выбран пакет Pluto версии 11.4. Этот пакет позволяет использовать стандартную опцию разбиения цикла на блоки с целью повышения локальности данных (tile), а также более усовершенствованные подходы, а именно: повторное разбиение на блоки (tile a second time) (l2tile), полноразмерный одновременный старт разбиения на блоки (enables full-dimensional concurrent start) (diamond-tile), использование всех уровней параллелизма (extract all degrees of parallelism) (multipar), использование исключительно внутреннего параллелизма (choose pure inner parallelism over pipelined/wavefront parallelism) (innerpar). В том числе доступна опция автоматического распараллеливания по ядрам (parallel). Возможность распараллеливания использует стандартную библиотеку OpenMP. Распараллелива-

ние может быть использовано совместно с разбиением цикла на блоки.

Аппаратная платформа представляет собой компьютер Raspberry Pi 3 version B. Четырехядерный центральный процессор Broadcom BCM2837 64bit основан на ядре ARMv8 и работает с максимальной частотой 1.2 ГГц. Измерения проводились в операционной системе Ubuntu Mate 16.04 32bit.

В качестве тестовых примеров для проверки оптимизации использовался сборник вычислительных алгоритмов Polybench. Пакет Polybench позволяет варьировать размерности используемых входных данных с целью различного времени выполнения программ. В данном исследовании использовались такие же размерности входных данных, как и ранее на платформе x64.

Исходные коды сначала компилировались компилятором gcc, затем производилось измерение времени выполнения по пяти запускам и полученное среднее время принималось за базовое. Для проверки эффективности оптимизации циклов те же исходные коды обрабатывались средством автоматической оптимизации Pluto с различными методами оптимизаций, которые задавались как опции программы. Далее, полученные оптимизированные коды также компилировались и также выполнялись пять раз с целью усреднения результатов. В эксперименте были проверены 8 различных опций оптимизации циклов и оригинальная версия без оптимизаций.

Для наглядности ускорения времени работы на таблице ниже приведены данные относительного ускорения по сравнению с оригинальной версией каждого алгоритма.

ТАБЛИЦА 1 — ОТНОСИТЕЛЬНОЕ УСКОРЕНИЕ ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПТИМИЗИРОВАННЫХ АЛГОРИТМОВ, РАЗЫ

<i>Test</i>	<i>Tile</i>	<i>Tile Parallel</i>	<i>Tile L2Tile Parallel</i>	<i>Innerpar</i>	<i>Innerpar Tile Parallel</i>	<i>Tile Multipar Parallel</i>	<i>Diamond-tile</i>	<i>Diamond-tile Parallel</i>
correlation	1.71	3.44	1.80	1.96	3.57	2.30	1.95	3.62
covariance	1.81	3.71	1.72	1.83	3.74	2.26	1.75	3.78
gemm	1.09	2.15	2.14	1.03	2.15	1.69	1.02	2.22
gemver	3.56	7.14	7.78	3.75	7.40	4.67	2.76	7.45
gesummv	1.05	2.45	2.16	1.20	2.47	1.34	1.02	2.75
symm	1.02	0.99	1.07	1.03	1.07	1.01	1.04	0.98
syr2k	2.05	5.53	1.58	1.86	5.03	2.84	1.95	5.62
syrk	1.26	2.36	0.85	1.26	2.33	1.19	1.17	2.29
trmm	1.28	4.49	1.25	1.43	4.52	2.30	1.28	5.41
2mm	1.11	2.44	0.89	0.90	2.44	1.65	1.09	2.48
3mm	1.16	2.39	0.85	1.00	2.40	1.67	1.16	2.42
atax	0.64	1.41	1.46	0.97	1.42	1.04	0.64	1.46
bicg	0.66	1.47	1.46	1.02	1.48	1.01	0.66	1.51
doitgen	1.15	1.72	0.74	1.28	1.72	1.31	1.08	1.74
mvt	1.33	4.13	4.14	0.84	4.13	2.21	1.29	4.21
cholesky	0.88	1.95	0.77	0.90	2.25	1.26	0.95	2.08
durbin	0.98	0.98	1.01	1.07	0.98	1.00	1.01	0.99
gramschmidt	1.28	2.69	1.05	1.00	2.66	1.74	1.25	2.69
lu	1.76	4.49	1.82	1.84	4.62	2.78	1.65	3.95
ludcmp	1.11	1.10	1.05	1.04	1.16	1.03	1.04	1.05
trisolv	0.86	1.18	1.83	1.01	2.32	0.88	0.86	1.21
deriche	0.98	1.05	0.96	1.01	1.01	0.95	0.98	1.02
floyd-warshall	0.62	0.89	0.39	1.01	1.02	0.59	0.63	0.90
nussinov	1.03	3.13	1.12	1.00	2.51	1.85	1.01	2.96
fdtd-2d	1.16	2.24	0.98	1.11	3.28	1.77		
heat-3d	0.96	0.95		1.07	1.85	1.09		
jacobi-2d	1.04	1.73		0.99	2.60	1.56	1.04	
seidel-2d	0.99	2.05		0.99	2.72	1.52	1.02	2.06

Для лучшей визуальной оценки результаты относительного ускорения времени выполнения тестовых приложений представлены на диаграммах ниже.

Рассматривая полученные результаты времени выполнения оптимизированных алгоритмов, можно сделать такие выводы для однопоточных оптимизаций:

- однопоточное классическое разбиение на блоки (tile) ускоряет время выполнения алгоритмов в 15 случаях, без

существенных изменений в 8 случаях и в 5 случаях замедляет время выполнения;

- однопоточное использование исключительно внутреннего параллелизма (innerpar) ускоряет время выполнения алгоритмов в 12 случаях, без существенных изменений в 13 случаях и в 3 случаях замедляет время выполнения;

- однопоточное использование исключительно внутреннего полноразмерного одновременного старта разби-

ения на блоки (diamond-tile) ускоряет время выполнения алгоритмов в 10 случаях, без существенных изменений в 10 случаях и в 4 случаях замедляет время выполнения.

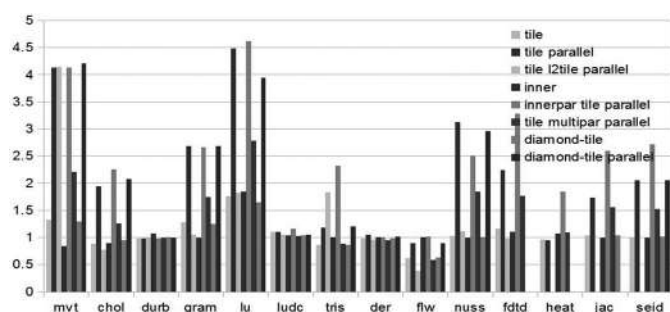


Рис. 1 — график ускорения времени работы алгоритмов в зависимости от использованной оптимизации

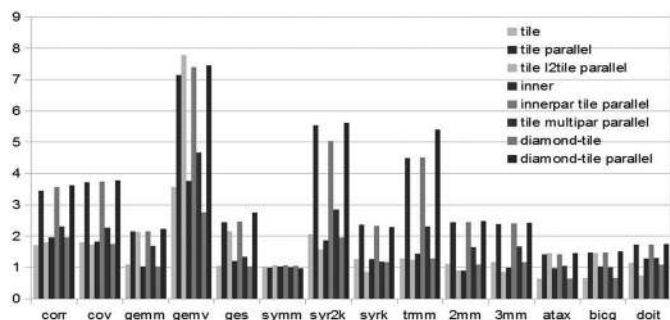


Рисунок 2 — график ускорения времени работы алгоритмов в зависимости от использованной оптимизации (продолжение)

Принимая во внимание вышесказанное, следует отметить, что ни одна из однопоточных реализаций метода разбиения на блоки не гарантирует ускорения работы программы и даже может приводить к замедлению времени работы алгоритма на используемой аппаратной платформе.

ВЫВОДЫ

Анализируя результаты времени выполнения для многопоточных версий, использующих различные методы разбиения в своём составе, следует отметить отсутствие однозначного ответа на вопрос об ускорении относительно однопоточной версии. Снижение производительности происходит приблизительно в 4% случаев и не составляет более 8% снижения результата. В то же время в большинстве случаев (приблизительно 84%) включение многопоточности приводит к существенному ускорению времени работы. Максимальный прирост от совместного использования метода разбиения на блоки и многопоточности составляет 7.78 раза.

Отдельно следует отметить использование опции l2tile, которая дважды производит разбиение на блоки совместно с распараллеливанием. Как показали результаты измерений, именно в этом наборе опций наиболее часто происходит замедление времени выполнения тестовых алгоритмов. Из этого можно сделать вывод, что повторное разбиение на блоки в вычислительных системах на основе ядра процессора ARMv8 нецелесообразно в связи с его архитектурными особенностями.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. *Uday Bondhugula*. Effective Automatic Parallelization and Locality Optimization Using The Polyhedral model : дис. канд. / Uday Bondhugula. - The Ohio State University, 2010. - 193 с.
2. *XUE J.* Loop Tiling for Parallelism / JINGLING XUE. – Sydney, NSW 2052, Australia: Springer Science+Business Media New York, 2000. – (Kluwer international series in engineering and computer science ; SECS 575).
3. *C’edric Bastoul*. Code generation in the polyhedral model is easier than you think. In IEEE International Conference on Parallel Architectures and Compilation Techniques, pages 7–16, September 2004.
4. *Pouchet L.* PolyBench/C the Polyhedral Benchmark suite [Электронный ресурс] / Louis-Noël Pouchet – Режим доступа до ресурсу: <http://web.cse.ohio-state.edu/~pouchet/software/polybench/#description>.
5. Summer InfoCom 2016: Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 1-3 червня 2016 р. - К.: Вид-во «Інжиніринг», 2016. - 116 с. ISBN 978-966-2344-50-9 ст. 74-76.)

Технологія оцінювання параметрів викидів зі стаціонарних джерел за даними оперативного моніторингу

В. Б. Мокін
д.т.н., професор, ВНТУ
Україна, Вінниця

Дзюняк Дмитро
аспірант, ВНТУ
Україна, Вінниця

Запропоновано технологію дистанційного оцінювання параметрів викидів зі стаціонарних джерел за допомогою сучасних засобів експрес-моніторингу та БПЛА, оснований на методі зворотної задачі розсіювання.

Ключові слова: забруднення повітря, моніторинг, БПЛА, зворотна задача розсіювання.

ВСТУП

Забруднення атмосферного повітря є однією з найсерйозніших екологічних проблем багатьох міст світу. Особливу увагу заслуговують неконтрольовані викиди стаціонарних джерел у атмосферного повітря. Особливо помітним це є у великих промислових містах, таких як Кривий Ріг, Маріуполь, Дніпропетровськ та ін. Державі установи приділяють все менше і менше уваги контролю за дотриманням норм у сфері охорони навколишнього природного середовища. Через такий стан системи моніторингу довкілля, а також зростання рівня громадської екологічної свідомості, на передній план виходять громадські об'єднання, що власними силами за рахунок застосування передових комп'ютерних технологій та засобів проводять екологічний контроль стану цього довкілля, передусім, стану атмосферного повітря.

Останнім часом досить великої популярності у світі набувають безпілотні літальні апарати (квадрокоптери, безпілотні моноплани тощо). На них, окрім іншого, можливо встановити засоби моніторингу стану атмосфери, які можуть зберігати, а також (за певних умов) надсилати у режимі «он-лайн» показники забрудненості повітря. Ці літальні засоби здатні в автоматичному режимі слідувати по заздалегідь запрограмованому маршруту (як у горизонтальній, так і у вертикальній площинах). Також досить бурхливий розвиток інформаційних технологій у сферах компактних крос-платформених модульних пристроїв, Інтернету речей, а також порівняно низька вартість даних апаратних засобів дозволяє розробити технологію для екологічного моніторингу стану атмосферного повітря.

Метою даної роботи є розробка технології оцінювання параметрів викидів зі стаціонарних джерел за даними оперативного моніторингу, що, в свою чергу, потребує визначити оптимальні місця заміру якості повітря та обрати засоби проведення експрес-аналізу у приземному шарі атмосфери.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

На пострадянському просторі для розрахунку концентрацій у атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств, використовується

методика ОНД-86. Дана методологія дозволяє розрахувати максимальні значення очікуваної концентрації. Її перевагою є простота використання, однак недоліком даної методики є те, що для кожного періоду усереднювання необхідна розробка своєї моделі [2]. ОНД-86 не є динамічною моделлю, тобто не передбачає динаміку концентрацій у часі. Натомість, європейські моделі розсіювання використовують цілий ряд метеорологічних параметрів: напрям вітру, швидкість вітру, температуру повітря, інтенсивність сонячного випромінювання та ін. Добре відомий підхід до моделювання процесу розповсюдження домішок у приземному шарі атмосфери використовує емпірично-статистичний метод. Відповідні математичні моделі називаються гаусівськими [2]:

$$C(x, y, z) = \frac{QKV}{2\pi \cdot u_x \sigma_y \sigma_z} \times \exp(-0.5 \frac{y^2}{\sigma_y^2}) \quad (1)$$

де $C(x, y, z)$ – концентрація речовин, що викидаються у точці з координатами x, y, z ;

Q – викид речовин, г/с;

K – коефіцієнт перерахунку = $1 \cdot 10^6$;

V – вертикальні умови розсіювання;

σ_y, σ_z – стандартні умови розсіювання по горизонталі та вертикалі;

u_x – швидкість вітру на ефективній висоті джерела викиду, м/с.

Перевагою гаусівської методики є її порівняно висока точність [2], при використанні достатньо простих параметрів, що впливають на розсіювання домішок у атмосфері.

Враховуючи все вищесказане, для оцінювання параметрів викидів зі стаціонарних джерел за даними оперативного моніторингу пропонується використати відомі вимірювальні системи експрес-моніторингу [1], засоби їх доставки (БПЛА), знайти оптимальні точки заміру якості повітря у певному полі концентрацій та побудувати оптимальний маршрут руху БПЛА (рис. 1).

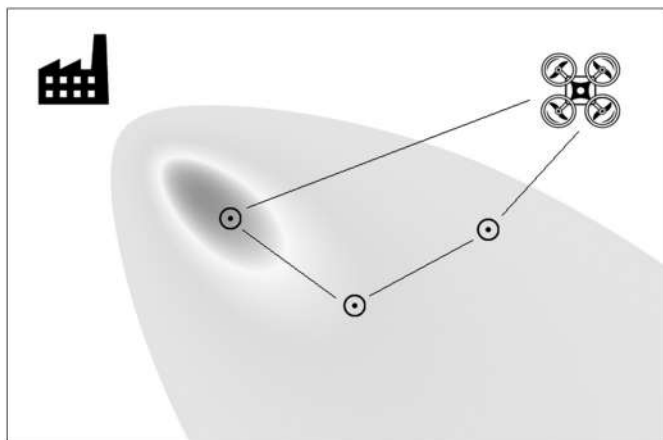


Рисунок 1 – Оптимальний маршрут руху БПЛА у полі концентрацій ЗР

Враховуючи, що такі характеристики джерел викидів, як концентрація ЗР, швидкість виходу газу із джерела викиду та температура газів, що викидаються в атмосферу, є величинами невідомими, пропонується спочатку розв'язати пряму задачу поширення забруднюючих речовин за методом розсіювання Гауса:

у програмному середовищі розробити процедури розрахунків сумарного поля концентрацій від джерел викидів забруднюючих речовин;

задати відомі параметри джерела викиду;

побудувати поле концентрацій забруднюючих речовин.

Надалі необхідно розв'язати зворотну задачу розсіювання забруднюючих речовин. Для цього позначимо пряму задачу розсіювання у такий спосіб:

$$C = F(Y, K),$$

де C – поле значень концентрацій ЗР в атмосферному повітрі навколо викиду, Y – вектор невідомих параметрів викиду, K – вектор параметрів гаусівської моделі (1), у т.ч. показники метеоумов.

Зворотна задача полягає у знаходженні вектору параметрів викиду Y за вимірними концентраціями ЗР C' в атмосферному повітрі навколо викиду:

$$Y = \varphi(C', K)$$

Для розв'язання такої зворотної задачі існують добре відомі чисельні методи.

Після цього необхідно розрахувати оптимальну траєкторію руху БПЛА. Далі проводиться вимірювання якості атмосферного повітря (сучасні технічні засоби дозволяють проводити оцінку якості повітря одночасно по декількох параметрах) у певних точках поля концентрацій навколо викиду зі стаціонарного джерела. За допомогою нечіткої бази знань [3], а також використовуючи генетичний алгоритм оптимізації [4], можливо оцінити параметри цього викиду.

У разі виявлення значного перевищення гранично допустимих для цього підприємства викидів необхідно ініціювати різні заходи, спрямовані на обмеження цих

понаднормативних викидів та за можливості проведення державної екологічної експертизи.

ВИСНОВОК

Запропонована технологія, основана на актуальному методу поширення забруднюючих речовин та нечіткій базі знань із генетичними алгоритмами оптимізації, дозволить правильно обрати місце проведення заміру стану атмосферного повітря із використанням засобів оперативного моніторингу (БПЛА) та експрес-аналізу стану повітря. Вона дозволяє визначати оптимальну траєкторію руху, що дозволить максимально точно, та із мінімальними похибками, оцінити параметри викиду стаціонарного джерела.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Мокін В. Б. Інформаційно-вимірвальна система оперативного екологічного моніторингу з використанням мобільних пристроїв / В. Б. Мокін, К. О. Бондалетов, Г. В. Горячев, Д. Ю. Дзюняк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — Вінниця. — 2015. — № 5. — С. 116-122.
2. Бойко В.В. Аналіз сучасних підходів до моделювання розповсюдження забруднюючих речовин в атмосфері [Текст] / В.В. Бойко, Л.Д. Пляцук // Сучасні технології в промисловому виробництві : матеріали Всеукраїнської міжвузівської науково-технічної конференції (Суми, 19 - 23 квітня 2010 року) / Редкол.: О.Г.Гусак, В.Г.Євтухов. - Суми : СумДУ, 2010. - Ч.ІІІ. - С. 167-168.
3. Горячев Г. В. Метод визначення стаціонарних джерел понаднормативних викидів на основі нечітких баз знань / Г. В. Горячев, О. М. Козачко, Д. Ю. Дзюняк // Екологічна безпека. – 2012. – № 2/2012. – С. 59-61
4. Мітюшкін Ю. І. Soft Computing / Ю. І. Мітюшкін, Б. І. Мокін, О. П. Ротштейн. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2002. – 145 с.

Методика проектування цифрових фільтрів з застосуванням VHDL

Сергієнко Анатолій
старший науковий співробітник, НТУУ «КПІ»
Україна, Київ

Сергієнко Анастасія
аспірант, НТУУ «КПІ»
Україна, Київ

Запропонована методика проектування цифрових фільтрів, що складається з етапів цілочисельної оптимізації коефіцієнтів фільтра, формування його структури та її моделювання. Використання мови VHDL на усіх етапах проектування дає змогу пришвидшити проектування та покращити характеристики фільтрів. Ефективність методики показана на прикладах проектування рекурсивних фільтрів без блоків множення.

Ключові слова: VHDL, ПЛІС IIR filter, allpass filter, web-application

ВСТУП

Традиційна методика розробки цифрового фільтра для реалізації у програмованій логічній інтегральній схемі (ПЛІС) полягає у виконанні наступних кроків. За допомогою певної САПР, наприклад, Matlab, шукаються коефіцієнти фільтра, які задовольняють задані обмеження амплітудо-частотної характеристики (АЧХ). Далі ці коефіцієнти перетворюються у цілочисельні або двійкові числа з округленням та перевіркою АЧХ. Коефіцієнти завантажуються у модель фільтра, яка є віртуальним модулем, що поставляється виробником ПЛІС разом з відповідною САПР або розробляється за допомогою мови VHDL чи Verilog. І нарешті, модель фільтра тестується у відповідному стенді для іспитів [1].

Недоліком такої методики є те, що необхідно використовувати окрему програму типу Matlab, яка має недешеву ліцензію. Також для кожного варіанту округлення коефіцієнтів слід перевіряти відповідність одержаної АЧХ заданій. Причому на АЧХ можуть впливати особливості структури фільтра, округлення проміжних результатів, тощо.

У доповіді пропонується використовувати мову VHDL як для пошуку коефіцієнтів, так і для опису структури фільтрів та їх випробування.

МОЖЛИВОСТІ VHDL ДЛЯ РОЗРОБКИ ЦИФРОВИХ ФІЛЬТРІВ

Мова VHDL традиційно використовується для опису структур різноманітних спеціалізованих обчислювачів та їх подальшої трансляції у прошивку ПЛІС. Але її можливості по математичній обробці даних є недооціненими. У склад бібліотеки IEEE мови VHDL входять бібліотеки констант і функцій з плаваючою комою MATH_REAL та типів і функцій обробки комплексних чисел MATH_COMPLEX. У цих бібліотеках є багато функцій, що допомагають досліджувати алгоритми цифрової обробки сигналів. Крім того на основі цих пакетів авторами були розроблені підпрограми вирішення систем лінійних рівнянь та дискретного перетворення Фур'є. Отже, можливості мови та симулятора VHDL наближаються до можливостей системи Matlab [2].

У дослідженні цифрових фільтрів, як правило, вико-

ристовується комплексна змінна $Z = e^{j\omega}$. Для її одержання у VHDL можна застосувати функцію:

```
function Z(fi: real) return COMPLEX_POLAR is begin
    return exp(COMPLEX_TO_POLAR(MATH_CBASE_J) * fi);
end Z;
```

Тепер можна описати передаточну функцію, наприклад, фільтра нижніх частот на базі фазового фільтра

$$H(Z) = 1 + \frac{a + bZ^{-1} + Z^{-2}}{1 + bZ^{-1} + aZ^{-2}}; \quad (1)$$

за допомогою функції:

```
function LPF(a, b, fi: real) return COMPLEX_POLAR is begin
    return 1 + (COMPLEX_TO_POLAR(COMPLEX'(a,0.0)) + b*Z(-1.0*fi) + Z(-2.0*fi)) / (COMPLEX_TO_POLAR(COMPLEX'(1.0,0.0)) + b*Z(-1.0*fi) + a*Z(-2.0*fi));
end LPF;
```

Далі коефіцієнти a і b можуть бути розраховані за допомогою відношень [3]:

$$a = \frac{1 - \text{tg} \Delta f}{1 + \text{tg} \Delta f}; b = -\cos f_c \cdot (1 + a),$$

де Δf – ширина перехідної смуги, рад., f_c – частота зрізу, рад.

Округленні цілочисельні значення коефіцієнтів уточнюються за допомогою їх перебору у деяких околах a і b . При цьому коефіцієнти підбираються так, щоб передаточна функція (1) мала оптимальну форму АЧХ. Обчислити передаточну функцію у ряді частотних точок, тобто, побудувати АЧХ, можна за допомогою наступного оператора процесу:

```
process(CLK)
    variable p, phas: real := 0.0;
    variable Hz: COMPLEX_POLAR;
begin
    a <= 1.5; b <= 0.64; -- параметри фільтру
    if clk='1' and clk'event then
```

```

phas := phas + 0.001;    -- лічильник фази
(частоти)
p := phas * MATH_PI * 2.0;    -- нор-
мована фаза
ph <= phas;    -- сигнал частоти на
графік
end if;
Hz := LPF(a, b, p);    -- результуюча H(z)
Mag <= abs(Hz);    -- амплітуда H(z)
Phase <= Hz.ARG;    -- фаза H(z)
Logm <= 20.0*log10(abs(Hz)); -- амплітуда H(z) у
децибелах
end process;

```

При виконанні цього процесу за тисячу тактів синхро-сигналу на екрані VHDL-симулятора побудуються графіки амплітуди у лінійному та логарифмічному масштабах та фази передаточної функції $H(Z)$ [4].

Одержані коефіцієнти фільтра вставляються у модель фільтра, що реалізується. Ця модель може бути протестована за допомогою стенду для іспитів, який запропоновано у [5]. При цьому на входи двох екземплярів фільтра (рис. 1) подаються квадратурні складові аналітичного синусного сигналу, частота якого змінюється за лінійним законом. Як результат моделювання, одержуються графіки оброблених вихідних сигналів у вигляді амплітуди та фази передаточної функції.

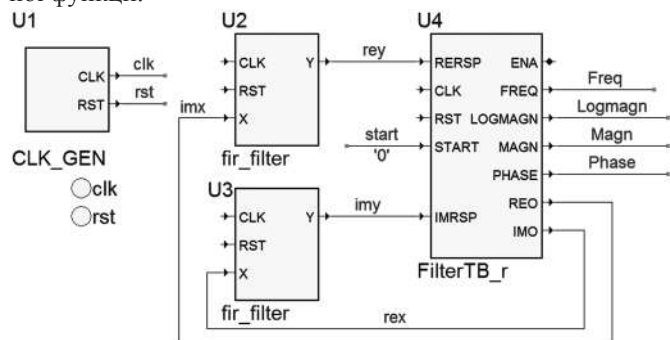


Рис. 1. Стенд для вимірювання передаточної функції фільтра

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ РЕЗУЛЬТАТИ

Методика розробки цифрових фільтрів з використанням VHDL була спробована при розробці різних цифрових фільтрів, що реалізуються у ПЛІС. Як приклад, була розроблена велика множина рекурсивних фільтрів без блоків множення. Для такого фільтра використовувались передаточні функції на основі функції (1) та коефіцієнти, що представляються у знаковій квазіканонічній двійковій системі з числом ненульових розрядів не більше трьох. Пошук таких коефіцієнтів виконувався шляхом перебору можливих коефіцієнтів, запуску оператора процесу, що описаний вище та перевірки виходу точок АЧХ за встановлені межі у спеціальній програмі на VHDL.

Одержана множина коефіцієнтів ефективних фільтрів з графіками їхніх передаточних функцій була внесена у базу даних, на основі якої було створено web-застосунок для генерування моделей цифрових фільтрів, описаних мовою VHDL [6]. Рекурсивні фільтри, що генеруються, мають невеликі апаратні витрати (80–300 логічних таблиць без

боків множення), задовільну передаточну характеристику (рівень придушення – більше 30 дБ, крутизна у перехідній смузі – до 300 дБ/октава) і високу частоту дискретизації сигналів, що обробляються (до 250 – 1000 МГц) при їх реалізації у сучасних ПЛІС.

ВИСНОВКИ

Мова VHDL дає змогу розробляти цифрові фільтри, не виходячи за межі редактора і симулятора. При цьому можливості швидкого моделювання складних оптимізаційних процесів забезпечують ефективний пошук оптимальних структурних рішень. На відміну від використання таких поширених засобів проектування, як Matlab, стимулятор VHDL забезпечує перевірку функціонування фільтра, що проектується, з урахуванням як фіксованої розрядності коефіцієнтів і даних, так і способу виконання арифметичних операцій та інших особливостей його реалізації у ПЛІС.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Khan S. A. Digital Design of Signal Processing Systems. A Practical Approach. — UK: JohnWiley&Sons, 2011. — 586 P.
2. Сергиєнко А.М. VHDL против Matlab'a // Arge&Argv. Программирование / информационные технологии / стандарты, 2005. — Т. 58. — № 1. — С. 40-46.
3. Vaidyanathan P. P. The Digital All-Pass Filter: A Versatile Signal Processing Building Block / P. Regalia, S.K. Mitra, P.P. Vaidyanathan // Proc. IEEE. —1988. — V.76. — №1. — P. 19–37.
4. Sergiyenko A. IIR filter analysis using VHDL. Allpass, multiple delay, and masking filters [electronic resource] / A. Sergiyenko / — Kiev: NTUU “KPI”, 2012. — Available at: http://kanyevsky.kpi.ua/fpgadesign/dsp_rab2eng.html.
5. Sergiyenko A. Testbench for the filter testing [electronic resource] / A. Sergiyenko / — Kiev: NTUU “KPI”, 2012. — Available at: http://kanyevsky.kpi.ua/useful_core/testbench_for_filter.html.
6. Сергиєнко А. М. Генератор рекурсивних фільтрів без блоків множення [електронний ресурс] / А. М. Сергиєнко, А. А. Сергиєнко / НТУУ “КПІ”, 2016. — Режим доступу: http://kanyevsky.kpi.ua/GEN_MODUL/APgen/FiltergenAP_ukr.php

Стиснення зображень з широким динамічним діапазоном у реальному часі

Сергієнко Анатолій
с. н. с., НТУУ «КПІ»
Україна, Київ

Лепеха Володимир
н. с., НТУУ «КПІ»
Україна, Київ

Симоненко Андрій
асистент, НТУУ «КПІ»
Україна, Київ

Розглянуто питання побудови системи обробки зображень з широким динамічним діапазоном (HDR). Запропоновано модифікацію алгоритму стиснення HDR-зображення на основі методу Retinex, яка полягає в заміні білатерального фільтра на адаптивний фільтр, що зберігає краї зображення на основі детектора Гарріса-Лапласа і бібліотеки фільтрів Гауса.

Ключові слова: динамічний діапазон, обробка зображення, ПЛІС, білатеральний фільтр.

ВСТУП

Останнім часом все частіше застосовуються відеосенсори з широким динамічним діапазоном (high dynamic range — HDR). Якщо у звичайному сенсорі кожен колір пікселю кантується восьмирозрядним кодом, то у HDR-сенсорі ця розрядність досягає двадцяти та більше. Завдяки цьому, такі сенсори ефективно використовувати у автомобільних системах, системах відеонагляду та ін. через те, що вони добре сприймають інформацію у важких умовах освітлення. Але при використанні HDR-сенсора необхідно вирішувати проблему стиснення динамічного діапазону сигналу до восьми розрядів без втрат розбірливості зображення кадру як на освітлених, так і на затемнених ділянках.

Цю проблему часто вирішують, використовуючи теоретичну модель освітлення сцени Retinex, згідно з якою яскравість піксела вхідного зображення з координатами (x, y) є добутком

$$I(x, y) = L(x, y) \cdot R(x, y)$$

освітлення $L(x, y)$ і віддзеркаленої яскравості $R(x, y)$ об'єкта [1]. Згідно з методом Retinex, зображення $I(x, y)$ певним чином розкладають на складові $L(x, y)$ та $R(x, y)$, причому $L(x, y)$ обробляють зі стисненням динамічного діапазону, а $R(x, y)$ — з покращенням контрасту. Оброблені складові зображення перемножують, одержуючи результуюче зображення $I'(x, y)$.

Компоненти освітлення добуваються за допомогою функції визначення освітленості $F(I)$, так що

$$L(x, y) = F(I), \quad R(x, y) = I(x, y) / F(I),$$

$$L'(x, y) = \Gamma(L(x, y)), \quad R'(x, y) = \beta(R(x, y)),$$

$$I'(x, y) = L'(x, y) \cdot R'(x, y).$$

Досвід багатьох авторів, наприклад, в роботі [2], показав, що ефективними функціями для стиснення та покращення контрасту є

$$\Gamma(y) = K_{M_0} (y / K_M)^{\gamma(1+y/K_M)}; \beta(y) = (1 + e^{-b \log y})^{-1} + 0,5, \quad (1)$$

де K_M , K_{M_0} — динамічні діапазони представлення вхідного та вихідного сигналів, відповідно, що визначаються розрядністю пікселів, γ , b — коефіцієнти, що підбираються вручну.

Функція освітленості $F(I)$ у простому випадку є функцією двовимірного фільтра нижніх частот (ФНЧ). Але при

цьому у результируючому зображенні з'являються артефакти у вигляді гало навколо границь об'єктів. Щоб це запобігти, функція $F(I)$ повинна зберігати краї зображення. Найбільш досконалою функцією $F(I)$ вважається функція білатерального фільтра, ФНЧ-ядро якого адаптивно змінюється в залежності від характеру зображення. Такий фільтр обчислюється за формулою:

$$F(I(x_0, y_0)) = \frac{\sum_{\Omega} W_{\Omega} \cdot I(x, y) \cdot f(I(x, y) - I(x_0, y_0))}{\sum_{\Omega} f(I(x, y) - I(x_0, y_0))}, \quad (2)$$

де Ω — окіл піксела з координатами (x_0, y_0) , $(x, y) \in \Omega, W_{\Omega}$ — ядро, тобто, імпульсна реакція двовимірного ФНЧ, f — функція, яка досягає максимуму, якщо різниця яскравостей пікселів в околі і його центрального піксела є мінімальною, вираз у знаменнику є нормуючою функцією. Найчастіше W_{Ω} і f — гаусові функції, а окіл має діаметр п'ять і більше пікселів [3]. Дія білатерального фільтра є така, що якщо зображення незначно змінюється в околі, то воно згладжується, а якщо є різкі переходи яскравості, то для них згладжування не виконується, бо відповідні відліки ядра W_{Ω} помножуються на близькі до нуля значення функції f .

Білатеральний фільтр (2) є важким у обчисленнях, особливо якщо обробляється зображення з великим динамічним діапазоном. У даній роботі пропонується замість фільтра (2) застосовувати адаптивний фільтр, що зберігає краї зображення. Завдяки цьому, спрощується та прискорюється обробка HDR-зображення.

АДАПТИВНИЙ ФІЛЬТР ДЛЯ HDR-ЗОБРАЖЕННЯ

Пропонується замість фільтра (2) застосовувати адаптивний фільтр, що зберігає краї зображення. Такий фільтр складається з аналізатора зображення і регульованого двовимірного ФНЧ.

Як аналізатор зображення використовується детектор Гарріса-Лапласа [4]. На основі його вихідного сигналу — власного вектора автокореляційної матриці — приймається рішення, до якого типу належить зображення в околі Ω , а саме, до рівномірного поля, вертикальної, горизонтальної, похилої лінії чи точки, а також оцінюється його рівень чіткості. При цьому власні значення апроксимуються числами на виходах трьох лапласівських фільтрів, двоє з яких

налаштовані на зміни в зображенні по горизонталі та вертикалі. Результат роботи аналізатора показано на рис. 1.

В залежності від типу детектованого зображення та його характеру, як наприклад, оцінки ширини лінії, її нахилу, з таблиці ядер вибирається відповідне ядро w_n , за допомогою якого фільтрується зображення з одержанням освітленості $F(I)$. Наприклад, рівномірне поле фільтрується ядром ФНЧ, а лінія — гаусовим фільтром, який «стиснуто», щоб зображення імпульсної реакції нагадувало еліпс. Причому усі ядра w_n є заздалегідь нормованими. Як результат, складність обчислення функції освітленості $F(I)$ є значно меншою, ніж при використанні білатерального фільтра (2).

Функції (1), які виконують стиснення динамічного діапазону та підвищення контрастності, реалізовані за допомогою кусочно-лінійної інтерполяції.

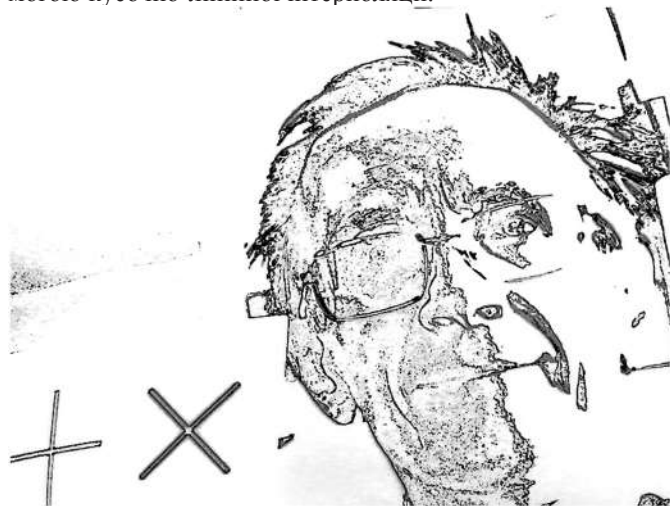


Рис. 1. Приклад кадру на виході аналізатора зображення

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ЗРАЗОК

Для обробки зображення зі стисненням було використано систему розробки застосунків для HDR-відеокамер HDR-60 на основі ПЛІС ECP3-70 фірми Lattice. Як відеодатчик, використовується мікросхема Artina MT9M024, яка видає HDR-зображення розміром 720×1280 з частотою 60 кадрів за сек. з динамічним діапазоном 120 дб.

Для обробки зображення розроблені модулі для відтворення кольорового зображення, медіанної фільтрації, перетворення кольорів, побудови гістограми розподілення яскравості та інші.

Використання модуля стиснення зображень з широким динамічним діапазоном у реальному часі дає змогу застосувати таку систему, наприклад, для відеонагляду. Причому, завдяки стисненню за алгоритмом, який зберігає краї зображення, така система малочутлива до засвіток, фільтрує шуми і чітко відображає предмети.

ВИСНОВКИ

Запропоновано модифікацію алгоритму стиснення HDR-зображення на основі методу Retinex. Модифікація полягає в заміні білатерального фільтра для обчислення освітленості на адаптивний фільтр, що зберігає краї зображення на основі детектора Гарріса-Лапласа і бібліотеки

фільтрів Гауса, що набагато зменшує складність стиснення і дає змогу обробляти відеосигнал у реальному часі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. McCann J. J. Lightness and retinex theory / E. H. Land, J. J. McCann // *Journal of the Optical Society of America*, 1971. — V. 61. — No. 1. — P. 1 - 11.
2. Saponara S. Application-Specific Instruction-Set Processor for Retinex-Like Image and Video Processing / S. Saponara, L. Fanucci, S. Marsi, G. Ramponi, D. Kammler, E. M. Witte // *IEEE Trans. On CAS — II: Express Briefs*. — V.54, — No.7, 2007. — P. 596-600.
3. Paris S. Bilateral Filtering: Theory and Applications / S. Paris, P. Kornprobst, J. Tumblin and F. Durand // *Foundations and Trends in Computer Graphics and Vision*, 2008. — V. 4. — No. 1. — 1–73.
4. Hassaballah M. Image Features Detection, Description and Matching / M. Hassaballah, A. A. Abdelmgeid, H.A. Alshazly / In: *Image Feature Detectors and Descriptors. Foundations and Applications*. A. I. Awad, M. Hassaballah, Ed-s. — Springer, 2016. — P. 11 - 46.

ABSTRACTS

ІНФОКОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

pp: 13 – 15

Augmented reality technology usage for mobile application prototype creation

Samotyy V.V.

prof. 1. Department of Automation and Information Technology, Cracow University of Technology Tadeusz Kościuszko

2. Department of Information Security Management, Lviv State University of Life Safety
Poland, Cracow; Ukraine, Lviv.

Dzelendzyak U.Y.

Docent of The Department of Computerized Automatics Systems, Lviv Polytechnic National University
Poland, Cracow; Ukraine, Lviv.

The mobile application prototype using augmented reality technology has been developed. It can identify markers, apply it in to 3D objects and display information about the measured object.

Key words: augmented reality, computer vision, video stream, marker.

pp: 16 – 18

Methods of analysis and data processing for function module «Medical examinations» of integrated system - «Hospital Management Information System»

Nazirova T.A.

graduate student, O.M.Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Software Engineer Northern GOK,
Krivoy Rog.
Ukraine, Krivoy Rog

Kostenko O.B.

associate professor, O.M.Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv
Ukraine, Kharkiv

The thesis of the report presents the basic strategies of analysis and information processing for standard medical examinations. The composite charts for information management are proposed and database project for data recording and analysis of the medical examinations organization and conducting are developed.

Keywords: medical examination, data processing, information technology, information support, data base, composite chart, integrated system.

pp: 19 – 20

Using ontologies to solve information security problems

A. Shumliaiev
student of Kherson National
Technical University
Ukraine, Kherson

V. Sadovskiy
student of Kherson National
Technical University
Ukraine, Kherson

S. Drakin
student of Kherson National
Technical University
Ukraine, Kherson

S. Strizhakov
student of Kherson National
Technical University
Ukraine, Kherson

The article describes the basic information security issues and solutions through the use of ontologies and ontology systems.

Keywords: ontology, ontology systems, informational security, consolidated information.

pp: 21 – 22

Geoinformation technology based on aerial monitoring, controlled ground machinery usage and digital imaging

Kurochkin V. M.
National Aviation University
Ukraine, Kyiv

Suggested new geoinformation technology based on combination of aerial monitoring with UAV's and agriculture machinery equipped with geolocation devices for aerial data processing and decision support in agriculture, that rely on mathematic-analytic apparatus of digital imaging and cluster analysis of digital images of sown areas.

Keywords: Digital imaging, cluster analysis, informational technology, GIS, UAV, agriculture.

pp: 23 – 25

The Uncertainty of Geospatial Data in the Dynamic Geographic Information System

Zarytskyi O.V.
graduate student, O.M.Beketov National University of Urban
Economy in Kharkiv
Ukraine, Kharkiv

Kostenko O.B.
associate professor, O.M.Beketov National University of
Urban Economy in Kharkiv
Ukraine, Kharkiv

The article highlights the issue of uncertainty and duplication of data in information systems. It is given the experience of Ukrainian scientists about system building of GDB. In this article it is given the analytical review of the set of tools for geospatial data processing. Much attention is given to the mechanisms of automation process identifying of missing data. It is proposed spatial analysis model. Attention is drawn to the multiple-level and inclusivity of dynamic GIS.

Keywords: GIS, Zoning, cadastre, GDB, models, spatial analysis, automation.

pp: 26 – 27

Potential advantages of redundant codes using over satellite channels

Dmytro Makoivets

ACTS NTUU “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”
Ukraine, Kyiv

Vadim Poltorak

ACTS NTUU “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”
Ukraine, Kyiv

Argumentation the possibility of usage cascade codes for transmitting multimedia data via channels with low signal to noise ratio. The potential of usage cascade codes in satellite data transmission systems.

Keywords: Forward error correction, cascade codes, Hamming code, turbo-codes, signal to noise ratio

pp: 28 – 29

Increasing security of controlling mobile object using steganographic data concealment

Danchul Volodymyr

ACTS NTUU “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”
Ukraine, Kyiv

Vadym Poltorak

ACTS NTUU “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”
Ukraine, Kyiv

A problem of controlling mobile objects via the insecure channels was examined. Main threats were discussed. A way to improve security while using steganographic concealment of topological information in the digital map was suggested. A method of protection topological data with steganography was provided.

Keywords: Mobile object, steganography, information security.

pp: 30 – 32

Information technology implementation tools for modeling fractal, heterogeneous reservoir systems

Polozhaenko Sergii

Head of Department «Computerized management system»
Odessa National Polytechnic University
Ukraine, Odessa

Vitaliy Savich

postgraduate student of Department «Computerized
management system»
Odessa National Polytechnic University
Ukraine, Odessa

The structure of information technology implementation of mathematical modelling of fractal heterogeneous reservoir systems. The basic tasks of information and the analysis of the basic requirements to information technology, focused on solving problems of mathematical modelling. Goal of the work is to create an effective tool in the form of information technology presenting the results of mathematical modelling, providing rational ways of processing large amounts of data, including in the form of graphics images.

Keywords: information technology, fractal structures, heterogeneous reservoir systems, mathematical modeling, mathematical model

СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

pp: 35 – 37

Methods and models of automation control by statistically measuring information complex in parameter estimation of observed processes

Igor Grishin
professor, Kuban State Technological University
Russia, Krasnodar

Rena Timirgaleeva
professor, Kuban State Technological University
Russia, Krasnodar

The work carried out formalization task of statistical measurement complex control and proved that the problem of control on based incomplete data can be reduced to an equivalent problem of control on based full data. A formalized method of solving the problem of control, which is a combination of discrete minimum principle and method of successive approximations, was introduced.

Keywords: statistical measuring system, control, maximum principle, the method of successive approximations.

pp: 38 – 40

The use of the optical stabilization for the aircraft INS performance enchancement

Dreval O
student, bachelor NTUU «KPI»
Kiev, Ukraine

Doroshenko A.
Dr.Sc. NTUU «KPI»
Kiev, Ukraine

The research goal is to review of existing algorithms of the UAV stabilization, study of the possibility of using optical systems to stabilize the aircraft in environment. The method to determine the UAV corps shift relative to the surface image by use of phase correlation analysis was proposed. Found an approach to improve the performance of the INS performance by correcting its steady offset error.

Keywords: UAV, optical stabilization, inertial navigation, image processing, phase correlation

pp: 41 – 43

Tools for dynamic modeling of information systems using Bayesian networks

Pysarenko Andrii
PhD, associate professor, National Technical University of
Ukraine “KPI”
Ukraine, Kyiv

Tyshenko Dmytro
undergraduate, National Technical University of Ukraine
“KPI”
Ukraine, Kyiv

The new tool to include Bayesian networks to dynamic models of complex systems created in the package MATLAB/Simulink were developed. This tool opens up opportunities for modeling, for example, of control systems under uncertainty using intelligent block based on Bayesian networks.

Keywords: Bayesian network, MATLAB/Simulink, simulation, S-function

pp: 44 – 45

Decentralized administration in distributed systems

Dregalo Taras
postgraduate student
Ukraine, Kiev

Valery Simonenko
professor, Sc.D
Ukraine, Kiev

Dregalo Lesya
4th year student
Ukraine, Kiev

Pedorenko Oleg
4th year student
Ukraine, Kiev

The paper deals with distributed systems. Authors have paid much attention to architecture of these systems. They have also explained all laws and paradigms that are related to computer cluster systems.

Authors have proposed a new architecture, also they have added new element to cluster systems, it is a trusted server. Trusted server need for any actions such, as add or edit node. Any action must be approved by trusted server.

Keywords: Computer cluster, control node, node, trusted server.

pp: 48 – 50

Peculiarities of algorithmic implementation of genetic algorithm to parametric optimization of control systems

Samotyy V.V.
prof. 1. Head of Department of Automation and Information Technology, Cracow University of Technology (Tadeusz Kościuszko)
2. Head of Department of Information Security Management, Lviv State University of Life Safety
Poland, Cracow; Ukraine, Lviv

Pavelchak A.G.
Docent of The Department of Computerized Automatics Systems,
Lviv Polytechnic National University
Ukraine, Lviv

Structure data and algorithmic implementation of genetic algorithm with expanded parameters set for parametric optimization of control systems was considered.

Key words: optimization, genetic algorithm, control system.

pp: 51 – 52

System of control actuators water intake stations based on the parameters of turbidity

Zamikhovsky Leonid
Head of Department of "Information and communication technologies and systems", Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
Ukraine, Ivano-Frankivsk

Nikolajchuk Mykola
docent of Department of "Information and communication technologies and systems", Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
Ukraine, Ivano-Frankivsk

Levitsky Ivan
assistant of Department of "Information and communication technologies and systems", Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
Ukraine, Ivano-Frankivsk

The results of development and testing system of control actuators water intake stations based on the parameters turbidity. The development includes a primary converter water turbidity, hardware and software based on PLC Simatic S7-1200, system of data transfer based on standard of GSM, client-server WEB-oriented part based on SCADA-systems. The system is based on modern information technology and allows you to automatically control the motor drive actuators valves pipelines water intake stations, perform primary processing, storage and transmission of data. The system is based on distributed WEB-oriented client-server topology and provides functions of visualization, archiving and emergency notification during its operation.

Keywords: systems of control, actuators, measurement, water turbidity, programmable logic controllers, systems of data transfer, SCADA-system.

ТЕХНОЛОГІЇ ПРОГРАМУВАННЯ

pp: 55 – 57

Applying analytical tools to automate configuration of parallel algorithm

Doroshenko A. U.
Prof. in Department of
automation and Control in
Technical Systems, NTUU
“KPI”
Ukraine, Kiev

Novak O. S.
postgraduate,
Institute of Software Systems
NAS of Ukraine
Ukraine, Kiev

Ivanenko P. A.
junior research fellow,
Institute of Software NAS of
Ukraine
Ukraine, Kiev

Starushyk A. M.
student, NTUU “KPI”

An improving of self-configuring (auto-tuning) method for programs with using well-known tools of statistical analysis to find the optimal version of the parallel program for a specific multiprocessor platform is offered. Results of practical experiment with tuning of parallel algorithm of sorting are brought.

Keywords: Watson Analytics, R, auto-tuning, statistical modeling, parallel algorithms

ОБРОБЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ В СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ

pp: 60 – 62

Usage of fuzzy sets to improve methods of diagnosis

Oleg Morgal
Senior Lecturer
Dept. of Automation and
Control in Technical Systems
NTUU “KPI”
Kyiv, Ukraine

Olena Savchuk
Associate Professor
Dept. of Automation and
Control in Technical Systems
NTUU “KPI”
Kyiv, Ukraine

Vira Artamonova
Doctor
Regional Hospital №2
Kyiv, Ukraine

Iryna Latash
Student
Dept. of Automation and
Control in Technical Systems
NTUU “KPI”
Kyiv, Ukraine

The paper describes the use of fuzzy sets to improve of medical examination. Diagnosis of observed subjects according to their physical states is proposed to operate with the RBF- neural networks in the MATLAB environment. Using fuzzy sets to clarify diagnoses increased efficiency of the new combined treatment of dermatoses.

Keywords: fuzzy sets; neural network technology; diagnostics; dermatosis.

pp: 63 – 65

Estimation of execution time reducing in the test applications with automatic optimization based on the polyhedral model on Raspberry Pi 3

Chemeris Alexander

PhD. of CS, Pukhov Institute for Modelling in Energy
Engineering
Kiev, Ukraine

Sushko Sergey

doctoral student, Pukhov Institute for Modelling in Energy
Engineering
Kiev, Ukraine

There are a several methods of the computational loops' optimizations. They use an iterative presentation space of loops in the form of a polyhedron. Polyhedral model is a mathematical model that allows to represent a computational loop as an abstract mathematical description. Polyhedral model can be obtained from any source code, modified then and converted back to source code. This article contains the results of the automatic optimization of test applications on Raspberry Pi 3 computer.

Keywords: automatic software optimization, polyhedral model, Pluto software, Raspberry Pi 3

pp: 66 – 67

Technology for evaluation emission parameters of stationary sources by operational data monitoring

В. Б. Мокін

Dr. Sc., Professor, Head of the Department of Systems
Analysis, Computer Monitoring and Engineering Graphics,
Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.
Ukraine, Vinnitsa

Д. Ю. Дзюняк

Postgraduate student at the Department of Systems Analysis,
Computer Monitoring and Engineering Graphics, Vinnytsia
National Technical University, Vinnytsia.
Ukraine, Vinnitsa

A technology for remote detection of the stationary emission sources parameters, using modern devices for express monitoring and UAVs, based on the method of inverse dispersion.

Keywords: air pollution, monitoring, UAV, inverse dispersion method.

pp: 68 – 69

Method of the Digital Filter Design using VHDL

Sergiyenko Anatolij

senior scientist, NTUU "KPI", Computer Engineering Dep-t
Ukraine

Serhienko Anastasia

graduate student, NTUU "KPI", Application Specific
Computer Dep-t
Ukraine

A method is proposed, which consists in integer searching for the filter coefficients, forming the filter structure and modeling it. The use of the VHDL language in all the steps of the filter design helps to speed-up and improve the filter optimization. Examples of the multiplier-less IIR filter design shows the method effectiveness.

Keywords: VHDL, FPGA, IIR filter, allpass filter, web-application

pp: 70 – 71

HDR-image real time compression

Sergiyenko Anatolij
senior scientist, NTUU “KPI”,
Computer Engineering Dep-t
Ukraine, Kiev

Lepekha Vladimir
scientist, NTUU “KPI”, Computer
Engineering Dep-t
Ukraine, Kiev

Simonenko Andrej
assistant, NTUU “KPI”, Computer
Engineering Dep-t
Ukraine, Kiev

The development issues of the system for the high dynamic range (HDR) image processing are considered. The modified HDR image compression Retinex method is proposed, in which the bilateral filter is substituted by the adaptive filter. This edge preserving filter is based on the Harris-Laplace detector, and on a set of Gauss filters.

Keywords: HDR, FPGA, Retinex, Bilateral Filter

