

**CONFERENCE PROCEEDINGS**

**МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**infoCom<sup>winter</sup>2018**

**VII МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ  
З ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

# **Winter InfoCom**

# **Advanced Solutions 2018**

**7th INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE  
ON INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES**

**1-2 грудня 2018 року  
Україна, Київ**

**1-2 December 2018  
Ukraine, Kyiv**



**ISBN 978-966-2344-66-0**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗМІСТУ ОСВІТИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ «КІЇВСЬКИЙ  
ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ  
СІКОРСЬКОГО»**

**WINTER INFOCOM  
ADVANCED  
SOLUTIONS 2018**

**МАТЕРІАЛИ**

**VII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ**

**З ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ  
CONFERENCE PROCEEDINGS**

**7<sup>th</sup> SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE**

**КІЇВ, УКРАЇНА**

**1-2 грудня 2018 року**

## **УДК 004**

### *Редакційна колегія:*

Бідюк П.І., д.т.н., проф., ІПСА, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна, Київ

Павлов О.А., д.т.н., проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна, Київ

Теленик С.Ф., д.т.н., проф., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна, Київ

Грішин І.Ю., д.т.н., проф., Кубанський державний технологічний університет, Російська Федерація

### *Головний редактор:*

Писаренко А.В., к.т.н., доц., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна, Київ

### *Програмний комітет:*

Голова: проф. Олександр Ролік, Україна

Члени: проф. Mieczysław Zajać, Польща

д-р. Zbigniew Kokosiński, Польща

проф. Тетяна Ланге, Німеччина

проф. Сергій Теленик, Україна

проф. Ігор Грішин, Росія

проф. Володимир Самотий, Польща-Україна

проф. Олександр Павлов, Україна

проф. Анатолій Дорошенко, Україна

проф. Петро Бідюк, Україна

проф. Валерій Данилов, Україна

Winter InfoCom 2018: Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції з інформаційних систем та технологій, м. Київ, 1-2 грудня 2018 р. – К.: Вид-во ТОВ "Інженінг", 2018. – 66с. – Мови укр., рос., англ.

Конференція входить до Переліку міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференцій здобувачів вищої освіти та молодих учених у 2018 році.

Проведення конференції регламентоване наказом ректора КПІ ім. Ігоря Сікорського № 3/598 від 21 листопада 2018 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, відображенних, 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/PROGRAM

<b>Інформаційні системи та технології</b>	
<b>Борисов О.</b>	Система контролю пішохідного переходу за умови неповних даних
<b>Головатенко І.</b>	Система управління логістикою на основі
<b>Писаренко А.</b>	моделі IoT
<b>Клімов О.</b>	Система автоматичного паркування
<b>Писаренко А.</b>	автомобілів на базі технології інтернету речей
<b>Кравець П.</b>	Система прогнозування фінансових ринків із
<b>Прохоров Д.</b>	використанням рекурентних нейромереж
<b>Павловський В.</b>	Система керування дорожнім рухом в місті
<b>Долина В.</b>	
<b>Блінніков Б.</b>	Роботизований комплекс точкового оброблення
<b>Писаренко А.</b>	гербіцидами сільськогосподарських угідь
<b>Технології програмування</b>	
<b>Бачкала Б.</b>	Виявлення відхилень продуктивності додатків з мікросервісною архітектурою
<b>Шевченко Р.</b>	Про імплементацію систем контекстних термів
<b>Коваль Ю.</b>	Покращення алгоритму факторизації
<b>Крак Ю.</b>	натурального числа
<b>Розподілені та паралельні обчислення</b>	
<b>Дорошенко А.</b>	Проектування програми метеорологічного
<b>Томишин Ю.В.</b>	прогнозування для багатоядерної платформи
<b>Яценко О.А.</b>	

І грудуна

**2 грудня****Інформаційні системи та технології**

<b>Ременюк Д.</b>	Системи локального позиціонування для управління транспортними засобами на гірському підприємстві
<b>Кирилюк А.</b>	Механізми боротьби з колізіями при використанні технології радіочастотної ідентифікації
<b>Звіряка В.</b>	Аналіз джерел альтернативного енергоживлення для тепличних господарств
<b>Долина В.</b>	
<b>Kharabet R.</b>	Information System for Household Goods
<b>Pysarenko A.</b>	Accounting
<b>Poltorak V.</b>	Locators Field for Effective BCH code
<b>Alhawawsha M.</b>	The Role and Challenges of E-government in Jordan and USA

**Технології програмування**

<b>Озеракін М.</b>	Алгоритм консенсусу для систем збереження на основі технології блокчейн
<b>Амонс О.</b>	
<b>Дорошенко А.</b>	Еквівалентні перетворення послідовних програм до моделі акторів
<b>Туліка Є.</b>	
<b>Шатов О.</b>	
<b>Вовк Є.</b>	Масштабована система розпізнавання осіб для спостереження за об'єктами
<b>Амонс О.</b>	
<b>Хмелюк В.</b>	

# ЗМІСТ / CONTENTS

<b>Інформаційні системи та технології / Information Systems and Technologies.....</b>	<b>9</b>
<b>Борисов О.</b>	
Система контролю пішохідного переходу за умови неповних даних..	11
<b>Головатенко І., Писаренко А.</b>	
Система управління логістикою на основі моделі ІoT.....	13
<b>Клімов О., Писаренко А.</b>	
Система автоматичного паркування автомобілів на базі технології інтернету речей.....	15
<b>Кравець П., Прохоров Д.</b>	
Система прогнозування фінансових ринків із використанням рекурентних нейромереж.....	17
<b>Павловський В., Долина В.</b>	
Система керування дорожнім рухом в місті.....	19
<b>Блінніков Б., Писаренко А.</b>	
Роботизований комплекс точкового оброблення гербіцидами сільськогосподарських угідь.....	21
<b>Ременюк Д., Долина В.</b>	
Системи локального позиціонування для управління транспортними засобами на гірському підприємстві.....	23
<b>Кирилюк А., Долина В.</b>	
Механізми боротьби з колізіями при використанні технологій радіочастотної ідентифікації .....	25
<b>Звіряка В., Долина В.</b>	
Аналіз джерел альтернативного енергоживлення для тепличних господарств.....	27
<b>Kharabet R., Pysarenko A.</b>	
Information System for Household Goods Accounting.....	29
<b>Poltorak V.</b>	
Locators Field for Effective BCH code.....	31
<b>Alhawawsha M.</b>	
The Role and Challenges of E-government in Jordan and USA.....	33
<b>Технології програмування / Programming technologies.....</b>	<b>35</b>
<b>Бачкала Б.</b>	
Виявлення відхилень продуктивності додатків з мікросервісною архітектурою.....	37
<b>Шевченко Р.</b>	
Про імплементацію систем контекстних термів.....	41
<b>Коваль Ю., Крак Ю.</b>	
Покращення алгоритму факторизації натурального числа.....	43

**Озеракін М., Амонс О.**

Алгоритм консенсусу для систем збереження на основі технології блокчейн..... 45

**Дорошенко А., Туліка Є.**

Еквівалентні перетворення послідовних програм до моделі акторів... 47

**Шатов О., Вовк Є., Амонс О., Хмелюк В.**

Масштабована система розпізнавання осіб для спостереження за об'єктами..... 49

***Розподілені та паралельні обчислення / Distributed and Parallel Computing..... 53*****Дорошенко А., Томишин Ю.В., Яценко О.А.**

Проектування програми метеорологічного прогнозування для багатоядерної платформи..... 55

***Abstracts..... 57***

# **ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ**

**INFORMATION SYSTEMS AND  
TECHNOLOGIES**



# Система контролю пішохідного переходу за умови неповних даних

Борисов Олександр  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
Київ, Україна  
olecsandr.borysov@gmail.com

**Анотація.** У роботі описується система, яка за допомогою нейронної мережі розпізнавання об'єктів та системи відстеження здатна автоматично виявити не стандартні ситуації на пішохідному переході та сповістити про це.

**Ключові слова:** Машинний зір, виявлення, відстеження, пішохідний переход, YOLO9000, CSRT, TLD.

## Вступ

За результатами автокатастроф приблизно 13% припадають на ДТП з пішоходами [1]. З них 73% відбуваються в містах. Одним з найбільш розповсюджених місць аварій є пішохідні переходи, де перетинаються дороги для машин та пішоходів.

Нерідко такі місця обладнані камерами спостереження, але вони стають корисними лише при встановлені винуватого, якщо звісно до того моменту збережеться запис відео. З використанням додаткового програмного забезпечення така камера перетворюється у систему швидкого реагування, яка здатна автоматично відстежити не стандартну ситуацію, викликати швидку для постраждалого і затримати інших учасників.

## Принцип роботи системи

Система складається з чотирьох етапів: виявлення заданих об'єктів, їх відстеження, синхронізація, пошук колізій об'єктів за заданими правилами. У якості детектора було обрано систему засновану на згортковій нейронній мережі YOLO9000 (You look only once). Данна система має одну з найкращих показників швидкодії та точності (див. рис 1) [2]. Це досягається за допомогою особливого підходу до визначення околів на зображені, де є щось цікаве системі. На відміну від систем, які багаторазово аналізують зображення – YOLO продивляється лише раз зображення і встановлює околи місць, які їй цікаві.

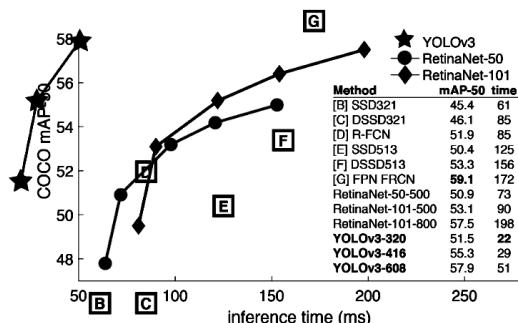


Рис. 1. Ефективність системи YOLO

Дана система натренована на наборі даних COCO і здатна розпізнавати 9000 різних категорій об'єктів [3], серед яких є необхідні категорії для даної задачі.

Для поліпшення роботи системи було вирішено використати принцип роботи системи TLD (Track, Learn, Detect) [4]. YOLO виступає, як ініціалізатор алгоритму відстеження CSRT, кожні 10 кадрів на відео потоці. Цей підхід значно зменшив навантаження на систему, підвищив стійкість до колізій об'єктів, також дав можливість присвоювати унікальні ідентифікатори об'єктам.

## СИНХРОНІЗАТОР

Для взаємодії детектора і відстежувача знадобилося вирішити декілька проблем, які заважали поставити у відповідність виявленні об'єкти з тими, що вже відстежуються.

Першою проблемою була сама постановка відповідності між об'єктами. Для вирішення цього питання було використано підхід, який використовується в TLD, а саме на місці, де об'єкт відстежується, має бути виявлений приблизно в тому ж місці цей же об'єкт. Але якщо система працює в ситуації, коли об'єкти знаходяться близько один до одного, то даний підхід дозволить лише виокремити окіл підходящих об'єктів. Для уточнення використовується розбиття виділених об'єктів на прямокутники різного розміру. Це робиться для того, щоб порівняти кандидатів за текстурою з попередньою ініціалізацією відстежувача (однакові об'єкти будуть мати найбільше однакових прямокутників). Система, яка використовується для виявлення не є ідеальною, тому об'єкти, які присутні на кадрі можуть бути не виявлені або класифіковані не вірно. Для цього було розроблення життєвий цикл відстежувального об'єкта. Якщо протягом певної кількості ініціалізацій не буде виявлено детектором об'єкта, який відстежується, то цей процес спостереження вважається хибним і він видаляється. Це дозволяє нівелювати не досконалість модуля виявлення (детектора).

## СИСТЕМА ПРАВИЛ

Для виявлення колізій було обрано підхід заснований на правилах перебування об'єктів в областях. Даний алгоритм маркує об'єкти маркерами, які відстежуються на перевищення перебування в області, якщо дана ситуація відбувається, то по маркерам визначається ідентифікатор об'єкта і відбувається активізація події, яка запрограмована для відповідної ситуації (див. рис. 2).

Використаний підхід дозволяє гнучко



Рис. 2. Виділення

налаштовувати необхідну кількість областей та правил для ефективного функціонування системи. На рис. 3 можна спостерігати роботу системи із областю, яку було встановлено на дорожній переході. Правила для неї були задані наступні: машини не можуть знаходитися на переході більше 5 секунд, на переході не можуть одночасно знаходитися машини і пішоходи.



Рис. 3. Детекція ДТП за допомогою системи

Іншою категорією є правила, які описують взаємодію між об'єктами та їх напрямом руху. Це дозволяє створити правила, які відстежують, щоб певна категорія об'єктів переміщалася тільки в заданому напрямку (для відстеження тих автомобілів, що рухались не по своїй полосі).

#### ТЕСТУВАННЯ

Для тесту було взято декілька тестових відео записів ДТП на пішохідному переході з системи відео хостингу YouTube. Всі тестові запуски показали миттєве реагування системи на ситуацію, яка порушує правила. На рис. 2 можна побачити роботу системи в одному з тестів. У цьому тесті система зреагувала на порушення правила (переході не можуть одночасно знаходитися машини і пішоходи), що доводить доцільність використання даної системи.

#### ОБМЕЖЕННЯ

Одним з найбільшим обмежень є не ідеальний відстежувач (трекер). Якщо він помилляється і починає відстежувати інший об'єкт замість необхідного – це може привести до неправильної синхронізації трекера та детектора, що веде до присвоєння одному об'єкту унікального ідентифікатора іншого об'єкту. Також, дана проблема викликає не правильну роботу модуля колізій, оскільки не правильний ідентифікатор присвоєє об'єкту неправильний клас, що впливає на роботу системи правил. Іншим обмеженням є статичність камери, яка виконує запис або відео трансляцією. Це обмеження пов'язана з модулями детектора та області правил. Багато систем відстеження засновані на статичному задньому фоні при не статичній камері такі системи не можуть

виокремити задній фон, оскільки з їх перспективи все зображення рухається (дане обмеження можна обійти при умовах використання трекерів, які не засновані на виділені заднього фону).

Наступним обмеженням є використання одного джерела відео потоку. Одна точка не дає можливості виявити на якій відстані знаходиться об'єкт, що призводить до не ефективної роботи правил третьої категорії (для усунення даного недоліку необхідно мати другу точку огляду місця де ведеться спостереження і знання точної відстані між двома цими точками).

#### Висновки

Дана система при використанні простих правил першого та другого порядку забезпечить надійний контроль за пішохідними переходами та дорогами. При обладнанні таких місць двома точками спостереження стане можливе використання правил третьої категорії, що дасть можливість більш гнучко налаштовувати систему. Дано модель системи побудована на локальному використанні камер спостережень, але при об'єднанні всіх точок спостереження міста в одну систему стане можливо глобально відстежувати та ідентифікувати об'єкти. Стане доцільно інтегрувати дану систему з системами ідентифікації та розпізнання обличчя, номерних знаків машин. Це дасть можливість отримати не просто присвоєний ідентифікатор, а цілий пакет даних і глобальний ідентифікатор для об'єкта (приклад: машина потрапила в ДТП. Система зафіксувала цю подію ідентифікувала машину за її номером, встановила за номером власника та його страхову компанію, сповістила відповідні органи та страхову, направила швидку до місця пригоду і надала лікарю медичну картку власника машини (вірогідного потерпілого)).

Система може бути переорієтовано під виявлення взаємодії певних об'єктів. Це стало є можливим завдяки ідентифікаторам, які встановлюються для об'єктів. Цей варіант дозволить швидко проаналізувати відео запис і виявити чи об'єкти, які нас цікавили взаємодіяли між собою і встановити ці проміжки на відео.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Crosswalk accidents [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://thompsonwedeking.com/practice-areas/pedestrian-accidents/crosswalk-accidents> (дата звернення 31.10.2018). – Назва з екрану.
2. YOLO9000 [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://pjreddie.com/darknet/yolo> (дата звернення 31.10.2018). – Назва з екрану.
3. YOLO9000: Better, Faster, Stronger [Електронний ресурс] – режим доступу: <https://pjreddie.com/media/files/papers/YOLO9000.pdf> (дата звернення 31.10.2018). – Назва з екрану.

4. Tracking-Learning-Detection [Електронний ресурс] – режим доступу: <http://epubs.surrey.ac.uk/713800/1/Kalal-PAMI-2011%281%29.pdf> (дата звернення 31.10.2018). – Назва з екрану.

*Рецензент: к.т.н., доц. каф. АСОУ, КП ім. Ігоря Сікорського  
О.Д. Фіногенов*

# Система управління логістикою на основі моделі IoT

Головатенко Ілля

КПІ ім. Ігоря Сікорського

Київ, Україна

illyaholovatenko@gmail.com

**Анотація.** В роботі запропоновано рішення для зменшення затримок доставки вантажів логістичними компаніями за рахунок створення системи управління на базі інтернету речей (IoT). Це дозволить децентралізувати управління логістикою та зменшити витрати на доставку. Архітектура запропонованої системи дозволить отримувати дані у режимі реального часу на будь-якій стадії логістичного процесу та використовувати їх для формування більш продуктивної логістики.

**Ключові слова:** логістика, своєчасна доставка, IoT, об'єкти логістичної системи, мінімізація збитків.

## Вступ

За даними статистики, логістичні компанії втрачають значну частину своїх коштів саме від несвоєчасної доставки вантажу [1]. До несвоєчасної доставки також відноситься втрата вантажу при перевезенні. Наслідком цього є повторна відправка вантажу, що призводить до незапланованих витрат. Несвоєчасна доставка також спричиняє ще й іміджеві збитки логістичним компаніям, із огляду на те, що рівень довіри клієнта значно падає і вірогідність повторної співпраці значно зменшується.

Рис. 1 ілюструє, які проблеми викликають невдоволення клієнтів логістичних компаній.

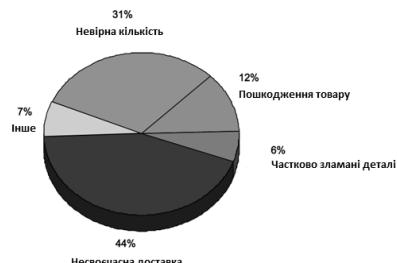


Рис. 1. Проблеми, що викликають невдоволення клієнтів логістичних компаній

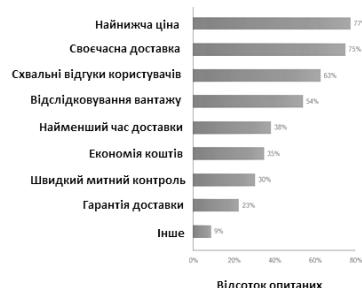


Рис. 2. Статистичні дані опитування компанії Capgemini Consulting

Писаренко Андрій

КПІ ім. Ігоря Сікорського

Київ, Україна

andrew.pisarenko@gmail.com

Опитування, проведені компанією Capgemini Consulting у 2017 році, на тему «Що найбільш важливе для перевізників?» [2], говорять про те, що 77% опитуваних концентрують увагу на зменшенні витрат на доставку. Також, 75% спеціалістів у логістиці кажуть, що найважливіше для них – це своєчасна доставка вантажу. Повні статистичні дані наведені на рис. 2.

Метою роботи є зменшення збитків логістичних компаній на доставку вантажів, за рахунок системи управління логістикою, на основі IoT.

## Огляд існуючих рішень

Linbis Logistic – продукт американської компанії Linbis, що надає повний контроль над інвентаризацією з будь-якої точки світу через систему управління Warehouse Management (WMS). За допомогою панелей інструментів керування можна приймати обґрунтовані рішення, маючи повну інформацію про піковий сезон, пікові години, розподіл товарів у кожній області [3].

Logistic Software – продукт індійської компанії Xapp Digital Solutions надає гнучкі функції для логістичних та кур'єрських веб-сайтів. Із його допомогою можна керувати логістичним бізнесом через Інтернет. Logistic Software поставляється з функціями миттєвого відстеження. Гнучкість програмного забезпечення дозволяє інтегруватися з існуючим логістичним веб-сайтом, мобільними програмами, тощо [4].

SuperProcure – продукт індійської компанії Superprocure дозволяє автоматизувати робочий процес логістичної компанії. Програмне забезпечення автоматизує ключові бізнес-процеси, такі як: транспортування морем, котирування та завершення розподілу відправлень. SuperProcure дозволяє автоматично керувати відправленнями, отримувати обґрунтовану ціну на послуги логістики [5].

## Основна концепція системи

Задача, що буде вирішуватися, має динамічний характер. Вихідними даними буде інформація, которая надходить від окремих об'єктів логістичної системи. Рішенням буде, по-перше, оптимальний маршрут, що мінімізує час доставки та, по-друге, система, побудована на основі IoT. Ця система прогнозує виникнення негативних факторів, котрі завадять своєчасній доставці та генерує керуючий вплив для їх нівелювання. Логістика розділяється на декілька складових: вантажі, об'єкти, що доставляють вантажі (вантажівки, морські судна, літаки, потяги),

місця, куди вантажі доставляються (кінцевий споживач, проміжний склад, пункт завантаження/розвантаження, порти, залізничні вузли).

Позначимо кожен із елементів. Об'єкти, що доставляють вантажі (ДВ), місця, куди вантажі доставляються (МД). Наразі, системи керування логістикою отримують інформацію про статус вантажу від МД. Що відбувається між окремими МД ці системи не відображають. У разі виникнення екстреної ситуації на маршруті ДВ система не буде відображати цю інформацію і не буде генерувати відповідного керуючого впливу, з метою оптимізації доставки вантажу.

Уведемо систему зв'язків у рамках даної системи: зв'язок «ДВ» – «МД», зв'язок «ДВ» – «ДВ», зв'язок «МД» – «МД», зв'язок «Система» – «МД» та зв'язок «Система» – «ДВ». Опишемо ці зв'язки. Наприклад (рис. 3): вантажівка отримала дані про стан на дорогах (затори, аварії та ін.). Проаналізувавши ці дані, вантажівка сама приймає рішення про зміну маршруту на новий, наприклад, оптимальний за витратою палива. Динамічна реакція на зміну зовнішнього середовища дозволить мінімізувати проблему несвоєчасності доставки вантажу.



Рис. 3. Приклад динамічного реагування вантажівки на зовнішні зміни

Зміна маршруту фіксується у системі, що дозволяє відобразити оновлені дані в режимі реального часу. Для МД також стає доступна інформація про час прибуття ДВ. МД, отримавши інформацію про прибуття чергового ДВ, починає процес автоматичного виконання відповідних пунктів алгоритму оброблення вантажу. Автоматизовані пристрої можуть почати процес збору нового вантажу, для завантаження ДВ, чи, навпаки, підготуватися до розвантаження ДВ із подальшим завантаженням.

Так само МД може реагувати на відповідну інформацію від ДВ. Дані інформація відображає стан ДВ та орієнтовний час прибуття на МД, та робить запит на виконання певних дій по розвантаженню чи завантаженню (рис. 4).



Рис. 4. Приклад взаємодії вантажівки і складу

МД також мають можливість обмінюватися інформацією між собою. Це дозволить формувати запити на передачу вантажів між ними. Okremo

взятий МД має можливість сам прокладати маршрут ДВ (рис. 5).

ДВ обмінюються інформацією про ситуацію на маршруті для оперативного реагування і



Рис. 5. Приклад взаємодії між МД

генерування нового оптимального впливу у разі виникнення перешкод, які можуть суттєво вплинути на своєчасність доставки вантажу (рис. 6).



Рис. 6. Принцип обміну інформації між ДВ

Така горизонтальна, децентралізована структура надає ряд переваг, у порівнянні із вертикальною. По-перше, елементи системи не використовують одну точку доступу до інформації. Не потрібно проектувати систему на одному елементі, котрий повинен витримувати величезне навантаження. Можна кожному елементу надати функції головного, суттєво зменшивши навантаження на систему і ціну придбання ресурсів. По-друге, кожному елементу можна надати лише ті функції, котрі потрібні йому для ефективного виконання своєї роботи.

#### ВИСНОВКИ

Запропонована система дозволить вирішувати проблему несвоєчасності доставки вантажів, що суттєво зменшить збитки логістичних компаній. IoT, як фундамент системи, даст змогу реагувати на форс-мажорні обставини у режимі реального часу та децентралізувати управління об'єктами логістики.

#### ЛІТЕРАТУРА

- Derick Gregory. Logistics Customer Service Strategy [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://slideplayer.com/slide/4664540/>.
- John Langley, Jr. The State of Logistics Outsourcing [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://jda.com/-/media/jda/knowledge-center/thought-leadership>.
- Linbis Inc. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.capterra.com/p/161111/Linbis/>.
- Xapp Digital Solutions. Logistic-Software [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.capterra.com/p/150277/Logistic-Software](https://www.capterra.com/p/150277/Logistic-Software).
- SuperProcure Inc. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.capterra.com/p/164589/SuperProcure/>.

# Система автоматичного паркування автомобілів на базі технології інтернету речей

Клімов Олександр

КПІ ім. Ігоря Сікорського

Київ, Україна

type5gg01d@gmail.com

Писаренко Андрій

КПІ ім. Ігоря Сікорського

Київ, Україна

andrew.pisarenko@gmail.com

**Анотація.** Запропоновано архітектуру системи автоматичного паркування автомобілів з використанням технології локального позиціонування та застосуванням підходів інтернету речей для збору інформації та керування елементами системи.

**Ключові слова:** система позиціонування, інтернет речей, IoT, потужність прийнятого сигналу, цифрові відбитки

## Вступ

З кожним роком кількість автомобілів на дорогах населених пунктів стрімко збільшується, тому питання парковки стає все більш проблемним в транспортній системі великих міст. Незручність користування існуючими парковками та неефективне використання ними площ робить проектування «розумних» парковок нагальною та актуальною задачею.

Мета роботи – підвищення ефективності паркувальних майданчиків за рахунок впровадження «розумних» технологій на основі інтернету речей.

## Огляд подібних рішень

Система управління паркуванням Dahua – це навігаційна система, яка розроблена для завантажених і багаторівневих паркінгів, де водії часто змушені їздити колами в пошуках вільного місця. Система інформування про вільні місця на парковці забезпечує супровід водіїв у реальному часі, направляючи їх до вільних місць за рівнями, зонами та смугами [1].

Система управління паркінгом AFAPARK, яка дозволяє визначати та сигналізувати про вільні паркувальні місця у реальному часі. У своєму арсеналі ця система має інформаційні табло з відео і аудіо інформацією, що дозволяють автомобілістам вільно рухатися по парковці у напрямку вільних місць. При в'їзді на парковку динамічний дисплей показує загальну кількість вільних місць для паркування [2].

Автоматизована система паркування FidPark-CAR призначена для автоматизації платних і службових автостоянок. Система спеціалізована для надання різних послуг з оплати за стоянку, таких як передоплата, депозит, квитки заходів, абонементи та ін. [3].

Недоліками наведених вище систем є відсутність комплексного підходу до управління паркінгами та спрямованість на часткове вдосконалення процесу паркування, що не дозволяє суттєво підвищити пропускну здатність та зручність користування паркувальними майданчиками.

Важливою проблемою для реалізації

## ОПИС СИСТЕМИ

В основі концепції, що пропонується в даній роботі, є застосування переваг моделі інтернету речей для створення автоматичної паркувальної системи з безпілотним керуванням автомобілями від точки в'їзду на територію паркінгу до вільного паркувального місця (рис. 1).

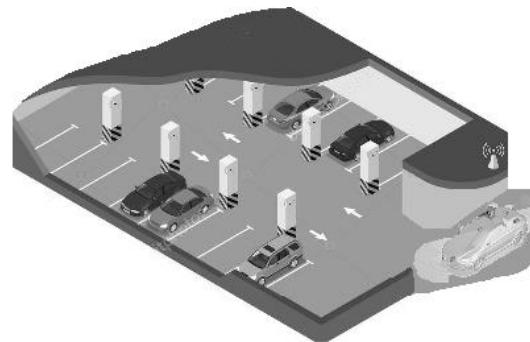


Рис. 1. «Розумна» парковка

«Розумне» авто, починаючи з місця прийому на паркування, включається до системи як її складова. Система отримує повний доступ до автомобіля через бездротові інтерфейси: отримує інформацію з датчиків, направляє керуючі впливи на виконавчі пристрої автомобіля, що дозволяє пілотувати його своїм ходом без водія до вільного паркувального місця.

Основні етапи функціонування системи зображені на рис. 2.

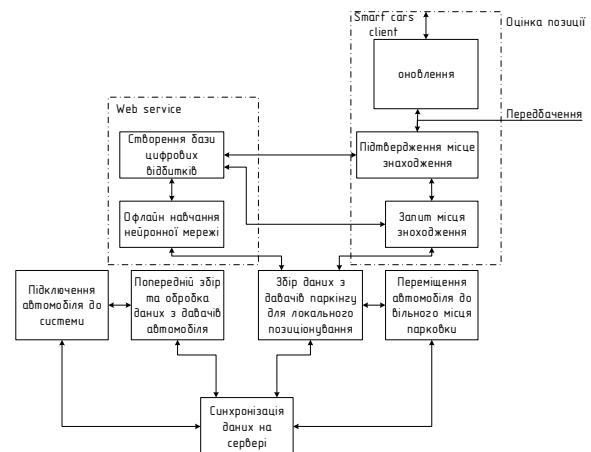


Рис. 2. Основні етапи функціонування системи

запропонованої концепції є точність систем позиціонування. Глобальні системи позиціонування не надають потрібної точності навіть на зовнішніх паркінгах, а у підземних – похибка буде значно більшою, в країному випадку, а в гіршому – сигнал не буде доходити. Саме тому для подібних випадків варто використовувати так зване локальне позиціонування.

Більшість методів локалізації, використовують мертві (сталі) розрахунки (DR) як основну схему позиціонування. Методи, засновані на DR, залежать від даних з інерціальних блоків (IMU), таких як акселерометр, гіроскоп та магнітометр для обчислення позиції, орієнтації та швидкості об'єкта [4].

Перспективною є підхід, що ґрунтується на використанні Bluetooth маячків, встановлених в певних точках приміщення [5]. Ці маячки із заданою періодичністю виробляють широкомовну розсилку, що містить інформацію, що їх ідентифікує. Система, встановлена на рухомому об'єкті отримує ідентифікатор кожного маячка та вимірює силу сигналу від нього. Далі за ідентифікатором з бази даних отримує координати маячка та на основі сили сигналу визначає віддаленість від кожного з них, що дозволяє визначити своє місце розташування. Найбільш важливою частиною процесу локального позиціонування є оброблення отриманих даних та розрахування координат автомобіля. Забезпечення необхідної для керування автомобілем точності може бути досягнуто шляхом застосування алгоритмів

усереднення, фільтрації та прогнозування.

#### Висновки

Застосування «розумних» технологій, що використовують модель взаємодії інтернету речей дозволяють значно підвищити ефективність використання паркувальних майданчиків у великих густонаселених містах. Впровадження таких автоматичних парковок не потребуватиме складних інженерних рішень, пов'язаних зі специфічними механічними конструкціями – автомобіль рухатиметься своїм ходом територією паркінгу до вільного місця, ведений «розумно» системою паркування.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. <https://www.dahuasecurity.com/> (дата звернення 07.11.2018)
2. [http://www.afapark.com/RU/prod\\_afficheurs.html](http://www.afapark.com/RU/prod_afficheurs.html) (дата звернення 07.11.2018)
3. <http://fidpark.com/> (дата звернення 07.11.2018)
4. Barrios C. Intelligent Forecasting Using Dead Reckoning With Dynamic Errors / C. Barrios, Y. Motai, Y., D. Huston // IEEE Trans. Ind. Inform. – 2016. - 12, 2217–2227
5. Powar J. Assessing the impact of multi-channel BLE beacons on fingerprint-based positioning / Powar J., Gao C., Harle R. // 2017 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN), Sapporo, Japan, 18–21 September 2017. – Sapporo, 2017.

# Система прогнозування фінансових ринків із використанням рекурентних нейромереж

Кравець Петро  
КПІ ім. І. Сікорського  
Київ, Україна

Прохоров Дмитро  
КПІ ім. І. Сікорського  
Київ, Україна

**Анотація.** Пропонується системний підхід до обробки факторів що впливають на зміни цін курсів акцій. Пропонується застосувати три окремих модулі для аналізу кількісних даних, соцмереж та фінансових новин. Після попередньої обробки, пропонується застосовувати тензор, покращений за допомогою алгоритму зменшення розмірності. Приведено результати прогнозування для двох типів нейромереж – RNN та LSTM.

**Ключові слова:** нейронні мережі, обробка даних, тензор, прогнозування, машинне навчання.

## Вступ

Аналіз результативності застосування традиційних методів прогнозування фінансових активів, наприклад акцій, облігацій, та валют, які вільно продаються і купуються на біржах, показує їх недостатню ефективність для потреб сучасного ринку [1]. Це пов'язано з тим, що сучасні технології прогнозування не враховують комплексно кількісні та якісні фактори, що впливають на зміну курсів акцій, або враховують їх у векторному представлені, що обмежує можливості формування інформативного масиву вхідних даних. Такі технології прогнозування зазвичай мають точність 53-58% вірного прогнозу, але цієї точності замало для того, щоб використовувати їх як повноцінний інструмент для економічного аналізу та прогнозування ринку [2]. На курси акцій надзвичайно сильно впливають безліч джерел інформації. Дані можуть бути поділені на кількісні та якісні. Кількісні дані (об'єми прибутку, податки, прогноз на наступний квартал тощо), які є основою сучасних засобів прогнозування, однак не можуть повністю передати все різноманіття фінансових показників і безпосередньо відзеркалювати поточний стан речей для компаній та настрої інвесторів. Якісні дані містяться у текстових описах, статтях, повідомленнях, що розміщені у фінансових медіа та соціальних мережах. Ці дані доповнюють кількісні і формують більш коректне уявлення про поточний стан речей.

В даній роботі досліджується один із можливих варіантів підвищення точності прогнозу тренду курсів акцій за рахунок комплексного використання кількісних та якісних вхідних інформаційних даних.

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

В ряді досліджень [3] розглядається два підходи до прогнозування курсів акцій з використанням рекурентних нейромереж: прогнозування часового ряду без урахування зовнішніх факторів та прогнозування з урахуванням вектору зовнішніх

факторів.

Прогнозування без урахування зовнішніх факторів являє собою звичайне прогнозування часового ряду за допомогою нейромережі LSTM. До переваг такого підходу можна віднести просту реалізацію, швидше навчання та відсутність потреби збирати величезну кількість допоміжних даних. Все що треба для прогнозування – дані часового ряду. До недоліків можна віднести низьку точність прогнозування (зазвичай не більше 54-56%) і відсутність гнучкої реакції на фінансові події, що нівелює користь застосування такого підходу у сучасному фінансовому ринку, який керується подіями.

Прогнозування із урахуванням вектору зовнішніх факторів поєднує набір факторів у вектор, який подається на вхід нейромережі. До переваг такого підходу можна віднести те, що враховуються зовнішні фактори і є гнучка реакція на події та фінансові новини, а також більшу точність прогнозування порівняно з попереднім методом (57-59%). До недоліків можна віднести те, що вектор входів значно розростається, втрачаються контекстні зв'язки між джерелами інформації.

Ці проблеми даного підходу в останні роки викликали значну кількість наукових досліджень, загальна ідея яких полягала в тому, щоб поєднати набір властивостей різних джерел інформації у єдиний вектор ознак. Однак це призводило до зростання розмірів вектора, поступового ослаблення або втрати контекстних зв'язків між джерелами інформації.

## ВИРШЕННЯ ПРОБЛЕМИ

Проблеми розглянутого підходу може вирішити тензорна структура даних, яка дозволяє не втрачати їх інформативність, легко маніпулювати ними та виявляти нові зв'язки між ними. Схему системи прогнозування на основі даного алгоритму наведено на рис.1.

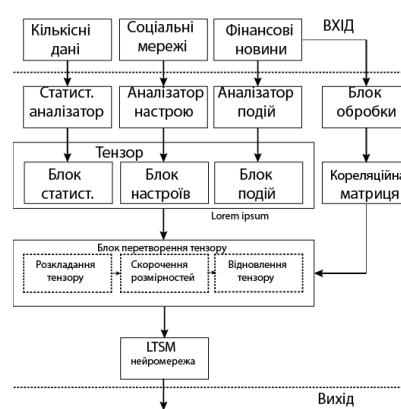


Рис. 1. Схема системи прогнозування

Тензор інтегрує в себе дані з декількох джерел, таких як новини фінансового сектору в Інтернеті, настрої інвесторів із соціальних мереж та деякі кількісні дані про акції. Виходячи з цього можна фіксувати внутрішні зв'язки та кореляції між джерелами даних, а також доповнювати чи модифікувати дані за потребою. Для цього може бути використано алгоритм зменшення розмірності даних, що був запропонований в [4]. Система складається із модулів, що відповідають за збір, попередню обробку, виявлення кореляцій та перетворення якісних даних у кількісні та нейромережі. Нейронна мережа навчається за допомогою алгоритму BPNN [5].

### МОДЕЛЮВАННЯ

Розроблена система була навчена та протестована на двох наборах даних – 8 популярних акцій NASDAQ та 5 популярних акцій гонконгської біржі [6]. Кількісні дані (ціна відкриття, закриття, мінімальна та максимальна ціна впродовж дня, коефіцієнти волатильності та базові індекси) будуть взяті з ресурсу Wind [7]. Обробка новин та даних з соціальних мереж була проведена у дослідженні [8], за допомогою ресурсу Wind та агрегатора Guba [9]. Обробка подій та тексту новин описано у дослідженні [10]. Отримані дані були поділені на 3 вибірки – навчальну, тестову та перевірочну [11]. При обробці вхідних даних була встановлена межа чутливості до зміни тренду у 2%, а також відкинуті дані зміни курсу акцій, які не відрізняються від основних індексів (Dow Jones та S&P500) на більше ніж 0.1%.

### РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ

Для оцінки результатів прогнозування, будемо користуватися двома метриками: відсотком правильного прогнозу та коефіцієнтом кореляції Метью. Більше значення коефіцієнта Метью означає кращий результат.

У табл. 1 приведено результати прогнозів за допомогою LSTM - нейромережі та при використанні класичної нейромережі RNN.

Таблиця 1

Результати експерименту

Метод	Вибірка 1 (NASDAQ)		Вибірка 2 (Гонконг)	
	Точність	K	Точність	K
LSTM + вектор ознак	59.63%	0.168	59.52%	0.171
LSTM (тільки часовий ряд)	54.67%	0.013	55.03%	0.08
LSTM + тензор	57.70%	0.103	57.53%	0.091
LSTM + скорочений тензор	61.03%	0.189	60.81%	0.203
RNN (тільки часовий ряд)	53.27%	0.01	54.18%	0.05
RNN + тензор	56.53%	0.093	56.02%	0.094
RNN + скорочений тензор	59.63%	0.167	60.08%	0.173

Із результатів прогнозу, наведених у таблиці, можна зробити висновок, що розроблена система дозволяє підвищити точність прогнозування на 1.13% у порівнянні з прогнозуванням із урахуванням єдиного вектору ознак. У порівнянні із прогнозуванням без урахування зовнішніх факторів точність підвищена на 3.31%. Точність прогнозування на рівні 59-60% є значним покращенням у порівнянні зі звичайним прогнозуванням часового ряду. Застосування алгоритму зменшення розмірності тензору покращує точність прогнозування на 1-1.3%, що також добре.

### Висновки

Експериментальне дослідження запропонованої системи прогнозування на основі тензорного підходу показало, що запропонований підхід дозволяє підвищити точність прогнозування (%) у порівнянні з прогнозуванням із урахуванням єдиного вектору ознак. Крім того, дослідження показало що LSTM - неромережі загалом краще справляються із прогнозуванням ніж звичайні RNN нейромережі.

### ЛІТЕРАТУРА

1. D. M. Cutler, J. M. Poterba, L. H. Summers, What moves stock prices, J. Portf. Manag. 15 (1989).
2. Хайкин С. Нейронные сети, полный курс. – 2-е изд., перед. – М. : Вильямс, 2008.
3. P.C. Tetlock, M. SAAR-TSECHANSKY, S. Macskassy, More than words: Quantifying language to measure firms' fundamentals, J. Finance 63 (3) (2008).
4. R. Luss, A. D'Aspremont, Predicting abnormal returns from news using text classification, Quantitative Finance 15 (6) (2015).
5. Long short-term memory [Електронний ресурс] – Режим доступу: [en.wikipedia.org/wiki/Long\\_short-term\\_memory](https://en.wikipedia.org/wiki/Long_short-term_memory) (дата звернення 01.09.2017).
6. Jason W. Hybrid Code Networks [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arxiv.org/pdf/1702.03274.pdf> (дата звернення 01.09.2017).
7. End-To-End Memory Networks [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arxiv.org/pdf/1503.08895.pdf> (дата звернення 03.10.2017).
8. Fei L. Gated End-to-End Memory Networks [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arxiv.org/pdf/1610.04211.pdf> (дата звернення 11.11.2017).
9. Antoine B. Learning End-to-End Goal-Oriented Dialog [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arxiv.org/pdf/1605.07683.pdf>. (дата звернення 02.03.2018).
10. Rudolf K. Improved Deep Learning Baselines for Ubuntu Corpus Dialogs [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arxiv.org/pdf/1506.08909.pdf> (дата звернення 13.04.2018).
11. Sentiment analysis for predicting cryptocurrency prices [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://medium.com/@cryptopredicted/sentiment> (дата звернення 09.05.2018).

# Система керування дорожнім рухом в місті

Павловський Владислав

КПІ ім. Ігоря Сікорського

Київ, Україна

vladyslav.pavlovskyi@gmail.com

Долина Віктор

КПІ ім. Ігоря Сікорського

Київ, Україна

v\_79@gmail.com

**Анотація.** Розроблено структуру системи керування дорожнім рухом у місті. Розглянуто підсистеми реєстрації дорожнього руху, метеомоніторингу, керування дорожнім рухом, керування зовнішнім освітленням. Описано задачі, які вони виконують. А також описано методи світлофорного регулювання.

**Ключові слова:** інтелектуальна транспортна система, АСУ дорожнім рухом, світлофорне регулювання.

## Вступ

На даний час в світі існує гостра проблема організації дорожнього руху транспортних засобів. Задачі збільшення швидкості руху в містах з проблемами трафіку, зменшення часу пересування, забезпечення безпеки руху вирішують інтелектуальні транспортні системи.

Інтелектуальна транспортна система (ІТС) – це комплекс програмно-апаратних засобів та організаційних заходів, що забезпечують системну інтеграцію сучасних інформаційних і комунікаційних технологій і засобів автоматизації з транспортною інфраструктурою, орієнтований на підвищення безпеки та ефективності транспортного процесу, комфорту для водіїв і користувачів транспорту. Інтелектуальні транспортні системи забезпечують комбіноване управління з опорою на статистичні дані та інформацію, що отримується в реальному часі [1, 2].

Розділяють системи керування дорожнім рухом в місті та системи керування рухом на автомагістралях, оскільки задачі та методи їх вирішення відрізняються.

## СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ДОРОЖНІМ РУХОМ У МІСТІ

Система керування дорожнім рухом у місті включає ряд підсистем, які виконують певні функції (рис. 1) [3].

Підсистема реєстрації дорожнього руху складається з відеокамери, детектора транспортного потоку, блоку динамічного зважування, блоку керування, а також блоків, що забезпечують функціонування системи (передачу даних, енергоживлення тощо). Вона надає в операційний центр по контролю за даною ділянкою дороги інформацію про інтенсивність руху, середню швидкість потоку, ДТП, пробки, стан дорожнього покриття. Завдання, які вирішує система реєстрації дорожнього руху: розпізнавання державних номерних знаків транспортних засобів; фотофіксація транспортних засобів; фіксація порушень ПДР; фіксація порушень швидкісного режиму; визначення загального і поосного навантаження транспортних засобів.

Метеостанція збирає інформацію про погодні умови та стан дорожнього покриття. Метеостанції

періодично передають інформацію про погодні умови в вигляді текстового або XML файлу в операційний центр та АСУ дорожнім рухом. Погодна інформація може вплинути на введення певних швидкісних обмежень, а також на запуск специфічних керуючих сценаріїв.

Використовуючи аналітику в реальному часі даних з цих джерел і пов'язуючи їх з деякими тенденціями, з'являється можливість управління потоком трафіку.

Підсистема управління дорожнім рухом складається з світлофорів, знаків змінної інформації, електронних табло, блоку керування а також блоків, що забезпечують функціонування системи.

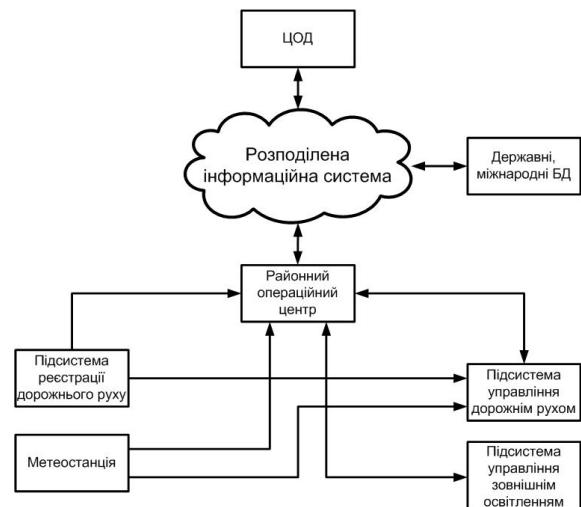


Рис. 1. Структурна схема системи керування дорожнім рухом в місті

Знаки змінної інформації та електронні табло є засобами інформування учасників дорожнього руху про ситуацію на дорозі. Інформація на них передається з операційного центру і є результатом обробки даних, що надходять з підсистем відеоспостереження і метеостанцій.

Знаки змінної інформації призначенні для видачі водіям обов'язкової або рекомендованої інформації про організацію руху: покажчик швидкості, проведення ремонтних робіт на проїжджій частині, зміни в організації руху (в тому числі про часткове перекриття доріг, перехресть, з'їздів).

Електронні табло інформують про: збої в русі (заторах, ДТП, зупинках транспортних засобів через поломки); обмеження руху (при проведенні спеціальних заходів правоохоронними органами, санкціонованих масових заходах тощо); проведення робіт на проїжджій частині; маршрути об'їзду місць скupчення транспорту; обмеження швидкості руху,

стан дорожнього покриття в зв'язку з метеорологічною ситуацією.

Знаки змінної інформації та електронні табло доцільно застосовувати на дорогах виходячи з потреб певної ділянки.

Підсистема управління зовнішнім освітленням складається з датчиків освітленості, детекторів пішоходів, ліній освітлення дороги та освітлення пішохідної зони.

#### КЕРУВАННЯ СВІТЛОФОРАМИ

Світлофорне регулювання транспортних потоків – одна із складових частин задачі керування дорожнім рухом у місті.

Концепція автоматичного світлофора була запропонована в 1928 році. У період з 1928 по 1930-й роки винахідники запропонували різні конструкції детекторів тиску, що визначають наявність автомобілів на перехресті. У 1952 році в Денвері встановили перший аналоговий контролер, який дозволив об'єднати кілька розрізнених перехресть в єдину керовану мережу і перемикати заздалегідь розраховані плани координації в залежності від часу доби і днів тижня. Подібні системи активно використовували параметр зсуву, включаючи зелений не відразу на всіх перехрестях, а зі зміщенням, що залежать від відстані між перехрестями і параметрів транспорту.

У 70-ті роки стали з'являтися системи управління, які поєднували переваги фіксованих планів координації для мережі і адаптивного управління, коли «розумний» світлофор сам регулює цикл і тривалість зелених сигналів. Також розвивалися і повністю адаптивні алгоритми управління. Зараз різниця в ефективності управління між «чутливими» і адаптивними системами практично стерлася [4].

В даний час ведуться розробки інтелектуальних світлофорів, які змогли б повністю самостійно приймати рішення про включення (або виключення) того чи іншого світлофора на перехресті опираючись на інформацію про завантаженість доріг, про час простою машин на перехресті, а також статистичні

дані про завантаженість дороги в певний час доби, в певний день тижня. Щоб своєчасно реагувати на постійно мінливу дорожню ситуацію, інтелектуальні світлофори повинні мати можливість навчання. Для цих цілей найбільш підходящим варіантом рішення є застосування штучної нейронної мережі, що має можливість самонавчання [5, 6].

#### ВИСНОВКИ

В роботі розроблено структурну схему системи керування дорожнім рухом в місті виходячи з розвитку сучасних технологій. Розглянуто підсистеми і завдання, які вони вирішують. Також розглянуто історію розвитку світлофорного регулювання та поставлено сучасні задачі, які треба вирішувати.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Интеллектуальные транспортные системы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gisexpert.org/node/37> (дата звернення 01.10.2018).
2. Умный трафик [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://iot.ru/wiki/umnyy-trafik> (дата звернення 01.10.2018).
3. АСУДД: Что висит над дорогой? [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <https://habr.com/post/124249/> (дата звернення 01.10.2018).
4. АСУДД: Эволюция «умных» светофоров [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <https://habr.com/post/125282/> (дата звернення 01.10.2018).
5. Traffic Signal Timing Manual [Электронный ресурс] // United States Department of Transportation - Federal Highway Administration. – 2017. – Режим доступа: <https://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop08024/chapter6.htm> (дата звернення 01.10.2018).
6. Тимофеева О. П. Проектирование интеллектуальной системы управления светофорами на основе нейронной сети / О. П. Тимофеева, Е. М. Малышева, Ю. В. Соколова. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №6.

# Роботизований комплекс точкового оброблення гербіцидами сільськогосподарських угідь

Блінніков Богдан  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
Київ, Україна  
bodya4ka@gmail.com

Писаренко Андрій  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
Київ, Україна  
andrew.pisarenko@gmail.com

**Анотація.** Розглянуто проблему роботизації сільського господарства та запропоновано її вирішення з використанням роботизованого комплексу оброблення бур'янів гербіцидами. Описано використання системи розпізнавання образів, завдяки якій робот відокремлює бур'яни від культур.

**Ключові слова:** робот, розпізнавання образів, сільськогосподарські угіддя, маніпулятор.

## Вступ

Сільськогосподарське виробництво – важлива складова економіки кожної країни. На сьогоднішній день в Україні впроваджено не так багато сучасних технічних рішень, для забезпечення сільськогосподарських задач. Фермери, в основному, працюють самостійно або наймають робітників для догляду за рослинами. Ефективність ручної або навіть механізованої праці невисока, оскільки це займає багато часу та зусиль. До того ж догляд за сільськогосподарськими угіддями включає роботу з деякими хімікатами, що негативно впливає на здоров'я людини.

## Огляд подібних рішень

Як відомо, азотні добрива виділяють закис азоту  $N_2O$ , що негативно впливає на екологію і може пошкодити рослини: пожовтіння листя, руйнування мембрани або уповільнення зростання. В першу чергу,

щоб запобігти негативному впливу закису азоту на рослини потрібно визначити його кількість. В середньому такий тест займає 27 годин, але робот компанії Adigo, може це зробити за одну годину. Апарат опускає алюмінієві блоки на землю і проводить аналіз ґрунту [1].

Робот Ladybird [2] був спроектований і побудований спеціально для овочевої промисловості. Його використовують для спостереження за фермою і складання технологічних карт. На ньому встановлено цілий ряд датчиків і сонячних панелей, які дозволяють роботові цілодобово стежити за ростом рослин і появою шкідників. У цього робота також є механічна рука, яка дозволяє видаляти з поля бур'яни.

У Мадридському університеті розроблений сферичний робот [3] для збору інформації про стан ґрунту і посівів. Принцип пересування робота нагадує прогулянкову кулю – всередині знаходиться маятниковий механізм, здатний рухатися в двох незалежних напрямках по команді електронної системи керування. Конструкція дозволяє роботу не тільки котитися по прямій, але і здійснювати повороти. Робот-колобок оснащений GPS-трекером і цілім рядом датчиків, завдяки яким він збирає інформацію про здоров'я посівів, склад ґрунту, його температуру і вологість.

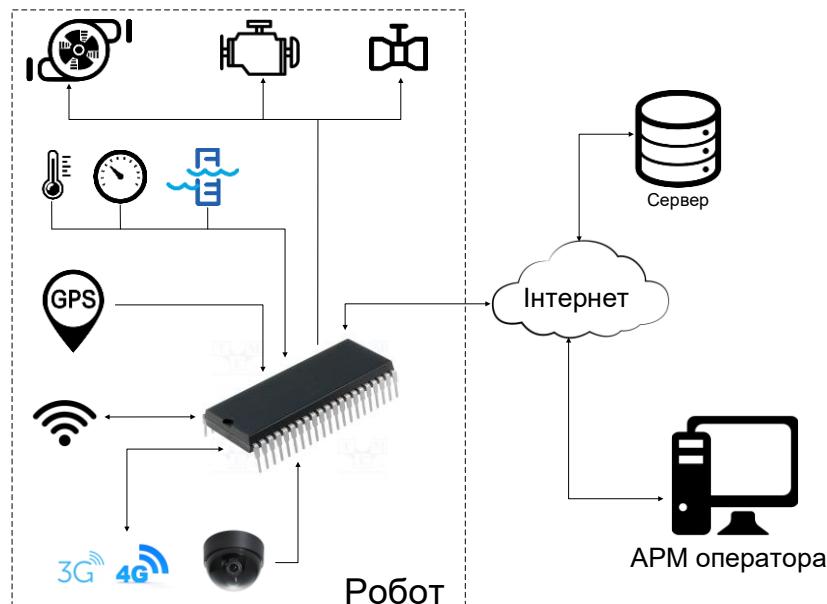


Рис. 1. Структурна схема системи

### ОПИС СИСТЕМИ

Конструкція робота відображенна на структурній схемі (рис. 1). Ідея полягає у тому, що робот містить тільки набір необхідних датчиків та виконавчих пристроїв, а процес оброблення інформації відбувається на сервері.

Сонячні панелі, що розташовані на верхній частині робота, перетворюють сонячну енергію на електричну та заряджають акумулятор для роботи роботу.

Завдяки модулю GPS робот орієнтується на місцевості, що використовується для обмеження області переміщення розмірами земельної ділянки.

Робот чотирьохколісний, а тому має по одному електродвигуну для кожного колеса. У керуванні двигунами реалізована можливість реверсу для можливості повертання робота.

Завдяки модулям WiFi/3G/4G робот підключений до системи, обмінюються з сервером даними.

Сенсорна панель встановлена для безпосереднього керування роботом, наприклад, при виникненні проблем із передачею даних через мережу Інтернет.

Робот має датчики, що вимірюють температуру, тиск та рівень рідини у баку. Інформація з них потрапляє до мікроконтролера. Якщо температура у баку досягає критичної відмітки, або рівень рідини у баку малий, або тиск перевищує задану величину, то робот припиняє роботу та іде у спеціально призначений будівлю. При цьому до АРМ оператора надходить сповіщення про певну проблему.

Завдяки відеокамері система може аналізувати та розпізнавати некультурні рослини, що заважають росту культур. Робот відправляє дані з відеокамери на сервер, де відбувається розпізнавання: чи є рослина культурою чи ні. На сервері зберігаються дані по культурним рослинам і перед тим, як робот почне працювати, вибирається режим роботи, тобто які саме рослини він буде обробляти. Якщо рослина виявилася бур'яном, тобто не відповідає обраному режиму,

робот завдяки встановленим маніпуляторам з соплами обробляє бур'ян гербіцидами.

У запропонованому роботі роль маніпуляторів будуть виконувати два пристрої, що рухаються у 3-вимірному просторі автоматично та до яких під'єднано шланги для подачі рідини. За допомогою встановлених на маніпуляторах сопел робот розбризкує гербіциди на визначені системою рослини (рис. 2).



Рис. 2. Маніпулятор з під'єднаним шлангом

### ВИСНОВКИ

Розроблений роботизований комплекс значно спрощує процес догляду за врожаєм: зменшує час, витрачений на обробку угідь від бур'янів, зменшує кількість витрачених гербіцидів, наносячи меншу шкоду навколошніальному середовищу та не вимагає постійної присутності людини на сільськогосподарських полях.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Field Flux Robot Adigo AS [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.adigo.no/portfolio/field-flux-robot-2> (дата звернення 25.08.2018).
2. Ladybird | Robohub [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://robohub.org/robots-ladybird/> (дата звернення 25.08.2018).
3. Rosphere spherical robot could be rolling up for work to monitor and tend crops [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://newatlas.com/rosphere-spherical-robot/28142/> (дата звернення 25.08.2018).

# Системи локального позиціонування для управління транспортними засобами на гірському підприємстві

Ременюк Дмитро

КПІ ім. Ігоря Сікорського  
Київ, Україна  
remenuk.dima@gmail.com

Долина Віктор

КПІ ім. Ігоря Сікорського  
Київ, Україна  
v\_79@gmail.com

**Анотація.** Викладено проблему неможливості використання глобальних навігаційних систем для вирішення задач визначення місцезнаходження об'єктів всередині тунелів, шахт, приміщень тощо. Розглянуто технології локального позиціонування для проектування системи управління транспортними засобами на гірничому підприємстві.

**Ключові слова:** локальне позиціонування, визначення місця розташування в режимі реального часу, радіолокаційні технології, гірниче підприємство, відстеження та моніторинг.

## Вступ

Ми щодня стикаємося з глобальними навігаційними системами, такими, як GPS або GLONASS. Робота цих систем забезпечується спеціальними супутниками, виведеними на геостаціонарну орбіту, і прив'язаними до певної точки в глобальній системі координат. Мобільні пристрої, наприклад, навігатор, отримують сигнал супутника і визначають своє місце розташування в прив'язці до географічних координат на основі завантажених у пристрій карт місцевості. Точність роботи глобальних навігаційних систем достатня в масштабах міста або країни, хоча похибка може досягати 10-15 метрів.

З іншого боку, за допомогою глобальних систем

практично неможливо визначити точне місце розташування всередині приміщення, залізобетонної будівлі, в підвалі або у тунелі, на точність сигналу можуть впливати масивна хмарність, магнітні бурі і інші подібні фактори.

Цих недоліків позбавлені системи локального позиціонування, їх переваги стають очевидними в разі необхідності побудови систем локації та зв'язку в межах певних територій і приміщень.

Такі системи здатні вирішувати завдання визначення місця розташування людей, техніки, інших фізичних об'єктів не в масштабах країни, а в межах конкретної території або всередині будівлі з високою точністю.

**ТЕХНОЛОГІЇ ЛОКАЛЬНОГО ПОЗИЦІОНАВАННЯ**  
Технології локального позиціонування поділяються на такі групи [1-3]:

- радіолокаційні технології;
- технології інерціального позиціонування;
- технології, засновані на зміні магнітного поля;
- оптичні технології;
- ультразвукові технології.

Радіолокаційні технології

Таблиця 1

Технологія	Діапазон робочих частот	Зона охоплення	Точність	Переваги	Недоліки
UWB	3-10 ГГц	До 40 м	До 0,1 м	Високий рівень завадостійкості, висока безпека	Малий радіус дії, складна інфраструктура
Wi-Fi (IEEE 802.11a/g/n)	2,4 ГГц, 5 ГГц	До 100 м	До 5 м	Широке розповсюдження	Недостатня точність, завантаженість ефіру
WiMax	2-66 ГГц	До 5 км	До 50 м	Надійність, висока пропускна здатність	Дороге обладнання та обслуговування
MiWi	2,4 ГГц	До 300 м	До 3 м	Шифрування повідомлень, підтримка mesh-мереж, peer-to-peer топологій, низька вартість обладнання	Низька швидкість передачі даних, дороге обслуговування, пропрітарна технологія
ZigBee (IEEE 802.15.4)	868 МГц, 915 МГц, 2,4 ГГц, 6 ГГц	До 300 м	До 2 м	Підтримує різні топології, вибір алгоритму маршрутизації, простота розгортання, низький рівень споживання енергії	Низька швидкість передачі даних
NFER	30 МГц	До 70 м	До 1 м	Підходить для застосування в приміщеннях зі складною геометрією	Низька ефективність антени, що вимагає збільшення потужності передавача і веде до великих габаритів і вазі міток
NanoLOC (IEEE 802.15.4a)	2,4 ГГц	До 900 м	До 1 м	Робота в неліцензованих діапазонах при потужності до 100 мВт, стійкість	Обмеження за кількістю пристрій в сегменті, пропрітарна технологія

				до зовнішніх перешкод, великий вибір готового програмного забезпечення	
DECT	1900 МГц	До 200 м	До 5 м	Не потребує ліцензування, не потребує спеціального обслуговування, простота розгортання	Низька швидкість передачі даних
GSM	800 МГц, 900 МГц, 1850-3800 МГц, 2,6 ГГц	До кількох десятків км	До 50 м	Можливість використання існуючої інфраструктури стільникових операторів.	Ліцензований діапазон частот, низька точність позиціонування
Bluetooth (IEEE 802.15.1)	2,4 ГГц	До 150 м	До 5 м	Високий рівень завадостійкості, висока безпека, низький рівень споживання енергії, низька вартість обладнання, компактність модулів	Неможливість досягнення високої точності визначення місця розташування

Найбільшою групою, що включає в себе кілька підгруп, є радіолокаційна технологія. Радіолокаційною називається та технологія, в якій для визначення місця розташування об'єктів використовуються радіосигнали [1]. Основні характеристики, переваги та недоліки різних радіолокаційних технологій наведено в табл. 1.

#### УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ НА ГРСЬКОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

Інтегровані мітки вбудовуються в існуюче обладнання. Персональні теги видаються працівникам кар’єру, шахти. Транспортні мітки встановлюються на транспортних засобах. Базові станції встановлюються в ключових місцях для забезпечення повного покриття території підприємства (рис. 1).

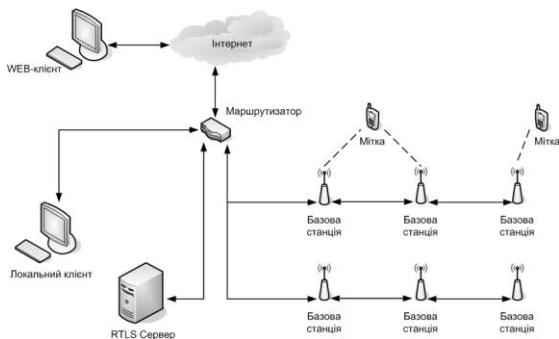


Рис. 1. Структурна схема системи локального позиціонування

Інфраструктура системи здатна не тільки в реальному масштабі часу визначати місцезнаходження мобільних об'єктів (техніки, персоналу), а й забезпечити обмін координатною і службовою інформацією між засобами системи і мобільними об'єктами.

#### Висновки

В роботі розглянуто технології локального позиціонування. Проведено аналіз радіолокаційних технологій. Запропоновано структуру побудови системи локального позиціонування на гірничому підприємстві, яку можна використовувати для подальшого проектування системи управління транспортними засобами на гірничому підприємстві.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Технологии локального позиционирования. Часть I [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу: <https://habr.com/company/rtl-service/blog/281837/> (дата звернення 01.10.2018).
2. Технологии локального позиционирования. Часть II [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу: <https://habr.com/company/rtl-service/blog/282357/> (дата звернення 01.10.2018).
3. Овчинников С. Технологии локального позиционирования / Сергей Овчинников. // Технологии и средства связи. – 2014. – №3. – С. 26–30.

# Механізми боротьби з колізіями при використанні технології радіочастотної ідентифікації

Кирилюк Артем  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
Київ, Україна  
artemkirilyuk96@gmail.com

Долина Віктор  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
Київ, Україна  
v\_79@gmail.com

**Анотація.** Радіочастотна ідентифікація – бездротова технологія зв’язку, яка дозволяє збирати дані та ідентифікувати будь-який об’єкт за допомогою спеціальної мітки. Колізії, які виникають протягом даного процесу можуть привести до різноманітних проблем, серед яких завищена кількість ітерацій і порожніх слотів, а також складні обчислення. В даній роботі аналізуються основні механізми боротьби з колізіями, розкриваються їх переваги та недоліки.

**Ключові слова:** радіочастотна ідентифікація, радіочастотні теги, боротьба з колізіями.

## Вступ

Радіочастотне розпізнавання здійснюється за допомогою закріплених за об’єктом чіпованих міток, що містять ідентифікаційну та іншу інформацію. Для читання тегів необхідний спеціальний зчитувач. Зчитувач відправляє безперервну радіочастотну хвилю, і як тільки тег входить в область діапазону хвилі, дані можуть зчитуватися з нього, не враховуючи можливих помилок під час колізій. Радіочастотна хвиля дозволяє зчитувати тег, навіть якщо між зчитувачем і міткою є перешкоди.

Колізії виникають, коли зчитувач намагається одночасно прочитати ідентифікаційні біти декількох тегів. Це відбувається, коли в область діапазону зчитувача входить більше одного тега. Біти з різних тегів перемішуються, тим самим роблячи дані нечитабельними для зчитувача. Таким чином зчитувач або взагалі припиняє виконання, або змушений переінтерпретовувати теги, що призводить до втрати швидкості і більшого енергоспоживання.

Зчитувач розуміє, що стала колізія, але не може вирішити її сам по собі. Як показано на рис. 1, два тега,



Рис. 1. Приклад колізії

які були прочитані одночасно, викликають колізію, так як біти на другому і четвертому місцях відрізняються один від одного. Це не дозволяє зчитувачеві розрізняти теги і виключає можливість їх обробки окремо.

## ALOHA алгоритми для боротьби з колізіями

Алгоритми, засновані на ALOHA, керують часом доступу між тегами і зчитувачами. Час, виділений тегу для доступу до зчитувача, є випадково згенерованим, що дозволяє зменшити кількість колізій при одночасному зчитуванні тегів в одній частоті.

При виявленні колізії теги повинні зачекати певний час, який формується випадково, після чого знову повторно відправити свої дані. Такий підхід може вирішити деякі конфлікти, але вирішення всіх не гарантується. Чим більша кількість конфліктних тегів, тим менша ефективність даного алгоритму, так як з часом накопичується значна кількість колізій, що призводить до перевантаження мережі, і відповідно до втрати пакетів або повного блокування нових вхідних даних.

Виділяють наступні реалізації ALOHA: чистий ALOHA, slotted ALOHA і DFSA [1].

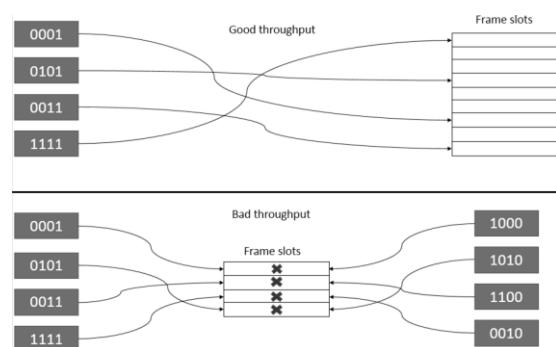


Рис. 2. Slotted ALOHA

Slotted ALOHA найчастіше використовується в ситуаціях, коли очікується невелика кількість конфліктних тегів(10-20 шт.). Кожен тег знає про те, що стала колізія, і йому випадковим чином призначається вказівка повторити спробу встановлення ідентифікації. Як видно з рис. 2, алгоритм демонструє хороши результати.

Основна відмінність між чистим ALOHA і DFSA полягає в тому, що DFSA ефективніше ідентифікує теги завдяки своїй здатності динамічно коригувати довжину кадру, забезпечуючи більш високу

пропускну здатність. При цьому, DFSA може бути складно реалізувати, оскільки довжина кадру залежить від кількості конфліктних тегів, які важко оцінити заздалегідь.

#### АЛГОРИТМИ НА ОСНОВІ ДЕРЕВА

Алгоритми на основі дерева для визначення конфліктів використовують кодування Манчестер [2]. Кожне зчитування біта манчестерським кодуванням, розділяється на два рівних часових інтервали. Біт зі значенням 1 має високий імпульс в першому інтервалі і низький у другому. Біт зі значенням 0 – навпаки, низький в першому інтервалі і високий в другому. Коли зчитувач отримує біт-сигнал з високим імпульсом як в першому, так і в другому інтервалах, він розуміє, що як 1, так і 0 були відправлені в однаковому положенні. Якщо біти відрізняються одним або декількома індексами, вони позначаються як колізійні біти. Всі біти, які не є колізійними, мають однакове значення для всіх прочитаних тегів. На рис. 3 показані два теги, які зчитуються манчестерським кодуванням. Четвертий і сьомий біт зліва різняться при зчитуванні і, отже, є конфліктними бітами.

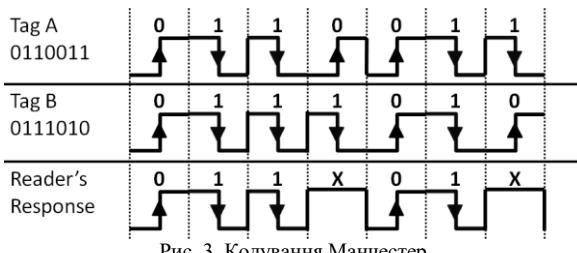


Рис. 3. Кодування Манчестер

Основна ідея алгоритмів на основі дерева – перебрати всі можливі ідентифікаційні номери за допомогою дерева. Зчитувач відправляє запит на всі теги. Якщо виявлені конфлікти, він обирає найстарший біт і ділить ідентифікаційні номери на дві підмножини. Одна підмножина містить теги з 0 позицією біта, а інша - теги з 1. Після цього зчитувач обробляє кожну підмножину і відправляє запит на теги для пошуку ідентифікаційного номера тільки в тому випадку, якщо він має ті ж біти, що і підмножина

в усіх бітах вище, і включає в себе позицію конфліктного біта. Наприклад, якщо другий старший біт виявився конфліктним, а старший біт дорівнює 1, зчитувач спочатку зробить запит до всіх тегів з ідентифікаційним номером з 1 на старшому біті і 0 на другому біті, і як тільки теги ідентифікуються, він виконає той же запит, але з 1 замість 0 на своєму другому біті. Якщо конфліктних бітів більше, зчитувач повторює алгоритм рекурсивно, доки не будуть ідентифіковані всі теги. На рис. 4 теги з номерами 0111, 1011, 1110 і 0110 ідентифікуються з використанням дерева.

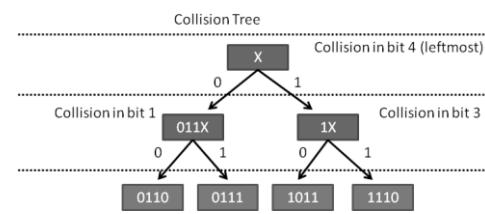


Рис. 4. Дерево конфліктів

#### Висновки

В роботі виконано огляд та проведено короткий аналіз основних алгоритмів боротьби з колізіями. Такі алгоритми мають високу цінність в системах локального моніторингу та відстеження об'єктів. На основі проведеного аналізу можна зробити висновки, що ідеального алгоритму не існує, а для досягнення максимальної ефективності потрібно для кожної конкретної ситуації ретельно підбирати окремий алгоритм або розробляти свій.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Технологии радиочастотной идентификации. Часть I [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <https://habr.com/company/blog/311614/> (дата звернення 01.11.2018).
2. Технологии радиочастотной идентификации. Часть II [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <https://habr.com/company/blog/312614/> (дата звернення 01.11.2018).

# Аналіз джерел альтернативного енергоживлення для тепличних господарств

Звіряка Віталій

КПІ ім. Ігоря Сікорського  
Київ, Україна  
vitazua@gmail.com

Долина Віктор

КПІ ім. Ігоря Сікорського  
Київ, Україна  
v\_79@gmail.com

**Анотація.** Описано перспективи розвитку тепличних господарств. Розглянуто технології використання сонячної та вітряної енергії для побудови систем альтернативного енергопостачання. Представлено гібридну систему енергопостачання.

**Ключові слова:** тепличне господарство, управління мікрокліматом, альтернативні джерела електропостачання, сонячні електростанції, вітряні електростанції.

## Вступ

Рослинництво – провідна галузь сільського господарства України, на частку якого доводиться 70,3% в структурі валової продукції сільського господарства.

За 2015 рік в Україні було вироблено майже 482 тис. тонн овочів закритого ґрунту, з них 114 тис. тон сільськогосподарськими виробниками і 368 тис. тон приватними господарствами. За даними на 1 січня 2016 року в Україні загальна площа під тепличними комплексами становила – 4,5 тис. га [1].

Кліматичні умови України дозволяють вирощувати овочі на відкритому ґрунті лише 4-6 місяців, хоча така продукція користується попитом серед покупців протягом усього року. Таким чином, можна припустити подальше збільшення площ, зайнятих тепличними господарствами.

Теплиці представляють собою одну з найскладніших, капіталомістких і трудомістких

галузей сільського господарства, що функціонують цілий рік.

Так само варто відзначити, що вирощування культур традиційно пов'язане з високими витратами на енергоресурси, а частка енергоресурсів у структурі собівартості може досягати 60-70%.

Всі ці фактори, а також високий рівень конкуренції, роблять галузь вкрай привабливою для впровадження енергоекспективних технологій та інновацій.

## СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ МІКРОКЛІМАТОМ В ТЕПЛИЧНИХ ГОСПОДАРСТВАХ

Сучасні технології вирощування вимагають постійної підтримки певних режимів мікроклімату в теплицях. Система автоматичного управління мікрокліматом призначена для підтримки заданої температури і вологості повітря в теплиці, температури і вологості в субстраті, концентрації двоокису вуглецю ( $\text{CO}_2$ ), режимів опромінення та режиму харчування рослин, а також управління іншими параметрами. Підтримка заданих параметрів забезпечується шляхом автоматичного управління потужністю систем обігріву, положенням вентиляційних фрамуг, виконавчими механізмами системи живлення, системи штучного освітлення, опромінення, концентрації  $\text{CO}_2$  і іншим інженерним обладнанням.

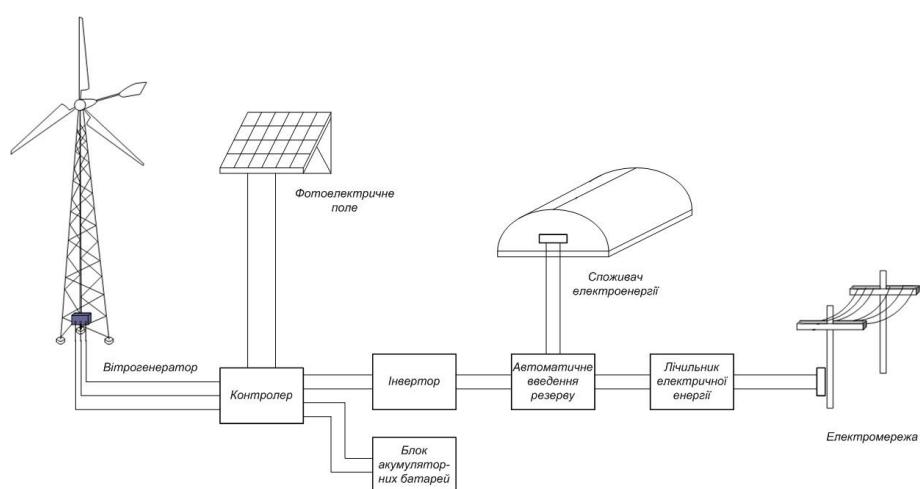


Рис. 1. Схема гібридної системи електропостачання

Варто відзначити, що окрім заощадження енергоресурсів, також актуально є задача забезпечення безперебійного енерговживлення, оскільки порушення кліматичних умов в період високих або низьких температур ззовні може привести до втрати урожаю.

#### Сонячні ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Для перетворення енергії сонячного випромінювання в електрику використовують фотоелементи. Найбільш поширені технології виробництва фотоелементів:

Кристалічні фотоелементи: монокристалічні кремнієві фотоелементи (ККД 15-18%); полікристалічні фотоелементи (ККД 13-16%);

Тонкоплівкові фотоелементи: фотоелементи з використанням діселеніда індію і міді, CIS технологія (ККД 9-11%); фотоелементи з використанням телуриду кадмію, CdTe технологія (ККД 8,5%); фотоелементи з використанням аморфного кремнію (ККД 5-7%) [2,3].

Сонячне випромінювання не постійно в часі, тому вироблення фотомодулів не завжди відповідає споживанню енергії. Для накопичення надлишкової електроенергії і використанні її в випадках коли споживання перевищує вироблення використовують акумуляторні батареї.

#### ВІТРЯНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Вітроелектроустановки перетворюють кінетичну енергію вітру в електричну за допомогою генератора в процесі обертання ротора.

Існують два основних типи вітрогенераторів. Вітрогенератор з горизонтальною віссю обертання, має дві або три лопаті, встановлені на вершині вежі, – найбільш поширений тип віtroелектроустановок. У віtroелектроустановках з вертикальною віссю обертання (Н-образні) провідний вал ротора розташований вертикально. Лопаті такої турбіни – довгі, зазвичай дугоподібні. Вони прикріплені до верхньої і нижньої частин башти. Завдяки вертикальному розташуванню ведучого вала ротора Н-образні турбіни, на відміну від турбін з горизонтальною віссю обертання, «захоплюють» вітер, що дме в будь-якому напрямку, і для цього їм не потрібно міняти положення ротора при зміні напрямку вітрових потоків [2,4].

#### ГІБРИДНІ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Енергії вітру і сонця можуть відмінно доповнювати або замінювати один одного. Гібридні системи

електропостачання особливо ефективні для цілодобового автономного електропостачання. Ці системи являють собою станції на базі вітрогенераторів і сонячних фотоелектричних модулів приєднаних до одної енергосистеми. Продуктивність фотоелектричних батарей досить висока влітку і відносно низька взимку. У свою чергу, забезпечення електроенергією, виробленою за рахунок енергії вітру, в літній період є проблематичним через часті безвітряні дні. Тому переваги гібридної системи «вітер-сонце» стає очевидним. Схему такої системи наведено на рис. 1.

Гібридна система з накопиченням електроенергії в акумуляторах може працювати паралельно з мережею. Паралельна робота здійснюється за допомогою пристрою АВР (автоматичне введення резерву). АВР дозволяє перемкнути живлення об'єкту за відсутності вітру (сонця) і повному розряді акумуляторів на електромережу або навпаки, перемикає навантаження на акумуляторні батареї при втраті живлення електромережі. Приоритет може встановлюватися вручну або програмним алгоритмом.

#### Висновки

В роботі розглянуто систему автоматичного управління мікрокліматом в тепличних господарствах. Проведено аналіз та обрано варіант реалізації системи альтернативного енергопостачання. Для завдання економії енергоресурсів ведуться подальші дослідження теплової енергії для використання її в тепличних господарствах в якості систем обігріву і охолодження.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Немного про тепличный бизнес в Украине и не только [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу: <http://agroportal.ua/publishing/analitika/nemnogo-pro-teplichnyi-biznes-v-ukraine-i-ne-tolko/> (дата звернення 01.09.2018).
2. Альтернативная энергетика [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу: [https://ruxpert.ru/Altyernativnaya\\_energetika](https://ruxpert.ru/Altyernativnaya_energetika) (дата звернення 01.10.2018).
3. Типы солнечных панелей [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.atmosfera.ua/pvsolar/tipy-solnechnykh-panelej/> (дата звернення 01.10.2018).
4. Типы ветрогенераторов [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.atmosfera.ua/winds/tipy-vetrogeneratorov/> (дата звернення 01.10.2018).

# ***Information System for Household Goods Accounting***

Kharabet Rodion

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine

Pysarenko Andrii

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine

**Abstract.** The paper presents the concept of the information system for household goods accounting. The main system purpose is to increase the efficiency and convenience of purchasing in stores. There is an identifier on the product package, which is read by the smartphone's camera or a special reading device and allows to identify the good. The functionality of the system is expandable and can be adapted to the needs of persons with disabilities.

**Keywords:** goods accounting, goods purchase, information system, accounting system, barcode scanner, Arduino.

## INTRODUCTION

Over the past decade, mobile devices became much more common in our life. According to the GFK survey in April 2018, 85% of all users search for information on the Internet using a mobile device [1]. Also, according to forecasts of the research company eMarketer, by 2021 the share of purchases using mobile devices will amount 72.9% of all world sales [2].

Everyone makes purchases. Whether it is a grocery, a pharmacy or a hypermarket. Everyone has been faced with the situations when coming home and finding out that something needed was not bought. This is especially true for large families.

To prevent such situations, people have started to make shopping lists, writing it down on a piece of paper or creating a note in a smartphone. In this way people make purchases more efficiently: they do not spend too much time and money on the purchase of unnecessary goods. But even when making a shopping list, you need to check whether there is any product in the right amount at home, or whether it should be added to the list.

There is a large number of applications for smartphones that allow you to manage or interact with a shopping list. For example, applications such as Grocery Pal, Out of Milk, AnyList provide basic functionality for working with a shopping list: adding products to the list, ranking by categories or removing already purchased products from the list.

The problem with such applications is that each time it is necessary to recreate the list since the smartphone cannot track which goods have already been used and need to be repurchased.

The purpose of the information system described in this article is to create a product that would replace the existing solutions for an efficient and convenient accounting of goods in the household.

## THE PRINCIPLE OF WORK OF THE SYSTEM

The approach based on reading the unique identifier of the product (mostly it is a barcode) allows you to track the used product and add it to the new shopping list automatically. This functionality is implemented by

introducing an additional barcode scanner to read the identifier from the packaging of the goods before its disposal.

Consider the UML use case diagram for this system shown in Fig. 1.

For each user, there is own products database. The database, in fact, is a virtual mapping of household goods available to the user. Direct user interaction with the system occurs during the addition or removal of goods. To add goods, he or she needs to scan the unique identifier by the smartphone's camera. To remove the item from the database he or she needs to scan the barcode with the additional scanner. Also, in the smartphone, the user always has an available information about the current state of the goods in the house and the current shopping list.

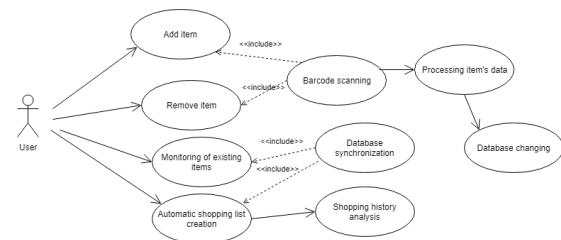


Fig. 1. UML use case diagram

Consider the process of the system usage, which is shown in Fig. 2:

1. The user comes home from the store.
2. Now user needs to add the purchased goods to the database. To do this by the smartphone's camera user needs to scan the identifier (barcode) on the package. As soon as the barcode is recognized, the corresponding item will be added to the user's database.
3. After using the product, before disposing of the package, it is necessary to consider the barcode with a second – additional device that is placed in the immediate vicinity of the waste bin.
4. After reading the identifier, the user can throw out the packaging. At this point, the system updates the database, analyzes user's preferences for past purchases, and determines whether the user needs to add the newly released product to the new shopping list.
5. The corresponding changes are immediately visible in the mobile application. Now the user does not need to think about what is already present at home, and what user needs to buy in addition – the smartphone always has an up-to-date list of purchases.

The described system is only a concept and already has several advantages over existing analogs for smartphones. It is flexible and extendable with new features. For example, it can be adapted for people with disabilities: the



Fig. 2. The process of using the system

system can be equipped with an additional camera or microphone with integrated artificial intelligence for recognizing gestures or voice. Also, there is a possibility to create predictive models based on the collected statistics of the goods consuming by the user. These models are able to predict a wide range of situations. For example, they could predict that the milk will spoil in 3 days as well as warn the user that the consumption of sugar-containing foods in such a large quantity increases the risk to get sick with diabetes.

Previously in this article an additional device was mentioned by which products are scanned and then removed from the database. This device is a board with a microcontroller and a scanner for barcodes reading. After recognizing the identifier, a signal will be sent via the Wi-Fi module to the remote server that identified item has been disposed of. At first, authorization is performed on the server to find a specific user. Then the service is analyzing and searching for a product by given identifier and delete it from the database. By the next action, the system will automatically add this product to the new shopping list, if the user has often bought it. Otherwise, it will be ignored. The corresponding block diagram is presented in Fig. 3

As a platform with a microcontroller any single-board microcontroller can be used, for example, Arduino Uno or Arduino Mega 2560. A simple Wi-Fi module that supports the 802.11n standard can be used to connect the board with the environment.

Special attention should be paid to the choice of a scanner. Since the most common identifier is a barcode, we will consider such a type of scanner.

A barcode scanner is a device that converts a code printed on a package into a number, checks and corrects

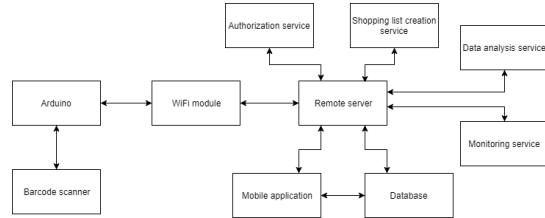


Fig. 3. Block diagram of the system

errors in case of their detection. Such scanners have three types of entire reading system: LED, laser and photographic. They can also vary according to the type of installation: built-in scanners, desktop scanners, manual scanners etc. For described purposes, it is sufficient to use a LED scanner [3].

A charge coupled device (CCD), also known as a LED scanner, features hundreds of tiny LED lights arranged in one long row. These lights are shot directly onto a barcode, and then a sensor measures not the reflection, but the voltage of the ambient light directly in front of each light bulb. This voltage measurement provides a digital snapshot of the barcode. This scanner can read a code even with a minimum strip thickness (0.1 mm). It is comparable in reading speed with a more expensive laser scanner and does not contain moving parts that increases its reliability and durability. The disadvantages include the low sensitivity of the matrix, as a result of which the scanning range should not exceed 10-15 cm.

#### CONCLUSIONS

The system described in the article allows to simplify the process of goods accounting at home, helps to create a shopping list automatically and keep track of goods in real time. The system is perspective and expandable. New features can be applied to this system. For example, collecting statistics on consumed products and making a decision by artificial intelligence. Also, the modular architecture of the board allows to use various devices (cameras and microphones) to adapt the system for people with disabilities.

#### REFERENCES

1. GFK. The use of smartphones for online shopping in Ukraine [Electronic resource] / News Ukraine GFK – Access mode: <https://www.gfk.com/uk-ua/rishennja/news/vikoristannja-smartfoniv-dlya-internet-pokupok-v-ukrajini>.
2. eMarketer. Worldwide Retail and Ecommerce Sales: eMarketer's Updated Forecast and New Mcommerce Estimates for 2016 – 2021 [Electronic resource] / eMarketer – Access mode: <https://www.emarketer.com/Report/Worldwide-Retail-Ecommerce-Sales-eMarketers-Updated-Forecast-New-Mcommerce-Estimates-20162021/2002182>.
3. Schofield J. Types of Barcode Scanners [Electronic resource] / Jay Schofield. – 2014. – Access mode: <http://www.systemid.com/learn/types-of-barcode-scanners/>.

# Locators Field for Effective BCH code

Poltorak Vadym

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Kyiv, Ukraine

v.poltorak@kpi.ua

**Abstract.** The paper describes a two nested finite fields creating process for effective BCH-code, with relative short length and increased base of code. Appropriate generating polynomial is obtained.

**Keywords:** BCH-code; code elements; finite field; locators; generating polynomial; boundaries of coding.

## INTRODUCTION

We know that the initial information coding in general, then error control coding of messages (by redundant codes) and data presentation by different channel signals are different aspects of a single information process - different forms of information presenting. There are many data transmission tasks where we should to correct errors in real-time data flow [1, 2, 3]. We use different criteria for assessing the quality of the information process in these different aspects.

For example, we use the criteria of "limits for minimum code distance  $d$ " to justify the use of error control encoding for messages in the data transmission channels. It implied here boundaries of Varshamov-Gilbert, Hamming, Plotkin, Elias [1, 2]. A more detailed analysis of the effectiveness of redundant codes by means of this boundaries shows, that redundant code efficiency increasing more quickly reduces, in transition from  $q = 2$  to  $q > 2$  and up to  $q \gg 2$  values, and become undifferentiated between cases of  $q \geq 32$  and  $q \rightarrow \infty$ , where  $q$  is the code basis [3]. It makes no sense to increase the basis  $q$  up to infinity to increase the efficiency of redundant codes, as maximum values of efficiency, which are specific to the case  $q = \infty$ , are achieved practically at  $q \geq 32$  [3].

A limit found there for  $q$  can serve as some "beacon" in designing of data codec, as motion of  $q \rightarrow \infty$  means an unlimited increase in complexity of hardware and software implementation, and cannot be considered as desirable. Conversely, a reasonable restriction of code basis  $q < 32$  gives a maximum code efficiency values and may provide less expensive and complex performance of codec hardware and software for data transmission systems then in case of  $q$  unfounded growth. Detailed analysis of the  $q$  impact on the characteristics of redundant codes reveals another unobvious property. This is the code length  $n$  [3]. The famous "stamp" there is still more in thinking as mathematicians and code engineers that the most effective codes are "long" codes with large values of  $n$  (by the criterion of minimum redundancy  $D = r / n$ , where  $r$  is a number of redundant code components (code elements) in the code block [1, 2]. However, our research shows that this is true only if a fixed value  $q = \text{const}$ . That is why the idea of "long" code, as the most effective, was formed that way. For until this time the vast majority of codes used

in practice is a purely binary with  $q = 2$ . The study shows, that high-performance redundant encoding can be achieved with relatively small length  $n$ , by increasing the code basis  $q > 2$ , but subject to the limitations that are mentioned above [3, 4]. This opens up prospects for exploration and use relatively "short" codes, for which  $n$  values are compared to  $q$  ones. It's well known that BCH code is one of the powerful codes that allow a wide variation of its parameters [1, 2]. Its absolute redundancy  $r$  is in the range:  $2t < r < 2mt$ , where  $t$  - is a number of errors corrected,  $m$  - power of  $\text{GF}(q)$  extension up to  $\text{GF}(q^m)$  where GF is Galois Field. It was found in this study that there are conditions when  $r$  reaches its minimum  $r = 2t$  and  $D = 2t/n$ . This may be provided by  $m = 2$ , as was found. Let we take  $q = 16$  ( $q < 32$ ), for example, then a BCH-code elements  $x_u \in \text{GF}(q)$ , for  $u = (0\dots 15)$ . But a BCH-code locators  $l_v \in \text{GF}(q^m)$ , for  $v = \{0\dots (n-1)\}$ , where  $q^m = 16^2 = 256$  and  $\{n | (16^2 - 1)\} = n | 255$ , that is,  $n$  must be a divider of number 255. If it's so,  $n$  can formally take the value from the next series of numbers: 3, 5, 15, 17, 51, 85 and 255. It provides a relatively short lengths  $n$  of codes of this series and values of redundancy  $D$  accepted. For example, the 16-ary BCH-code with  $t = 2$  and  $t = 3$  take values of redundancy  $D = (r / n) = (2t / n)$  under this condition are presented in Table 1:

TABLE 1

Number of errors $t$ to correct	Code length $n$ , under $q = 16$				
	15	17	51	85	255
$t = 2$	0.267	0.235	0.078	0.047	0.016
$t = 3$	0.4	0.35	0.12	0.070	0.024

Values  $n = 3$  and  $n = 5$  are avoided in the Table 1, because  $r = 2t$  is almost compared to  $n$ , or more than  $n$ . And so no place for information data elements in the code block. Case  $n = 15$  is a partial case of BCH-code, a Reed-Solomon code with  $q = 16$  [1, 2]. Others four are actually a BCH-codes at  $q = 16$ .

To form a BCH-code we need two embedded finite fields, the field of code elements  $x_u \in \text{GF}(16)$  and the field of code locators  $l_v \in \text{GF}(q^m)$ . Let's create the code elements field  $\text{GF}(16) = \text{GF}(2^4)$  by means of generating polynomial  $P(x) = x^4 + x + 1$  of degree  $s = 4$  [1, 2]. Various forms of presentation of finite field elements allow us to perform basic arithmetic operations on them.

## GENERATING POLYNOMIAL OF POWER 2

### *Polynomial Power 2 Designing*

Let we seek a generating polynomial of degree  $m = 2$  in the next form  $G(x)$  to establish the  $\text{GF}(16^2)$

$$G(x) = x^2 + dx + a, \quad (1)$$

where  $d, a \in GF(16)$ . We need require that  $G(x) \neq 0$  at any  $x \in GF(16)$ . Let we set  $d = 1$  for simplicity, then

$$G(x) = x^2 + x + a. \quad (2)$$

We should found such  $a \in GF(16)$  that  $G(x)$  has no roots within  $GF(16)$ , but it must have roots in  $GF(16^2)$ .  $G(x)$  obviously has two roots:  $b^i$  and  $b^j$ , where  $b \in GF(16^2)$  is an primitive element of  $GF(16^2)$ . We know from Vieta's formulas that

$$b^i b^j = b^{i+j} = a. \quad (3)$$

Let's suppose that  $a$  has an order  $(q - 1)$  within  $GF(16)$  and select the  $a$  of this type

$$a^{(q-1)} = 1. \quad (4)$$

Then by exponentiation of (3) into  $(q - 1)$  power and comparing with (4) we can get the next expression

$$b^{(i+j)(q-1)} = a^{(q-1)} = 1, \quad (5)$$

but as  $b$  is primitive element of  $GF(16^2)$ , where we get the expression  $b^{(i+j)(q-1)} = b^{255} = 1$  and can state

$$(i+j)(q-1) = 255, \quad (6)$$

then from (6) given  $(i+j) = 255 / (q-1) = 255 / 15 = 17$ . So we can see that

$$(i+j) = 17. \quad (7)$$

So it can be stated that

$$b^{17} = a \in GF(16) \in GF(16^2). \quad (8)$$

We have got two nested fields  $GF(16) \in GF(16^2)$  and their joining condition (8). As a result, we should seek an  $a$  value of order  $(q-1)=15$  (look at (4)) among all  $x_u \in GF(q)$  but only those  $a$  which are no roots of  $G(x)$  from (2). Direct calculations showed that there are 8 primitive elements in  $GF(16)$ . They are

$$x^1, x^2, x^4, x^7, x^8, x^{11}, x^{13}, x^{14}. \quad (9)$$

But only next set of elements meet requirements needed

$$x^7 = 11, x^{11} = 14, x^{13} = 13, x^{14} = 9. \quad (10)$$

Let's select  $a = x^{13}=13$ , where  $13 = b^{17} \in GF(16) \in GF(16^2)$ . So we have got a one generating polynomial  $G(x)$  of degree  $m=2$  to establish the BCH-code locator's field  $GF(16^2)$  in

the form of (2), which absorbs the same BCH-code element's field  $GF(16)$

$$G(x) = x^2 + x + 13. \quad (11)$$

### Getting the $GF(16^2)$ Numbers as Scalars

Because we have established (8) that  $b^{17} = 13$ , we can get all of finite  $GF(16^2)$  numbers as scalars by bringing this equality (8) to the power  $j = 0 \dots 14$ ,  $j = 15$  closes the cycle

$$b^{17j} = a^j. \quad (12)$$

Now, we can get the first 16 powers of primitive element  $b \in GF(16^2)$ , having generating polynomial (11), which gives all elements of the field  $GF(16^2)$  at the residue form of  $(f \times b + g)$ , where  $f, g \in GF(16)$ .

### CONCLUSION

Now we have all of components needed for calculation preparing in both finite fields. We have different forms of  $GF(16)$  elements to process BCH-code elements. From the other hand, we have a system of reference points - scalars of  $GF(16^2)$  and we have a system of consecutive primitive  $b$  powers with their residues mod  $(x^2 + x + 13)$ , to process BCH-code locators. We do not need to store in memory all of 256 locators from  $GF(16^2)$  in its different forms (need more one thousand memory cells). But we may store in memory only  $GF(16)$  and  $GF(16^2)$  scalars (need about one hundred memory cells). And for calculation preparing in both finite fields, we may combine this data from memories.

### REFERENCES

- [1] Peterson, W.Wesley, Weldon, Edward J., Jr. *Error-Correcting Codes* (MIT Press, Cambridge, 1972; Mir, Moscow, 1976).
- [2] Kasami Tadao, Tokura N., Iwadare Y., and Inagaki Y., *Coding Theory* (Iwanami, Tokyo, 1975).
- [3] Blahut, Richard E., *Theory and Practice of Error Control Codes*, Addison-Wesley, 1983.
- [4] Полторак В.П., Вітіщенко Н., Вплив основи коду на ефективність надлишкового кодування. У кн.: Вісн. НТУУ «КПІ». Інформатика: Зб. наук. пр. – Київ: Век+, – 2011. – № 54. – с. 95-100.
- [5] Жураковський Ю.П., Полторак В.П., Теорія інформації та кодування: Підручник. – Київ: Вища школа, 2001.

# The Role and Challenges of E-government in Jordan and USA

Alhawawsha Mohammad

Taras Shevchenko National University of Kyiv  
Kyiv, Ukraine

**Abstract.** All over the world Governments are under pressure from citizens and businesses to manage public finances openly and transparently, based on the needs of their citizens and businesses, using high-quality public services as an internal structure and empowering citizens to make policy decisions involve expectations of public interest. This pressure has created the need for continued governmental improvements and reforms, and it has become highly desirable to use different information communication technology packages and / or content in the public sector advances in public administration and information communication technology have given the government a tremendous opportunity to change its operational and service systems. Therefore, information on new types of wealth and technology is a new means to create such wealth.

**Keywords:** E-government, service system, internal structure, public service, service delivery, E-government services.

## INTRODUCTION

The evolution of information and communication technologies has dramatically changed the way citizens interact with government: E-Government is the next generation of public reform as a means and efficiency to reduce costs, promote good governance, and improve quality, speed and scheduling public services efficiency. The weaknesses and limitations of traditional public administration (inefficiency, lack of flexibility, inefficiency, bureaucracy, corruption, popular discontent and lack of good governance) have had to take the recent initiative to address time constraints, fast and poverty-focused services in 2009; Karim, 2015; Alshehr and Drew, 2010).

In the mid-1990s, e-government was a paradigm shift following the introduction of traditional public administration and the new public administration (NPM) to provide public services and information via electronic channels to the public. This revolutionized the quality of public service, facilitating transparency of state processes, saving time, providing services, streamlining operations, improving documentation and records, reducing corruption and improving attitudes through a single window (Grace and Mirandilla 2010); Nkwe, 2012).

## STUDY PROBLEM

The implementation of the e-government project in our daily lives is a major shift from what is common to the traditional government services users. As part of the first steps to establish e-government, there are some things that are presented to the study. The extent of citizens' acceptance of services through e-government?

## HYPOTHESES OF THE STUDY

The first hypothesis: the high rate of income, contributes positively to increasing the demand of citizens for e-government services.

The second hypothesis: the high level of education, contributes positively to increasing the demand of citizens for e-government services.

The third hypothesis: the high level of knowledge of the computer and the Internet, contributes positively to increasing the demand of citizens for e-government services.

The fourth hypothesis: the high level of knowledge of the requirements of e-government, contributes positively to increase the demand of citizens for e-government services.

The fifth hypothesis: The traditionalization of citizens reduces the demand for e-government services.

### Study variables:

1) The main dependent variable. The success of the E-Government project in terms of the public's interest in the services provided by it.

### 2) Independent variables:

- a) Level of citizen education.
- b) Level of income of the citizen.
- c) Knowledge level using computer and internet.
- d) Knowledge of e-government requirements
- e) The traditionalization of citizens.
- f) E-government awareness mechanisms.
- g) Good understanding of the advantages of e-government.

h) The infrastructure provides computers and internet access for e-government services.

i) Provide confidence among the beneficiaries to access services through e-government.

- j) Citizens' intention to use e-government services.
- k) Obstacles to access to electronic services.

### Objectives of the study:

1) To understand citizens' understanding of the concept of e-government.

2) Know the reactions of citizens to access services through e-government.

3) Know the percentage of citizens' knowledge of the benefits of e-government.

4) To know the size of citizens' trust in e-government services.

5) Measuring the role of the means of awareness in increasing citizens' demand for e-government services.

6) Know the intention of citizens about their intention to use e-government services.

7) Identify citizens' response to the means of encouraging and encouraging the increased use of e-government services.

8) Identify the availability of infrastructure for citizens to use e-government services.

9) To identify the extent to which citizens can provide the necessary infrastructure to use e-government services.

10) To identify the obstacles facing the application of e-government from the point of view of citizens.

11) Identify the most important factors affecting the acceptance of citizens to access services through the Jordanian e-government.

12) To make recommendations to different parties regarding the Jordanian e-government.

#### Importance of the study:

1) The study reflects the extent of citizens' acceptance of services through e-government.

2) Enable ministries and institutions that will participate in the e-government from the survey of the percentage of turnout on the electronic services provided through it.

3) Measuring the extent of citizens' demand for services through e-government and the consequent economic and information growth that is reflected in the prosperity of the country.

4) Measuring the citizen's knowledge of the importance and how to obtain services through e-government and the consequent saving of time, effort and money.

5) Novelty and scarcity of research on the subject, where the study is looking at a modern subject, but it is of great importance in our daily lives, which necessitates enriching the subject with research and studies.

#### CONCLUSION

E-Government is likely to significantly improve the way the government works internally and how it can serve its clients. E-government is more than just a tool to improve the relationship between quality and the cost of public services. It is a tool of reform and an instrument of government reform. E-government therefore does not primarily aim to automate existing processes (which may or may not be effective), but to change the way governments do business and provide services.

Jordan differs from the rest of the world in terms of e-government. However, this fact has not been given enough attention. The development of e-government in Jordan is characterized by a substantial investment in the early stages of infrastructure construction. All of the privatized countries, for a certain period of time, have focused on the government rather than citizens, information websites and some traditional e-government applications such as administration Services (especially tax), and other services with a wide variety of countries, and services provided in large amounts between technology investments.

This discussion of e-government in front of Latin America, especially in the area of e-government anomalies and innovative applications, as well as e-government points for the development of e-government in Jordan in the development of four key messages:

It must be passed on to this method of making citizens at the heart of the government. This is a fundamental shift in any government unit that simply provides information on the site and wants citizens to know how the government is organized.

Continue to focus on improving services focused on efficiency, effectiveness and accountability while also using information innovatively in the areas of human rights, the rule of law and justice, transparency, openness, participatory / inclusive and coherent and independent support And communication technology. Examples in this article focus on areas such as discussion of transparency and access to information, social inclusion (or bridging the digital divide), e-democracy and participatory budgeting.

Private sector involvement in e-government initiatives. This will help to reduce costs and government risks and, at the same time, enable the private sector partners in e-government. However, the conditions for greater public-private partnerships should be covered by adequate guarantees of clarity of arrangement and expansion of legal safeguards and guarantees.

The global nature of today's society, including the latest technological developments and their innovative application of governance issues

#### REFERENCES

- [1] The Social Security Administration and Information Technology – A Special Report". Social Security Administration. Washington DC. July 28, 2008.
- [2] Calista, Donald J., James Melitski. "E-government and e-governance: converging constructs of public sector information and communications technologies". University of Alaska. 2007.
- [3] Cordella, Antonio. "E-government: towards the e-bureaucratic form?". Journal of Information Technology (2007) 22, 265–274.
- [4] Denhardt, Robert B., Janet Vinzant Denhardt. "The New Public Service: Serving Rather than Steering". Arizona State University.
- [5] Cristal: A Tool for Transparent Government in Argentina". World Bank. Washington DC. July 28, 2008.
- [6] Alawneh, A., Al-Refai, H., Batiha, K., 2013. Measuring user satisfaction from E-Government services:
- [7] Lessons from Jordan. Government Information Quarterly, Vol. 30 (277–288)
- [8] Al-Jaghoub, S., Westrup, C., 2003. Jordan and ICT-led development: towards a competition state?" Information Technology and People Journal, Vol 16 (93-110).
- [9] Alkhaleefah, M., Alkhwaldeh, M., Venkatraman, S., Alazab, M., 2010. Towards Understanding and Improving E-Government Strategies in Jordan. World Academy of Science, Engineering and Technology. Vol 66 (1871 – 1877)
- [10] Al-Lozi, M., 2010. Difficulties Facing the Application of Electronic Services As Perceived by the Employees of the Civil Service Institutions in Jordan. University Of Jordan - Faculty of Business Journal, 6 (10).
- [11] Alomari M., Woods, P., Sandhu, K, 2012. Predictors for E-Government adoption in Jordan Deployment of an empirical evaluation based on a citizen-centric approach. Information Technology & People. Vol. 25, 2(207-234).
- [12] O'Toole, Laurence, and Kenneth I, Hanf. "American Public Administration and Impacts of International Governance". Public Administration Review. 62 (September 2002): 158-169.

**ТЕХНОЛОГІЇ  
ПРОГРАМУВАННЯ**

**PROGRAMMING  
TECHNOLOGIES**



# Виявлення відхилень продуктивності додатків з мікросервісною архітектурою

Бачкала Богдан

КПІ ім. Ігоря Сікорського

Київ, Україна

**Анотація.** Досліджено існуючі підходи до виявлення відхилення продуктивності програмного забезпечення та способи застосування таких методів для додатків з мікросервісною архітектурою. Шляхом порівняльного аналізу було виведено набір методів які є найбільш перспективними до застосування в контексті мікросервісних програм. Розроблено архітектуру системи моніторингу продуктивності мікросервісних додатків.

**Ключові слова:** мікросервісна архітектура, продуктивність системи, системна метрика, відхилення продуктивності.

## ВСТУП

Мікросервісна архітектура являє собою підхід до розробки програмного забезпечення, в основі якого є створення незалежних сервісів, кожний з яких виконує єдине завдання і має змогу взаємодіяти з іншими сервісами системи. Такий підхід дає змогу інженерам працювати незалежно один від одного та розробляти окремі сервіси використовуючи абсолютно різні підходи та мови програмування. Через розподілену природу мікросервісної архітектури, одним з недоліків такого стилю проектування додатків є складність інтеграційного тестування. Важливою частиною розробки програмного забезпечення є написання навантажувальних тестів. Такі тести дають змогу інженерам впевнитись у відсутності зниження показників продуктивності додатків перед випуском нової версії продукту. Одиницею виміру продуктивності додатка є системна метрика, що описує споживання окремого ресурсу апаратного забезпечення. В контексті мікросервісної архітектури такі метрики збираються для кожної програмної служби, реальні системи можуть мати сотні незалежних служб. Таким чином, додаток з мікросервісною архітектурою може виробляти численну кількість статистичних даних продуктивності системи.

Отже, розробники вимушенні аналізувати величезні об'єми інформації по показникам продуктивності додатка кожен раз на етапі випуску нової версії системи, такий процес займає багато часу та схильний породжувати значну кількість помилок. В роботі розглядаються існуючі підходи виявлення відхилення продуктивності системи та способи застосування цих методів для додатків з мікросервісною архітектурою.

## КРИТЕРІЙ ПІДБОРУ МЕТОДІВ

Метою дослідження є пошук способів застосування методів виявлення відхилень продуктивності для додатків з мікросервісною архітектурою. Тому важливою задачею є виявлення

конкретних критеріїв таких методів, які є найбільш актуальними в контексті мікросервісного середовища:

- Інтеграція метрик. Додатки з мікросервісною архітектурою мають набір характеристик які не властиві додаткам з монолітною архітектурою. Отже, обрані методи повинні мати змогу інтегрувати нові системні показники та аналізувати продуктивність системи, враховуючи масштабованість сервісів, коефіцієнти реплікації та особливості внутрішньої комунікації сервісів.

- Швидкість виявлення. Можливість часто та жаво змінювати та покращувати додаток є однією з основних переваг мікросервісного стилю архітектури. Таким чином, методи виявлення відхилень продуктивності не мають порядком залежати від часу тестування. Цей критерій описує необхідну кількість прогонів навантажувальних тестів для реєстрації відхилень.

- Адаптивність. Для додатків з мікросервісною архітектурою характерним є не тільки постійні зміни системи та окремих служб, але й зміни в навантаженні на систему зі сторони користувачів. Входить, що підібрані методи повинні мати здатність адаптуватися до змін навантаження системи.

- Історичні дані. Деякі методи реєстрації погіршення продуктивності додатків вимагають наявності статистичних даних навантажувальних тестів, значення яких відповідають бажаним показникам продуктивності системи. Така умова вважається недоліком окремого метода, адже це накладає додаткові вимоги на розробників системи.

- Складність. Складністю окремого методу виявлення відхилень продуктивності додатків є кількість логічних етапів, які необхідно завершити для того щоб зареєструвати регресію системи. Мікросервісна архітектура лише ускладнює процес аналізу відхилень продуктивності, отже методи які мають готові реалізації або є достатньо простими для введення в контексті мікросервісного середовища є більш пріоритетними за інших.

## АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ

Для того щоб обрати найбільш перспективні методи виявлення відхилень продуктивності додатків з мікросервісною архітектурою, необхідно провести порівняльний аналіз існуючих методів, маючи на увазі приведені критерії відбору. Результати аналізу наведено у табл. 1.

В контексті мікросервісної архітектури метод модульного тестування не є задовільним. Такі тести виконуються на рівні окремих систем та не можуть описувати поведінку додатка загалом. Більш того такі

тести оминають аналіз внутрішньої комунікації служб та аспекти масштабованості мікросервісних додатків.

Таблиця 1  
Порівняння методів

Метод	Критерій				
	Інтеграція метрик	Швидкість виявлення	Адаптивність	Історичні дані	Складність
Модульне тестування	-	Прогін усіх модульних тестів	✓	-	1 етап
Асоціативні правила	✓	Один прогін тестів	-	✓	4 етапи
t-критерій Стьюдента	✓	Декілька прогонів тестів	-	-	1 етап
Контроль на карті	✓	Один прогін тестів	✓	✓	3 етапи
Характеристичні графіки	-	Один прогін тестів	-	-	1 етап
Аналіз сигнатур	✓	40 та більше зразків	-	-	3 етапи

Метод характеристичних графіків [1] реєстрації відхилень продуктивності також не підходить для мікросервісних додатків. Цей метод вимагає безпосереднє втручання розробника на етапі аналізу даних, та може буди застосований тільки для обмеженого набору системних метрик. Метод статистичного аналізу, t-критерій Стьюдента [2], є досить легким в реалізації та може бути використаний для виявлення відхилень продуктивності в мікросервісних додатках. Важливо зазначити, що на практиці t-критерій показав себе не з кращої сторони та має багато недоліків, але може бути корисним у використанні разом з іншими методами. Метод контрольних карт [3] має великий потенціал застосування для додатків з мікросервісною архітектурою. Такий метод забезпечує адаптивність до змін навантажень на систему [4], що є особливо актуальним для мікросервісних додатків. Етапи методу асоціативних правил [5] включають нормування та дискретизацію спостережених даних продуктивності системи, а також застосування алгоритму Apriori [6] для аналізу правил співвідношення метрик. Завдяки особливостям реалізації такий метод дає можливість реєструвати незвичайні види відхилень продуктивності. В основу реалізації методу аналізу сигнатур [7] покладено використання методу головних компонент [8] та методу спектрального розкладу [9] для мінімізації акумульованих даних продуктивності системи до підмножини значень, які описують поведінку метрики в цілому. Такий алгоритм є надзвичайно перспективним в контексті мікросервісного оточення, адже додатки з мікросервісною архітектурою виробляють значні об'єми статистичних даних продуктивності.

## АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПРОДУКТИВНОСТІ

Для автоматизації задачі виявлення відхилень продуктивності додатків з мікросервісною архітектурою необхідно розробити ефективну систему моніторингу продуктивності.

На рис. 1 пінктиром зображені модулі системи моніторингу продуктивності та описані шляхи взаємодії цих модулів з додатком та між собою. Така організація модулів дає можливість інтегрувати систему моніторингу продуктивності до будь-якого мікросервісного середовища. Модулі служби моніторингу системи включають в себе:

- генератор навантаження, контейнер Locust [10], який породжує штучне системне навантаження, симулюючи задану кількість користувачів та посилаючи GET та POST запити до програмного інтерфейсу додатка;

- репозиторій, контейнер InfluxDB [11], який використовується для збору та збереження інформації про кожну окрему службу додатка;

- модуль збору метрик, контейнер Metrics-server [12], який читає актуальні відомості стану сервісів додатка та записує отримані метрики до репозиторію;

- модуль виявлення відхилень, основною задачею якого є реєстрація відхилень продуктивності на основі отриманих метрик стану системи.



Рис. 1. Схема взаємодії модулів системи

Модуль виявлення відхилень продуктивності системи може включати в себе реалізацію декількох методів реєстрації регресії продуктивності додатків, наприклад, методів асоціативних правил, аналізу сигнатур та контрольних карт. Функціональна схема модуля виявлення відхилень продуктивності додатка зображена на рис.2.



Рис. 2. Функціональна схема модуля виявлення відхилень продуктивності

Вхідними даними модуля виявлення відхилень продуктивності є результат запуску нового тесту та репозиторій історичних даних результатів пройдених тестів. За першого запуску системи розробники повинні визначити еталонні показники системних метрик відповідно до вимог бізнесу. Після нормалізації системних показників виконується порівняльний аналіз результатів нового тесту та історичних даних за допомогою методів реєстрації

відхилень продуктивності. Якщо на етапі аналізу даних було виявлено відхилення продуктивності системи, новий тест позначається як не пройдений та запускається генерація звіту ефективності для подальшого дослідження першопричин регресії. У разі відсутності регресії продуктивності для заданого тесту, відповідні метрики потрапляють до репозиторію для подальшого тестування.

#### Висновки

Реєстрація погіршення продуктивності додатків є важливим та водночас складним етапом розробки програмного забезпечення. Мікросервісний архітектурний стиль націлений на розробку додатків, які очікують високий рівень навантажень з боку користувачів. Внаслідок цього, питання продуктивності системи є надзвичайно актуальним для мікросервісних додатків. У роботі приведено розгляд існуючих методів виявлення відхилень продуктивності програмного забезпечення та означені переваги використання окремих методів для мікросервісного оточення. Отже, методи асоціативних правил, аналізу сигнатур та контрольних карт є найбільш перспективними підходами виявлення відхилень продуктивності додатків з мікросервісною архітектурою. Метод статистичного аналізу t-критерій Стьюдента, не зважаючи на ряд недоліків, також може бути використаний для аналізу продуктивності мікросервісних систем в сукупності з іншими методами. В результаті роботи було спроектовано архітектуру системи моніторингу продуктивності додатків з мікросервісною архітектурою. Приведено аналіз окремих модулів системи та загальну схему взаємодії модулів у мікросервісному оточенні. Також запропоновано алгоритм виявлення відхилень продуктивності мікросервісних додатків на основі ефективних методів реєстрації регресії продуктивності. На майбутнє актуальним залишається питання практичної реалізації такої системи.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Brendan G. Differential Flame graphs [Електронний ресурс] / Gregg Brendan. – 2014. – Режим доступу: <http://www.brendangregg.com/blog/2014-11-09/differential-flame-graphs.html> (дата звернення 05.10.2018).
2. Weiyi S. Automated Detection of Performance Regressions Using Regression Models on Clustered Performance Counters / W. Shang, A.E. Hassan, M.

Nasser, F. Parminder // Proceedings of the 6th ACM/SPEC International Conference on Performance Engineering – Austin, 2015. – C. 15-26.

3. Thanh H.D. Nguyen Automated detection of performance regressions using statistical process control techniques / T. H. Nguyen, B. Adams, Z. M. Jiang, A. E. Hassan, M. Nasser, P. Flora // Proceedings of the 3rd ACM/SPEC International Conference on Performance Engineering – Boston, 2012. – C. 299-310.

4. Trubin I. Capturing workload pathology by statistical exception detection system / Igor Trubin // 31th International Computer Measurement Group Conference – Orlando, 2005. – C. 853-860.

5. Foo K.C. Mining Performance Regression Testing Repositories for Automated Performance Analysis / K. C. Foo, Z. M. Jiang, B. Adams, A. E. Hassan, Y. Zou, P. Flora // 10th International Conference on Quality Software – Zhangjiajie, 2010. – C. 32-41.

6. Rakesh A. Fast Algorithms for Mining Association Rules in Large Databases / R. Agrawal, R. Srikant // Proc. of the 20th VLDB Conference – San Francisco, 1994. – C. 487-499.

7. Haroon M. Automatic detection of performance deviations in the load testing of Large Scale Systems / H. Malik, H. Hemmati, A. E. Hassan // Proceedings of the 2013 International Conference on Software Engineering – San Francisco, 2013. – C. 1012-1021.

8. Ian J. Principal Component Analysis / Jolliffe I. // International Encyclopedia of Statistical Science – Berlin, 2011. – C. 356-364.

9. Haroon M. Using load tests to automatically compare the subsystems of a large enterprise system / H. Malik, B. Adams, A. E. Hassan, P. Flora and G. Hamann // 2010 IEEE 34th Annual Computer Software and Applications Conference – Seoul, 2010. – C. 117-126.

10. Locust: An open source load testing tool [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://locust.io> (дата звернення 12.10.2018).

11. InfluxDB: Scalable datastore for metrics, events, and real-time analytics [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://github.com/influxdata/influxdb> (дата звернення 12.10.2018).

12. Metrics-server: Kubernetes Metrics Server [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://github.com/kubernetes-incubator/metrics-server> (дата звернення 12.10.2018).



# Про імплементацію систем контекстних термів

Шевченко Руслан  
Приватний підприємець  
Київ, Україна  
ruslan@shevchenko.kiev.ua

**Анотація.** Стаття описує техніку імплементації систем переписувальних правил з підтримкою числення контекстних термів: формалізму, що об'єднує традиційне переписування термів та резолвінг імен. Це робить системи з підтримкою контекстних термів хорошими кандидатами для платформи перетворення та аналізу формальних мов: стає можливим використовувати декларативні переписувальні правила разом з навігацією імен.

**Ключові слова:** мови програмування, переписування термів, termware, алгебра алгоритмів, синтез програм.

## Вступ

Системи переписування термів давно використовуються у інструментальних засобах для перетворення та аналізу програм. Система Termware [1,2] розроблена в Інституті Програмних Систем НАНУ і розвивається з 2004 року. Для неї розроблений інструментарій аналізу та генерування програм на мові Java [3,4], C [5], Fortran [6]. Під час вирішення практичних задач накопичено чималий досвід та паттерни вирішення типових проблем. Типова задача аналізу або перетворення програм, у найбільш загальному описі, виглядає наступним чином: програма представлена у вигляді терм. Початковий стан – один терм, кінцевий – інший терм. На термах визначено якесь поняття еквівалентності, що залежить від задачі, це може бути семантична еквівалентність або якийсь виділений аспект, та якась цільова функція (складність, потенціальна ефективність, відповідність деякій архітектурі, наявність паттернів, тощо). Застосовуючи правила переписування, що зберігають нашу еквівалентність, ми отримуємо інший вираз з іншою цільовою функцією. Також ми можемо оперувати логічними перетвореннями над термами, якщо у задачі існує модель логічної інтерпретації семантики.

У самому простому випадку вхідні терми можуть відповідати синтаксичним конструкціям, але для більшості задач чисто синтаксичної інформації недостатньо: потрібен семантичний аналіз що включає до себе аналіз типів та семантичну навігацію по внутрішнім об'єктам. В поточній версії TermWare розв'язання цієї проблеми полягало в використуванні так-званих модельних термів, що включає до себе окрім AST ще один елемент, через який можливо використовувати імперативне API, що дає доступ до інформації про типи та можливість оперування семантичної інформації. Такий підхід успішно використовується, але він також має свої недоліки. Основний недолік – що для кожної мови програмування потрібно “вручну” описати

семантичну модель, що приводить до досить великої трудомісткості додавання нової мови – потрібно написати приблизно половину компілятора. Виникає питання – а чи не можна автоматизувати побудову типових аспектів семантичних моделей. У цій роботі побудовано підхід до вирішення цієї задачі на основі контекстних термів. Альтернативними варіантами є використовування API компіляторів, що може надавати інформацію за допомогою API плагінів у стилі JSR-269 [7], або протоколу LSP (Language Server Protocol) [8]. Серед аналогічних систем слід виділити Spoofax language Workbench [9], що побудовано на основі системи переписування Stratego. Там для вирішення цієї проблеми був побудований формалізм графів обсягу (scope graph) [10], що дозволяє декларативно описувати контекти.

## КОНТЕКСТНІ МУЛЬТИТЕРМИ

Алгебра мультитермів ґрунтується на множині констант та функціональних символів та системи логіки L. Основним елементом vavilon є мультитерм, що може бути

- Ординарним термом, а саме:
  - Константою  $c_i$  або атомом  $a_i$
  - Структурним термом  $f_i(t_1, \dots, t_n)$
  - Стрілкою  $t_1 \rightarrow t_2$
  - Аплікацією  $t_1 t_2$
  - Обмеженням  $t_1 : t_2$
  - Зовнішнім контекстним термом  $t_1 @ t_2$
  - Внутрішнім контекстним термом  $t_1^{\wedge} t_2$  (інколи будемо позначати  $t_1^{t_2}$ ).
- Множинним термом:
  - Множина  $\{t_1, \dots, t_n\}$
  - Сумісна множина  $t_1 \dots t_n$
  - Послідовний перегляд  $x_1 | x_2 \dots | x_n$
  - Універсальний терм: \*
  - Пустий терм:  $\epsilon$
  - Протиріччя:  $\perp$ .

Інтуїтивне розуміння мультитермів – вирази, які можуть інтерпретуватись як вільна алгебра множин ординарних термів. Також можлива категорійна інтерпретація. Правила виводу наведені в [11].

Наведемо основні операції: unify(a,b) – уніфікація.

- $\text{unify}(a, b) = c @ s$  – де  $c$  – підстановка (що представлена як множина стрілок,
- $\text{unify}(*, a) = a; \text{unify}(\epsilon, a) = \epsilon$
- $\text{unify}(\{t_1, \dots, t_n\}, a) = \{\text{unify}(t_1, a) \dots \text{unify}(t_n, a)\}$
- $\text{unify}(a^{\wedge}[a \rightarrow b, c \rightarrow d, \dots], x) =$   
 $= \text{unify}(b, x)^{\wedge}[a \rightarrow \text{unify}(b, x)]$
- $\text{unify}((a : b), x) = (\text{unify}(a, x) : b)$

- $\text{unify}\left(f(t_1, \dots, t_n), f(t'_1, \dots, t'_n)\right) =$
- $= \begin{cases} f\left(\text{unify}(t_1, t'_1), \dots, \text{unify}(t_n, t'_n)\right) \\ @\Lambda_{i=1}^n @\text{unify}(t_i, t'_i) \\ \epsilon, \exists i : \text{unify}(t_i, t'_i), \end{cases}$
- $\text{unify}(a \rightarrow b, c \rightarrow d) =$
- $= \begin{cases} a \rightarrow b, c \rightarrow d, \text{unify}(a, c) = \epsilon \\ \text{unify}(a, c) \rightarrow \text{unify}(b, d) | a \rightarrow b, c \rightarrow d \end{cases}$
- $\text{unify}(a|b, x) = \text{unify}(a, x) | \text{unify}(b, x)$
- $\text{unify}(a, a) = a$
- $\text{unify}(a, b) = \epsilon$ , для будь-яких інших нерівних термів.

Тут  $\Lambda_{i=1}^n x_i = x_1 \dots x_n$  – синтаксис для несуперечливе об’єднання,  $@x$  – поточний контекст  $x$ . Уніфікація двох термів повертає уніфікатор та набір підстановок з’єднані в одному термі. Зазначимо, що уніфікація стає бінарною операцією, що породжує решітку на множині мультитермів.

Підстановка також стає бінарною операцією над термами:

- $\text{subst}(a, a \rightarrow b) = b$
- $\text{subst}(a, b, \text{rest} \dots) = \text{subst}(\text{subst}(a, b), \text{rest})$
- $\text{subst}(a, \{b, \text{rest} \dots\}) = \{\text{subst}(a, b), \text{subst}(a, \text{rest})\}$
- $\text{subst}(a, b|\text{rest} \dots) = \begin{cases} \text{subst}(a, b), \text{subst}(a, b) != \epsilon \\ \text{subst}(a, \text{rest}) \end{cases}$
- $\text{subst}(a, *) = a$
- $\text{subst}(a, \epsilon) = \epsilon$
- $\text{subst}(a, x) = \epsilon$  otherwise

зі стандартною структурною редукцією по першому аргументу:

- $\text{subst}(f(t_1, \dots, t_n), x) = f(\text{subst}(t_1, x) \dots \text{subst}(t_n, x))$ .

Тепер нарешті можна визначити правила редукції аплікації:

$$(a \rightarrow b)c = \begin{cases} \text{subst}(c, @\text{unify}(a, c)); \text{unify}(a, c) != \epsilon \\ \epsilon, \text{unify}(a, c) = \epsilon \end{cases}$$

$$(a|b)c = \begin{cases} ac, (ac) \neq \epsilon \\ bc, (ac) = \epsilon \end{cases}$$

прикладення обмежень:

- $(a:b) = \begin{cases} a, L \vdash \text{subst}(b, \text{this} \rightarrow a) \\ \epsilon, L \vdash \neg \text{subst}(b, \text{this} \rightarrow a) \end{cases}$
- $(a:b):c = (a:(b \wedge c))$
- $\{(a:b), (a:c)\} = (a:(b \vee c))$

Тепер можна перейти до роботи з контекстом.

Як бачимо, в термі є два типи контексту: зовнішній та внутрішній. Зовнішній контекст можна інтерпретувати як обмеження, при яких терм може бути використано, тобто зв’язування імен у зовнішньому скопі, внутрішній – як зв’язування імен. При побудові терму ми можемо додавати стрілки до зовнішнього контексту, утворюючи несуперечливу множину зв’язків між іменами та значеннями (bindings), та перетворюючи контекст у внутрішній (проштовхуючи утримання внутрішнього контексту на рівень ординарних термів).

Нехай  $C_@(a, b)$  – додавання  $b$  до зовнішнього контексту  $a$ . Тоді:

- $C_@(a @ x, y) = a @ (\text{unify}(x, y))$

- $C_@(a, x) = C_@(a @ *, x)$  – якщо  $a$  не має зовнішнього контексту
- $C_@(\{a, b\}, x) = \{C_@(a, x), C_@(b, x)\}$
- $C_@(a, b, x) = a, b @ \text{unify}(@a, @b, x)$
- $C_@(a | b, x) = C_@(a, x) | C_@(b, x)$ .

А для одержання внутрішнього контексту, в нас є операція перетворення зовнішнього контексту у внутрішній:

- $\uparrow x @ s_1, \dots, s_n = x \wedge \{s_1, \dots, s_n\}$ .

Внутрішні контексти об’єднуються послідовно:

- $(x^y)^z = x^{yz}$  – тобто останнє прикладення буде перевірятись першим.

Нарешті, ми можемо визначити функцію резолвінгу:  $r(name, x^a @ b) = (b name) | (a name)$ .

Таким чином, ми отримали інтерпретацію мультитермів з набором контекстних операцій, достатнім для того щоб відобразити вивід типів та семантичний аналіз типової об’єктно-орієнтованої мови. Також зазначимо, що самі переписувальні правила та підстановки також можуть бути представлені у вигляді мультитермів, що дозволяє моделювати системи переписування вищого порядку.

#### ВИСНОВКИ

Семантика контекстних термів є компактною математичною структурою, що може моделювати основні конструкції та процеси сучасних формальних мов. Ця модель може бути використана як основа для наступного покоління платформи termware, що знаходиться у процесі розробки.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Методы алгебраического программирования: формальные методы разработки параллельных программ / [Андон Ф.И., Дорошенко А.Е., Жереб К.А. и др.]. – К.: Наукова думка, 2017. – 440 с.
2. TermWare: A Rewriting Framework for Rule-Based Programming Dynamic Applications. [Doroshenko A, Shevchenko R], Proc. Int. Workshop "Concurrency: Specification and Programming", Sept., 2005.
3. Р. Шевченко. Javachecker: статичский анализ программных комплексов с помощью переписывающих правил /Р. Шевченко // Проблемы программования. – 2004. – № 2,3. – С. 223-230.
4. Дорошенко А.Е., Шевченко Р.С. Применение систем переписывания термов к анализу исходного программного кода // Проблеми програмування, 2008.
5. А.Е. Дорошенко, К.А. Жереб, Разработка высокопараллельных приложений для графических ускорителей с использованием переписывающих правил // Проблеми програмування. – 2009.
6. Doroshenko A., Zhereb K. (2013) Parallelizing Legacy Fortran Programs Using Rewriting Rules Technique and Algebraic Program Models. ICT in Education, Research, and Industrial Applications. ICTERI 2012. Springer, Berlin.
7. JSR 269: Pluggable Annotation Processing API. <https://jcp.org/en/jsr/detail?id=269>.
8. Language Server Protocol. Microsoft Corporation. <https://microsoft.github.io/language-server-protocol/specification>.
9. Eelco Visser, Guido Wachsmuth at al A language designer’s workbench: a one-stop-shop for implementation and verification of language designs. 2014, SPLASH ‘14.
10. Hendrik van Antwerpen, Casper Bach Poulsen, at al: Scopes as types. PACMPL 2 (OOPSLA), 2018.
11. Р.С. Шевченко, Числення контекстних термів для систем переписування, // УкрПрог 2018.

# Покращення алгоритму факторизації натурального числа

Коваль Ю.В.

Київський національний університет  
імені Тараса Шевченка  
Київ, Україна  
ismith@uis.kiev.ua

**Анотація.** В роботі досліджуються та порівнюються алгоритми факторизації натуральних чисел. Розглянуто класичний алгоритм факторизації, його покращений варант, визначено кількість операцій ділення та решти для отримання результату. Запропоновано реалізацію алгоритму для множини одночасних паралельних обчислювачів та його покращення, визначено кількість операцій ділення та решти для отримання результату. Вказано обмеження на застосування такої реалізації та запропоновано подальші напрямки дослідження.

**Ключові слова:** факторизація натурального числа.

## Вступ

При вирішенні задач за допомогою комп’ютера велика увага приділяється підвищенню відсотка використання комп’ютера. Підвищення швидкості знаходження рішення бажане, проте не повинно призводити до перевитрат використання комп’ютера. Більше того, вважається, що зменшення кількості дій при вирішенні задачі призводить до зменшення часу знаходження відповіді при одночасному зменшенні використання комп’ютера. Це твердження справедливе для послідовної системи знаходження рішення. Справедливість цього твердження для одночасного паралельного знаходження рішення є предметом дослідження цієї доповіді. В доповіді розглянуто рішення задачі розкладання числа на прості множники та показано, що при одночасному паралельному пошуку рішення вказане твердження не виконується.

## ПРОСТИ АЛГОРИТМИ ФАКТОРИЗАЦІЇ

Задача, для якої знаходиться розв’язок, є задача розкладання цілого числа [1], що більше одиниці, на прості множники. Послідовний алгоритм розкладання на прості множники деякого цілого числа, що більше або дорівнює двом, з використанням списку простих чисел, в найпростішому випадку, зводиться до перевірки, чи ділиться вказане число на всі прості числа, що менше або рівні за нього, та підрахунку кількості разів цілого ділення:

```
n=get();
for(i=0;p[i]<=n;n;i++)
    for(k=n;n;k%p[i]==0;k/=p[i])
        n.p[i]++;

```

де  $p[]$  – масив простих чисел,  $n$  – вказане число, а  $n.p[]$  – масив степенів простих множників цього числа. Початкові значення масивів вважаються визначеними.  $get()$  отримує посилання на об’єкт, що визначає

Крак Ю.В.

Київський національний університет  
імені Тараса Шевченка  
Київ, Україна  
krak@univ.kiev.ua

вказане число  $n$ , а  $n.p[]$  – степені його простих множників.

Кількість операцій ділення та решти обчислюється як

$pi(n)+2*sumNumberOfPrime(allPrime(n),n)$ ,  
де  $pi(n)$  – кількість простих чисел, що менше або дорівнює  $n$  [3],  $sumNumberOfPrime$  – сума степенів простих дільників числа,  $allPrime$  – множина всіх простих дільників числа.

Покращений алгоритм перевіряє всі прості числа, що не перевищують квадратний корінь вказаного числа, та ділить вказане число на знайдені прості дільники. Додаткові витрати пам’яті – список квадратів простих чисел:

```
n=get();
for(i=0,k=n;pPow2[i]<=k;i++)
    for(;k%p[i]==0;k/=p[i])
        n.p[i]++;
if(k>1)
    n.p[k]++;

```

Кількість операцій ділення зменшується до

$pi(sqrt(maxPrime(n)))+2 \cdot sumNumberOfPrime(allPrime(n),n)$   
де  $maxPrime$  – найбільший простий дільник вказаного числа.

## Одночасно паралельні алгоритми факторизації

Для реалізації одночасних паралельних обчислень припустимо існування множини обчислюючих вузлів кожен з яких має власний номер та наведену нижче програму для виконання.

```
primeNode1(){
    while(n=get()){
        k=n.n;
        i=nodeNumber;
        if(p[i]<=k)
            for(;k%p[i]==0;k/=p[i])
                n.p[i]++;
    }
}
```

Тоді максимальна кількість послідовно виконаних операцій ділення та решти для отримання відповіді всіма одночасними паралельними обчислювачами обчислюється як

$2 * maxNumberOfPrime(allPrime(n),n)$ ,

де  $maxNumberOfPrime$  – максимальна степінь серед усіх простих множників вказаного числа. Ця кількість визначає час на отримання відповіді. При цьому загальна кількість дій така сама, як в першому

випадку. Виграш в часі отримання відповіді відбувся за рахунок програму в загальній кількості дій порівняно з кращим з двох послідовних алгоритмів.

Модифікована програма вузла дає інші результати.

```
primeNode2(){
    while(n==get()){
        k=n.n;
        i=nodeNumber;
        if(p[i].p<=k&&k%op[i].p==0)
            n.p[i]=max(n.p[i],p[i].pN);
    }
}
```

де  $pN[i]$  – степінь дільника, який є степінню простого числа.

Тоді кількість послідовно виконаних операцій ділення та решти для отримання відповіді дорівнює 1. Ціна за таку швидкодію – велика кількість одночасних паралельних обчислювачів та надлишкові обчислення, що не використовуються при формуванні результату. Кількість одночасних паралельних обчислювачів складає кількість всіх різних степенів всіх простих чисел, що не перевищують вказаного числа. Загальна кількість обчислень залишається тією самою що і в попередньому випадку. Отримати іще більшу швидкодію можливо, якщо створити таблицю простих множників для всіх чисел. Втім, відмінність буде в одну операцію решти.

#### ОБМЕЖЕННЯ НА ЗАСТОСУВАННЯ ОДНОЧАСНИХ ПАРАЛЕЛЬНИХ АЛГОРИТМІВ

Одночасні паралельні алгоритми можуть реалізовуватись віртуальними процесами [4]. Вимогою до обчислювачів та способів обміну значеннями є надвисока надійність. Ця вимога традиційна для обчислювачів реалізованих комп'ютерами. Проте для мережевих засобів передача значень не достатньо надійна. Компенсувати цю ненадійність можливо за рахунок дублюючих

надлишкових обчислень. Це збільшує загальну кількість марних обчислень, втім мінімально впливає на час отримання результату. Практична реалізація запропонованих алгоритмів суттєво обмежується наявними паралельними обчислювачами, проте вказує напрямки розвитку обчислювальної техніки.

#### ВИСНОВКИ

Наведена задача добре відома та має багато рішень. Кожне рішення має свої переваги та недоліки. Втім, найкращого рішення для всіх випадків не надано. Використання списку простих чисел та одночасне паралельне виконання дозволяють теоретично отримати миттєву відповідь на поставлену задачу. Втім, велика кількість простих чисел суттєво ускладнює практичну реалізацію запропонованих алгоритмів.

Подальші дослідження будуть спрямовані на реалізацію та порівняння різних віртуальних процесів для вирішення цієї задачі в практичних програмних реалізаціях.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Integer\\_factorization](https://en.wikipedia.org/wiki/Integer_factorization) (дата звернення 10.11.2018).
2. Designing and Building Parallel Programs, by Ian Foster <https://www.mcs.anl.gov/~itf/dbpp/> (дата звернення 10.11.2018).
3. The Prime Number Theorem: approximating  $\pi(x)$  <https://primes.utm.edu/howmany.html> (дата звернення 10.11.2018).
4. Iu. V. Krak, Iu. V. Koval, and A. B. Stavrovskyi, Virtual process: definition and application for gestures interface system creation, Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Series Physics & Mathematics, vol. 1, pp. 141-144, 2015.

# Алгоритм консенсусу для систем збереження на основі технології блокчейн

Озеракін Микита  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
Київ, Україна

Амонс Олександр  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
Київ, Україна

**Анотація.** Запропоновано алгоритм для досягнення умов укладеного договору щодо збереження даних між користувачем та провайдером сервісу збереження даних із використанням технології блокчейн та смарт-контрактів.

**Ключові слова:** блокчейн, смарт-контракт, збереження даних, Proof-of-Agreement, аудит.

## Вступ

На сьогоднішній день хмарні системи збереження повністю інтегрувалися з повсякденним життям. З найбільш яскравих представників можна відмітити такі як Dropbox, Google Drive, OneDrive та інші [1]. Вони надають у хмарі потенційно нескінчений простір. Але здебільшого вартість цієї «нескінченності» занадто висока. Також із-за характеру централізованості дані можуть бути скомпрометовані, втрачені чи тимчасово недоступні. Щоб усунути ці недоліки слід задуматися над використанням розподілених чи децентралізованих рішень. У роботі пропонується алгоритм досягнення обраних налаштувань доступності даних та їх захист у разі спроби викрадення.

## РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ КОНСЕНСУСУ ДЛЯ СИСТЕМ ЗБЕРЕЖЕННЯ ДАННИХ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН

Визначимо умови котрих необхідно досягнути при розробці алгоритму консенсусу для збереження даних:

- мінімізація можливості скомпрометувати дані;
- виконання обраного часу доступності даних;
- прозорість процесу оплати за зберігання;
- автономна перевірка доступності даних;
- розподілене збереження даних.

Алгоритм отримав назву Proof-of-Agreement. Визначимо взаємодіючі сторони та їх ролі при використанні алгоритму.

А) Клієнт. Як клієнт я укладаю договір з провайдером сервісу про збереження даних. У договорі визначається скільки годин в добу дані повинні бути доступні, розмір даних, протягом якого часу необхідно зберігати. Перед початком завантаження даних, вноситься депозит на суму которую розрахував провайдер сервісу та встановлюється тимчасове блокування, після того як дані завантажені, у дію вступає заключений договір.

Б) Провайдер сервісу. Як провайдер сервісу я надаю можливість завантаження даних у систему. Виступаю у ролі регулятора в питаннях виконання умов доступності даних. Надаю прозорість щодо проведеного аудиту доступності даних. Обчислюю

рейтинг кожного провайдера сервісу, котрий буде надалі використаний у тендерах за збереження даних.

В) Провайдер сховища. Як провайдер сховища я надаю вільний простір у своєму сховищі яким може бути наприклад жорсткий диск вбудований у комп'ютер. Зберігаю завантажені дані. Проходжу час від часу аудит щодо доступності даних. Варто зазначити, що провайдер сховища – це одиниця робочої сили для провайдера сервісу. Тобто провайдер сервісу виступає агрегатором провайдерів сховищ.

Перейдемо до опису алгоритму з технічної сторони. Для досягнення прозорості процесу оплати та виконання умов договору застосуємо технологію блокчейн [2] та смарт-контракт [3] – це комп'ютерний алгоритм, призначений для укладання і підтримки комерційних контрактів в технології блокчейн. Найбільш популярна мережа котра використовує ідею смарт-контрактів є Ethereum [4]. Але його використання у даному алгоритмі має певні складнощі. Оскільки умови й алгоритм контракту повинні бути повністю детермінованими – це необхідно задля того, щоб майнер міг завантажити увесь блокчейн і прорахувати хеші блоків за алгоритмом дерева Меркла [5], щоб впевнитися, що блокчейн не містить підробок. Саме тому даний алгоритм потребує розробку власної мережі, оскільки процес аудиту побудований на зовнішніх викликах провайдерів сховищ і не може бути відтвореним із 100% вірогідністю.

Смарт-контракт повинен контролювати процес виплат винагородження провайдеру сховища (Storage Reward) та податку провайдеру сервісу (Service Fee). Опишемо послідовність дій при укладанні договору:

- 1) користувач надсилає запит на збереження даних;
- 2) провайдер сервісу розраховує необхідний залишок на адресі клієнта (під «адресою» мається на увазі його фізичний гаманець у блокчейні);
- 3) створюється смарт-контракт;
- 4) здійснюється блокування коштів клієнта;
- 5) завантажуються дані;
- 6) починається процес аудиту доступності даних.

Розглянемо процеси завантаження та отримання даних, аудит доступності даних.

Для мінімізації можливості скомпрометувати дані, перед тим як надіслати дані до провайдеру сервісу вони шифруються особистим ключем клієнта, після цього сервер розбиває дані на блоки з фіксованим

розміром й надсилає їх до провайдерів сховищ, обчислює їх хеш та створює блок у блокчайні що містить перелік усіх хешів блоків та відповідних їм провайдерів сховищ що були завантажені.

Для вибору набору сховищ використовуються такі параметри як доступність та завантаженість провайдера сховищ, його рейтинг та вимоги клієнта щодо доступності даних. В першу чергу беруться у тендерах ті сховища які на даний момент часу присутні у мережі, далі порівнюється відносна завантаженість кожного з них котра розраховується як відношення використаного місця до виділеного місця. Після того як отримано такий набор сховищ необхідно співставити їх рейтинг, вимоги клієнта щодо до доступності даних та необхідну кількість реплік блоків. Якщо клієнт бажає високий рівень доступності даних, то більше шансів виграти тендер буде у тих провайдерів котрі мають високий рейтинг й меншу завантаженість. Кількість реплік блоків залежить від того які провайдери будуть обрані у результаті проведеного тендера, якщо тендер виграють сховища з середнім, то кількість реплік буде більшою задля досягнення вимог клієнта.

Після того як дані були завантаженні провайдером сервісу згідно до вимог клієнта щодо доступності даних розраховується коли необхідно перевірити провайдерів сховищ щодо наявності завантажених блоків даних.

Розраховується відрізок часу протягом якого буде здійснено ряд перевірок. Припустимо, що клієнт забажав доступність даних протягом 20 годин у добу. Отже, оберемо тих провайдерів які мають рейтинг, який свідчить про те, що вони доступні не менше ніж 20 годин та створимо репліки на інших сховищах з доступністю не менше ніж 10 годин. Провайдер сервісу знає хеш блоку, його зсув у файлі та довжину, він обирає певний відсоток блоків від загальної кількості які приймають участь у аудиті. Далі знаходиться відповідні йм master та slave сховища [6]. Другі зберігають репліки блоків даних. Спочатку провайдер сервісу надсилає запит до головного сховища та вимагає обрахувати хеш блоку з певним зсувом та довжиною, якщо провайдер не відповідає протягом певного короткого проміжку часу, здійснюється кілька разів спроба повторити запит, далі запити поширяються на slave сховища.

У разі успішної перевірки створюється транзакція на блокчайні яка перераховує частину грошей з адреси клієнта на адреси провайдерів сховищ та сервісу. У разі невдачі перевірка відкладається на більш довгий час й за тим повторюється знову процес аудиту. Якщо після декількох таких довгих спроб аудит невдалий, то клієнту повертається його залишок котрий розраховується як депозит з урахуванням усіх виплат по аудиту.

Після кожного аудиту перераховується рейтинг провайдера сховища. При вдалому проходженні перевірки рейтинг збільшується, й навпаки, при невдачі рейтинг зменшується. Рейтинг відіграє невідмінну роль при виборі провайдера сховища. Якщо клієнт бажає дуже високої доступності, то

необхідно мати список «довірених» провайдерів сховищ, й навпаки, необхідно слідкувати за «слабкими» провайдерами й менше їм довіряти блоків з більшою кількістю реплік.

Для продовження терміну збереження даних є можливість внеску додаткового депозиту розрахованого відповідно до визначеного терміну. Варто зазначити, що на цьому етапі вже не можна змінити умови доступності даних, оскільки це може привести до процесу перерозподілення блоків задля задоволення умов.

Клієнт надсилає запит до провайдер сервісу для отримання даних. Сервер знаходить відповідність даних до їх блоків. Після чого формує набор master та slave сховищ які зберігають необхідні блоки. Спочатку сервіс робить запит до головних сховищ якщо ті не відповідають протягом певного часу робиться запит до slave сховищ.

У разі невдалої спроби отримання даних запит клієнта ставить у чергу й тепер клієнт виступає як аудитор й бере участь в одному циклі перевірки даних, якщо ж після проходу одного циклу перевірки дані не вдалося отримати у повному обсязі, такий аудит вважається невдалим й клієнт отримує залишок. Після того як клієнт отримав дані, він їх дешифрує за допомогою особистого ключа й може далі продовжувати користуватися ними.

#### Висновки

Було запропоновано алгоритм консенсусу для систем збереження даних з використанням технології блокчайн. Задля виконання умов договору обрано смарт-контракти, оскільки вони можуть гарантувати їх виконання. Розглянуто мережу Ethereum, але із-за особливостей її побудови краще розробити власну. Оскільки дані шифруються, розбиваються на блоки й зберігаються на декількох провайдерах сховищ одночасно – це гарантує мінімально можливість їх компрометації. Запропоновано прозорий процес оплати, оскільки кожна виплата по факту аудиту створює нову транзакцію у блокчайні та її може побачити кожен користувач. У разі втрати даних залишок буде гарантовано повернено клієнту завдяки попередньо укладеному смарт-контракту.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Drake N. Best cloud storage of 2018 :Free, paid and business options [Електронний ресурс] – 2018. – Режим доступу: <https://www.techradar.com/news/the-best-cloud-storage>.
2. Swan M. Blockchain: Blueprint for a New Economy / Melanie Swan., 2015. – 152 с. – (1).
3. Reed J. Smart Contracts: The Essential Guide to Using Blockchain Smart Contracts for Cryptocurrency Exchange / Jeff Reed., 2016. – 54 с. – (1).
4. Buterin V. Ethereum White Paper [Електронний ресурс] – 2013. – Режим доступу: [http://blockchainlab.com/pdf/Ethereum\\_white\\_paper\\_next\\_generation\\_smart\\_contract\\_and\\_decentralized\\_application\\_platform-vitalik-buterin.pdf](http://blockchainlab.com/pdf/Ethereum_white_paper_next_generation_smart_contract_and_decentralized_application_platform-vitalik-buterin.pdf).
5. Antonopoulos A. Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies / Andreas Antonopoulos., 2014.
6. Hammer R. Pattern-Oriented Software Architecture For Dummies r. – USA: For Dummies, 2013.

# Еквівалентні перетворення послідовних програм до моделі акторів

Дорошенко А.Ю.

КПІ ім. Ігоря Сікорського  
Київ, Україна  
doroshenkoanatoliy2@gmail.com

Туліка Є.М

Інститут програмних систем НАНУ  
Київ, Україна  
eugene.tulika@gmail.com

**Анотація.** Побудована теоретична основа трансформації коду послідовних програм до моделі акторів. Побудовано основу моделювання послідовної програми із використанням процесної алгебри, та операторів переходу алгебри моделей. Визначені переписувальні правила для трансформацій. Доведено теореми про еквівалентність трансформацій. Обґрунтована актуальність задачі через необхідність адаптації до хмарних обчислень.

**Ключові слова:** програмні комплекси для дистанційного управління, дистанційне управління, UML.

## Вступ

Проектування складних програмних систем для наукових досліджень потребує знання не тільки предметної області, але і засобів паралельних розподілених обчислень. В останні роки відбувається так звана демократизація обчислень за рахунок дешевизни та простоти використання хмарних платформ, які вже значно випереджають багатопроцесорні суперкомп'ютерами за сукупною продуктивністю. Це змушує шукати способи адаптації існуючих програм до архітектур, які сумісні із хмарними платформами та використовують якомога більше їх можливостей.

В цій роботі увагу зосереджено на автоматизації перетворення успадкованих послідовних інтенсивних за даними та за обчисленнями програм до хмарних обчислень із використанням моделі акторів та хореографії і доведено теореми про еквівалентність такого перетворення. Частковим результатом є підхід до проектування програм які сумісні із хмарними обчисленнями.

## ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛІ АКТОРІВ

Модель акторів це модель паралелізму, що представляє розподілені асинхронні процеси у вигляді примітивів із визначеними властивостями та заданою поведінкою. Аktor це об'єкт розподіленої системи що інкапсулює множину станів, контролюючий процес та множину локальних обчислень. Аktor використовує персональний буфер повідомлень із унікальною адресою для отримання вхідних повідомлень. Вихідні повідомлення передаються до спільногого буфера який може переслати їх адресатам згідно до підписки. Аktor активується батьківським актором, і відразу після активації переходить у стан очікування вхідного повідомлення. Будь-які дії, що виконує актор, ініційовано вхідним повідомленням, тобто актор є реактивним об'єктом. Аktor може перебувати в одному із двох станів:

- обробка повідомлення у процесі;

– очікування вхідного повідомлення.

Після отримання вхідного повідомлення актор виконує поведінку, задекларовану у конфігурації актора як реакцію на вхідне повідомлення отримане від іншого актора. Аktor може виконувати три основні дії, при отриманні повідомлення:

- створити кінцеву множину акторів із унікальними іменами;
- надіслати кінцеву множину повідомлень;
- виконати поведінку як виклик кінцевої функції що відповідає за обробку даних.

Тип актора визначається інтерфейсом актора. Інтерфейс актора це тип вхідних та вихідних повідомлень та тип акторів які він може породжувати.

Хореографія це один із двох способів композиції розподілених систем, в якому взаємодія між окремими частинами подається неявно, а як опис поведінки кожної окремої частини системи. Хореографія найбільше підходить для опису систем що складаються із реактивних компонент якими є актори.

Розподілена система задається інтерфейсами акторів та підпискою акторів на типи повідомлень. Стан розподіленої системи складається із множини акторів що виконуються паралельно та множини повідомлень що знаходяться в процесі доставки.

## ОПИС ЗАДАЧІ

Поставлена задача полягає в адаптації існуючих успадкованих послідовних програм для наукових досліджень до хмарних обчислень. У більшості випадків ця робота потребує великих затрат часу наявності спеціальних знань. Автоматизація або часткова автоматизація такої роботи дозволить отримати результати швидше та фокусуватись на вдосконаленні рішень ніж на проектуванні складних систем.

Адаптація програмного коду виконує такі еквівалентні перетворення послідовної програми, що на виході отримує систему розподілених компонент та їх координацію задану правилами взаємодії. У випадку моделі акторів правила задаються хореографією.

Теоретична основа для еквівалентних перетворень вхідних вимог, заданих кодом успадкованої програми або проектом системи, до ефективної розподіленої системи, пристосованої до хмарних обчислень, дозволить впевнитись в адекватності перетворення та провести верифікацію системи.

## ТЕОРЕМИ ПРО ЕКВІАЛЕНТНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ У МОДЕЛЬ АКТОРІВ

Трансформація коду послідовної програми у модель акторів відбувається у декілька кроків:

- відокремлення незалежних за даними частин послідовної програми та перетворення їх у поведінку актора;
- створення контролюючого актора який відповідає за виклик повідомлень;
- створення хореографії, тобто конфігурації що задає реакцію актора на вхідне повідомлення та підписку акторів на множину повідомлень.

Для доведення теорем послідовний процес змодельований із використанням алгебри процесів і базовими правилами переходу між станами системи. Для роботи із моделлю акторів, процесна алгебра доповнена операторами запису у буфер, зчитування із буфера, підписки на повідомлення та оператором створення нового актора. Операційна семантика операторів задається із використанням маркованої системі станів і переходів набором правил переходу. Для трансформації системи заданої алгеброю процесів використовується система переписувальних правил що задає алгоритм трансформації.

Для доведення коректності таких перетворення сформульовано та доведено наступні теореми.

**Теорема 1.** Будь-яка послідовна програма може бути представлена у вигляді системи акторів. Максимальна кількість акторів обмежена кількістю незалежних ділянок коду.

Для доведення теореми потік даних послідовної програми між ділянками коду представлений у вигляді переходів між станами системи процесів. Показано що аналогічний перехід існує у моделі акторів для всіх заданих операторів переходу. Залежність між ділянками коду характеризується кількістю спільних змінних із безпосереднім доступом, які використовуються обома ділянками. Незалежними є ті ділянки між якими обмін даними організовано із явною передачею параметрів. Показано, що розбиття залежних ділянок коду неможливе без суттєвої зміни послідовної програми.

**Теорема 2.** Перетворення початкової послідовної програми до системи акторів при трансформації за заданими переписувальними правилами породжує розподілену систему еквівалентну до початкової програми

Доведення теореми базується на бісимулярній еквівалентності між операторами переходу алгебри

процесів та аналогічними переходами моделі акторів які використані при трансформації системи.

**Теорема 3.** Будь-який актор може бути замінений актором із таким самим інтерфейсом без втрати досяжності кінцевого стану.

Доведення базується на понятті інтерфейсу актора, який гарантує отримання та обробку вхідних повідомлень та тип вихідних повідомлень що актор може надіслати або тип акторів які можуть бути створені. Це слідінє можливість переходу системи до невизначеного стану.

**Теорема 4.** Блочно-паралельні алгоритми можуть бути представлені системою акторів.

Для доведення теореми розглянуто основні класи блочно-паралельних алгоритмів та побудована система акторів що їх моделює де кожен блок представлено одним актором а розміщення блоків топологією акторів. Доведено що обмін даними між акторами еквівалентний до обміну даними між блоками алгоритму.

## Висновки

В роботі надається теоретична основа перетворення послідовних програм до моделі акторів із використанням переписувальних правил та доведено теореми про еквівалентність такого перетворення. Актуальність роботи полягає в необхідності адаптації успадкованих послідовних програм до хмарних обчислень.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Parrow, Joachim. "Expressiveness of process algebras." *Electronic Notes in Theoretical Computer Science* 209 (2008): 173-186.
2. Fokkink, Wan. *Introduction to process algebra*. Springer Science & Business Media, 2013.
3. Wang, Yong. "An Algebra of Actors Based on True Concurrency." *arXiv preprint arXiv: 1705.02427* (2017).
4. Agha, Gul A., et al. "A foundation for actor computation." *Journal of Functional Programming* 7.1 (1997): 1-72.
5. Методы алгебраического программирования: формальные методы разработки параллельных программ / [Андон Ф.И., Дорошенко А.Е., Жереб К.А. и др.]. – К.: Наукова думка, 2017. – 440 с.
6. Алгеброалгоритмические модели и методы параллельного программирования / Ф.И. Андон, А.Е. Дорошенко, Г.Е. Цейтлин, Е.А. Яценко. – К.: Академпериодика, 2007. – 631 с.

# Масштабована система розпізнавання осіб для спостереження за об'єктами

Шатов Сергій	Вовк Євгеній	Амонс Олександр	Хмельюк Володимир
КПІ ім. Ігоря Сікорського Київ, Україна uristmcgollar@gmail.com	КПІ ім. Ігоря Сікорського Київ, Україна vovkzenia@gmail.com	КПІ ім. Ігоря Сікорського Київ, Україна amons@ex.ua	КПІ ім. Ігоря Сікорського Київ, Україна hmelyuk@gmail.com

**Анотація.** Впродовж великого часу автоматизовані системи відеоспостереження за об'єктами розвивалися шляхом впровадження все більш ефективних алгоритмів виявлення руху. З появою нових алгоритмів виявлення руху на основі застосування технологій машинного навчання, збільшення продуктивності графічних процесорів в умовах виходу технологій з відкритим вихідним кодом на етап зрілості розвиток автоматизованих систем відеоспостереження отримує новий імпульс. Нові технології, засоби обчислювальної техніки і вдосконалені алгоритми дозволяють будувати автоматизовані системи відеоспостереження з високими параметрами. В роботі описана нова побудована на сучасних технологіях система відеоспостереження, параметри якої дозволяють використовувати її для широкого класу об'єктів. Основна увага приділена аспектам багатофункціонального розпізнавання осіб на основі машинного навчання з вивченням метрик.

**Ключові слова:** обробка зображень, комп'ютерний зір, високопродуктивні обчислення, спостереження, машинне навчання, розпізнавання осіб.

## ВСТУП

Існує низка об'єктів, наприклад навчальні та оздоровчі заклади, режимні об'єкти, в яких необхідно відслідковувати переміщення персоналу, учнів та інших осіб, відпрацьовуючи певні політики стосовно їх поведінки. З іншого боку, на цих та інших об'єктах виникає потреба відслідковувати появу осіб, які ще невідомі системі.

Для підтримки функціонування таких об'єктів потрібна побудована на новітніх технологіях система відеоспостереження, яка була б не надто дорогою, простою в експлуатації та надійною. У кількісному відношенні особливу цікавість становлять системи, які вимагають відслідковування відеопотоків до 100 відеокамер, що використовуються для фіксації. Постає цікава науково-практична проблема, вирішення якої вимагає нового поєднання відомих ідей.

У роботі пропонується оригінальне рішення, в основу якого покладено нову схему взаємодії трьох технологій, яка дозволила зберегти переваги кожної з них і нівелювати недоліки, тим самим досягти синергетичного ефекту. Сильними сторонами розробленої системи є здатність підтримувати велике навантаження, виділяти обличчя і тулуб, розпізнавати осіб, будувати базу даних траєкторій та вже знайомих людей. Зрештою це дозволяє створювати і контролювати зони доступу, подавати сигнал тривоги у випадку їх порушення, наприклад при проникненні

на територію незнайомої особи чи перетину особою меж певної зони.

Для оцінки якості роботи були використані дві метрики – максимальна кількість паралельних відеопотоків, які можуть бути оброблені без покращення часу реагування, та ймовірність розпізнавання особи за 2 секунди, протягом яких її зображення присутнє на відео.

## ПОВ'ЯЗАНІ РОБОТИ

**Високопродуктивні обчислення.** Розроблена система використовує декілька технологій високопродуктивних обчислень (high-performance computing). Щоб опрацьовувати одночасно від 50 до 100 відеопотоків одночасно, в системі підтримуються паралельні обчислення, реалізація яких виконана на основі пакетів лінійних обчислень LAPACK (який використовується через бібліотеку питчу у мові python) та CUDA, брокера повідомлень RabbitMQ, баз даних (файлівих, реляційних, in-memory).

**Розпізнавання осіб.** Одночасне опрацювання потоків великої кількості відеокамер стало можливим завдяки використанню розвинених технологій розпізнавання та лінійних обчислень на відеокартах. Ці технології широко використовуються у системі та мають визначальне значення для досягнення вдалого відношення якості роботи системи до швидкості її роботи. У роботі нижче будуть наведені порівняльні характеристики деяких нейромереж, для визначення продуктивності яких використовувалися формули, запропоновані у праці [2].

**Машинне вивчення метрики.** Для виконання високих вимог до швидкості системи використовуються сучасні технології машинного навчання. Найкращі результати показало вивчення метрик – напрям машинного навчання, у якому робиться спроба не класифікувати або кластеризувати приклади, а збудувати модель, спроможну їх відрізняти [3].

## ОБРОБЛЕННЯ ВІДЕОПОТОКУ

Відеопотік з камер може оброблятися в двох режимах, вибір яких здійснюється персоналом. Незалежно від вибору режиму оброблення, відеопотік буде проіндексовано і збережено в файловій базі даних. Але вибір режиму оброблення впливає на наповнення БД новою інформацією. При будь-якому режимі роботи, в першу чергу відео підлягає передобробленню на відеокарті з метою виявлення наявності людей на кадрах.

**Перед-оброблення.** Відеопотік розбивається на окремі кадри, і кожен п-й (значення п встановлюється) кадр обробляється нейромережею. Результатом роботи є виділені прямокутники, кожен з яких з визначеною ймовірністю вказує на виявлену людину всередині виділеного простору. Значення п залежить від ресурсів системи, відеонавантаження і вимог по швидкодії. Ці ж чинники впливають також на вибір моделі перед-оброблення. Нижче буде наведена таблиця результатів дослідження декількох моделей з відкритим кодом, наданих Google в рамках бібліотеки Tensorflow, за кількістю вибору кадрів в секунду і максимальною кількістю паралельних відеопотоків в секунду.

**Режим розпізнавання траєкторій.** Траєкторії будується за допомогою математичної моделі (1), яка враховує параметри камер, їх розташування у просторі і природу переміщення людей:

$$x = K[Rt]X \quad (1)$$

де  $x$  – точка на камері,  $K$  – матриця внутрішніх параметрів камери,  $R$  і  $t$  – матриці трансформації повороту і переміщення відповідно (матриці розташування камери в просторі),  $X$  – точка простору, причому обидві точки вказані в гомогенних координатах.

На основі моделі (1) будується "зворотна математична модель камери" (2), яка і дозволяє провести промінь з камери, виходячи з координат точки на зображені:

$$X = [Rt]^{-1}K^{-1}x \quad (2)$$

Для розпізнаних осіб траєкторії будується по кадрам. Центри прямокутників використовуються як центроїди, які пересуваються по відео разом з рухом пікселів. Відповідно центроїди людей є не тільки на перед-оброблених кадрах, а й на всіх інших. Після цього за допомогою зворотної моделі камери траєкторії трансформуються з простору кадрів на просторові координати. Для повного вирішення рівняння зворотної проекції і обчислення не тільки кута положення особи на площині відносно камери, але і її координат приймається обґрунтоване припущення, що у кожній зоні люди знаходяться на площині, яка має певну однакову для всіх висоту.

**Режим розпізнавання осіб.** Верхні частини прямокутників перевіряються з використанням інших моделей на наявність обличь. Це може бути прості відомі моделі на зразок HOG, або ж інші більш складні моделі на основі нейронних мереж. Всі виявлені обличчя конвертуються у вектори в метричному просторі. Для цього використовується ще одна нейронна мережа, яка навчається на датасеті осіб. Виходячи з сформульованих вище вимог до системи відеоспостереження кожна особа повинна бути представлена в датасеті кілька разів. Тому обрана модель типу metric learning, яка побудована не на категоризації/сегментації, а оцінки певних метрик для різних прикладів особи в датасеті. У випадку системи відеоспостереження оцінюється метрика належності двох обличь одній особі. Обличчя з кадрів зберігаються в БД відповідно до правила, яке враховує унікальність і корисність зображення обличчя особи. Відповідно, з продовженням роботи, в БД збирається

все більше добре розпізнаних зображень осіб і модель покращує якість розпізнавання вже знайомих осіб, паралельно навчаючись розпізнавати ще незнайомих [2].

#### АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ

Загальний вигляд роботи системи в штатному режимі необхідно розділити на дві складових фонові задачі та обробка та дії за вимогою клієнту. Фонова обробка включає в себе отримання відео потоку з камер та його подальшу передачу через шину даних на сервіс по його збереженню в історії та сервіс по його опрацюванню, після успішного збереження відповідний запис з'являється в БД, а саме запис що містить інформацію по одній людині та запис що містить історію переміщень людей повз одну камеру, результат опрацювання відео потоку також зберігається в БД, відповідно з вказанням людей що були знайдені, не відомих системі людей, після чого відповідна інформація передається на вихідну точку системи.

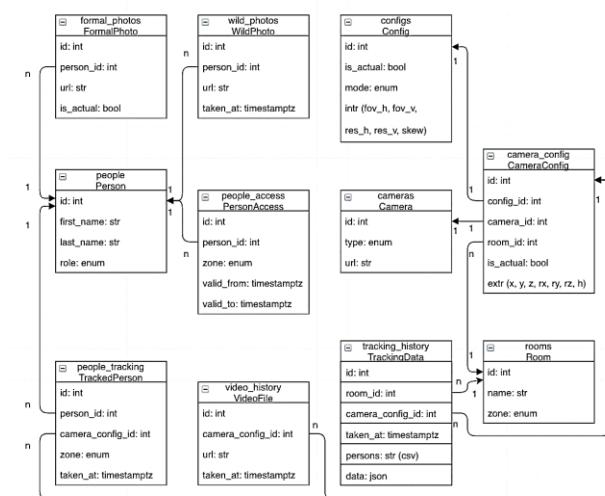


Рис. 1. Схема бази даних

БД, схема якої наведена на рис. 1, містить інформацію про співробітників (анкету співробітника, перелік приміщень, в які йому дозволений доступ, та час, зображення співробітника та результат їх опрацювання нейронною мережею – відповідно таблиці person, person\_access, wild\_photo, formal\_photo). Також БД включає групи таблиць, в яких описані кімнати та камери: характеристики камер (кут огляду і т.п.); камери та їх тип і адреси для доступу та отримання відеопотоку; розв'язуюча таблиця, у якій подано точне місце розташування кожної камери у відповідній кімнаті; таблиця опису кімнат (характеристики кімнат, місця їх розташування). Для збереження результатів оброблення відео з метою пришвидшення роботи системи запропоновано дві оригінальні сущності. Перша з них використовується для збереження інформації по конкретній особі і надання можливості відслідковування її траєкторії, а друга – для надання можливості відображення траєкторій усіх осіб в зоні однієї камери.

#### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Для оцінювання результатів бінарної класифікації використовуються часто вживані чотири значення: вірний позитивний (TP – true positive); вірний негативний (TN – true negative); хибний позитивний

(FP – false positive); хибний негативний (FN – false negative).

Для оцінювання моделі використовуються показники влучності  $P$ , відкликання  $R$  та точності  $A$ , значення яких розраховуються за допомогою відповідно формул (3), (4) і (5).

$$P = \frac{TP}{TP + FP} \quad (3)$$

$$R = \frac{TP}{TP + FN} \quad (4)$$

$$A = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (5)$$

Для оцінювання сегментації використовуються такі поширені показники як "передбачена зона об'єкту" (PA –prediction area) і "вірна зона об'єкту" (TA – true area). Для оцінювання якості розпізнавання окремого об'єкту можна використовувати показник перетину над об'єднанням (Intersection over Union), який розраховується за допомогою формули (6). Для оцінювання якості розпізнавання на датасеті використовується показник середньої влучності (mean Average Precision) на датасеті, який розраховується на основі відомої формули (7) [1].

$$IoU = \frac{PA \cap TA}{PA \cup TA} \quad (6)$$

$$mAP = \frac{1}{n} \sum_n^i \max_{R_i}(P) \quad (7)$$

Значення mAP = 30 означає що модель буде розпізнавати об'єкти з середньою влучністю 30%. Інакше кажучи, об'єкт буде коректно розпізнаний з імовірністю 30%, якщо він присутній на зображені.

Для практичного оцінювання якості моделі відповідно до сформульованих вище вимог можна використовувати оригінальну формулу (8) розрахунку показника "шанс розпізнавання об'єкту у відеопотоці упродовж двох секунд" (2 seconds Recognition Probability) на основі значень показників середньої влучності та фіксованого значення  $F$  кадрів розпізнавання у секунду. Цей показник можна інтерпретувати як імовірність розпізнавання об'єкта у відеопотоці упродовж двох секунд.

$$2sRP = 1 - (1 - mAP)^{2^F} \quad (8)$$

Нижче наведена табл. 1 з порівняльними оцінками різних моделей, включно з визначеною метрикою оцінювання якості роботи.

Таблиця 1

Порівняння моделей машинного навчання та їх характеристика

Архітектура	Характеристика				
	Швидкість (ms)	Точність (mAP%)	Частотність (frame/s)	Паралельність (streams/s)	Імовірність розпізнавання (2sRP%)
SSD MobileNet	31	22	2	16.1	63.0
SSD MobileNet	31	22	8	4	98.1
SSD Inception	42	24	2	11.9	66.6
SSD Inception	42	24	8	3	98.7

Faster RCNN Inception	58	28	2	8.6	73.1
Faster RCNN Inception	58	28	8	2.1	99.5
Faster RCNN ResNet50	89	30	2	11.2	76.0
Faster RCNN ResNet50	89	30	8	2.8	99.7
Faster RCNN ResNet101	106	32	1	9.4	53.7
Faster RCNN ResNet101	106	32	4	2.35	95.4

Ця таблиця дозволяє визначити якість різних моделей для практичного використання, та обрати потрібну конфігурацію у разі використання системи. Варто також зазначити, що метрика на основі оцінювання імовірності знаходження особи має сенс тільки у випадку, якщо особа змінює положення, наприклад, проходить через кімнату.

**Режим розпізнавання людини.** Модель f, яка буде розпізнавати обличчя має оптимізувати функції (9) та (10). Вона приймає два приклади, які можуть належати або не належати до одного класу. Перша формула вказує, що якщо обидва приклади з одного класу, то модель має видавати 1, та 0 у супротивному випадку [2, 3].

$$f(x \in X, y \in Y) \rightarrow 1, X = Y \quad (9)$$

$$f(x \in X, y \in Y) \rightarrow 0, X \neq Y \quad (10)$$

Модель яка використовується у системі має точність біля 99% на коректне розпізнавання обличчя у випадку тестового датасету на 100 людей, але вона значно погіршується на неякісних або затемнених фотографіях.

**Режим побудови траекторій.** Побудова траекторій не є складною справою, адже їх треба проводити тільки кожні пів секунди, поміж кадрами с розпізнаванням. Але після цього треба визначати чи два відрізки траекторій належать до однієї людини або двох різних. Для цієї задачі використовується модель, схожа до моделі першого режиму роботи, але конструктивно вона може мати іншу архітектуру [3]. Наприклад, можна використовувати фільтр Калмана.

#### ВИСНОВКИ

Розроблена система відеоспостереження, що задовільняє наведеним у вступі вимогам. Запропонована архітектура системи, вибір алгоритмів і технологій реалізації забезпечують її ефективне використання на підприємствах середнього розміру. При цьому розробку характеризують висока надійність роботи, зокрема стійкість до несправності будь якого з внутрішніх серверів. Система може бути масштабована до потреб з різним балансом якості та вартості, за експериментальними даними, що наводяться у роботі у таблицях порівняльних характеристик різних моделей.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Lin, Tsung-Yi et al. “Microsoft COCO: Common Objects in Context.” Lecture Notes in Computer Science (2014): 740–755.
2. Zheng, Liang et al. “Person Re-Identification in the Wild.” 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) (2017).
3. Xing, Ng et al. “Distance metric learning, with application to clustering with side-information” NIPS'02 Proceedings of the 15th International Conference on Neural Information Processing Systems.

# **РОЗПОДІЛЕНІ ТА ПАРАЛЕЛЬНІ ОБЧИСЛЕННЯ**

**DISTRIBUTED AND PARALLEL  
COMPUTING**



# Проектування програми метеорологічного прогнозування для багатоядерної платформи

Дорошенко Анатолій, Томишин Юрій  
 КПІ ім. Ігоря Сікорського  
 Київ, Україна  
 doroshenkoanatoliy2@gmail.com

Яценко Олена  
 Інститут програмних систем НАНУ  
 Київ, Україна  
 oayat@ukr.net

**Анотація.** Виконане проектування високорівневих алгебро-алгоритмічних специфікацій паралельної програми, призначеної для розв'язання задачі метеорологічного прогнозування. На основі побудованих специфікацій здійснена генерація програмного коду із використанням інструментарію автоматизованого проектування й синтезу програм. Проведено експеримент з виконання розробленої паралельної програми на багатоядерній платформі.

**Ключові слова:** автоматизоване проектування програм, алгебра алгоритмів, задача конвективної дифузії, метеорологічне прогнозування, паралельні обчислення, синтез програм.

## ВСТУП

Гостра необхідність у підвищенні продуктивності програмного забезпечення для вирішення трудомістких задач, з одного боку, і нові можливості розпаралелення обчислень, що надаються багатоядерною архітектурою (multicore та manycore) сучасних мікропроцесорів з іншого, спонукає до створення спеціалізованого інструментарію для розробки паралельних програм для таких архітектур. Розробка ефективних програм для мультипроцесорних платформ є масштабною науково-технічною проблемою, успішне вирішення якої може бути забезпечено лише шляхом спеціалізації на предметній області й глибоке охоплення етапів життєвого циклу розроблюваних програм із застосуванням засобів автоматизації проектування й програмування, від написання початкових специфікацій до генерації виконуваного коду. Основою для такої автоматизації є, насамперед, високорівнева формалізація конструювання багатопотокових програм і автоматизація формальних трансформацій програм з метою оптимізації їх продуктивності.

В роботах [1, 2] авторами запропоновані теорія, методологія та інструментарій для автоматизованого проектування, синтезу та перетворення паралельних програм, що ґрунтуються на засобах алгебр алгоритмів та переписувальних правил. Предметною областю застосування інструментальних засобів, зокрема, є метеорологічне прогнозування. Прогнозування погоди є складною прикладною обчислювальною задачею з високими вимогами до точності отриманих результатів та жорсткими часовими обмеженнями. Великий обсяг обчислень над великими масивами даних потребує впровадження паралельних реалізацій. У даній роботі наведено результати застосування алгебро-алгоритмічного

інструментарію для проектування та генерації коду паралельної програми розв'язання задачі конвективної дифузії, яка виникає при математичному моделюванні циркуляції атмосфери в метеорології. Проведено експеримент з виконання згенерованої паралельної програми на багатоядерній платформі.

## АЛГЕБРО-АЛГОРИТМІЧНІ ЗАСОБИ ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМ

В основу використовуваного підходу до проектування паралельних програм покладений аппарат модифікованих систем алгоритмічних алгебр (САА-М) [1, 2], призначений для формалізації процесів мультиобробки, що виникають при конструюванні програмного забезпечення в мультипроцесорних системах. На САА-М ґрунтуються алгоритмічна мова САА/1, призначена для багаторівневого структурного проектування й документування послідовних та паралельних алгоритмів і програм у вигляді САА-схем. Перевагою її використання є можливість опису алгоритмів у природно-лінгвістичній формі, зручній для людини, що полегшує досягнення необхідної якості програм. Розроблено інструментарій автоматизованого проектування та синтезу програм (система ІПС) [2], в основу якого покладено використання САА-М та методу діалогового конструювання синтаксично правильних програм. Ідея методу полягає в порівневому проектуванні схем алгоритмів зверху вниз шляхом суперпозиції мовних конструкцій САА-М, які користувач обирає зі списку. В системі спільно використовуються три форми подання алгоритмічних знань про предметні області: аналітична (формула в алгебрі алгоритмів), природно-лінгвістична (САА-схеми) та графова (граф-схеми). На основі схем алгоритмів інструментарій виконує генерацію програм мовами C, C++, Java та ін.

## ПРОЕКТУВАННЯ АЛГОРИТМУ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ КОНВЕКТИВНОЇ ДИФУЗІЇ

У даній роботі система ІПС застосовується для розробки паралельної програми розв'язання тривимірної задачі конвективної дифузії, яка виникає при математичному моделюванні циркуляції атмосфери в метеорології. Постановка задачі конвективної дифузії детально викладена в [3]. Паралельна чисельна реалізація цієї моделі здійснюється відповідно до трирівневого алгоритму [4], який передбачає розпаралелювання за рівняннями, просторовими напрямками ( $\lambda, \varphi, z$ ) та підобластями для кожного зі згаданих напрямків. Кількість

підобластей встановлюється у змінній *Subdomains*. Алгоритм використовує модифікований адитивно-усереднений метод розщеплення (МАУМ) [5]. Далі наведена скорочена САА-схема паралельного алгоритму для розв'язання даної задачі, побудована за допомогою системи ПС.

«Паралельний алгоритм для розв'язання тривимірної задачі конвективної дифузії».

```

«Ініціалізація даних»;
(NmbThreads) := (Subdomains * 9);
ПАРАЛЕЛЬНО (i = 0, ..., NmbThreads-1)
(
    «Ініціалізація змінних та масивів»;
    (n) := (M_prm);
    ПОКИ ‘(n * tau) <= (TmLimCalc)’
    ЦІКЛ
        «Встановити значення для метеорологічних величин та граничні умови»;
        «Обчислити задачі для напрямків Lam, Fi, Z»;
        ЧЕКАТИ ‘Обробка в усіх потоках закінчена’
        «Обчислити середні значення на основі отриманих результатів»;
        ЧЕКАТИ ‘Обробка в усіх потоках закінчена’;
        «Занести результати в глобальні масиви»;
        ЧЕКАТИ ‘Обробка в усіх потоках закінчена’;
        «Збільшити (n) на (M_prm)»;
    КІНЕЦЬ ЦІКЛУ
)

```

У наведеній схемі *NmbThreads* – кількість паралельних потоків (залежить від кількості підобластей *Subdomains*); *M\_prm* ∈ [1, 10] – параметр МАУМ; *tau* – часовий крок; *TmLimCalc* – кінцеве значення часу в умові циклу. На основі побудованої САА-схеми в системі ПС виконана генерація програмного коду мовою С із використанням OpenMP [6].

#### РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТУ

Проведено експеримент з виконання розробленої паралельної програми для розв'язання тривимірної задачі конвективної дифузії на 64-ядерному процесорі Intel Xeon Phi CPU 7210, 1.30 ГГц. В процесі експерименту були встановлені такі значення параметрів програми: термін, на який виконується розрахунок прогнозу погоди – *TmLimCalc* = 12 годин; параметр МАУМ *M\_prm* = 10; часовий крок *tau* = 10 секунд; кількість підобластей *Subdomains* змінювалась від 1 до 7, відповідно кількість паралельних потоків *NmbThreads* = *Subdomains* \* 9 встановлювалась від 9 до 63. На рис. 1 показано графік залежності мультипроцесорного прискорення  $Sp = T_1 / T_N$ , де  $T_1$  – час виконання по послідовної програми;  $T_N$  – час виконання паралельної програми на *N* ядрах процесора,  $N = NmbThreads$ .

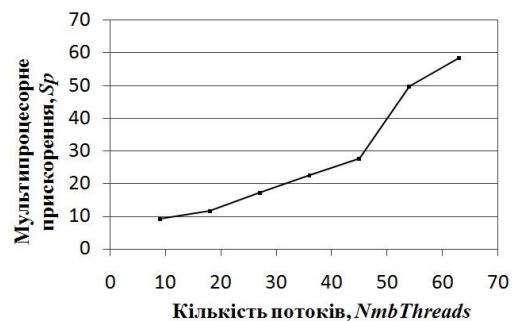


Рис. 1. Залежність мультипроцесорного прискорення від кількості паралельних потоків для паралельної програми розв'язання тривимірної задачі конвективної дифузії

Максимальне значення прискорення  $Sp = 58,5$  отримане при кількості потоків 63, ефективність використання ядер  $E = Sp / N = 0,93$ .

#### Висновки

Виконане автоматизоване конструювання високорівневих алгебро-алгоритмічних специфікацій програмного забезпечення для розв'язання задачі метеорологічного прогнозування. Виконана генерація програмного коду за побудованими специфікаціями на основі використання розроблених інструментальних засобів автоматизованого проектування та синтезу програм. Проведено експеримент з виконання згенерованої паралельної програми метеорологічного прогнозування на багатоядерній платформі Intel Xeon Phi, результати якого продемонстрували високий показник мультипроцесорного прискорення.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Методы алгебраического программирования: формальные методы разработки параллельных программ / [Андон Ф.И., Дорошенко А.Е., Жереб К.А. и др.]. – К.: Наукова думка, 2017. – 440 с.
2. Алгеброалгоритмические модели и методы параллельного программирования / Ф.И. Андон, А.Е. Дорошенко, Г.Е. Цейтлин, Е.А. Яценко. – К.: Академпериодика, 2007. – 631 с.
3. Черниш Р.І. Паралельна реалізація моделі макромасштабної циркуляції атмосфери / Р.І. Черниш // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка: серія фізико-математичні науки. – 2009. – №2. – С. 155-158.
4. Черниш Р.І. Побудова паралельного алгоритму чисельного розв'язання багатовимірної задачі моделювання навколошнього середовища / Р.І. Черниш, Ю.М. Тирчац, П.А. Іваненко // Проблеми програмування. – 2009. – №1. – С. 85-91.
5. Прусов В.А. Метод численного решения многомерной задачи конвективной диффузии / В.А. Прусов, А.Е. Дорошенко, Р.І. Черниш // Кибернетика и системный анализ. – 2009. – №1. – С. 100-107.
6. OpenMP Application Programming Interface [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу: <http://www.openmp.org/wp-content/uploads/openmp-4.5.pdf> (дата звернення 15.10.2018).

# **ABSTRACTS**



# INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES

**Page 11**

## *Pedestrian Crossing Monitoring System Under Incomplete Data*

Oleksandr Borysov

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Kyiv, Ukraine

olecsandr.borysov@gmail.com

*Abstract.* The paper describes a system that, with the aid of the neural recognition network and tracking system, can automatically detect non-standard situations in a crosswalk and report it.

*Keywords:* Computer vision, detection, tracking, crosswalk, YOLO9000, CSRT, TLD.

---

**Page 13**

## *Logistic Management System Based on the IoT Model*

Holovatenko Illia

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Kyiv, Ukraine

illyaholovatenko@gmail.com

Pysarenko Andrii

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Kyiv, Ukraine

andrew.pisarenko@gmail.com

*Abstract.* The paper proposes a solution to reduce delays in the delivery of goods by logistics companies through the creation of a system based on the Internet of Things (IoT). This will allow decentralized logistics management and reduce shipping costs. The architecture of the proposed system will allow to receive data in real-time at any stage of the logistics process and use them for the formation of more productive logistics.

*Keywords:* logistics, algorithm, timely delivery, IoT, logistics system objects, minimization of losses.

---

**Page 15**

## *IoT Based Automatic Car Parking System*

Klimov Oleksandr

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Kyiv, Ukraine

type5gg01d@gmail.com

Pysarenko Andrii

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

Kyiv, Ukraine

andrew.pisarenko@gmail.com

*Abstract.* The architecture of the automatic car parking system with the use of local positioning technology and the Internet of Things approaches for gathering information and control over elements of the system is proposed.

*Keywords:* positioning system, Internet of Things, IoT, received signal strength, digital imprints.

---

**Page 17**

## ***Stock Prediction System Using Recurrent Neural Networks***

Kravets Peter

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine

Prokhorov Dmytro

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine

*Abstract.* The article proposes a systematic approach to the treatment of factors influencing changes in the prices of financial assets. It is proposed to apply three separate modules for the analysis of quantitative data, social networks and financial news. After pre-processing, it is proposed to apply a tensor, improved by a dimension reduction algorithm. The results of forecasting for two types of neural networks - RN and LSTM are given.

*Keywords:* neural networks, data science, tensor, forecasting, machine learning.

---

**Page 19**

## ***The System of Road Traffic Control in the City***

Pavlovskyi Vladyslav

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine  
vladyslav.pavlovskyi@gmail.com

Dolyna Viktor

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine  
v\_79@gmail.com

*Abstract.* The system's structure of road traffic control in the city is developed. Considered the subsystems of traffic registration, meteorological monitoring, traffic control, control of external lighting. Outlined the tasks they perform. Described methods of traffic light regulation.

*Keywords:* intelligent transport system, traffic control system, traffic light regulation.

---

**Page 21**

## ***Robotic Complex of Point Cultivation with Herbicides of Agricultural Lands***

Blinnikov Bohdan

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine  
bodya4ka@gmail.com

Pysarenko Andrii

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine  
andrew.pisarenko@gmail.com

*Abstract.* The problem of agriculture robotics was considered. The solution using a robotic complex of point cultivation with herbicides of weeds was proposed. The use of image recognition system is described, through which the robot separates weeds from crops.

*Keywords:* robot, image recognition, agricultural lands, manipulator.

---

**Page 23**

## ***Local Positioning System for Controlling the Vehicles of a Mining***

Remeniuk Dmytro

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine  
remenuk.dima@gmail.com

Dolyna Viktor

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine  
v\_79@gmail.com

**Abstract.** Expounded the problem of inability to use global navigation systems for solving problems locating objects inside tunnels, mines, buildings. Considered a local positioning technologies for designing control systems of vehicles in mines.

**Keywords:** local positioning system, real time location system, radar technology, mining company, tracking and monitoring.

---

**Page 25**

## ***RFID Anti-Collision Mechanisms***

Kirilyuk Artem

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine  
artemkirilyuk96@gmail.com

Dolyna Viktor

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine  
v\_79@gmail.com

**Abstract.** Radio frequency identification is a wireless communication technology, which enables data gathering and identifies recognition from any tagged object. The number of collisions produced during wireless communication would lead to a variety of problems including unwanted number of iterations and reader-induced idle slots, computational complexity in terms of estimation as well as recognition of the number of tags. This paper provides an analysis of the main anti-collision mechanisms revealing its advantages and disadvantages.

**Keywords:** rfid, radio frequency identification, rfid tags, rfid anti-collision.

---

**Page 27**

## ***Analysis of Alternative Sources of Energy for Greenhouses***

Zviriaka Vitalii

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine  
vitazua@gmail.com

Dolyna Viktor

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine  
v\_79@gmail.com

**Abstract.** The prospects of development of greenhouses are described. The technologies of solar and wind energy use for construction of alternative energy supply systems are considered. The hybrid energy supply system is presented.

**Keywords:** greenhouse, microclimate control, alternative sources of electricity, solar power plants, wind power plants.

---

**Page 29**

## ***Information System for Household Goods Accounting***

Kharabet Rodion

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine

Pysarenko Andrii

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine

*Abstract.* The article presents the concept of the information system for household goods accounting. The main system purpose is to increase the efficiency and convenience of purchasing in stores. There is an identifier on the product package which is read by the smartphone's camera or a special reading device and allows to identify the good. The functionality of the system is expandable and can be adapted to the needs of persons with disabilities.

*Keywords:* goods accounting, goods purchase, information system, accounting system, barcode scanner, Arduino.

---

**Page 31**

## ***Locators Field for Effective BCH code***

Poltorak Vadym

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine  
v.poltorak@kpi.ua

*Abstract.* The paper describes a two nested finite fields creating process for effective BCH-code, with relative short length and increased base of code. Appropriate generating polynomial is obtained.

*Keywords:* BCH-code; code elements; finite field; locators; generating polynomial; boundaries of coding.

---

**Page 33**

## ***The Role and Challenges of E-government in Jordan and USA***

Alhawawsha Mohammad

Taras Shevchenko National University of Kyiv  
Kyiv, Ukraine

*Abstract.* All over the world Governments are under pressure from citizens and businesses to manage public finances openly and transparently, based on the needs of their citizens and businesses, using high-quality public services as an internal structure and empowering citizens to make policy decisions involve expectations of public interest. This pressure has created the need for continued governmental improvements and reforms, and it has become highly desirable to use different information communication technology packages and / or content in the public sector advances in public administration and information communication technology have given the government a tremendous opportunity to change its operational and service systems. Therefore, information on new types of wealth and technology is a new means to create such wealth.

*Keywords:* E-government, service system, internal structure, public service, service delivery, E-government services.

---

# PROGRAMMING TECHNOLOGIES

**Page 37**

## *Performance Deviation Detection in Microservices-based Applications*

Bachkala Bohdan

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine

*Abstract.* In this paper, a detailed analysis of existing methods for performance deviation detection and possible applications of such techniques in the microservice environment is presented. The comparative report of most suitable deviation detection approaches for microservice applications is fulfilled. Architecture for the performance regression detection tool is developed. The ways for further research are proposed as well.

*Keywords:* microservice architecture, performance deviation.

---

**Page 41**

## *About Techniques for Context Term Calculus*

Shevchenko Ruslan

Private Entrepreneur

Kyiv, Ukraine

ruslan@shevchenko.kiev.ua

*Abstract.* Described implementation techniques for system of content calculs, which unite in one formalism term rewriting and name resolving. This make context-term based system be a good candidare for an implementation of language processors and programming language analysys tool: we can use full power of term rewritng along with the rich names navigation. We build an embedded programming language ‘vavilon’, which can be viewed as accesor of previous our system ‘termware’.

*Keywords:* programming language, term rewriting, termware, algorithm algebra, software synthesis.

---

**Page 43**

## *Improvement of the Factorization Algorithm of a Natural Number*

Koval Jurii

Taras Shevchenko National University  
Kyiv, Ukraine  
smith@uis.kiev.ua

Krak Jurii

Taras Shevchenko National University  
Kyiv, Ukraine  
krak@univ.kiev.ua

*Abstract.* In this paper, algorithms of factorization of natural numbers are investigated and compared. The classic factorization algorithm, its improved version, the number of divisions and the remainder for the result is determined. The implementation of the algorithm for the set of concurrent parallel computations and their improvement was proposed, the number of divisions and the remainder for the result was determined. The restrictions on the use of such implementation are indicated and further research directions are proposed.

*Keywords:* factorization of a natural number.

---

**Page 45**

## ***Consensus Algorithm for Storage Systems Based on Blockchain***

Ozerakin Mykyta

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine

Amons Oleksandr

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine

**Abstract.** An algorithm is proposed to achieve the terms of the concluded agreement on data storage between the user and the provider of data storage service using the blockchain technology and smart contracts.

**Keywords:** blockchain, smart contract, data storage, Proof-of-Agreement, audit.

---

**Page 47**

## ***Equivalent Transformation of Sequential Programs to the Actor Model***

Doroshenko Anatoliy

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine  
doroshenkoanatoliy2@gmail.com

Tulika Eugene

Institute of Software Systems of NASU  
Kyiv, Ukraine  
eugene.tulika@gmail.com

**Abstract.** Theoretical basis for transformation of sequential programs to actor model is defined. The basis for the modelling of sequential program using the process algebra and the transition rules of the actor model are built. Rewriting rules for the transformations were created. Proved theorems about equivalent transformations of the sequential programs to the actor model. The need for this work is justified by the need of adaptation to cloud computing.

**Keywords:** automated software design, process algebra rewriting rules, actor model, actor choreography, cloud computing.

---

**Page 49**

## ***Scalable Person Recognition System For Facility Surveillance***

Shatov Serhii

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine  
uristmcgollar@gmail.com

Vovk Yevhenii

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine  
vovkzenia@gmail.com

Amons Oleksandr

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine  
amons@ex.ua

Khmelyuk Volodymyr

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine  
hmelyuk@gmail.com

**Abstract.** For a long time, facility automated surveillance systems have evolved through the introduction of increasingly effective algorithms for motion detection. With the advent of new algorithms for motion detection based on the technology of machine learning, increase in GPUs performance in the conditions of output of open source technologies at the stage of maturity, the development of facility automated surveillance systems receives a new impetus. New technologies, computer facilities and advanced algorithms allow us to build facility automated surveillance systems with high parameters. The report describes a new facility automated surveillance systems built on modern technologies, the parameters of which allow it to be used for a wide class of objects. The main attention is paid to the aspects of multifunctional face recognition on the basis of machine learning with the study of metrics.

**Keywords:** image processing, computer vision, high performance computing, distributed computing, surveillance, person detection, person recognition.

---

# DISTRIBUTED AND PARALLEL COMPUTING

Page 55

## *Meteorological Forecasting Program Design for Manycore Platform*

Doroshenko Anatoliy, Tomyshyn Yurii  
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute  
Kyiv, Ukraine  
doroshenkoanatoliy2@gmail.com

Yatsenko Olena  
Institute of Software Systems of NASU  
Kyiv, Ukraine  
oayat@ukr.net

*Abstract.* High-level algebra-algorithmic specifications of a parallel program intended for solving meteorological forecasting task are designed. Based on the developed specifications, program code is generated using the toolkit for automated design and synthesis of programs. The experiment consisting in execution of the developed parallel program on manycore platform is conducted.

*Keywords:* automated software design, algorithm algebra, convection-diffusion problem, meteorological forecasting, parallel computation, software synthesis.

---

