

Міністерство освіти і науки України
Чорноморський національний університет імені Петра Могили



**«МОГИЛЯНСЬКІ ЧИТАННЯ – 2020:
Досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні:
глобальний, національний та регіональний аспекти»**

XXIII Всеукраїнська науково-практична конференція

ТЕЗИ

Комп'ютерні науки.

Технічні науки

Миколаїв, 16–20 листопада 2020 року

Миколаїв – 2020

Могилянські читання – 2020 : Досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні: глобальний, національний та регіональний аспекти : XXIII Всеукр. наук.-практ. конф. : тези доповідей : Комп'ютерні науки. Технічні науки, Миколаїв, 16–20 листоп. 2020 р. / ЧНУ ім. Петра Могили. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2020. – 148 с.

Секція: КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ

ПІДСЕКЦІЯ: Інтелектуальні інформаційні системи

УДК 004.896

Асєєв В. Д.,

аспірант,

ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

АНАЛІЗ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОСИЛАНЬ У МЕРЕЖІ FACEBOOK100

Соціальна мережа Facebook є однією з найбільших та найвикористовуваниших соціальних мереж. Дані, які агрегуються в Facebook, дали значний поштовх для нових досліджень у сфері аналізу соціальних мереж. У цих тезах розглядається аналіз прогнозування посилань у мережі Facebook100, що був проведений у 2005 році. Розглядається та оцінюється кілька алгоритмів машинного навчання, що були застосовані. Використовується вбудовування мереж та методи, засновані на топології, такі як node2vec та вектори мір подібності.

Прогнозування посилань широко використовується для встановлення зв'язків між об'єктами у соціальних мережах. Наразі існує чимало методів прогнозування посилань. У роботі Peng Wand під назвою «Link Prediction in Social Networks: the State-of-the-Art» існує два способи прогнозування зв'язків: підходи на основі подібності та підходи на основі навчання. Підходи на основі подібності обчислюють оцінку подібності для кожної пари вузлів, де вища оцінка означає більшу ймовірність того, що відповідні вузли будуть з'єднані в майбутньому. Підходи, що базуються на навчанні, розглядають проблему передбачення посилань як завдання двійкової класифікації (4). Тому для вирішення проблеми можна використовувати типові моделі машинного навчання. Сюди входять класифікатори, такі як Random Forest (5), багатошаровий персептрон або опорна векторна машина (ОВМ) (6), а також імовірнісні моделі. Підходи, засновані на навчанні, використовують не пов'язані пари вузлів як екземпляри з ознаками, що описують вузли та мітку класу. Пари вузлів, які можуть з'єднатися, позначаються як позитивні, а інші як негативні. Їх набір ознак складається з ознак подібності підходів, заснованих на схожості, та ознак, отриманих із знань домену.

Обидва типи підходів спираються на різні метрики, які використовують інформацію про вузли, топологію мережі та соціальну теорію для обчислення подібності між парою вузлів. Метрики складаються з трьох категорій: метрики на основі вузлів, топології та соціальної теорії.

Більшість метрик базуються на топологічній інформації. Найчастіше їх використовують для прогнозування, оскільки вони є загальними та не залежать від домену. Метрики, засновані на топології, додатково поділяються на такі підкатегорії: метрики на основі сусідів, метрики на основі шляхів та випадкові прогулянки. Сусідні метрики припускають, що люди, як правило, встановлюють нові зв'язки з людьми, які ближче до них. Найвідоміші – Common Neighbors (Ньюман), коефіцієнт Жакарда, коефіцієнт Адама Адара та привілейований індекс прихильності.

У роботі розглядається мережу друзів Facebook у ста американських коледжах та університетах в один момент часу у вересні 2005 року. Окрім інформації про дружбу, мережа містить обмежену демографічну інформацію. Інформація за користувачами містить: статус (студент чи викладач), стать, спеціальність, місце проживання (гуртожиток чи будинок), рік та середня школа. Мережа є незваженим та ненаправленим графом. Вся мережа складається з 3,2 мільйона вузлів з 23,7 мільйонами зв'язків між ними. Максимальний ступінь окремого вузла становить 4900, а мінімальний ступінь – 1. Середній показник – 15. Середній коефіцієнт кластеризації складає 0,097, що типово для соціальних мереж.

Розробка ознак відіграє важливу роль при вирішенні проблем машинного навчання. Інформативні ознаки мають вирішальний вплив на точність моделі. У прогнозуванні посилань на основі навчання кожна пара вузлів описується за допомогою комбінації ознак на основі вузлів, топології та вбудовування вузлів, залежно від підходу.

Ознаки на основі вузлів. Ознаки, що базуються на вузлах, використовують специфічну інформацію про осіб. У цій роботі були використані такі ознаки:

- `is_dorm`: двійкове значення, що вказує, чи живуть вузли в одному приміщенні;
- `is_year`: двійкове значення, що визначає співпадіння року вступу
- `year_diff`: числове значення, що вказує абсолютну різницю між роками вступу;
- `from_major`, `to_major`: числові значення із зазначенням індексів основних вузлів;
- `is_factory`: двійкове значення, що вказує, чи мають вузли однаковий статус факультету;

– `is_gender`: двійкове значення, що вказує, чи мають вузли однакову стать.

Ознаки, засновані на топології. Найбільш часто використовувані ознаки для прогнозування посилань – це ознаки, засновані на топології. У цій роботі використовуються такі ознаки:

1. Коефіцієнт Жакарда – нормалізує розмір загальних сусідів. Згідно з коефіцієнтом Жакарда, парі вузлів присвоюється більше значення, коли вузли мають більшу кількість загальних сусідів відносно загальної кількості їх сусідів.

2. Коефіцієнт Адаміча Адара тісно пов'язаний з коефіцієнтом Жакарда. Він розраховується як зважена сума спільних сусідів, де спільні сусіди з меншою кількістю сусідів мають більший вплив.

3. Індекс преференційного вкладення – міра заснована на концепції, що вузли з вищим ступенем мають вищу ймовірність утворення нових ребер.

4. Індекс розподілу ресурсів (23). Показник розподілу ресурсів дуже схожий на індекс Адаміча Адара. Єдина відмінність полягає в тому, що Індекс розподілу ресурсів більше карає вузли високого ступеня.

Особливості вбудовування вузла. Методи вбудовування мережі спрямовані на вивчення низьковимірною прихованого представлення вузлів у мережі. Створюючи набір даних, що складається з вузлів мережі, ці дані можуть бути використані як ознаки. Це може бути використано для широкого кола завдань, таких як класифікація, кластеризація, передбачення зв'язків та візуалізація. Використовуючи `node2vec`, був сформуований набір вбудованих даних. Ключовим моментом є те, що `node2vec` базується на випадкових прогулянках (Random walk) вузлами мережі.

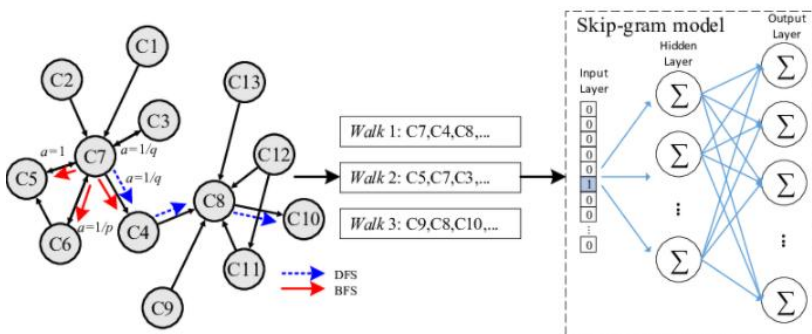


Рис 1. Концептуальна основа `node2vec`

Для соціальних структур, корисно налаштувати гіперпараметри node2vec на виявлення спільнот вузлів, які взаємодіють між собою. Встановлення такого типу поведінки є корисною для завдання передбачення зв'язків. Параметри були виявлені евристично. Використовуючи дослідження з випадковою ходьбою, гіперпараметри були довільно обрані для досягнення найкращих характеристик моделі.

Вибір ознак.

Сучасні набори даних зазвичай мають велику кількість даних, які часто не є інформативними. Отже, набори даних повинні бути попередньо оброблені перед використанням моделей на них. Попередня обробка відбувається головним чином для зменшення розміру набору даних та досягнення більш ефективного аналізу, а також для видалення зайвих ознак, які негативно впливають на продуктивність моделі. Метою вибору функцій є максимізація релевантності та мінімізація надмірності ознак.

Було використовує рекурсивне усунення функцій з перехресно перевіреном виділенням (RFECV), щоб отримати оптимізований набір ознак.

Таблиця 1

Набір даних	Логістична регресія	Random Forest	OBM	HM
Базовий	0.94	0.9227	0.9628	0.9618
Топологічний	0.9570	0.9173	0.9639	0.9623
Вбудований	0.9365	0.9145	0.9414	0.9389

Таблиця показує, що опорна векторна машина (SVM) та нейронна мережа (NN) є найкращими моделями для завдання прогнозування зв'язків. Їх ефективність майже однакова, хоча вони базуються на абсолютно різних концепціях. Це означає, що вся відповідна інформація з наборів даних використовується для прогнозування. Гірші показники має логістична регресія, не знаважаючи на її простоту. Несподіваним є те, що він логістична регресія перевершила Random Forest, який є нелінійною моделлю. Це наслідок лінійної роздільності даних

Аналіз моделей.

Логістична регресія. Використовуючи перехресну перевірку сітки на логістичній регресії, було визначено, що різні підходи використовують різні конфігурації. У випадку базового підходу особливості однаково впливають на процес прийняття рішень, що відображається в коефіцієнтах характеристик. На топологічному наборі даних регуляризація є значною частиною процесу. На вбудованому наборі додавання даних на основі вузлів не має ніяких переваг.

Random Forest. Випадковий ліс погано працював у наших наборах даних. Ми можемо обґрунтувати цей висновок тим, що в цьому підході відсутній механізм регуляризації.

Опорна векторна машина (ОВМ). Для машини векторної підтримки (SVM) ретельно налаштовано лише ядра. Найкраще підходить для кожного набору даних було вибрано за допомогою пошуку сітки. Пошук сітки складався з лінійного, поліноміального та гауссового ядра, тому модель могла працювати з довільними розмірними даними.

Нейронна мережа. Вибір правильних гіперпараметрів для нейронних мереж був дуже складним завданням, оскільки нейронні мережі мають багато різних параметрів. Проте, правильно встановивши їх, можна отримати набагато кращі показники порівняно з іншими моделями. Оскільки прогнозування посилянь на основі навчання є завданням двійкової класифікації, використовувались функція двійкової перехресної ентропії та оптимізатор Адама. Приховані та вихідні активаційні функції були обрані за допомогою методу підбору. Найкращі результати дали ReLU в якості функції активації та сигмоподібну в якості функції активації виводу.

Висновки. Оцінка наборів даних проводилася з використанням таких моделей, як логістична регресія, Random Forest, опорні векторні машини (ОВМ) та нейронні мережі (НМ). Останні здатні моделювати більш складні нелінійні функції, тоді як логістична регресія може моделювати лише лінійні. Завдання прогнозування посилянь було протестовано на всіх трьох наборах даних, на тестових і невидимих даних, а також на всіх згаданих моделях. Ефективність моделей оцінювали за допомогою Area Under the Receiver Operating Characteristics (AUROC), яка є однією з найпоширеніших метрик оцінки для прогнозування зв'язків.

УДК 62-049.5(043.2)

Донченко М. В.,

канд. техн. наук., доцент

ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

ЗАКЛАДЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПІД ЧАС ПРОЄКТУВАННЯ ШЛЯХОМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ

Анотація. Забезпечення надійності, особливо на стадії проєктування, є дуже складний, відповідальний процес з багатьма невизначенос-

тями. В доповіді пропонується варіант вирішення цієї складної проблеми на базі систем підтримки прийняття рішення і автоматизованого проєктування.

Аналіз проблеми. Надійність є однією з визначальних складових якості складних технічних систем. Тому питання її забезпечення ще довго буде залишатися актуальним. За визначенням, надійність – це «власність об'єкта зберігати у часі в установлених межах всіх параметрів, які характеризують здатність виконувати потрібні функції в заданих режимах та умовах застосування, технічного обслуговування, збереження та транспортування». Це, фактично, забезпечення нормального функціонування системи в заданих умовах протягом заданого часу. Як видно із визначення, надійність жорстко пов'язана з функціонуванням.

Функціональність закладається під час проєктування, забезпечується у процесі виготовлення і підтримується під час експлуатації. Розглянемо кожний з цих періодів життєвого циклу і як формується надійність на кожному із них. Будь-яка система проєктується для виконання потрібних функцій в заданих умовах. Задача дуже не однозначна. Тому потрібно шукати оптимальне проєктне рішення виходячи із можливостей і умов забезпечення функціонування. Проблема, по суті, дуже складна у зв'язку з тим, що на формування ефектоутворюючих процесів і їх конструктивного забезпечення впливають багато факторів, часто альтернативних.

Викладення основного матеріала. Надійність, як і якість, визначається у процесі функціонування. Тому у процесі проєктування, формуючи функціонування, намагаються закласти вся якості, які повинні задовольнити всі вимоги, закладені в технічному завданні, в тому числі і надійність. Більше того, надійність, як і ряд інших важливих якостей, можна оцінити тільки опосередковано – поки система працює. Йдеться про те, що вони є і їх можна виміряти, оцінити чи спостерігати, а якщо не працює – то вони зникають. Тому проблема в тому, щоб забезпечити нормальне функціонування протягом заданого часу. Накопичений досвід проєктування, виготовлення і експлуатації надає можливість прогнозування нормального функціонування, але точно визначити якість і тривалість нормального функціонування можна тільки випробуванням виготовлених нових дослідних зразків, а, точніше, після достатньо тривалого періоду експлуатації. Але це зовсім не значить, що на стадії проєктування не можна досягти більш високої якості і надійності. Накопичений досвід, знання і наукові досягнення дозволяють у першому наближенні закласти, чи точніше, розробити покращені варіанти порівняно з прототипом, проаналізувати їх якості і вибрати найкращий для заданих умов проєктування, виготовлення і

функціонування та наукової бази. Якщо на всіх стадіях: проєктування, виготовлення і експлуатації процеси формування виробу умовно розділити на етапи і на кожному з них розробляти можливі варіанти конструкції, технології чи сервісу і вирішувати щодо кожного з них, обираючи найкращий, можна апріорі закладати і забезпечувати потрібні якості.

На стадії проєктування створюється новий виріб, який повинен бути кращий ніж попередній, якщо такий був, або кращий, ніж подібні аналоги. Приріст якості з'являється не на «голому» місці. Як правило, йому передують наукові досягнення, накопичений досвід проєктування і експлуатації, обробка і узагальнення інформації. Це дає можливість винаходити нові технології проєктування і виготовлення, створення нових і удосконалення існуючих матеріалів. Нові технології дозволяють розробляти чи удосконалювати ефектоутворюючі процеси, які, у свою чергу, дозволяють отримувати більш ефективний виріб, на основі їх використання. Технологія проєктування формує конструкцію з метою технічної організації ефектоутворюючого процесу для отримання потрібної енергії, яку потім перетворює в корисну роботу. Чим досконаліша конструкція виробу, тим більше і якісніше можна перетворити енергію в корисну роботу. Досконалість конструкції, детальна проробка всіх внутрішніх функціоналів дозволяє отримати високо-ефективний виріб з високою надійністю. Ці дві основні якості дуже тісно пов'язані. Тому задача створення досконалої конструкції надає можливість і закладання високої надійності при всіх рівних умовах. Йдеться і про якісне виготовлення, і про правильну експлуатацію.

Проектування, як правило, опирається на можливість виготовлення конструктивних елементів і виробу в цілому. Тому наявність нових технологій виготовлення надає, у свою чергу, можливість створення досконалої конструкції. З другого боку, нові конструктивні винаходи спонукають на розробку нових технологій їх виготовлення. Для реалізації цих технологій необхідно мати відповідне обладнання і, відповідно, проєктувати конструкцію під можливість якісного виготовлення.

Проектування – це високоінтелектуальна творчість, політ фантазії у полі реальних можливостей, наданих накопиченим досвідом, науковими дослідженнями, новими технологіями як проєктування, так і виготовлення. Більше того, конструктори замовляють чи спонукають до конкретних досліджень для забезпечення можливостей створення нових, більш досконалих, а то і революційних виробів. Геніальні конструктори у своїх ідеях набагато випередили свій час так, що можливості для їх реалізації з'явилися набагато пізніше. Можна сформулювати передумови створення нової надійної конструкції – це наявність:

- цілеспрямованих наукових досліджень, знань у цій області, досвіду проектування і експлуатації;
- новітніх технологій конструювання і виготовлення;
- нових відповідних і якісних матеріалів;
- таланту і високої кваліфікації конструкторів.

Наукові дослідження, знання і накопичений досвід, як проектування, виготовлення, так і експлуатації створюють те поле можливостей і розуміння сутності, яке може викристалізуватися в щось нове, більш досконале і яке може бути реалізоване в нову реальну конструкцію. Це результат цілеспрямованої роботи тисяч людей, який формує створення нових прогресивних технологій, як проектування, так і виготовлення і, в якісь мірі, і експлуатації. Нові технології дозволяють знаходити і розробляти нові конструктивні рішення з урахуванням їх виготовлення. Це, в свою чергу, системи автоматизованого проектування, розрахунків, моделювання і, навіть, наукових досліджень, які дозволяють творчо розробляти варіанти конструктивних рішень, аналізувати їх, звільняючи від важкої, довготривалої рутинної роботи.

Створення і удосконалення ефектоутворюючих процесів. Ці процеси є основою сучасних технічних систем, яка дозволяє докорінно змінювати їх сутність. Наприклад, створення літєвих акумуляторів привело до створення нових ефективних сучасних електромобілів і мобільних телефонів, хоча ідея створення електромобілів була започаткована ще на початку минулого століття.

Створення нових матеріалів відкриває нові можливості для розробки нових деталей і вузлів з новими якостями.

Все сказане вище плюс людський геній надають можливості створення більш досконалих конструкцій.



Рис.1. Закладання надійності під час проектування

Висновки. Указані вище фактори можуть надавати можливості створення чи удосконалення конструкції і надійності – фактично надають певний резерв.

Отримати чи використати максимально всі можливості вдасться не завжди через різні причини і умови. Як правило, знаходять компромісне (оптимальне) рішення. Воно лежить між уже досягнутою раніше реалізацією і максимально можливим для заданих умов. На рисунку 1 показано розгорнутий зміст резерву конструювання – Δ_{π} .

УДК 004.942

Калініна І. О.,

канд. техн. наук, доцент,
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

ПІДХІД ДО ЙМОВІРНІСНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ ФАКТОРІВ РИЗИКУ

Сучасні фінансові процеси можна характеризувати як нелінійні нестационарні процеси, що функціонують в складних умовах множинних стохастичних збурень. Такі умови вимагають розробки і застосування нетрадиційних математичних моделей для адекватного опису процесів, необхідних для вирішення завдань прогнозування, оцінки ризиків та прийняття рішень. Це особливо правильно для аналізу фінансових ризиків у разі багатовимірної постановки завдання. Одночасний вплив факторів ризику і їх взаємодія можуть привести до набагато більш високих втрат, ніж вказують доступні спрощені моделі, які не враховують можливі взаємодії. Тому моделювання ризиків в задачах управління ризиками, особливо в разі великомасштабних систем, не повинно обмежуватися аналізом окремих факторів. Такі моделі повинні також враховувати можливі взаємодії між факторами ризику. Вартість будь-якого фінансового інструменту зазвичай залежить від набору зовнішніх факторів ризику, які генеруються поточним станом підприємства, галузі економіки або макроекономіки в цілому. З іншого боку, вони є ендегенними відносно функціонування конкретного ринку. Поява ендегенних факторів є особливістю самоорганізації у великомасштабних системах. Більше число факторів ризику призводить до збільшення частоти екстремальних явищ і розподілів з більш важкими хвостами. У той же час наявність зв'язків між вартістю фінансового інструменту та відповідним ризиком на практиці не дає помітної тенденції до зростання доходів за зростаючого ризику.

У багатьох дослідженнях фінансових ймовірнісних моделей підкреслюється відповідність між результатами, досягнутими для симетричної випадкової матриці, і розподілом відстаней між власними значеннями емпіричної матриці лінійних кореляцій для певних об'єктів протягом визначеного періоду. Коефіцієнти лінійної кореляції мають деякі недоліки в застосуванні в системах управління ризиками. Саме тому було розглянуто застосування деяких результатів з теорії випадкових матриць для аналізу залежності заходів ризику. З огляду на необхідність визначення ефективності застосування методів аналізу випадкових матриць до завдань управління ризиками, була побудована багатоваріантна модель фінансових інструментів з відомою структурою залежностей. Було вивчено, наскільки добре результати, отримані для невивадкових емпіричних матриць з додаванням деякого шуму, схожі на теоретичні результати, що відносяться до випадкових матриць. Важливою проблемою, пов'язаною з побудовою факторної моделі, є встановлення зв'язків між числовим описом залежності і числом основних факторів.

Ймовірнісний опис системи, що включає в себе набір випадкових процесів, описується такою ймовірністю: $P(X_1 \leq x_1; \dots; X_n \leq x_n)$, тобто їх спільний розподіл ймовірності $H(x_1, \dots, x_n)$. Розподіл містить інформацію, пов'язану зі структурою зв'язаних процесів і граничними розподілами кожної випадкової величини. Щоб розрізнити описи залежності між цими випадковими змінними, можна використовувати спеціальні функції зв'язку, відомі як копули.

Функція: $C : [0,1]^n \rightarrow [0,1]$, називається n -copula, якщо виконуються такі умови:

- 1) $C(F_1, \dots, F_n) = 0$, якщо існує така J , що $F_J = 0$;
- 2) $C(1, \dots, 1, F_i, 1, \dots, 1) = F_i$;
- 3) C це зростаюча функція.

Таким чином, копула достатньо (повністю) визначає структуру залежності між вибраними випадковими величинами. Однак безпосереднє практичне застосування копул для опису десятків чи сотень випадкових величин зустрічає певні труднощі. По-перше, вибір відповідного сімейства копул, придатних для визначення копули, що утворює структуру залежності, за допомогою деяких оцінок параметрів є досить складним. Коли розмірність висока, кількість параметрів копули істотно зростає, і проблема оцінки параметрів виникає через неповні спостереження, наприклад, процедура максимальної правдоподібності для оцінки параметрів може не працювати.

На базі використання копул під час побудови ймовірнісної моделі ризиків була розроблена процедура аналізу взаємодії факторів ризику

у фінансових системах. Процедура базується на результатах аналізу розподілу власних значень та відстані між власними значеннями для емпіричних та теоретичних матриць залежностей. Деякі результати теорії випадкових матриць використовуються для інтерпретації результатів, досягнутих в процесі емпіричних досліджень для кореляційних матриць різного роду. Результати обчислювальних експериментів показують, що для малих власних значень результати теоретичного аналізу випадкових матриць подібні до емпіричних матриць. Кількість власних значень, які перевищують теоретичні пороги, відповідає основним факторам у моделі. Різниця між теоретичним та емпіричним розподілом відстаней між власними значеннями означає, що на практиці майже завжди існує велике власне значення, що свідчить (в економічній інтерпретації) про існування домінуючого узагальненого ринкового фактора. Також було встановлено, що під час наймннн широко використовуваних моделей похідних витрат відсутні додаткові внутрішні фактори впливу. Цей результат дає можливість правильно визначити кількість основних факторів для побудови математичних моделей, необхідних для практичного застосування.

УДК 681.5

Козлов О. В.,
канд. техн. наук, доцент,
Кондратенко Ю. П.,
д-р техн. наук, професор,
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв,
Трилевич О. Є.,
студент,
НУК імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

СИНТЕЗ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ НЕЧІТКИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ МОБІЛЬНИМИ РОБОТАМИ БАГАТОЦІЛЬОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

У доповіді розглядаються особливості процедур синтезу та структурно-параметричної оптимізації нечітких систем автоматичного керування (САК) мобільними роботами багатоцільового призначення (МРБП), що здатні переміщуватися по похилих та вертикальних феромагнітних поверхнях. Зокрема, проведено синтез бази правил нечіткої САК МРБП з визначенням оптимального вектору консеквентів на основі генетичного алгоритму (ГА), адаптованого під цю задачу.

Багатоцільові мобільні роботи з магнітними притискними пристроями успішно застосовуються в суднобудуванні, судноремонті, газо- і нафтопереробній промисловості, сільському господарстві тощо для виконання спеціалізованих трудомістких технологічних операцій на похилих та вертикальних феромагнітних поверхнях без втручання людини в автоматичному режимі [1]. Мобільні роботи наведеного типу дозволяють замінити людську працю в небезпечних для життя та здоров'я умовах, а також значно покращують якість та швидкість виконання таких операцій, як: зварювання, фарбування, видалення іржі, очищення та ін. У свою чергу, дані МРБП являють собою складні нелінійні об'єкти керування, для автоматизації яких досить успішно можуть бути застосовані нечіткі системи керування.

Для ефективного застосування нечітких керуючих пристроїв (КП) в САК МРБП доцільно застосовувати прогресивні методи їх проєктування, які містять процедури структурно-параметричної оптимізації на основі цільових функцій і можуть використовувати знання експертів для формування попередніх гіпотез про структуру і параметри САК. Аналіз результатів опублікованих досліджень в цій області показує, що найбільш ефективними для вирішення завдань оптимізації структури та параметрів нечітких систем різного типу і призначення є біоінспіровані інтелектуальні методи глобального пошуку, до яких відносяться генетичні алгоритми, еволюційні стратегії, методи мурашиних та бджолиних колоній, методи штучних імунних систем, методи рою частинок та ін. Ці методи мають низку переваг порівняно з класичними методами локального пошуку, а саме: (а) не накладають додаткових обмежень на цільові функції; (б) дозволяють детально досліджувати великі мультимодальні простори пошуку, виключаючи можливість зациклення в локальних екстремумах; (в) ефективно оптимізують нечіткі системи великої розмірності.

Однією з найбільш важливих та складних задач у процесі проєктування та розробки нечітких систем керування МРБП є задача синтезу баз правил (БП) їх КП за недостатнього обсягу експертної інформації та за досить великої кількості правил.

У загальному випадку БП нечіткого КП типу Мамдані складається з s -правил, які будуються на основі всіх можливих комбінацій лінгвістичних термів (ЛТ) вхідних сигналів керуючого пристрою. При цьому, кожне r -е правило БП ($r = 1, \dots, s$) являє собою лінгвістичне твердження виду

$$\text{IF } "x_1 = a" \text{ AND } "x_2 = b" \text{ AND } \dots \text{ AND } "x_i = c" \dots \\ \dots \text{ AND } \dots \text{ AND } "x_m = d" \text{ THEN } "y = h", \quad (1)$$

де x_i – i -й вхідний сигнал системи ($i = 1, 2, \dots, m$);

m – загальна кількість вхідних сигналів КП;

y – вихідний сигнал КП;

a, b, c, d, h – відповідні ЛТ вхідних і вихідного сигналів КП.

Антецеденти правил являють собою різні комбінації ЛТ вхідних сигналів КП, а консеквент LT_r кожного r -го правила БП ($r = 1, 2, \dots, s$) обирається з множини всіх можливих консеквентів правил $\{LT^1, LT^2, \dots, LT^v\}$, який включає в себе v лінгвістичних термів вихідного сигналу у КП. У свою чергу, вектор консеквентів $\mathbf{R}_\gamma$ БП для γ -го альтернативного варіанту БП в загальному вигляді може бути представлений таким чином

$$\mathbf{R}_\gamma = \{LT_{\gamma 1}, LT_{\gamma 2}, \dots, LT_{\gamma r}, \dots, LT_{\gamma s}\},$$
$$LT_{\gamma r} \in \{LT^1, LT^2, \dots, LT^v\}, \gamma \in \{1, 2, \dots, v^s\}, (2)$$

де v^s – кількість усіх можливих варіантів вектору $\mathbf{R}$, яка визначається як кількість ЛТ вихідної змінної v , піднесене до ступеня загальної кількості правил БП s .

Задача синтезу БП нечіткого КП системи керування МРБП у разі недостатнього обсягу експертної інформації зводиться до знаходження такого вектора консеквентів БП $\mathbf{R}_{\text{opt}} = \mathbf{R}_\gamma$, за якого значення цільової функції САК мобільним роботом J буде оптимальним ($J = J_{\text{opt}}$). Ця задача є складною задачею дискретної оптимізації, для вирішення якої у цій роботі пропонується використання генетичного алгоритму. В свою чергу, для застосування генетичного алгоритму під час вирішення вищенаведеної задачі синтезу БП на етапі ініціалізації альтернативні варіанти векторів $\mathbf{R}$ БП кодуються у вигляді хромосом (особин), а їх консеквенти LT_r – у вигляді відповідних генів даних хромосом. Для знаходження оптимального вектора консеквентів БП $\mathbf{R}_{\text{opt}}$ за допомогою генетичного алгоритму на його кожній ітерації проводяться послідовні процедури оцінювання, селекції, кросоверу та мутації. Оскільки генетичні алгоритми є алгоритмами максимізації функцій, то для мінімізації цільової функції J_{FS} нечіткої САК МРБП фітнес-функцію $f(\tau)$ на кожній ітерації τ доцільно розраховувати таким чином:

$$f(\tau) = \frac{1}{J_{\text{FS}}} \quad (3)$$

Для реалізації генетичного алгоритму під час синтезу БП нечіткого КП системи керування мобільним роботом розроблено спеціалізоване програмне забезпечення.

Для аналізу ефективності наведеного підходу в цій роботі проведено синтез БП з оптимальним вектором консеквентів для керуючого пристрою типу Мамдані нечіткої САК швидкістю переміщення мобільного робота похилими феромагнітними поверхнями. Отримані результати досліджень підтверджують достатньо високу ефективність наведеного підходу та докладно обговорюються в доповіді.

Кондратенко Г. В.,

канд. техн. наук, доцент,

Сіденко Є. В.,

канд. техн. наук, доцент,

ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв,

СИСТЕМА ВИБОРУ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ВАНТАЖОПЕРЕВЕЗЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ЕКСПЕРТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Формування та організація роботи ланцюгів доставки вантажів пов'язана з інтенсивним і оперативним обміном інформацією між учасниками транспортного процесу. Транспортним компаніям необхідно здійснювати вибір виду і типу транспортних засобів та організацію перевезень із забезпеченням необхідного рівня якості доставки, від чого залежить прибуток компанії, її імідж, конкурентоспроможність. Для підвищення ефективності транспортних вантажоперевезень значна роль відведена інформаційним технологіям та програмним засобам, що дозволяють супроводжувати етапи транспортної логістики на новому інтелектуальному рівні.

Задача вибору виду транспортного засобу вирішується у взаємозв'язку з іншими задачами логістики, зокрема, створення і підтримка оптимального рівня запасів, вибір виду упаковки та ін. Основою вибору транспорту, оптимального для конкретного перевезення, служить інформація про характерні риси різних видів транспорту. На цей час існує проблема великої кількості переваг та недоліків за кожним з видів транспортних засобів.

Метою роботи є аналіз методів обробки експертної інформації, зокрема багатокритеріального прийняття рішень, в задачі вибору транспортного засобу для вантажоперевезень.

Розглянемо задачу перевезення вантажу між 2 містами: Київ та Краків. Потрібно відправити 10-тонний контейнер з Києва до Кракова, габаритами 2,6 м – висота, 2,5 м ширина, 3 м довжина, зрозуміло, що відстань для кожного виду транспорту різна, і затрати на доставку також різні, отже, знаючи відстань між містами, вагу і розмір посилки, ми можемо розрахувати вартість доставки за кожним із видів транспорту. Також є додаткові статистичні дані відповідно до кожного виду транспорту, збереження (за кількістю і якістю) товару. Дані за кількістю відправки в місяць і своєчасність доставки за кожним маршрутом.

Отже, ми можемо сформувати основну таблицю альтернатив за критеріями (таблиця 1).

Таблиця 1

Дані за маршрутом Україна, Київ – Краків, Польща

	Час доставки (хв) (Q_1)	Затрати на доставку (грн) (Q_2)	Своєчасність доставки (%) (Q_3)	Збереження вантажу (%) (Q_4)	Частота відправки (за місяць) (Q_5)
Авто (E_1)	610	1756	85	92	30
Літак (E_2)	75	7527	99	100	30
Потяг (E_3)	780	1190	92	98	45

Для подальшого розв'язку потрібно зробити ранжування за критерієм, а саме, клієнт повинен упорядкувати ці п'ять критеріїв. Допустимо, що нас хвилюють затрати і своєчасність доставки, отже, упорядкуємо критерії за вподобаннями користувача і отримаємо: затрати на доставку; збереження вантажу; своєчасність доставки; час доставки; частота відправки.

Ставимо відповідні ваги кожному критерію. Оскільки маємо п'ять критеріїв, то перший критерій буде дорівнювати п'яти, а другий на одиницю менше, тобто чотири, і так до останнього. Отримали значення критеріїв від 5 до 1.

Програмне забезпечення було створене на мові програмування PHP з використанням таких технологій: MVC (Model-View-Controller) та Apache HTTP Server. Діаграма класів представлена на рис. 1.

Як показано на рис. 3 кожен з критеріїв можна упорядкувати шляхом пересування його з одного місця на інше, у довільний список.

На рис. 4 наведені результати обробки даних багатокритеріальними методами прийняття рішень. Для подальшого оформлення замовлення, необхідно ввести контактні дані та натиснути кнопку «оформити замовлення».

Аналіз результатів застосування методів обробки експертної інформації показує, що для вибору оптимального виду транспортного засобу слід використовувати метод впорядкування переваг за схожістю з ідеальним рішенням з використанням чітких чисел для оцінки ваги критеріїв.

упорядкуйте список

- ⌘ затрати на доставку
- ⌘ своєчасність доставки
- ⌘ час на доставку
- ⌘ збережливість посилки
- ⌘ частота відправлень

Рис. 3. Ранжування критеріїв

Результати

Україна, Київ - Польща, Краків
Потяг: 780 хв
Вартість: 1190 грн

Україна, Київ - Польща, Краків
Літак: 75 хв
Вартість: 7527 грн

Для оформлення замовлення, заповніть всі поля (замовлення буде оформлено на перший результат)

ім'я

прізвище

тел

 Заповните это поле.

Рис. 4. Результати розрахунків

УДК 004.021, 004.942

Кулаковська І. В.,

канд. фіз.-мат. наук, доцент (б. в. з.),
 ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

ОГЛЯД МЕТОДІВ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗДІЛУ ГРАФІВ

Завдання оптимального розділу графа складається в розбитті його вершин на непересічні підмножини з максимально близькими сумарними вагами вершин і мінімальною сумарною вагою ребер, що проходять між отриманими підмножинами вершин. Далі будемо вважати ваги вершин і ребер графа рівними одиниці. Нехай дано зважений неорієнтований граф $G = (V, E)$, кожній вершині v і кожному ребру e якого приписана вага.

Метод рекурсивного поділу навпіл

1. Для вирішення завдання розбиття графа можна рекурсивно застосувати метод бінарного розподілу, за якого на першій ітерації граф розділяється на дві рівні частини, далі на другому кроці кожна з отриманих частин також розбивається на дві частини і т. д.

2. У даному підході для розбиття графа на k частин необхідно $\log_2(k)$ рівнів рекурсії і виконання $k-1$ ділення навпіл. У разі, коли необхідне кількість розбиття k не є ступенем двійки, кожний розподіл навпіл необхідно здійснювати у відповідному співвідношенні

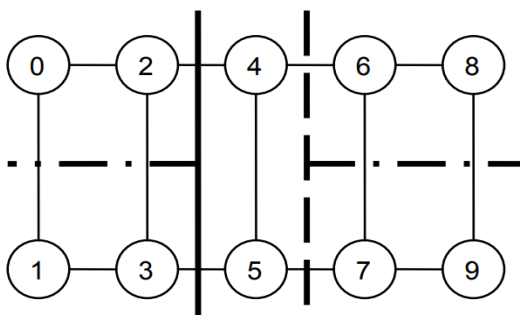


Рис 1. Приклад розбиття графа на 5 частин методом рекурсивного поділу навпіл

Геометричні методи

Геометричні методи виконують розбиття мереж, ґрунтуючись винятково на координатній інформації вузлах мережі. Оскільки геометричні методи не беруть до уваги інформацію про зв'язності елементів мережі, то вони не можуть явно привести до мінімізації сумарної ваги граничних ребер. Для мінімізації міжпроцесорних комунікацій геометричні методи оптимізують деякі допоміжні показники. Геометричні методи працюють виключно швидко.

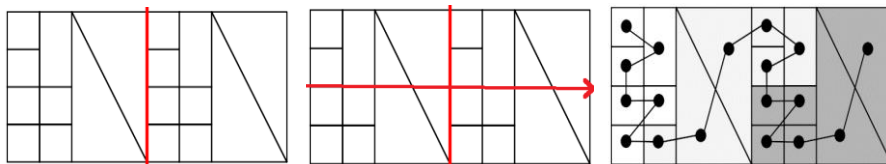


Рис. 2. Розглянуті геометричні методи:

а) покоординатне розбиття

б) рекурсивний інерційний метод поділу навпіл

в) розподіл мережі з використанням кривих Пеано

Покоординатне розбиття

Загальна схема виконання методу: обчислюються центри мас елементів мережі; отримані точки проєктуються на вісь, відповідну найбільшій стороні розділяється мережі.

Рекурсивний інерційний метод поділу навпіл

Рекурсивний інерційний метод поділу навпіл будує головну інерційну вісь, вважаючи елементи мережі точковими масами. Лінія бісекції, ортогональна отриманій осі, як правило, дає кордон найменшої довжини.

Розподіл мережі з використанням кривих Пеано

Криві Пеано – це криві, повністю заповнюють фігури великих розмірностей (наприклад, квадрат або куб). Після отримання списку елементів мережі, упорядкованого відповідно до розташування на кривій, досить розділити список на необхідне число частин відповідно до встановленого порядку.

Комбінаторні методи

На відміну від геометричних методів, комбінаторні алгоритми зазвичай оперують з мережею, а з графом, побудованим для цієї мережі. Комбінаторні методи не беруть до уваги інформацію про близькість розташування елементів мережі друг щодо друга, керуючись тільки суміжністю вершин графа. Комбінаторні методи забезпечують більш збалансоване розбиття і менше інформаційну взаємодію отриманих підмереж порівняно з геометричними методами. Час роботи комбінаторних методів, як правило, істотно перевершує часи роботи геометричних.

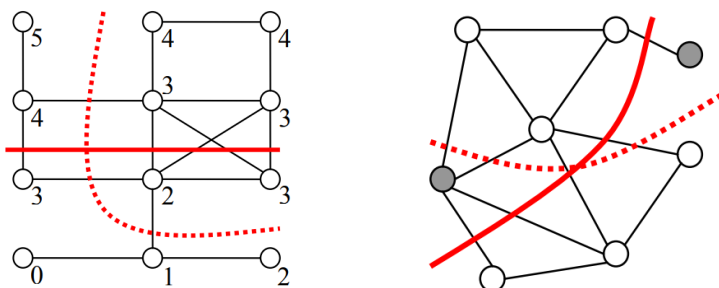


Рис. 3. Розглянуті комбінаторні методи

а) алгоритм розподілу з урахуванням зв'язності б) алгоритм Кернігана-Ліна, (переставляються 2 вершини, виділені сірим)

Розподіл з урахуванням зв'язності

3. На кожній ітерації алгоритму відбувається поділ графа на 2 частини. Поділ графа на необхідну число частин досягається шляхом рекурсивного застосування алгоритму.

Загальна схема алгоритму:

1. $\text{Iteration} = 0$.
2. Привласнення номера Iteration довільній вершині графа.
3. Присвоєння нумерованим сусідам вершин з номером Iteration номера $\text{Iteration} + 1$.
4. $\text{Iteration} = \text{Iteration} + 1$.
5. Якщо ще є неперенумеровані сусіди, то перехід на крок 3.
6. Поділ графа на 2 частини в порядку нумерації.

Алгоритм Керніган-Ліна

В алгоритмі Кернігана-Ліна на початку роботи методу передбачається, що деяке початкове розбиття графа вже існує, потім же наявне наближення поліпшується в результаті деякої кількості ітерацій

Загальна схема алгоритму:

1. З вершин, які ще не були переставлені на цій ітерації, вибирається пара (по одній з кожного підграфа), яка забезпечує найкраще розподіл графа (навіть якщо отриманий розподіл гірше, ніж було до перестановки пари вершин). Відбувається перестановка.

2. Якщо є вершини, які ще не були переставлені на цій ітерації, то перехід на крок 1 (перестановка чергової пари вершин), інакше – перехід на крок 3.

3. Серед усіх розбиття графа, розглянутих на цій ітерації, вибирається (і фіксується) найкращий варіант.

Висновки. Наведено огляд методів поділу графа. Геометричні методи: покоординатно розбиття; рекурсивний інерційний метод поділу навіпіл; розподіл мережі з використанням кривих Пеано, комбінаторні методи: розподіл з урахуванням зв'язності; алгоритм Кернігана-Ліна. Найбільш цікавий для подальшого дослідження алгоритм Кернігана-Ліна.

УДК 004.021

Сатура А. В.,

магістр,

Кулаковська І. В.,

канд. фіз.-мат. наук, доцент (б. в. з.),

ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

ПІДСИСТЕМА ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ І ОПТИМІЗАЦІЇ ГРАФІКІВ ПОВЕДІНКИ АУТОНОМНИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ SMART-БУДИНКІВ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ

Системи Smart Home (розумних будинків) наразі є відносно новою технологією, що поступово входить у повсякденне життя сучасної людини. Такі системи дозволяють перекласти частину рутинних дій, що

ми виконуємо кожен день, на автоматизовані пристрої, що здатні самостійно приймати рішення. Таким чином, господар будинку може зосередитись на більш важливих речах або гарно відпочити, не відволікаючись на дрібниці. Окрім того, зникає необхідність у запрошенні третіх осіб для догляду за будинком, доки ви у відрядженні, оскільки автоматизована система здатна підтримувати порядок самостійно.

Одним із стримуючих факторів на шляху до впровадження таких технологій у широкому колі споживачів є складність встановлення чи налагоджування автоматизованих систем, вартість тих чи інших пристроїв та, зрештою, недовіра до «розумних пристроїв». Одним із шляхів подолання цих проблем є використання систем, що здатні самонавчатися та працювати повністю автономно без втручання господаря, враховуючи його уподобання та звички. До того ж, важливим фактором є енергозбереження, адже вартість електроенергії для споживачів невинно зростає.

Наразі існують компанії, що активно впроваджують системи типу «розумний дім», які здатні самонавчатися, використовуючи дані щодо звичок господаря у повсякденному житті, враховуючи різноманітні фактори. Зазвичай, для побудови шаблонів поведінки та подальшої їх обробки, використовуються нейронні мережі та регресійні моделі. Деякі системи дозволяють встановлювати певні правила та обмеження, що підвищує надійність та стабільність їх роботи.

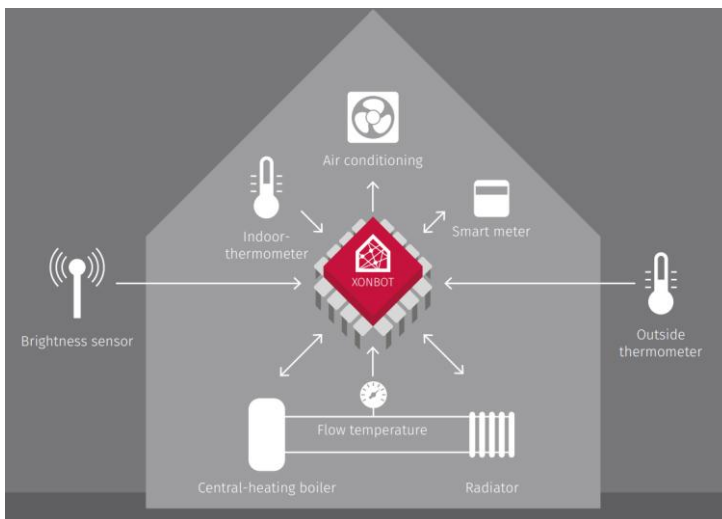


Рис. 1. Схематичне зображення системи «розумний дім» – XONBOT

На сьогодні існує не багато рішень, що об'єднували б у собі всі деталі систем «розумний будинок». Тобто більшість проєктів орієнтовані на окремі аспекти цих систем. А саме виокремлені автономні пристрої, що не підключені до центральної регулюючої системи, чи великі мережі, що включають у себе окремі будинки, виконуючи здебільшого задачі зі збору великих обсягів інформації та їх подальшого аналізу. І часто споживачі обмежені використанням пристроїв однієї фірми, що входять до єдиної, але при цьому закритої екосистеми або окремими девайсами, що погано взаємодіють між собою.

Математичне формулювання завдання вивчення окремих факторів та їх взаємозв'язків на зібраних даних відоме як задача аналізу даних (англ. Data Analysis). Ця задача включає в себе процеси вивчення, відсіювання, трансформації та моделювання даних з метою виокремити корисну інформацію, сформулювати висновки та для підтримки прийняття рішень. Аналіз даних включає багато варіацій та підходів, що охоплює різноманітні техніки та використовується у бізнесі, науці та у сфері соціальних наук. Правильно оброблені та проаналізовані дані дозволяють скласти чітке відображення різних явищ та процесів, що надалі можна використовувати під час формування тих чи інших рішень, прогнозів тощо.

У цій роботі буде розглянуто варіант підсистеми «розумний дім», що застосовуватиме методики аналізу даних з урахуванням таких факторів, як розпорядок дня господаря будинку, зміни характеру поведінки згідно з сезоном року, періодичність виконання дій тощо. При цьому приділятиметься увага надійності системи та ефективності її роботи.

Важливою складовою дослідження, що виконуватиметься у процесі виконання цієї роботи, є аналіз досвіду провідних компаній, які впроваджують технологію «розумний дім» та визначення окремих факторів і процесів, котрі варто оптимізувати чи доповнити.

Результатом дослідження має бути вичерпна та систематизована інформація, що дозволить створити підсистему, яка буде здатна формувати якісні шаблони поведінки автономних пристроїв системи «розумний дім» та узгоджувати їх роботу у режимі реального часу, дотримуючись при цьому правил енергоефективності. Така система повинна бути модульною задля того, щоб досягнути поставлену мету. Тобто необхідно провести декомпозицію загальної структури, виокремлюючи самостійні блоки, а також поступово узгодити їх взаємозв'язки відповідно до принципів «чистої архітектури». Це дозволить зробити систему гнучкою та легко розширюваною, що у перспективі надає можливість доповнювати її новими компонентами чи легко замінювати наявні. Звичайно, правильно сконструйована система буде стійкою до збоїв та захищеною перед загрозами злочинних дій.

Базовою складовою майбутньої системи є Unit – «одиниця», що може бути як реальним пристроєм (контролером одиниці побутової техніки) так і керуючим компонентом, що пов'язуватиме «дочірні» елементи. Контролери можуть бути як фізичними, так і віртуальними одиницями, що будуть реалізованими у якості підпрограм «батьківських» компонентів. Розділення ролей одиниць системи дозволить підтримувати безпеку у ході виконання повсякденних процесів.

Планується також застосування програмних засобів для формування вихідного коду, що буде націленим на кожен окремий блок системи, таким чином, досягатиметься як висока продуктивність роботи компонентів, так і їх енергоефективність. Адже використання програмного забезпечення, яке розраховане на виконання певних команд, специфічних для того чи іншого пристрою, дозволяє уникати зайвих абстракцій та витрат процесорного часу. А це є дуже важливим фактором для мікропристроїв, що зазвичай розраховані на споживання малої кількості енергії та не спроможних здійснювати складні операції у короткий проміжок часу.

Результати роботи можна буде застосовувати для впровадження надійних та енергоефективних автоматизованих систем, які здатні самостійно формувати власну поведінку, підлаштовуючись під кожного користувача, що дозволить зробити життя людини легшим та зберегти її час.

УДК 004.682

Скакодуб О. С.,
аспірант,

Козлов О. В.,

канд. техн. наук, доцент,

Кондратенко Ю. П.,

д-р. техн. наук, професор,

ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМІВ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ ДЛЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ БАГАТОКОМПОНЕНТНИМ КОМПЛЕКСОМ ГАРЯЧОГО КУВАННЯ

У доповіді розглядаються результати аналізу нечітких контролерів у системах автоматичного керування технологічним процесом гарячого кування. Виявлені основні керовані змінні комплексу гарячого кування як розгалуженого багатокомпонентного об'єкта керування для

подальшого синтезу функціональних структур, математичних моделей та програмно-апаратних засобів його системи автоматичного керування (САК).

Гаряче кування є однією з найбільш ефективних та економічних технологій термічної обробки металів, що застосовується для отримання металевих виробів з високою точністю. Для реалізації безперервного технологічного процесу гарячого кування в промисловому металовиробництві використовуються спеціалізовані комплекси гарячого кування, які у свою чергу, являють собою складні багатокомпонентні технічні об'єкти. Комплексна автоматизація даних комплексів гарячого кування дозволяє підвищити їх ефективність та економічні показники.

Розглядаючи цей технологічний комплекс гарячого кування можна виділити такі керовані координати: температура нагріву первинних заготок T_H ; положення вхідного та вихідного транспортерів S_1, S_2 ; просторові координати лінійного переміщення роботизованого захвату X_{P3}, Y_{P3}, Z_{P3} ; вертикальне переміщення штампувального пресу $X_{РОП}$ та витрата змащувальної рідини форсунки вузла змащування $Q_{ЗФ}$. Керування даними координатами здійснено нечіткими контролерами Мамдані з заданою експертною базою правил.

Для цього багатокомпонентного комплексу гарячого кування розроблено структурну схему нечіткого контролера (рис. 1), де прийнято такі позначення: $\omega_{ЕПТ1}, \omega_{ЕПТ2}$ – кутові швидкості обертання електроприводів вхідного та вихідного транспортерів; P_H – потужність нагріву нагрівальної печі; $X_{П1}, X_{П2}, X_{П3}$ – лінійні переміщення пневмоприводів роботизованого захвату; Q_H – витрата змащувальної рідини змащувальним насосом; $X_{ПШП}$ – лінійне переміщення приводу штампувального пресу; S_1, S_2 – лінійні переміщення вхідного та вихідного транспортерів; T_H – температура нагріву нагрівальної печі; X_{P3}, Y_{P3}, Z_{P3} – просторові координати лінійного переміщення роботизованого захвату; $Q_{ЗФ}$ – витрата змащувальної рідини змащувальною форсункою; $X_{РОП}$ – лінійне переміщення робочого органу пресу; I, dI – похибка керування та її похідна; БОППП – блок обчислення похибки та її похідної; ПНЗ – блок переходу до нечітких значень; БП – база правил для нечіткого контролера Мамдані; БД – база даних; БЗП – блок застосування правил; ПЧЗ – блок переходу до чітких значень; БІ – блок інтегрування.

Цей технологічний комплекс являє собою складний багатокомпонентний об'єкт керування, який функціонує в умовах параметричних та координатних збурень. Отже, для його ефективного функціонування та отримання на виході деталей потрібної якості необхідно створення розгалуженої автоматизованої системи керування.

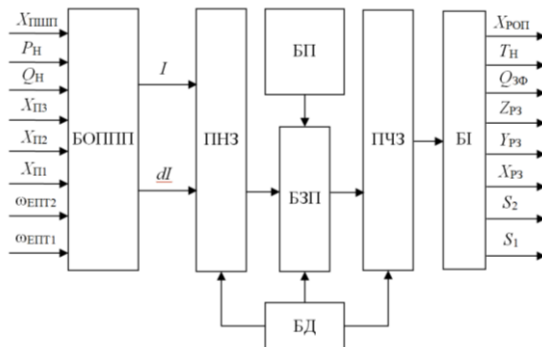


Рис. 1. Структурна схема нечіткого контролеру для керування технологічним комплексом гарячого кування

Аналіз алгоритмів та схемотехнічних рішень для проєктування і реалізації розгалужених САК технологічними комплексами гарячого кування показують доцільність використання нечітких контролерів, що у свою чергу дозволяє покращити ефективність та точність даних комплексів. Системи автоматичного керування, що розроблені на базі нечіткої логіки, на сьогодні успішно використовуються для автоматизації різноманітних технологічних об'єктів і процесів.

УДК 004.054:057

Таранов М. О.,

викладач,

ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

АНАЛІЗ GM API СИСТЕМАМИ КЕРУВАННЯ КОРИСТУВАЦЬКИМИ СКРИПТАМИ

Користувальські скрипти (КС) виникли у результаті попиту на прості розширення браузерів. Хоча деякі браузери підтримують можливість встановлення КС, більш зручно користуватися для цього спеціалізованими розширеннями – системами керування користувальськими скриптами (СККС). Більшість СККС також дають скриптам додаткові функції, відомі як GM API, однак вони сформовані суспільствами розробників і ніде офіційно не закріплені. Тобто список функцій, їх сигнатури та їх точна поведінка регулюються тільки розробниками конкретної СККС та її користувачами.

У цій доповіді наводяться результати аналізу СККС і особливо GM API, який вони надають, та робляться висновки щодо узгодженості цього API, і яка його частка може бути використана під час написання КС націлений одночасно на декілька СККС.

Greasemonkey є однією з перших СККР, і саме там було реалізовано ідею не просто додавання скрипту до сторінки, а ще додавання у його область бачення функцій, які спрощують написання скрипту і розширюють його можливості. Ці функції мають префікс «GM_». Так функція GM_addStyle просто додає до сторінки передані CSS стилі. GM_setValue, GM_getValue, GM_listValues та GM_deleteValue відповідні за отримання, збереження, перегляд і видалення значень у сховищі, яке прив'язано не до домену сторінки, а до імені КС. Однією з найпотужніших функцій є GM_xmlhttpRequest. Вона, подібно до XmlHttpRequest об'єкта, робить запит до серверу, але її відмінність полягає в тому, що вона не обмежена правилами CORS і може пробити запит до будь-якого сервера.

У 2017 році вийшов Greasemonkey 4.0. Окрім переходу на новий для Firefox стандарт написання розширення, було повністю оновлено GM API. Тепер усі функції знаходяться у єдиному об'єкта «GM» і якщо старі функції були синхронними, то більша частина нових – асинхронна. При цьому це оновлення Greasemonkey не є зворотньоусумісним.

У вебмагазині Chrome та серед доповнень для Firefox було виявлено 15 СККП (табл. 1) із сумарною кількістю користувачів понад 16 мільйонів. Серед них Scripter, Chrome User Script Handler, User JavaScript and CSS, JavaScript Tricks, BetterScripter та javascript не підтримують GM API взагалі і тому були виключені з подальшого аналізу.

Таблиця 1

Список СККС та кількість їх користувачів

СККС	Chrome	Firefox
Ace Script	1000000	2540
BetterScripter	24	—
Chrome User Script Handler	2000	—
FireMonkey	—	25
Greasemonkey	—	308885
javascript	—	8603
JavaScript Tricks	3000	—
MeddleMonkey	4000000	—
Moraviamonkey	323	—
Script Runner Pro	4000	—
Scripter	1000	—
Tampermonkey	10000000	326471
User JavaScript and CSS	60000	—
usi (UserUnified Script Injector)	—	109
Violentmonkey	600000	35114

Далі було проаналізовано які GM-функції реалізовано в різних СККС та складено детальну документацію цих функцій. Для автоматизації перевірки реалізації GM API, було використано бібліотеки Chai для виконання тестів та Mocha для керування ними. На їх основі було реалізовано користувацький скрипт, який виконує більшість тестів в автоматичному режимі і виводить їх результат як на сторінку, так і у JSON-файл. Однак аналіз результатів необхідно виконувати вручну через необхідність виявляти причину провалу конкретного тесту: відсутність необхідної реалізації у СККС, особливості браузера чи недосконалість тестів.

У таблиці 2 наведено узагальнені результати перевірки реалізації GM-функцій у різних СККС у різних браузерах, де п – повна реалізація, ч – часткова (деякі необов'язкові параметри не підтримуються), в – реалізація відсутня, н – функція має іншу назву. У тесті General перевіряється, чи доступні у КС глобальні зміни сторінки, наявність об'єкта unsafeWindow та можливість запуску КС у фреймах. Тест info перевіряє наявність основних полів в об'єкті GM.info (GM_info), інші тести перевіряються роботу та параметри однойменних GM-функцій.

Таблиця 2

Узагальнені результати перевірки GM API різних СККС

Назва тесту	AceScript		FireMonkey	Greasemonkey	MeddleMonkey	Moraviamonkey	Script Runner Pro	Tampermonkey		USI		Violentmonkey
	Chrome	Firefox	Firefox	Firefox	Chrome	Chrome	Chrome	Chrome	Firefox	Firefox	Chrome	Firefox
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
General	ч	ч	в	в	п	п	ч	п	п	в	п	ч
info	п	п	ч	ч	ч	п	п	п	п	ч	п	п
addStyle	п	п	ч	в	ч	п	п	п	п	ч	п	п
getValue, setValue	п	п	ч	п	п	п	п	п	п	п	п	п
deleteValue	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п	п
listValues	п	п	п	п	п	п	п	п	п	ч	п	п
addValueChangeListener, removeValueChangeListener	в	в	ч	в	в	в	в	п	п	в	п	в
getResourceUrl	ч,н	ч,н	ч,н	п	ч,н	ч,н	ч,н	ч	ч	ч,н	ч,н	ч,н
getResourceText	п	п	ч	в	п	п	п	п	п	ч	п	в
xmlHttpRequest	ч	ч	ч	ч	ч	ч	ч	ч	ч	ч	ч	ч
notification	ч	ч	ч	ч	ч	ч	ч	ч	ч	в	ч	ч

openInTab	ч	ч	ч	ч	ч	ч	ч	п	п	ч	ч	ч
setClipboard	п	п	п	п	п	п	п	п	п	ч	ч	ч
log	п	п	п	в	ч	п	ч	п	п	п	п	в
registerMenuCommand	п	п	п	в	ч	ч	ч	п	п	ч	п	в
unregisterMenuCommand	ч	ч	ч	в	в	ч	ч	п	п	в	п	в
download	ч	ч	ч	в	ч	ч	ч	ч	п	в	ч	в

У результаті перевірки було виявлено, що AceScript, MeddleMonkey, Moraviamonkey, Script Runner Pro та USI не підтримують новий формат GM-функцій, а у Violentmonkey тільки частина функцій продубльована у новому форматі. Функції GM.xmlHttpRequest та GM.notification не реалізовані повною мірою в жодній з СККС. Перша – через велику кількість параметрів, хоча в більшості випадків найголовніші параметри реалізовано, друга – через те, що розробники кожної СККС по-різному розширяли можливості функції. Функція GM.getResourceUrl у деяких випадках має назву GM.getResourceURL, а також формат у різних СККС повертає посилання на ресурс у різних форматах: blob-посилання, ресурс закодований у base64 або просто оригінальне посилання.

Найбільш повна реалізація усього GM API у Tampermonkey. Часово це пов'язано із тим, що його документацію була складено спираючись на реалізацію GM-функцій у Tampermonkey. Однак 80% користувачів СККС обирають Tampermonkey саме через повноту реалізації його GM API і гнучкість його налаштувань. Наступним за повнотою реалізації йде Violentmonkey для Chrome, однак тестування виявило, що у версії для Firefox реалізовано значно менше функцій, що знов нагадує, що тестування вебзастосунків необхідно виконувати в усіх цільових браузерах.

УДК 378.147:004.9

Трунов О. М.,
д-р техн. наук, професор,
Кошовий В. В.,
старший викладач,
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

ВИЗНАЧЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ РІЗНИЦЬ ОЦІНКИ ІНДЕКСУ ЯКОСТІ ІНТЕРФЕЙСУ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ЗА КІЛЬКІСНИМИ ТА ЯКІСНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ЗА КРИТЕРІЄМ СТЬЮДЕНТА

У сучасному суспільстві спостерігається поширення інформаційних технологій та розповсюдження на різні сфери життя. Починаючи від

пошукового запиту про кількість пробок під час планування дорожнього руху і до керування складними автоматизованими системами роботизованих виробництв, відбувається людино-машинна взаємодія, яка у свою чергу залежить від якості інтерфейсу програмного забезпечення (ПЗ). Керування життєвим циклом ПЗ на всіх його етапах існування, ґрунтується на системі оцінок його якості і сучасної та прогнозованої поширеності і прибутковості. У зв'язку з цим методологія оцінки індексу якості інтерфейсу, як одного з показників успішного просування ПЗ на ринку, стає визначальною. На теперішній час для оцінки якості можуть бути використані як кількісні (легкість навчання, трудомісткість, частота помилок), так і якісні показники (суб'єктивне задоволення від роботи з інтерфейсом користувача). Тому можливість побудови єдиного виразу оцінки якості, що дозволяє враховувати декілька факторів впливу, є передумовою, що у подальшому визначає можливості щодо взаємодії та інтеграції ПЗ. У процесі проведення експериментального дослідження можливо отримати значення кількісних та якісних параметрів $x_i \in (1,4)$, а також експертну оцінку даних показників $y_i \in (1,4)$ за визначеними правилами. Інтегральні індекси якості можуть бути визначені для значень параметрів та оцінок за допомогою послідовного застосування норм: середнього квадратичного та максимально можливого значення модуля. Тому **актуальною** є задача визначення достовірності різниць оцінки інтегральних індексів якості інтерфейсу за кількісними та якісними показниками, отриманих для наведених параметрів $x_i \in (1,4)$ та експертних оцінок $y_i \in (1,4)$.

Постановка задачі. Позначимо ознаки показників як легкість навчання або зрозумілість, трудомісткість вирішення завдань або її похідна – швидкість роботи, частота помилок та суб'єктивне задоволення від роботи з інтерфейсом користувача. Під зрозумілістю будемо вважати відношення числа операцій, що виконано правильно і які користувач вважає правильними, до загального числа операцій, які всього виконано до завершення переліку дій для виконання функції інтерфейсу. Під швидкістю роботи будемо розуміти кількість елементарних операцій, таких як рух мишкою, натиснення клавіш клавіатури тощо, для виконання визначеної задачі за одиницю часу. Під частотою помилок будемо вважати відносну величину, що дорівнює відношенню кількості помилок до загальної кількості дій. Під суб'єктивним задоволенням користувача будемо вважати наявність відчуття задоволення під час роботи з інтерфейсом ПЗ або відсутність стану психологічного дискомфорту та під час виконання визначеної задачі.

Розглянемо неперервну функцію позначення інтегрального показника QUI (Quality User Interface – якість інтерфейсу користувача). Не-

обхідно перевірити достовірність аналітичних даних QUI за допомогою емпіричних даних дослідження.

Для **розв'язання задачі**, враховуючи різноманітність змісту показників, припустимо, що існує для кожного i -го ряду своя відмінна від нуля величина $|x_i|_{\max}$. Введемо позначення інтегрального показника як функції: $QUI=f(c_1, x_1, c_2, x_2, c_3, x_3, c_4, x_4)$, де $c_i=0$ для $x_i=0$, $c_i=-1$ для $-x_{\max} \leq x_i < 0$ та $c_i=1$ для $0 < x_i \leq x_{\max}$. Проведено експериментальне дослідження оцінки узагальненого показника якості інтерфейсу користувача медичної інформаційної системи «МедІнфоСервіс».

У ході експерименту респондентам пропонувалось виконати у строгій послідовності N однакових операцій за зверненням до інтерфейсу ПЗ. Для обробки даних для всіх респондентів по кожній з N операцій знаходились послідовно: середньоквадратичні значення та максимально можливе значення модуля для кожного з параметрів x_i $i = (\overline{1,4})$ і середньоквадратичні значення та максимально можливого значення модуля їх оцінок y_i $i = (\overline{1,4})$. Таким чином, маючи набори значень параметрів x_i , можемо порівняти з наборами оцінок y_i . За допомогою ділення на максимально можливого значення модуля по кожній операції приводимо отримані параметри до одного діапазону від 0 до 1. Але залишається питання, чи є різниця в оцінках індексу якості статистично достовірною, тобто є не випадковою, а закономірною для даних параметрів.

Найбільш поширеною є оцінка достовірності різниць між групами за методом Стьюдента:

$$t_i = \frac{\overline{X}_i - \overline{Y}_i}{\sqrt{\Delta_{x_i}^2 + \Delta_{y_i}^2}} \quad (i = \overline{1,4}), \quad \Delta_{x_i} = \frac{\sigma_{x_i}}{\sqrt{N}} \quad (i = \overline{1,4}), \quad \Delta_{y_i} = \frac{\sigma_{y_i}}{\sqrt{N}} \quad (i = \overline{1,4}), \quad \overline{X}_i = \frac{\sum_{j=1}^N x_{ij}}{N} \quad (i = \overline{1,4}),$$

$$\overline{Y}_i = \frac{\sum_{j=1}^N y_{ij}}{N} \quad (i = \overline{1,4}), \quad \sigma_{x_i} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (x_{ij} - \overline{X}_i)^2}{N-1}} \quad (i = \overline{1,4}), \quad \sigma_{y_i} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (y_{ij} - \overline{Y}_i)^2}{N-1}} \quad (i = \overline{1,4}).$$

де x_i $i = (\overline{1,4})$ – значення параметрів,

y_i $i = (\overline{1,4})$ – значення оцінок,

$\overline{X}_i$ і $\overline{Y}_i$ $i = (\overline{1,4})$ – середні значення в групах,

І Δ_{y_i} $i = (\overline{1,4})$ – помилки репрезентативності, N – об'єм вибіркової сукупності.

Обчислений критерій t порівнюється зі стандартним (табличним) значенням критерія Стюдента t_{st} для $n=n_1+n_2-2$, де n_1 та n_2 – кількість вимірів у групах.

Якщо вирахований критерій t менший стандартного значення критерію Стюдента t_{st} для $p<\alpha$, це означає, що різниця між групами є достовірною з надійністю $(100-\alpha)\%$. У випадку, якщо $t > t_{st}$ – це означає, що за цією різницею між групами не можна зробити висновок про наявність чи відсутність достовірної різниці між групами. Після обчислення з'ясувалось, що $t_i i = (\overline{1,4})$ змінюється в групах від 0,00369 до 0,13767 для $t_{st}=2,9208$ ($p<0,01$), тобто різниця між групами значень параметрів $x_i i = (\overline{1,4})$ та експертних оцінок $y_i i = (\overline{1,4})$ є достовірною з надійністю 99,9%.

Висновки. Запропонований підхід дозволяє перевірити достовірність різниць оцінки індексу якості інтерфейсу за кількісними та якісними ознаками, отриманих для значень параметрів ознак $x_i i = (\overline{1,4})$ та експертних оцінок $y_i i = (\overline{1,4})$.

Агеев А. А.,

бакалавр,

Волощук С. І.,

бакалавр,

Бурлаченко І. С.

старший викладач, кафедра комп'ютерної інженерії
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

ЗАСТОСУВАННЯ MPU6050 ТА SG90 У РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

На сьогоднішній день люди намагаються зробити все, щоб спростити та поліпшити собі життя за допомогою роботів. Від галузі виробництва до виготовлення безпілотних транспортних засобів. Але для побудови роботів цей момент витрачається велика кількість коштів, адже для правильної роботи потрібно мати якісні модулі сервоприводів та гіроскопів. Попри це все, побудувати робота можливо навіть за допомогою модулів, які коштують не так багато порівняно з тими, які використовують на виробництвах.

Сервопривод SG90 – це мотор-редуктор, здатний повертати вихідний вал у задане положення (на заданий кут) і утримувати його в цьому положенні, всупереч опорам і збурень. MPU-6050 – компактний і легкий модуль трьохосьового акселерометра і трьохосьового гіроскопа, отримати доступ до яких можна за протоколом I2C. Цей датчик відмінно підходить для визначення положення механічних елементів робототехнічних систем у просторі.

У процесі порівняння різних тварин у природі, а також вищезазначених досліджень роботизованої оптимізації, примітно, що, незважаючи на значні відмінності в структурі, системи руху ногами всіх видів покладаються лише на невеликий набір різних рухів. Одне з можливих пояснень може полягати в тому, що ці рухи є проявом основної механічної природної динаміки системи ніг. Дослідження цієї ідеї показують, що зменшивши моделі до абсолютно без втрат. Навіть з такими консервативними моделями всі загальні рухи двоногих та чотириногих можуть бути представлені як пасивні періодичні орбіти, що свідчить про те, що рухи є лише різними динамічними режимами тієї ж структурної системи. Рухи проявляються як різні нелінійні пружні коливання, які утворюють чіткі (проте пов'язані) граничні цикли, які можуть пасивно рухати робота вперед. Отже, це означає, що різні явища, що

спостерігаються в таких системах, повинні спиратися на загальні моделі та принципи.

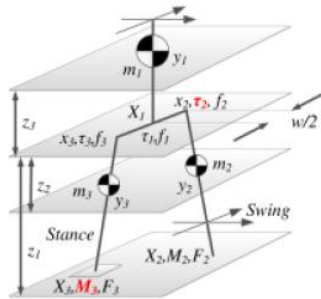


Рис. 1. Схематичне зображення моделі 3LP зі змінними та параметрами

Дослідники запропонували модель для прогнозування тенденцій метаболічних витрат за загальних умов ходьби. 3D-модель лінійної ходьби (3LP) використовується для прогнозування витрат на махи та баланс тулуба в сагітальній та фронтальній площинах. Відсутність у моделі 3LP вертикальних витрат під час зіткнення та відновлення входить у вартість перенаправлення швидкості центру маси (CoM). Для моніторингу ходьби з ненульовою величиною підйому ніг враховуються коефіцієнти кліренсу. Витрати на підтримку ваги також додаються для врахування енергії, споживаної м'язами-розгиначами ніг, запобігаючи руйнуванню стоячої ноги під вагою тіла. Отримана модель витрат – це сума всіх чотирьох окремих витрат, масштабована постійною м'язовою ефективністю для переходу від позитивної механічної роботи до метаболічного введення. Для оцінки моделі моделюється набір умов ходьби з кількох досліджень, що включає варіації частоти кроків, ширини кроку, доданої маси, додаткового дорожнього просвіту, пригнученого ходіння та умов зниженої гравітації.

Недавні дослідження зосереджувались на вимірюванні біомеханіки руху за простими особливостями місцевості, такими як узгодження перешкод та поодинокі кроки вниз, динаміка переходу ходи, що вільно рухаються на площині та навантаження ніг під час удару ногою та пересування. Ці дослідження дають уявлення про стратегії управління руховим апаратом шляхом порівняння стійких та тимчасових завдань руху та досліджують потенційні компроміси серед таких факторів, як швидкість, стабільність, міцність та економічність. Останнім часом нам вже доводилося бачити робітників, конструкція яких дозволяє їм переміщатися, піднімаючись по вертикальних поверхнях. У більшості випадків це досягається за допомогою використання вакууму, спеціа-

льних матеріалів, структура яких скопійована з будови кінцівок гекона, або інших прийомів, які не дозволять таким роботам пересуватися по поверхні землі. Однак, для можливості переміщення по горизонтальних і вертикальних поверхнях не обов'язково використовувати щось екстраординарне, для цього достатньо поєднати пару досить традиційних речей. Така ідея лягла в основу конструкції невеликого робота, який здатний пересуватися як по землі, так і по вертикальних поверхнях. При цьому йому не потрібно спеціально підготовлена поверхня, він може переміщатися по необробленому каменю, цеглі, бетону та інших матеріалах, поверхня яких не є гладкою.

Основу складає рама, виготовлена з легкого вуглецевого волокна. У робота є чотири колеса, виготовлені за допомогою технологій тривимірного друку, передні два з яких можуть повертатися подібно переднім колесам автомобілів. Здатність переміщатися по вертикальних поверхнях роботу дають два пропелера, що приводяться в дію електродвигунами, встановленими на рухомий підвісці. Коли робот буде рухатись в горизонтальному режимі, його пропелери створюють вертикальну підйомну силу, яка знижує і без того малу вагу, дозволяючи роботу пересуватися по поверхні будь-якого роду, навіть по поверхні напіввідкої бруду. У разі досягнення вертикальної поверхні передній пропелер нахилється, буквально зтягуючи на стіну передню частину робота. Задній пропелер також змінює кут нахилу, виробляючи тягу, яка допомагає роботу прийняти вертикальне положення. Сума сил у Y-опорній системі, що охоплює сили тертя та відповідну силу W , становить:

$$\sum F_{Y_R} \rightarrow F_{1,1} + F_{2,1} = W \cdot \cos(\theta), \quad (1)$$

Сума зусиль в X-опорній системі, включаючи цільові сили зчеплення та відповідну силу W , становить:

$$\sum F_{X_R} \rightarrow F_{1,1} + F_{2,1} = W \cdot \sin(\theta). \quad (2)$$

Після того, як робот приймає вертикальне положення, його пропелери переміщуються в розраховане положення і створюваний ними потік повітря надійно притискає робота до стіни. Далі робот може переміщуватись по стіні і пропелери постійно будуть змінювати свої кути нахилу для того, щоб забезпечити максимальну силу зчеплення коліс робота з вертикальною поверхнею. Робот буде розроблений з використання MPU6050 та SG90. Роботи запропонованої конструкції, що володіють можливостями вертикального руху можуть знайти застосування в самих різних областях. За їх допомогою можна проводити огляд цілісності конструкцій в самих важкодоступних місцях будівель і споруд.

Гонтаренко С. С.,
бакалавр,
Рибченко С. С.,
бакалавр,
Бурлаченко І. С.,
старший викладач, кафедра комп'ютерної інженерії,
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

ВИКОРИСТАННЯ RASPBERRY PI ДЛЯ СЕРВЕРНОГО ХОСТИНГУ І ЗАВДАНЬ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Raspberry Pi – одноплатний комп'ютер розміром з банківську карту, спочатку розроблений як бюджетна система для навчання інформатики, але пізніше отримав більш широке застосування. Станом на кінець вересня 2020 року було продано більше 30 мільйонів пристроїв Raspberry Pi, що свідчить про і популярність. Головна перевага такого мікромп'ютера – це 40 контактів введення/виведення загального призначення (GPIO). До них ви зможете підключати периферію, виконавчі пристрої, будь-які сенсори і все, що працює від мережі.

Raspberry Pi може бути використаний як платформа для хостингу вебзастосунків, що розроблені з використанням фреймворку Node.js. Найбільш значимий плюс Node.js – неблокуюча модель введення-виведення. Система керується подіями і працює асинхронно, вибудовуючи чергу за пріоритетністю. Коли до сервера одночасно підключаються тисячі людей – їй легше впоратися з навантаженням, оскільки немає потреби створювати окремий потік для кожного підключення. Розумний розподіл ресурсів допомагає витримати більшу кількість з'єднань. Кожен раз, коли вам потрібно використовувати введення/виведення, ви робите запит і віддаєте callback-функцію, яку Node.js викличе після закінчення роботи. Node.js за допомогою неблокуючих викликів окремо виконує операції введення/виведення, а коли дані стають доступні, викликає callback-функцію. Цей механізм організації черги викликів введення/виведення з подальшим викликом callback-функції називається циклом подій (event loop).

У тесті використовувалася Raspberry Pi з перших поколінь, вона має частоту процесора 700МГц і оперативну пам'ять в 256МБ. Маємо результати надсилання 5120 запитів на вебсервер Node з різною кількістю паралельних запитів (рис. 1).

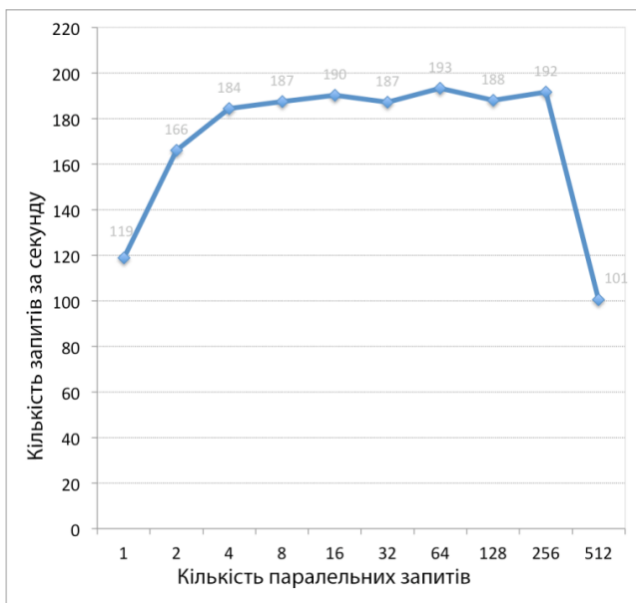


Рис 1. Тестування продуктивності Node.js застосунку на Raspberry Pi версія A+

Для наукових досліджень з розпізнавання образів було розглянуто сервіс Google Artificial Intelligence Yourself (AIY). AIY – відмінне введення в машинне навчання на Raspberry Pi. Ви можете вибрати один з двох наборів даних, що дозволяють експериментувати з розпізнаванням мови або зображень. У той час, як комплект Voice AIY передає розпізнавання мови в Google Cloud, комплект Vision AIY фактично виконує розпізнавання зображень на платі, хоча і за допомогою прискорювача Intel Movidius AI.

Існує програмна бібліотека Google TensorFlow на Raspberry Pi. TensorFlow може навчати і запускати глибокі нейронні мережі для класифікації рукописних цифр, розпізнавання зображень, слів, рекурентних нейронних мереж, обробки природної мови та моделювання на основі PDE (рівняння в приватних похідних).

Потоки даних – це структури, що описують, як дані рухаються через серію вузлів обробки (рис. 2). Кожен вузол на графіку представляє математичну операцію, а кожне з'єднання або ребро між вузлами – це багатовимірний масив даних.

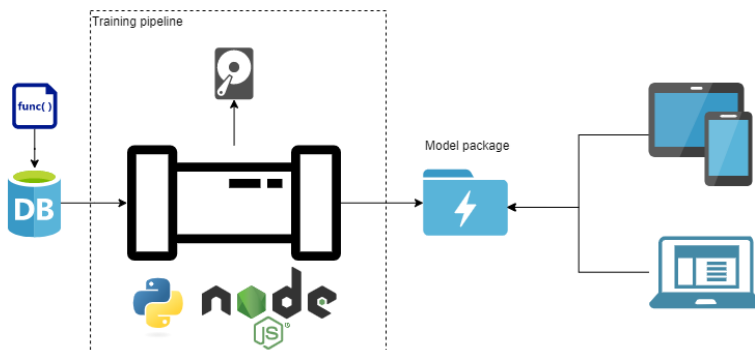


Рис. 2. Структура потоків даних у TensorFlow

TensorFlow забезпечує все це для програміста за допомогою мови Python. Python пропонує такі зручні способи відображення, як абстракції високого рівня можуть поєднуватися. Вузли та тензори в TensorFlow – це об’єкти Python, а програми TensorFlow – програми Python.

Хоча Raspberry Pi з відносно низькими характеристиками не є очевидним вибором для машинного навчання, компактний розмір плати і низьке енергоспоживання визначають те, що вона добре підходить для створення мобільних гаджетів і роботів. Машинне навчання може допомогти цим пристроям справлятися з новими завданнями, використовуючи розпізнавання зображень і розпізнавання мови.

Є два основних етапи машинного навчання: навчання, під час якого модель вчиться виконувати задану задачу, і наступний етап, коли навчена модель використовується для виконання цього завдання.

Іноді обмежена обчислювальна потужність Raspberry Pi означає, що вона не підходить для навчання будь-чому, крім найпростіших моделей машинного навчання. Замість цього цей етап може виконуватись на комп’ютері з графічним процесором високого рівня Nvidia GeForce RTX 2060.

Однак, Raspberry Pi здатна виконувати логічний висновок, фактично запускати навчену модель машинного навчання, хоча і досить повільно. У тесті розрахункова продуктивність Raspberry Pi під час використання розпізнавання зображень для виявлення автомобілів на відеореєстраторі становила близько 1–4 кадрів в секунду. І хоча Google AIY vision запускає навчені моделі на Raspberry Pi, він робить це за допомогою прискорювача AI.

Ці обмеження є причиною того, чому завдання розпізнавання зображення на Raspberry Pi часто вирішуються за допомогою програмної

бібліотеки OpenCV, в якій використовуються не-ML методи (регресія, класифікація, скупчення, зменшення розмірності), які краще працюють на Raspberry Pi.

УДК 004.93

*Дзивицький С. Д.,
Пузирьов С. В.*

РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ОБЛІКУ РОБОЧОГО ЧАСУ НА БАЗІ RASPBERRY PI, RFID, OPENCV TA TENSORFLOW

Постановка проблеми. Проблема раціонального використання робочого часу працівниками підприємств, установ та організацій не є новою, але до сьогодні не втратила своєї актуальності у зв'язку із щоденним зростанням інформації, і як наслідок, кількості рутинних операцій, який зменшує творчу компоненту працівника, та в багатьох випадках є важливою негативною складовою різноманітних стресових явищ.

У якості прикладу можна привести облік працівників на робочому місці, облік учнів (студентів) на занятті тощо. Тому було прийнято рішення автоматизувати ці процеси. А саме розробити інтелектуальну систему обліку робочого часу на базі Raspberry PI з використанням алгоритмів машинного зору та розпізнавання людського обличчя. Ця система вирішить ряд основних проблем обліку робочого часу, а саме:

1. Щоденно 5–10 хвилин витрачається даремно на те, щоб відмітити відсутніх на роботі або навчальних закладах.

2. Статистичні та рукописні дані важко обчислити і проаналізувати, а також вести облік.

3. Є велика вірогідність помилкових записів відвідуваності, а також підробки записів у журналі обліку.

Для обліку відвідуваності та робочого часу також існують спеціальні системи, а саме:

- сканування посвідчень особи (ID картки).
- використання відбитків пальців (Touch ID).

Ці системи мають суттєво велику кількість недоліків, як наприклад ID картки:

1. Мають велику собівартість.

2. Можливість обманути систему, а саме провезти ID картку відсутньої людини.

3. Також велика затрата часу на відмітку, та створення черги перед системою сканування.

До проблем сканування відбитків пальців можна віднести:

1. Шаблон відбитка пальця займає багато місця (240 КБ).

2. Система має високу вартість.

3. Також займає суттєву кількість часу на облік.

Розроблювана система у даній роботі має такі переваги:

1. Система має набагато нижчу собівартість на відміну від всіх вище перерахованих існуючих систем обліку.

2. Необхідно лише один раз завантажити фото до бази даних і далі участь користувача непотрібна.

3. Система легка у використанні.

Метою роботи є проєктування та прототипування системи обліку робочого часу на базі Raspberry PI, яка повинна розв'язувати такі задачі:

1. Скорочення витрат часу на облік присутності користувача.

2. Спрощення системи контролю відвідування.

3. Можливість опрацювання та аналізу даних використання робочого часу.

4. Мінімізація участі користувачів в процесі обліку робочого часу.

Предмет та об'єкт дослідження. Об'єктом цієї роботи є робочий (навчальний) час працівника (студента), а предметом – інтелектуальна системи обліку робочого часу.

Обладнання. Для побудови апаратної частини комплексу використовується:

Raspberry PI 4, монітор, миша та клавіатура, кабель HDMI, SD-карта, блок живлення, камера Raspberry PI (рис. 1).

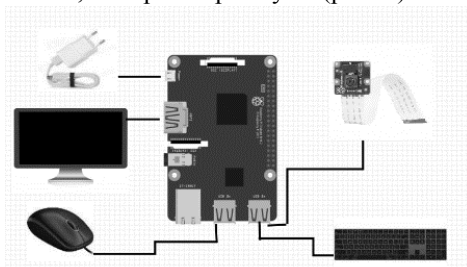


Рис. 1. Схема інтелектуальної системи обліку робочого часу на базі raspberry PI

Raspberry Pi – це недорогий комп'ютер розміром з кредитну картку, який підключається до монітора комп'ютера або телевізора і використовує стандартну клавіатуру і мишу (рис. 2).

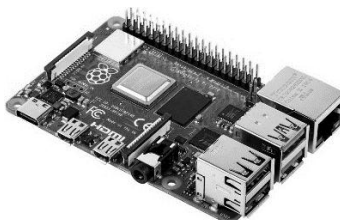


Рис. 2. Одно платний міні комп'ютер Raspberry PI 4

Модуль камери розроблений спеціально для Raspberry Pi, у якого для камери є два роз'єми. Для камер використовується розроблений інтерфейс CSI, що має дуже високу швидкість і якість передачі даних (рис. 3).



Рис. 3. Камера для Raspberry PI 4

Програмне забезпечення. Для реалізації серверної частини комплексу використано такі фреймворки, як OpenCV та Tensorflow. Серверна частина виконується на Raspberry PI та оброблює зображення, які надходять з камери, та записує данні до бази даних.

OpenCV

Найбільш популярна на сьогодні реалізації великої кількості алгоритмів розпізнавання образів – бібліотека OpenCV. OpenCV (англ. Open Source Computer Vision Library, бібліотека комп'ютерного зору з відкритим вихідним кодом) – бібліотека алгоритмів комп'ютерного зору, обробки зображень і чисельних алгоритмів загального призначення з відкритим кодом. Реалізована на C/C++, також розробляється для Python, Ruby, Matlab, Lua та інших мов. Може вільно використовуватися в академічних та комерційних цілях – розповсюджується за умовами ліцензії BSD.

Tensorflow

TensorFlow – відкрита програмна бібліотека для машинного навчання, розроблена компанією Google для вирішення завдань побудови

і тренування нейронної мережі з метою автоматичного знаходження і класифікації образів, досягаючи якості людського сприйняття. Застосовується як для досліджень, так і для розробки власних продуктів Google. Основний API для роботи з бібліотекою реалізований для Python, також існують реалізації для R, C#, C++, Haskell, Java, Go і Swift.

Практична значимість системи полягає у тому, що:

1. Скорочення витрат часу на облік присутності.
2. Спрощення системи контролю відвідування.
3. Можливість опрацювання та аналізу даних з використання робочого часу.
4. Мінімізація участі користувачів у процесі обліку робочого часу.

УДК 004.93

Діденко О. Ю.

ТЕХНОЛОГІЇ «РОЗУМНЕ МІСТО» ЯК ПОДАЛЬШИЙ РОЗВИТОК ІюТ

Технології «розумних міст» все інтенсивніше проникають у повсякденне життя. Для жителів це, крім іншого, – електронні держпослуги, цифровізація громадського транспорту, каршерінг, онлайн-медицина і онлайн-освіта, інструменти громадянської активності. Для влади і міста в цілому – в основному «розумна інфраструктура»: моніторинг та оперативне управління дорожньою обстановкою, системи громадської безпеки, автоматизований облік енергії, екологічний збір відходів, «розумне освітлення» і багато іншого.

За оцінкою консалтингової компанії McKinsey & Co., в деяких столицях і великих містах світу рівень використання «розумних технологій» серед жителів доходить до 40%. Серед лідерів за цим показником – Шанхай, Дубай, Москва, Гонконг, Сеул, Сінгапур, Нью-Йорк.

Однак просто впроваджувати «розумні» рішення недостатньо: інвестиції в інфраструктуру, технології, колективне управління, а також бережливе витрачання ресурсів – все це повинно вести до підвищення якості життя і стабільного економічного зростання міста.

У Гельсінкі концепція «розумного міста» розвивається за кількома напрямками відразу: безпілотний міський транспорт, альтернативна енергетика, екологічний збір сміття, мобільні сервіси і додатки, які спрощують взаємодію з міськими сервісами.

Ще один зразок – Барселона. З 2012 року в каталонській столиці працює IoT-платформа Sentilo. Система збирає інформацію з різних датчиків, які контролюють висвітлення, дорожню обстановку, концентрацію жителів в кварталах, рівень шуму і т. д. Крім того, вбудований в систему, відстежує події на основі інформації з соцмереж і медіа.

У Сінгапурі у 2014 році була запущена програма Smart Nation, в рамках якої інноваційні рішення впроваджуються в багатьох галузях і сферах, в тому числі в медицині. За кількістю тих же датчиків і камер на дорогах Сінгапуру – один зі світових лідерів. Глобальна мета влади Сінгапуру – збір даних про всі міській інфраструктури і жителів в єдину систему спостереження.

Також елементи «розумного міста» можна знайти в Києві: проєкт «Безпечне місто», Smart-вулиця, станція моніторингу якості повітря, мобільний додаток Kyiv Smart City, Е-квиток, реєстр домашніх тварин, GPS-трекери.

Проект «Безпечне місто». У рамках загальноміської системи відеоспостереження Києва працює вже більше 5800 камер з функцією з розпізнавання осіб і номерів автомобілів. «Розумні камери» дозволяють знаходити зниклих людей і викрадені машини, а також відстежувати трафік міського транспорту. Крім цього, в місцях скупчення людей у Києві встановили кнопки виклику екстреної допомоги. Скористатися нескладно – потрібно натиснути на кнопку і описати проблему, виклики приймають оператори Нацполіції. Вони визначають, куди саме необхідно перенаправити дзвінок: в поліцію, швидку допомогу, рятувальникам або в комунальні служби.

Smart-вулиця. Біля метро «Нивки» з'явилася перша smart-вулиця. Тут встановлено 12 камер відеоспостереження, баки для сортування сміття, обладнана велосипедна доріжка, безкоштовний Wi-Fi. Є й інші корисні можливості – дві станції підзарядки електромобілів, лавки з USB-зарядними пристроями, які живляться від сонячних панелей, і кнопка екстреного виклику. Завдяки пандусам і рельєфному покриттю smart-вулиця стала безбар'єрним міським простором. Також на Салютній працює перша в Україні стаціонарна система моніторингу якості повітря.

Станція моніторингу якості повітря. Перша в Україні стаціонарна система моніторингу якості повітря знаходиться на тій же вулиці Салютній. Датчик вимірює концентрацію дрібнодисперсного пилу, рівень оксиду азоту, оксиду сірки, озону, бензолу, діоксиду азоту, чадного газу, а також температуру і вологість. Контроль якості повітря в усіх районах столиці щодня здійснює мобільна лабораторія.

Мобільний додаток Kyiv Smart City. За допомогою нього можна поповнити транспортну карту Kyiv Smart City Card, подивитися розклад міського транспорту, ознайомитися з афішею культурних і освітніх заходів столиці та навіть оплатити комунальні послуги. Функціонал програми постійно розширюється. Інтерфейс додатку зображено на рис.1.

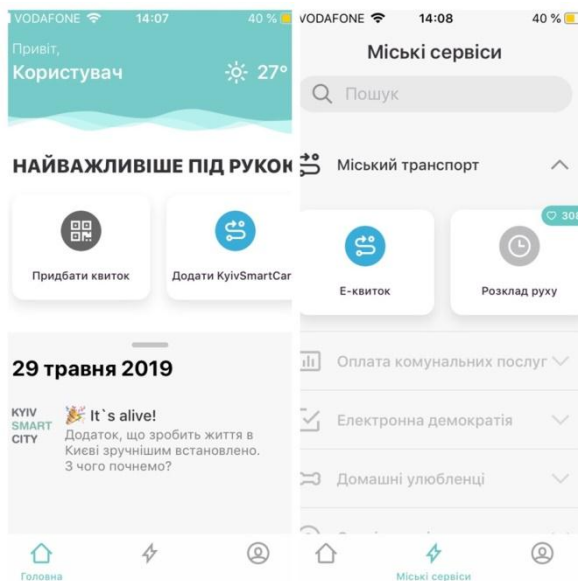


Рис.1. Мобільний додаток Kyiv Smart City

Е-квиток. Електронний квиток – єдиний проїзний документ, що діє в комунальному громадському транспорті Києва. Оплатити проїзд за допомогою нього можна в тролейбусах, автобусах, трамваях і метро.

Реєстр домашніх тварин. Міська мережа для реєстрації домашнього улюбленця і зберігання всієї важливої інформації про нього. У Києві це перший державний реєстр, який реалізований 2018 року в рамках проєкту Kyiv Smart City. Система була створена як інструмент для оперативного пошуку господарів загублених домашніх тварин і знаходження їх шляхом ведення єдиної бази домашніх і безпритульних тварин.

GPS-трекери. Цей сервіс дозволяє в режимі онлайн відстежити рух комунальної техніки, яка прибирає місто. Особливо актуальним для

водіїв і пішоходів портал буде взимку, коли з'явиться можливість стежити за рухом снігоприбиральної техніки.

Також чудовим прикладом розумного міста є гра Watch Dogs. Там показано, як можна за допомогою звичайного смартфона контролювати майже кожен аспект у місті. Недоліком є те, що залишається відкритим питання захищеності від втручання хакерів.

УДК 69.059

Жиголін П. Д.,
магістрант,
Солобуто Л. В.,
канд. техн. наук, викладач,
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

СИСТЕМА БЕЗКОНТАКТНОЇ RFID-ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ

За допомогою сучасних електронних та цифрових технологій в повсякденне життя людини впроваджено зручні безконтактні засоби ідентифікації. Великої популярності набуває технологія безконтактної ідентифікації RFID-Radio Frequency Identification, що дозволяє зробити ідентифікацію об'єктів максимально зручною та реєструючи усі зміни стану об'єкту у електронній базі комп'ютера.

Будь-яка RFID-система складається зі зчитувача пристрою та трансподеру (RFID-мітки, інколи використовується термін RFID-тер). Ця технологія дозволяє отримувати інформацію про предмет без необхідності прямого контакту. Дистанції, на яких може проходити процес читання запису, варіюються від декількох міліметрів до сотень метрів залежно від використаної технології.

За принципом дії RFID-системи дуже схожі на системи безконтактними смарт-картками. Дані зберігаються в трансподері, який є носієм електронних даних. Подача живлення до пристрою-носія даних та обмін даними між пристроєм-носієм даних і зчитувачем здійснюється без використання гальванічних контактів, замість цього використовується магнітне або електромагнітне поле.

У пасивних системах випромінювання зчитувача є сталим в часі і служить джерелом енергії для ідентифікатора. Отримуючи необхідний рівень енергії, ідентифікатор включається і модулює випромінювання зчитувача своїм кодом, який приймається зчитувачем. За таким принципом працює більшість систем управління доступом, достатньо отримати серійний номер RFID-мітки (рис. 1).

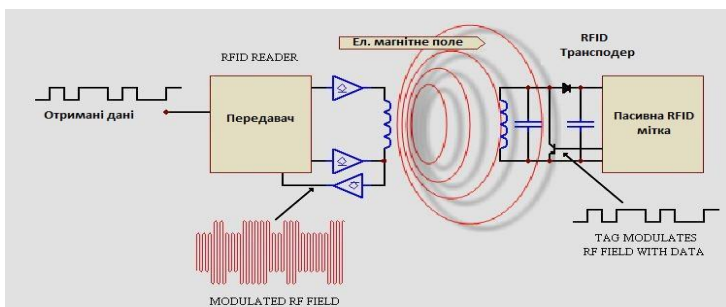


Рис. 1. Модулювання карткою випромінювання зчитувача

Активні RFID-мітки володіють власним джерелом живлення, тому вони не залежать від енергії зчитувача. Дані мітки зазвичай читаються на дальніх відстанях, мають великі розміри, та можуть бути оснащені додатковою електронікою. Однак цей тип міток має високу ціну, а строк служби батареї живлення обмежений.

Напівпасивні RFID-мітки (ще їх називають напівактивні) дуже схожі за своєю будовою на пасивні, але вони оснащенні батареєю, котра забезпечує чіп живленням. При цьому дальність читання залежить від чутливості зчитувача.

Згідно з завданням та враховуючи недоліки, переваги та вимоги до подібних розробок, RFID-зчитувач складається з таких функціональних блоків:

1. Стабілізатор напруги.
2. Драйвер інтерфейсу карток Mifare.
3. Мікроконтролер.
4. Драйвер інтерфейсу RS 485.
5. Перетворювач USB-RS232.
6. Антена.

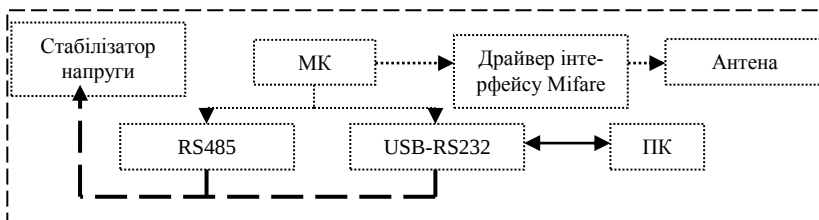


Рис. 2. Функціональна схема RFID-зчитувача

У сучасних системах автоматизації широко використовуються стандартизовані SCADA-продукти, що мають розвинені засоби реєстрації, відображення різноманітних даних та підтримки архівів. Тому

виникає приваблива можливість поєднання RFID-та SCADA у єдиному комплексі.

SCADA є програмним пакетом, призначений для розробки або забезпечення роботи в реальному часі систем збору, обробки, відображення та архівування інформації про об'єкт моніторингу або управління. SCADA може бути частиною АСУ ТП, АСКОЕ, системи екологічного моніторингу, наукового експерименту, автоматизації будівлі і та ін.

Традиційно для сполучення із SCADA-системами використовуються OPC-сервери, що виконують функції узгодження систем з різними протоколами та апаратними реалізаціями цифрових інтерфейсів за певним, уніфікованим протоколом. Найбільш поширеними є протоколи OPC-RTU – послідовний асинхронний (RS-485), та OPC-TP/IP – Ethernet-мережа. З точки зору високорівневого протоколу OPC-TP/IP, кабельна Ethernet-мережа принципово не відрізняється від бездротової WiFi-мережі. Це значно спрощує задачу інтеграції цифрових периферійних пристроїв до SCADA-системи.

Стандарт OPC розроблявся з метою скоротити витрати на створення і супровід програм промислової автоматизації. На початку 1990 року у розробників промислового ПО виникла потреба в універсальному інструменті обміну даними з пристроями різних виробників або по різних протоколах обміну даними.

Суть OPC полягає у наданні розробникам промислових програм універсальний фіксований інтерфейс обміну даними з будь-якими пристроями. У той же час розробники пристроїв надають програму, що реалізовує цей інтерфейс.

УДК 69.059

Корінний М. В.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ БУДИНКУ

Сучасні будинки складаються з великої кількості інженерних систем і електроприладів. Забезпечення їх контролю та управління стає все складніше і складніше. Не малу роль відіграє забезпечення безпеки будинку і ефективне використання енергії та ресурсів. Впровадження збалансованої системи автоматизації будинку дозволить заощадити кошти, ефективно управляти всіма інженерними системами і електроприладами, і зможе забезпечити безпеку будинку. Тому ця тема так актуальна сьогодні для будь-якого будинку або квартири.

Для розробки системи автоматизації будинку, яка надасть користувачеві нові можливості з управління і контролю його житла, необхідно вирішити такі завдання:

- аналіз комерційних рішень на ринку домашньої автоматизації;
- вибір засобів і середовища розробки;
- створення макета пристрою;
- створення Панелі управління системою автоматизації будинку.

У результаті буде отримано програмно-апаратний пристрій «Система автоматизації будинку», що дозволить управляти електроприладами, контролювати втрати води, контролювати доступ в приміщення і стежити за температурою всередині і зовні кімнат.

Найголовніший компонент будь-якої «розумної» системи – система керування, в якості якого виступає контролер. Контролер призначений для отримання інформації та управління «розумним» будинком. Для розробки пристрою доцільно обрати модуль NodeMCU v3 Lua Wi-Fi ESP8266 CH340. Це повноцінна платформа для створення пристроїв на основі модуля ESP8266, який вміє приймати і посылати дані в локальну мережу або Інтернет через Wi-Fi. Для моніторингу за кліматичними показниками при розробці пристрою можна використати такі компоненти:

- датчик температури DS18B20;
- датчик вологості DHT11 (DHT22);
- датчик зволоженості ґрунту;
- датчик води;
- датчик вогню;
- датчик пропану;
- датчик руху.

Як екран для відображення показників датчиків доцільно використовувати рідкокристалічний дисплей Nokia 5110 – монохромний дисплей з розширенням 84x48 на контролері PCD8544, призначений для виведення графічної і текстової інформації.

Ще одна важлива функція – управління виконавчими електронними пристроями розумного будинку. Це і освітлення, і вентиляція, і полив рослин, і обігрів житла. Задля підключення цих пристроїв до контролера знадобиться Relay Shield, а для управління даними пристроями в будинку по інфрачервоному каналу – ІЧ-пульт і ІЧ-приймач.

Дуже корисна функція – доступ в будинок за допомогою RFID-карт. Для її реалізації можна використати RFID-приймач RC522 і кілька RFID-карт. Для організації включення приладів за часом, для створення різних будильників, доцільно обрати модуль годин реального часу RTC.

Після завершення розробки апаратної частини створюється мобільний додаток для моніторингу даних з датчиків та контролю виконавчими приладами – IoT Manager.

ІНТЕРАКТИВНА ПІСОЧНИЦЯ НА ОСНОВІ UNITY3D ТА ПРОЄКТОРА BRIOLIGHT INTERACTIVE SANDBOX

Розвиваючі ігри допомагають дітям вчитися пізнавати навколишній світ. Вони розвивають фантазію і тренують малу моторику рук.

Існує величезна кількість розвиваючих ігор, наприклад, ігрова проєкційна система Lumo Interactive Projector, інтерактивна розвиваюча підлога WizeFloor, розвиваючий комплекс Lumia та інші.

Останнім часом з розвитком інформаційних технологій доповненої реальності величезної популярності набувають інтерактивні ігри. Як приклад, розглянемо інтерактивну пісочницю. Вона обладнана за останнім словом техніки спеціально для того, щоб гра була більш захоплюючою, реалістичною і стимулювала розвиток фантазії. Крім бортів і піску, вона передбачає використання комп'ютера або ноутбука зі спеціально встановленим програмним забезпеченням, а також датчика глибини і проєктора. Проєктор відображає гори, вулкани, водні та інші віртуальні об'єкти на піску. Спробувавши вирити «озеро», дитина побачить, що воно дійсно заповнюється водою (рис. 1). Перед очима дитини відбуваються ті процеси, які в ході сюжетно-рольової гри він лише представляє у своїй голові.



Рис. 1. Briolight Interactive Sandbox

У цей роботі розглядається проєкт інтерактивної гри у пісочниці із процедурно-генерованим ландшафтом та гексагональною сіткою поверх нього. На ландшафті з'являються будівлі та козаки, які збирають ресурси – дерево для будівлі споруд та рибу для харчування козака. Дитина впливає на гру за допомогою гри у піску, а ландшафт відповідає змінам висоти піску у певних ділянках. Система складається з таких частин:

- пісочниця;
- проєктор Briolight Interactive Sandbox;
- алгоритми генерації ландшафту та гексагональної сітки

Проєкт виконується у співробітництві із компанією Briolight. Апаратна частина проєкту за допомогою сенсора глибини заміряє відстань до реального піску і за допомогою проєктора Briolight Interactive Sandbox проєктує зображення. Програмна частина аналізує відстань до піску, отриману від сенсора глибини, генерує відповідний тип ландшафту і будівлі на них. Також на ландшафті будується гексагональна сітка. У сусідніх гексагонів порівнюється параметр висоти, відповідний до висоти піску, і якщо він приблизно однаковий у групі гексагонів, то вони умовно об'єднуються і на їх місці будується нова покращена будівля.

Програмна частина проєкту була розроблена на основі Unity за допомогою мови програмування C#. Unity – це кросплатформений інструмент для розробки двовимірних та тривимірних додатків та ігор. Unity було обрано через те, що він робить створення проєктів максимально простим. У ньому використовується компонентно-орієнтований підхід, тобто розробник створює об'єкти та додає до нього компоненти. Завдяки Drag & Drop інтерфейсу і функціональному графічному редактору він дозволяє будувати карти та розташовувати об'єкти в реальному часі і одразу тестувати отриманий результат.

C# – об'єктно-орієнтована мова програмування, створена компанією Microsoft. Це означає, що вам потрібно буде описувати абстрактні конструкції на основі предметної області, а потім реалізовувати взаємодію між ними. За допомогою C# був написаний алгоритм генерації гексагональної сітки на ландшафті. Чому використовуються саме гексагони? Порівнюючи з квадратами у гексагону є лише шість сусідів, а не вісім, а також немає сусідів, розташованих по кутах, як у квадрата. Отже, для гексагона існує лише один тип сусідів, що спрощує роботу з ними.

Першим етапом потрібно встановити розміри гексагонів, їх внутрішній і зовнішній радіус. Також треба встановити позиції шести кутів відносно центру гексагона. Далі встановлюємо дистанцію до наступного рядка – зовнішній радіус помножений на 1.5. Оскільки рядки гексагонів знаходяться не точно один над одним, то треба додати відступ

від початку рядка. Другим етапом згенеруємо один трикутник, його перша вершина – центр гексагону, інші дві вершини – перший та другий кут відносний до цього центру. А далі повторимо ці дії для усіх 6 трикутників. На фінальному етапі створюємо масив, у якому будуть зберігатися гексагони та генеруємо сітку із відступом в 10 одиниць від кожного з них.

УДК 69.059

*Смолянік Я. В.,
Пузирьов С. В.*

ІНТЕГРАЦІЯ КАМЕРИ ESP32-CAM OV2604 З МОБІЛЬНИМИ МЕСЕНДЖЕРАМИ

Однією з важливих складових Інтернету речей (Internet of things, IoT) є засоби та інструменти інтеграції IoT-пристроїв з мобільними терміналами користувачів, зокрема із месенджерами, найпопулярнішими з яких є Viber, Telegram, WhatsApp, Snapchat. Функціональні можливості месенджерів дозволяють об'єднувати у мережі не тільки людей, але й технічні пристрої, зокрема IoT-пристрої. Це допомагає користувачам оперативно отримувати інформацію з різних підключених пристроїв на свій месенджер, в будь-який момент часу, в будь-якому місці.

Однією з популярних можливостей сучасних месенджерів є обмін фото- та відеоданими між користувачами. Ці можливості можна використовувати для прийняття вхідного відеопотоку з різноманітних пристроїв, які можуть його формувати, наприклад камери.

У цій роботі представлено концепт безпроводної камери, інтегрованої із заданим месенджером через його API (прикладний програмний інтерфейс). За допомогою такого пристрою (або мережі пристроїв) можна:

- вести спостереження за певною територією у полі зору камери;
- оперативно передавати відеодані або статичні зображення користувачу;
- виконувати попередню обробку зображення або відеопотоку.

Як апаратний модуль використовується Wi-Fi-камера ESP32-VO-2604, яка може передавати дані до Telegram-месенджеру за допомогою спеціально створеного бота.

Відеодані відправляються до бота за допомогою протокола MQTT, який побудований поверх TCP/IP та орієнтований для обміну інформацією між пристроями за принципом «Producer – Consumer».

Перевагами протоколу MQTT є:

1. Простота використання. Це програмний блок без зайвої функціональності, що може бути легко вбудований в будь-яку складну систему.

2. Зручність для більшості рішень з датчиками. Дає можливість пристроям виходити на зв'язок і публікувати повідомлення, які не були заздалегідь відомі або визначені.

3. Легкість адміністрування.

4. Низьке навантаження на канал зв'язку.

5. Надійність роботи в умовах ненадійного зв'язку.

6. Гнучкі формати передаваного контенту.

Телеграм-бот, який буде приймати дані з камери і передає їх користувачеві виконаний за допомогою Telegram API. Боти в Telegram представляють чат-ботів. Всі їх імена повинні закінчуватися словом «bot», так говорить правило. По суті, це користувацькі аккаунти, якими замість людей керують програми. Для створення нового бота потрібно піти до «батька ботів» в акаунт @BotFather. У процесі створення нового бота треба дати йому ім'я та отримати унікальний ключ (API-key), яким будуть підписуватися усі запити до його API для управління ботом. Створити бота можна на різних мовах програмування, таких як PHP, Python, JavaScript тощо. Складність його написання на всіх вищеперелічених мовах буде приблизно однаковою, це залежить від особистих вподобань розробника. Також є велика кількість створених бібліотек для створення ботів, однією з найпопулярніших є TelegramBotApi.

ESP32-CAM – це плата розробника на базі ESP32 з модулем камери. Сама камера представляє невеличкий модуль, підключений до плати. Роздільна здатність 2 МПкс. Підсистема I2S в ESP32 також передбачає високошвидкісну шину, підключену безпосередньо до ОЗУ для прямого доступу до пам'яті. Простіше кажучи, можна налаштувати підсистему I2S ESP32 для відправки або отримання паралельних даних під апаратним управлінням. ESP32-CAM ідеально підходить для домашніх інтелектуальних пристроїв, промислового управління, моніторингу, ідентифікації QR, сигналів системи позиціонування і інших додатків IoT, і все це за допомогою WiFi. ESP32-CAM-OV-2604 не має USB-роз'єму, тому знадобиться програматор FTDI для завантаження коду через контакти U0R і U0T (послідовну шину). Також на платі присутній модуль Wi-Fi BT SoC 802.11 b/g/n та 32-бітний процесор з низьким енергоспоживанням.

Макетна схема камери з програматором представлена на рис. 1, а на рис. 2 – структурна схема взаємодії камери та месенджеру.

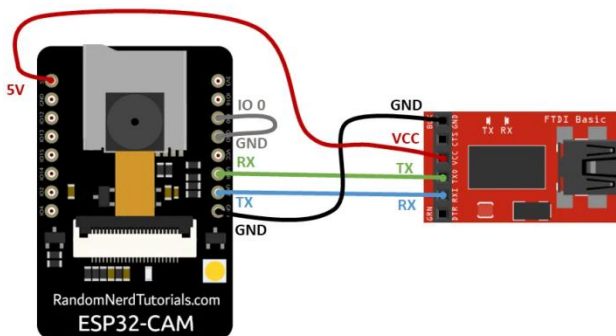


Рис. 1. Схема підключення до програматора

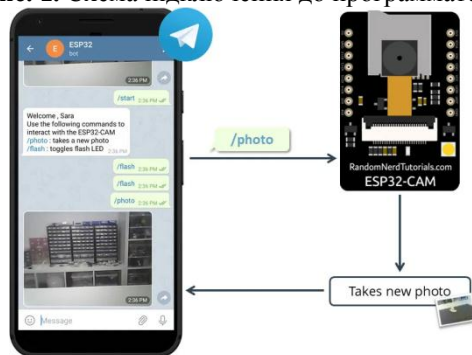


Рис. 2. Структурна схема взаємодії з Telegram

УДК 004.45 (076.5)

Старченко В. В.,
старший викладач,
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

СИСТЕМА НА ЧІПІ KENDRYTE K210 ДЛЯ ЗАСТОСУНКІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ГАЛУЗІ ІОТ

Компанія Sanaan була заснована у місті Гуанчжоу у 2013 році. Головною сферою її діяльності є дослідження та розробки у галузі технологій штучного інтелекту (Artificial Intelligence, AI). Зусилля фахівців компанії направлені на розробку та розвиток сучасних архітектур систем штучного інтелекту, алгоритмів, що ними керують, та їх апаратної реалізації у вигляді так званих інтегрованих систем на чіпі (System on a Chip, SoC).

На початку цього року на Міжнародній виставці побутової електроніки CES2020 в Лас-Вегасі, найбільшій у світі виставці технологій, яке залучає новаторів зі всього світу, компанія Sanaan продемонструвала SoC Kendryte K210 – перший у світі AI-контролер на архітектурі RISC-V.

SoC Kendryte K210 містить апаратні механізми для реалізації машинного бачення та машинного слуху у адаптивних роботизованих системах. Це досягається за допомогою високопродуктивного мікроконтролеру (MCU) з двома 64-розрядними RISC процесорами, які забезпечують високу енергоефективність, стабільність та надійність у роботі.

Контролер K210 побудований з використанням вдосконаленого процесу TSMC за технологічними нормами 28нм. Незважаючи на високу обчислювальну потужність, K210 споживає лише 0,3 Вт, тоді як інші пристрої того ж призначення споживають 1 Вт та більше. Масове виробництво SoC Kendryte K210 було налагоджено з вересня 2018 року.

Головні можливості SoC Kendryte K210 є такими:

1. Реалізація алгоритмів машинного бачення з використанням апаратних модулів, таких як високопродуктивний прискорювач згорткової нейронної мережі (Convolutional Neural Network, CNN), модуль Швидкого перетворення Фур'є (Fast Fourier Transform, FFT) та модуль інтерфейсу камери (Digital Video Port, DVP).

2. Реалізація алгоритмів машинного слуху з використанням апаратних модулів, таких як модуль попередньої обробки аудіоданих (Audio Processor Unit, APU) та модулі аналого-цифрових перетворювачів.

3. Апаратна підтримка шифрування завдяки модулям для шифрування та дешифрування за протоколами AES та SHA256 з довжиною ключа 256-біт.

4. Великий програмований масив портів вводу-виводу, таких, як DVP, JTAG, OTP, FPIOA, GPIO, UART, SPI, RTC, I²S, I²C, WDT та PWM.

5. Низька напруга живлення та зменшене споживання енергії порівняно з іншими системами з такою ж обчислювальною потужністю.

6. Наявність контактів вводу-виводу з подвійною напругою 3,3 В / 1,8 В.

Таким чином, SoC Kendryte K210 є ідеальним контролером для реалізації застосунків з елементами штучного інтелекту у сучасних системах Internet of Things (IoT).

Архітектура SoC Kendryte K210 наведена на рисунку 1.

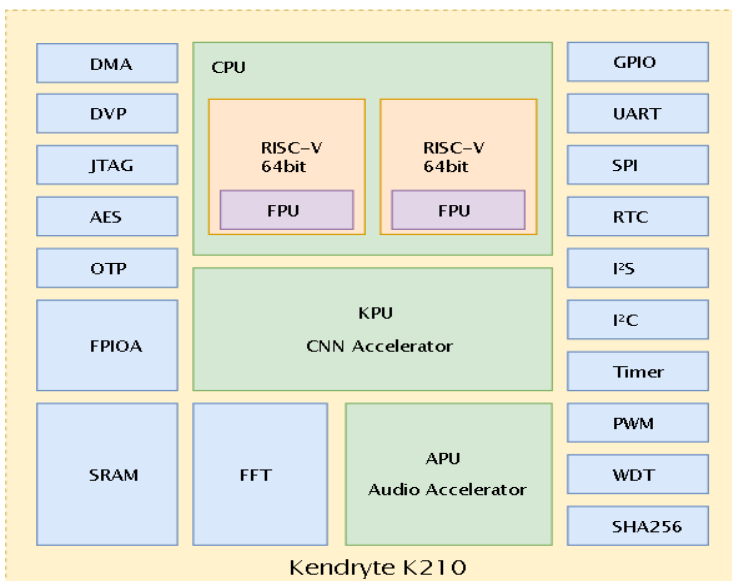


Рис. 1. Архітектура процесора Kendryte K210.

SoC Kendryte K210 має два 64-розрядних процесорних ядра, побудованих на архітектурі RISC-V, кожне з ядер має вбудований незалежний модуль для обчислень з плаваючою точкою (Floating Point Unit, FPU).

Головні особливості CPU SoC Kendryte K210 є такими:

1. Потужний двоядерний 64-розрядний процесор на основі відкритої архітектури з добре документованим API.
2. Розширення I: базовий набір інструкцій для виконання цілочисельних арифметичних операцій.
3. Розширення M: апаратне прискорення для досягнення високої продуктивності операцій цілочисельного множення та ділення.
4. Розширення A: апаратна реалізація безпечного виконання атомарних операцій, необхідних операційним системам для виконання складних багатостадійних транзакцій.
5. Розширення C: апаратна реалізація операцій зі стислими інструкціями, для досягнення більшої щільності коду та ефективності роботи.
6. Підтримка різних рівнів привілеїв для підвищення безпеки роботи системи.

Контролер переривань (Platform Interrupts Controller, PLIC) центрального процесора RISC-V підтримує гнучке розширене управління пе-

перериваннями. Його можна налаштувати на обробку 64 зовнішніх джерел переривань з 7 рівнями пріоритету. Управління перериваннями та їх маршрутизацію можна здійснювати незалежно для обох ядер. Можливо також реалізувати обробку переривань, які генеруються таймером, та переривань, які генерує одне ядро до іншого.

До можливостей FPU можна віднести такі:

1. Реалізовано високопродуктивний конвеєр сумісний зі стандартом IEEE754-2008.

2. Розширення F: реалізовано інструкції з плаваючою точкою оди-нарної точності.

3. Розширення D: реалізовано інструкції з плаваючою точкою по-двійної точності.

4. Апаратно реалізовано операції ділення з одно- та подвійною то-чністю.

5. Апаратно реалізовано операції обчислення квадратного кореня з одно- та подвійною точністю.

KPU – це процесор з апаратно реалізованою згортковою нейронною мережею загального призначення, пакетною нормалізацією, опе-раціями активації та об'єднання. Він призначений для обробки двови-мірних сигналів в режимі реального часу. Як правило, його використо-вують для щоб виявляти обличчя людини або наперед задані предмети.

Внутрішня структура KPU наведена на рисунку 2.

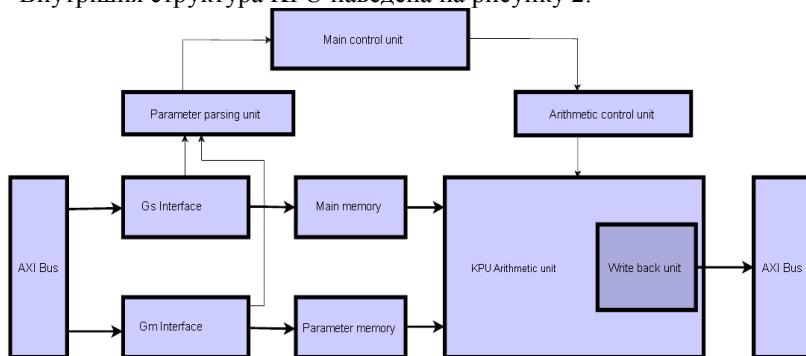


Рис. 2. Внутрішня структура KPU.

Його технічні характеристики є такими:

1. Підтримується модель тренінгу з фіксованою точкою, яка є про-відною під час створення сучасних навчальних баз та може бути добре адаптована до їх конкретних правил та обмежень.

2. Не накладаються прямі обмеження на кількість мережесхемних шарів. Параметри кожного шару згорткової нейронної мережі можна на-

лаштувати окремо, включаючи кількість вхідних та вихідних каналів, а також ширину рядків та висоту стовпців для входів та виходів.

3. Підтримуються комірки згортки розміром 1 x 1 та 3 x 3.

4. Підтримуються функції активації будь-якої форми.

5. Максимальний розмір масиву параметрів нейронної мережі для роботи в режимі реального часу становить від 5 МБ до 5,9 МБ.

6. Максимальний розмір масиву параметрів нейронної мережі для роботи не у режимі реального часу обмежений лише розмірами Flash-накопичувача або програмою користувача.

APU – модуль попередньої обробки аудіоданих, відповідає за попередню обробку одновимірних сигналів. Зазвичай його використовують для попередньої обробки голосу людини або розпізнавання голосових команд. Функціональними характеристиками модуля APU є:

1. Одночасна обробка до 8 каналів аудіоданих, тобто 4 стереоканали.

2. Одночасне сканування до 16 напрямків на джерело звуку для виявлення його положення. У випадку використання матриці з мікрофонів розміром 4 x 4.

3. Обробка у реальному часі одного вихідного голосового потоку.

4. 16-битне внутрішнє представлення та обробка аудіосигналу.

5. Підтримка 12-битної, 16-битної, 24-битної та 32-битної ширини вхідних даних.

6. Можливість отримання багатоканального прямого необробленого сигналу.

7. Частота дискретизації до 192 кГц.

8. 512-точковий вбудований блок швидкого перетворення Фур'є.

9. Можливість використання системного прямого доступу до оперативної пам'яті для зберігання вихідних даних.

FFT акселератор є апаратною реалізацією Швидкого перетворення Фур'є. Він має такі характеристики:

1. Довжина зразка для аналізу 64, 128, 256, або 512 точок.

2. Режими прямого та зворотного Швидкого перетворення Фур'є.

3. 32-битна або 64-битна ширина вхідних даних.

4. Можливість обробляти комплексні числа як цілком, так і їх окремі компоненти.

5. Підтримка режиму DMA для передачі даних у системну пам'ять.

SoC Kendryte K210 має таку організацію оперативної пам'яті:

1. SRAM розділена на дві частини. Перша частина – 6 Мб вбудованої пам'яті SRAM загального призначення. Друга частина – 2 Мб вбудованої пам'яті AI SRAM. Загалом 8 Мб. Пам'ять AI SRAM – це пам'ять, виділена для KPU. Обидві частини розташовані у сусідньому

адресному просторі, доступному як через звичайний кешований інтерфейс CPU, так і безпосередньо через некешований інтерфейс.

2. Пам'ять SRAM загального призначення доступна постійно під час роботи SoC. Пам'ять поділена на два банки, MEM0 і MEM1. Контролер DMA може одночасно працювати з обома банками. Пам'ять AI SRAM доступна лише за умови, якщо KPU не виконує розрахунки нейронної мережі.

DVP – це модуль інтерфейсу камери з такими функціями:

1. Підтримка камери з інтерфейсом DVP.
2. Підтримка конфігурації камери за допомогою протоколу SCCB.
3. Максимальний розмір кадру 640x480 точок.
4. Підтримка введення зображень у форматі YUV422 та RGB565.
5. Може як передавати зображення на KPU, так і виводити його на дисплей.
6. Вихідний формат для KPU: RGB888 або Y-компонент від YUV422. Тобто компонент яскравості.
7. Вихідний формат для відображення на дисплеї: RGB565.
8. Можливість надсилання переривань до CPU для подій початку та завершення передачі кадру зображення.

Прискорювачі AES та SHA256 – це спеціалізовані апаратні модулі для шифрування та дешифрування. Обидва можуть працювати з 256-битними ключами шифрування та режимом передачі даних DMA.

Крім того SoC Kendryte K210 має великий набір апаратно реалізованих периферійних модулів: DVP, JTAG, OTP, FPIOA, GPIO, UART, SPI, RTC, I²S, I²C, WDT, таймер та ШІМ. Це дозволяє використовувати його у великій кількості різноманітних IoT систем та застосунків.

У підсумку можна зазначити, що SoC Kendryte K210 є дуже потужним рішенням для реалізації елементів штучного інтелекту у сучасних роботизованих системах, або системах IoT. Його головні сфери використання можуть бути такими:

- виявлення об'єктів;
- класифікація зображень;
- виявлення та розпізнавання обличчя людини;
- отримання розміру та координат цілі в режимі реального часу;
- отримання типу виявленої цілі в режимі реального часу;
- визначення орієнтації на джерело звуку;
- зображення звукового поля;
- пробудження за голосовою командою;
- керування пристроями за допомогою голосових команд;
- розпізнавання природної мови.

І все це за невеликого споживання електроенергії та за невелику ціну.

ОСОБЛИВОСТІ PRIVATE PSK (PRE-SHARED KEY)

Стандарт безпеки WPA3 липня 2020 є обов'язковим для пристроїв, які проходять сертифікацію в WiFi-Alliance. Чинним є також і попередній стандарт WPA2. При цьому і WPA2, і WPA3 передбачають роботу в режимах PSK і Enterprise, але в нашій статті розглянуто технологію Private PSK, а також переваги яки, які вона надає.

Особливості технології Private PSK ілюструє на рисунку. 1.

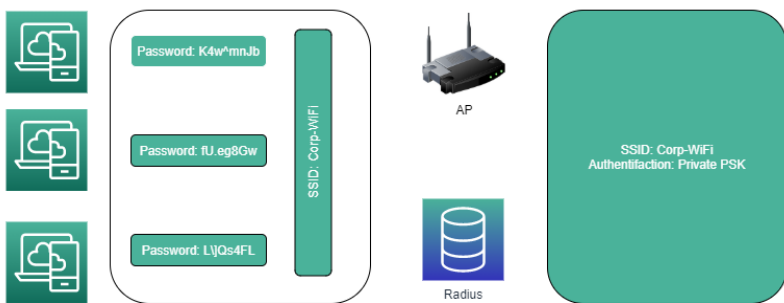


Рис. 1. Особливості технології Private PSK

Проблеми WPA2-Personal давно відомі, багаторазово описані, досліджені і, в основному, вже були виправлені (наприклад: Priority Management Frames, виправлення для уразливості KRACK тощо.). Основним недоліком, який залишається у WPA2, використання PSK в тому, що слабкі паролі легко зламуються атакою за словником. У разі компрометації і зміни пароля на новий, необхідне переконфігурування усіх підключених пристроїв (і точки доступу), що може виявитися трудомістким процесом. Для вирішення проблеми «слабкого пароля» WiFi-Alliance рекомендує використовувати паролі довжиною не менше 20 символів. Ще одним питанням, яке часом неможливо вирішити за допомогою WPA2-Personal, є призначення різних профайлів (vlan, QoS, firewall ...) на групи пристроїв, підключених до одного і того ж SSID.

За допомогою WPA2-Enterprise можна вирішити всі описані вище проблеми, але платою за це будуть:

- необхідність наявності або розгортання PKI (Public Key Infrastructure) і сертифікатів безпеки;
- можуть виникнути складнощі з установкою;
- можуть виникнути складнощі з траблшутінгом;
- рішення не є оптимальним для IoT пристроїв або гостьового доступу.

Радикальнішим рішенням проблем WPA2-Personal є перехід на WPA3, основним удосконаленням якого є використання SAE (Simultaneous Authentication of Equals) і статичних PSK. WPA3-Personal вирішує проблему з «атакою за словником», але не забезпечує унікальну ідентифікацію при аутентифікації і, відповідно, можливість призначення профайлів (адже продовжується використання загального статичного пароля), як показано на рисунку 2.

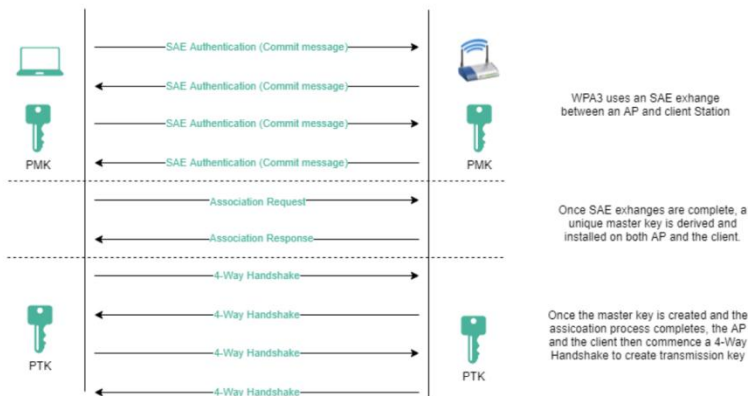


Рис. 2. WPA3-Personal: SAE

При цьому ще необхідно враховувати, що більше 95% існуючих клієнтів в наш час не підтримують WPA3 і SAE, а WPA2 успішно продовжує працювати на мільярдах вже випущених пристроїв.

Для того, щоб отримати рішення описаних вище існуючих або потенційно можливих проблем, компанією Extreme Networks була розроблена технологія Private Pre-Shared Key (PPSK). PPSK сумісна з будь-яким клієнтом Wi-Fi, який підтримує WPA2-PSK і дозволяє отримати рівень безпеки, сумірний з тим, який досягається використання за WPA2-Enterprise, без необхідності побудови інфраструктури 802.1X / EAP. Private PSK – це по суті WPA2-PSK, але кожен користувач (або група користувачів) може мати свій власний динамічно генерований

пароль. Управління PPSK нічим не відрізняється від управління PSK, оскільки весь процес автоматизований. Базу даних з ключами можна зберігати локально на точках доступу або в хмарі.

Паролі можуть генеруватися автоматично, є можливість гнучко задавати їм довжину / стійкість, період або термін дії, спосіб доставки до користувача (на пошту або SMS).

Отже, серед основних переваг PPSK необхідно відзначити:

- простоту використання при високому рівні безпеки;
- можливість призначення різних профайлів безпеки на різні пристрої, які підключені до одного SSID;
- забезпечення безпечного гостьового доступу;
- можливість безпечного доступу, у разі коли пристрої не підтримують 802.1X / EAP (ручні сканери або пристрої IoT / VoWiFi);

УДК 621.57

Крумаленко Н. В.

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ КЛІМАТИЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ПРИМІЩЕННЯ

Щодня населення нашої планети зростає, постає проблема голоду та недоїдання людей. Проблема не тільки в кількості продукції, але також і в її вартості. Тому технологія керування мікрокліматом полегшить контроль і догляд за робочим приміщенням та рослинами, а також допоможе зменшити вартість продукції та заощадити ресурси, витрачені на її вирощування.

З кожним роком на підприємствах, де використовуються теплиці, все більше уваги зосереджено на якісній підтримці мікроклімату. Одна з найважливіших складових, яка допомагає підвищити врожайність, це вдало підібрана технологія керування мікрокліматом робочого приміщення.

Тому розробка та впровадження автоматизованих систем керування мікрокліматом робочого приміщення є актуальною задачею сільського господарства.

Для впровадження системи необхідно обрати та протестувати датчики температури та вологості повітря, вологості ґрунту, а також реалізувати систему керування мікрокліматом.

У процесі аналізу існуючих систем виявлено, що недостатньо розроблена система відображення параметрів, що відстежуються, тому є

необхідність приділити увагу цій проблемі та покращати систему відображення інформації.

Також є необхідність реалізувати перетворення показників датчиків у текстовий вигляд, для чого буде розроблено ПЗ у вигляді застосунку.

За допомогою ПЗ, система керування буде моніторити кліматичні показники та стан робочого приміщення. Розробку ПЗ доцільно виконати на Android Studio та веб-додатку з відкритим вихідним кодом, який дозволяє створювати програмні застосунки для операційної системи Android.

Для реалізації цього рішення доцільно використати: методи бездротової передачі інформації, методи формалізації, моделювання, методи розрахунку відхилень і похибок, методи визначення температури та вологості повітряного середовища, положення теорії автоматичного керування та теоретичних основ електротехніки і схемотехніки, методи створення автоматизованих вимірювальних мікропроцесорних систем.

Розроблений програмно-апаратний модуль може бути використаний у складі різноманітних автоматизованих систем, які забезпечують керування мікрокліматом робочого приміщення.

Матеріали проведених досліджень та тестів можуть бути використані у наукових роботах схожої тематики.

УДК 004.042:004.055

Обухова К. О.,

викладач,

ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ КАРТ ДЛЯ ВЕБЗАСТОСУНКІВ ІНТЕРНЕТ-КАФЕ ЧЕРЕЗ ВІДДАЛЕНИЙ БЕЗДРотовИЙ ДОСТУП

Діджиталізація ресторанної сфери є технотрендом 2020 р. у США та в Європі. Близько 41% закладів фастфуду в США в 2020 році використовують онлайн-замовлення. Зазвичай такі замовлення здійснюються через мобільні застосунки з використанням бездротового підключення через 3G/4G мережі.

Підвищення складності вебзастосунків, розгалуженості меню Інтернет-кафе обумовлює зростання вимог до їх використання – usability –

ступеня ефективності, трудомісткості та задоволеності, з якими застосунок може бути використаний певними користувачами.

У світі адаптивного дизайну і неоднорідності використовуваних пристроїв не можна обмежуватися візуалізацією взаємодії користувача, яка пристосована до певного дозволу екрана або розміру вікна. Те, що відмінно спрацює для однієї конфігурації, може абсолютно не підійти для іншої.

Аналізуючи взаємодію користувачів із застосунком, будь-яка інформація про дії користувача може бути корисною. Чим більший обсяг інформації має експерт, тим більше факторів він може врахувати. Однак інформація повинна бути придатною для подальшої обробки та використання. Наприклад, під час тестування юзабіліті часто записується те, що відбувається на екрані та/або активність користувача. Це дозволяє відслідковувати майже всі види діяльності, але подальша обробка таких відеозаписів надзвичайно трудомістка, не кажучи вже про труднощі з підготовкою тематики. Відеотехніка забезпечує повноту зібраної інформації, але не передбачає спосіб її зберігання у вигляді статистики, яка може бути використана для подальших операцій.

Одним з найбільш поширених є метод створення графічного представлення даних у вигляді теплової карти. Використання теплових карт спроможне підвищити ефективність обробки отриманих даних. На даний час існує велика кількість рішень для отримання статистики відвідувань вебсторінок, які представляють собою статичний документ або відображаються в статичному вигляді.

У процесі аналізу точкових даних активності користувача вебсайту вказані методи непридатні, оскільки вони не враховують деякі важливі моменти. По-перше, не вказується, яким чином вибирати початкову інтенсивність, передбачається використання методу для конкретних числових даних. По-друге, за повного перекриття однієї окружності іншою відображається не сумарна інтенсивність, а використовується її зворотній розподіл для перекритої окружності, щоб вона проявилася крізь її перекривання. Це знижує рівень наочності під час аналізу точкових даних активності користувача, оскільки найбільший інтерес представляє саме загальна сумарна інтенсивність.

З огляду на розглянуті недоліки, можна запропонувати модифікацію методу побудови теплової карти для точкових даних про активність користувача застосунку. Основна ідея пропонованого методу – у процесі побудови теплової карти повинні враховуватися як щільність розташування даних, так і параметри, що визначаються експертом.

Експерт може визначати такі параметри, як дистанція градієнта інтенсивності і дистанція перекриття. Розглянемо ці поняття.

Кожен елемент точкової активності представляють у вигляді кола з лінійно-убутним градієнтом інтенсивності кольору від центру до країв. Радіус кола (область інтенсивності) визначається значенням дистанції градієнта інтенсивності (ДГІ) і задається експертом. Конкретний колір кожної точки на тепловій карті визначають за значенням її сукупної інтенсивності, суми значень інтенсивності всіх областей, що покривають цю точку, і вибраної колірної схеми (палітри):

$$I = 0,2125R + 0,7154G + 0,00721B, \quad (1)$$

де R – значення червоного каналу; G – значення зеленого каналу; B – значення синього каналу.

Вектор градієнта зображення для функції I матиме такий вигляд:

$$\vec{g} = \text{grad}(I) = (\partial I / \partial x; \partial I / \partial y). \quad (2)$$

Для знаходження градієнту зображення були використані фільтри Собеля – двовимірні вектори-маски розмірністю 3×3 , якими початкове зображення обробляється в такому порядку:

$$\begin{aligned} \partial x &= (p7 + 2p8 + p9) - (p1 + 2p2 + p3); \\ \partial y &= (p3 + 2p6 + p9) - (p1 + 2p4 + p7), \end{aligned} \quad (3)$$

Таким чином, маємо значення похідних за двома напрямками у зображенні: по осі x та осі y . Безпосередньо значення градієнта в точці можна розрахувати за допомогою такої формули:

$$G = \sqrt{\partial x^2 + \partial y^2}. \quad (4)$$

Якщо значення сукупної інтенсивності більше «1», його необхідно вставити рівним «1».

Початкове значення градієнта інтенсивності I_{beg} обчислюється за формулою:

$$I_{\text{beg}} = \frac{1}{\text{МКП}}, \quad (5)$$

$$I_{\text{end}} = 0, \quad (6)$$

де МКП – максимальна кількість кіл, що перекривають одне одного на всій області даних.

Вважається, що два або більше кіл перекривають одне одного, якщо відстань між ними попарно менше значення дистанції перекриття (ДП), заданої експертом. Кінцеве значення градієнта інтенсивності I_{end} завжди дорівнює «0».

Завдяки розрахунку I_{beg} на основі МКП забезпечується достовірність візуальних даних без втрат. При високій щільності точкових даних найбільшу інтенсивність матимуть окремі області, фактично окреслені цими точками, а не ті, де сформувалася б максимальна сукупна інтенсивність. Для зручності округлості представлені у вигляді трикутників на координатній площині, де горизонтальна вісь – координата (позиція) точки, вертикальна – інтенсивність (рис. 1).

Доки відстань між двома точками більше половини ДПІ, сукупна інтенсивність менша «1», так як інтенсивність обчислюється за лінійним градієнтом. Коли ж відстань стає менше або дорівнює половині значення ДПІ, сукупна інтенсивність стає більше «1» (та встановлюється рівній «1») або дорівнює «1» відповідно.



Рис 1. Перекриття областей інтенсивності точок

Залежно від заданого експертом значення ДПІ до визначеного моменту допускається втрата візуальних даних, оскільки в більшості випадків інтерес представляє саме сукупна інтенсивність деякої області інтерфейсу. Наприклад, кліки по кнопці або її галузі, а не по конкретній точці на ній. Якщо точки виявляються на відстані меншій або рівній значенням ДПІ, як, наприклад, на рис. 1, відбувається перерахунок початкової інтенсивності для всіх точок.

На основі значень інтенсивності і обраної колірної схеми (палітри) можуть бути побудовані різні теплові карти, карти прозорості та інші різновиди карт, вибір конкретної карти залежить від специфіки аналізу, що проводиться.

Таким чином, запропоновано модифікувати зазначений метод за рахунок прив'язки аналітичних функцій не до координат екрану, а до об'єктів односторінкових сайтів.

Можна зазначити, що все більше розробок вебресурсів переходять на технології SPA та PWA, що значно ускладнює створення теплових карт для динамічних вебзастосунків. Це зумовлено тим, що в такому разі елементи наповнення динамічно змінюють один одного.

Рішенням цієї проблеми буде створення теплової карти, прив'язаної до кожного компонента застосунку. Запропонований підхід дозволить більш точно зібрати інформацію про те, які елементи більш зацікавили користувача. Виходячи з цього, з'являється можливість максимально оптимізувати інтерфейс як для користувача, так і для розробника.

Борцов В. В.,
магістрант,
Савінов В. Ю.,
канд. техн. наук,
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВЕКТОРА НАПРАВЛЕНOSTІ ДО ДЖЕРЕЛА ЗВУКОВИХ КОЛИВАНЬ

Визначення точного або приблизного місцезнаходження будь-якого об'єкта на основі створюваних ним звукових коливань може застосовуватись у різних галузях: під час проведення пошуково-рятувальних операцій, у військовій справі (для визначення місцезнаходження ворожого снайпера або артилерійських систем), при пошуках риби та іхтіологічних дослідженнях й т. ін. Частина компонентів може застосовуватися в охоронних системах задля сповіщення про порушення периметру чи проникнення на об'єкт. Звукові коливання також застосовуються у сфері гідролокації для моделювання рельєфу поверхні, що знаходиться в морських або океанічних глибинах.

Широке застосування акустичної локації почалося на початку ХХ-го століття. Її застосування у той час було майже виключно військового характеру: гідролокація для відслідковування субмарин, акустичні системи ППО (рис. 1).



Рис. 1. Акустична система ППО 1927 року

На сьогоднішній день акустична локація застосовується у цивільній сфері (гідролокація під час наукових досліджень) та інколи у військовій (протиснайперські комплекси). Акустична локація, як і багато інших видів локації, поділяється на активну (з генеруванням звукових коливань для подальшого моніторингу «луни») та пасивну, що полягає у наявності мережі записуючих пристроїв (мікрофонів або датчиків звуку). Такі пристрої на основі хвиль або різниці часу визначаються точне або приблизне місцезнаходження джерела звуку.

Звісно, складнішим є пасивний метод, котрий, власне, має основну перевагу у вигляді значно більшої непомітності роботи. Такі властивості надають йому перевагу для середовищ, де активний метод є небажаним або визнаний таким, що не має сенсу у застосуванні.

Для реалізації пасивної акустичної локації використовуватиметься апаратно-програмний комплекс, побудований на базі одноплатного комп'ютера Orange Pi Zero (рис. 2) з трьома датчиками звуку (рис. 3).



Рис. 2. Orange Pi Zero



Рис. 3. Датчик звуку

Зовнішній вигляд розташування датчиків звуку та їх підключення до плати мінікомп'ютера наведено на рис. 4.

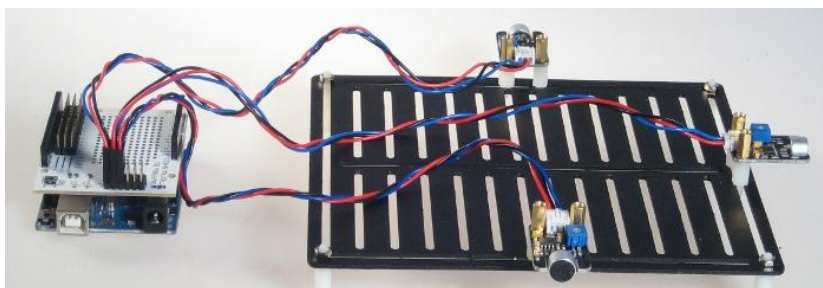


Рис. 4. Зовнішній вигляд з'єднань елементів пристрою

Під час генерації звуку, що гучніший за виставлений поріг, кожен з датчиків, що знаходиться на відомій відстані від двох інших, повідомлятиме про отримання звукового сигналу Orange Pi. В оперативній пам'яті (512MB – 2GB DDR3, спільна з GPU) зазначеного мінікомп'ютера буде зберігатися час з точністю до мікросекунди. Таким чином, стане відомо, який з датчиків та коли зафіксував звук. Якщо датчики будуть розташовані у площині у формі правильного трикутника, тоді лише на основі зафіксованого часу можливо визначити сектор у 60 градусів, в якому заходиться джерело звуку.

УДК 004.93:621.317.785

Мельник О. Д.,
магістрант,
Журавська І. М.,
д-р техн. наук, професор,
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

МОНІТОРИНГ ПОКАЗНИКІВ ПОБУТОВИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ

На сьогоднішній день розпізнавання букв і цифр застосовується в різних сферах діяльності: від розпізнавання символів на папері та банківських картах, підписах на офіційних документах, розпізнавання певних об'єктів до внесення в базу даних номер машини порушника.

Метою роботи є спрощення моніторингу показників лічильників у звичайних домівках, на підприємствах та у важкодоступних місцях, а також автоматизація внесення таких показників на сайт «Обленерго».

Зараз нейронні мережі та розпізнавання образів інтегрують у більшість програм і приладів повсякденного використання. Одним із таких приладів буде розроблювана система моніторингу показників. Але звичайне розпізнавання даних з лічильника – це лише частина задачі. Суть запропонованого пристрою в тому, що він зчитуватиме цифри, передаватиме їх на сервер та відправлятиме їх на сайт «Обленерго». Сторінку сайту показано на рис. 1. Додатковою функцією буде формування графіків спожитих ресурсів води, газу чи електроенергії та порівняння їх із графіками оплати за рахунками.

Рис. 1. Сторінка заповнення показників лічильника на сайті АТ «Миколаївобленерго»

Для розробки зазначеного пристрою знадобляться такі компоненти:

1. Одноплатний мінікомп'ютер Raspberry Pi 3 – 1 шт.
2. Модуль ESP32-CAM – 1 шт.
3. Джерело живлення (акумулятор або батарейка «Крона») – 1 шт.

Нижче, на рис. 2, представлено фотографію та схему підключення камери до джерела живлення для системи моніторингу показників побутових лічильників.

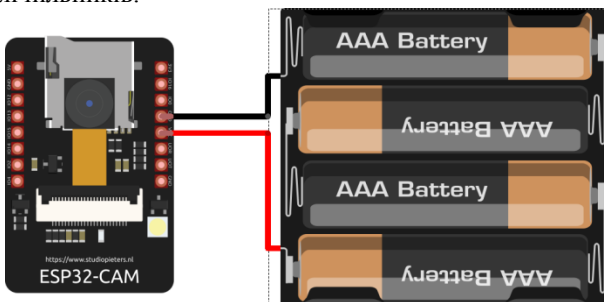




Рис. 2. Зовнішній вигляд та схема підключення камери до джерела живлення для системи моніторингу показників побутових лічильників

Розпізнавання цифр з фото може здійснюватися, наприклад, з використанням бібліотеки OpenCV. Це бібліотека комп'ютерного зору і машинного навчання з відкритим вихідним кодом. У неї входять понад 2500 алгоритмів, в яких є як класичні, так і сучасні алгоритми. Бібліотека OpenCV має інтерфейси на різних мовах, серед яких є Python, Java, C++ і Matlab.

Бібліотека OpenCV включає в себе такі алгоритми:

- 1) розпізнавання об'єктів у потоці;
- 2) розпізнавання друкованого і рукописного тексту;
- 3) усунення спотворень картинки;
- 4) виявлення подібності та форми об'єктів;
- 5) стеження за переміщенням об'єкта;
- 6) розпізнавання рухів, жестів, тощо.

Комп'ютерний зір широко використовується в системах спостереження, для обробки фото і відео в Інтернеті, при аерофотозніманні і для відтворення зображень вулиць на мапах. Стрімкого розвитку набувають технології комп'ютерного зору в області безпілотних літальних апаратів та у біомедичному аналізі. Деякі аспекти комп'ютерного зору можуть використовуватись у серійному виробництві для автоматичної перевірки деталей з конвеєру на відповідність еталону.

Також у зазначених застосуваннях як конкурентний можна розглядати механізм розпізнавання тексту Tesseract, який спочатку був розроблений компанією Hewlett Packard у 1980-х роках, а потім був знов відкритим у 2005 р. за сприянням компанії Google, яка тих пір спонсорує його.

Подібно до того, як глибоке навчання вплинуло майже на всі аспекти комп'ютерного зору, те саме стосується розпізнавання символів. Моделі, що базуються на глибокому навчанні, зуміли отримати безпрецедентну точність розпізнавання тексту, що значно перевищує традиційні підходи до видобування функцій та машинного навчання. Та-

ким чином, для подальшого підвищення точності OCR може бути використані як підхід із застосуванням OpenCV, так і Tesseract, у 4-ту версію якого включена модель глибокого навчання. Це робить Tesseract дуже перспективним для візуального моніторингу показників побутових лічильників.

Для реалізації основного механізму OCR використана мережа довгострокової короткочасної пам'яті (LSTM) наподобі рекурентній нейронній мережі (RNN). В розроблюваному проєкті передбачено використання інтерфейсу на мові Python.

Упровадження моделі глибокого навчання значно точніше дозволить розпізнавати цифрові символи на побутових лічильниках (рис. 3). Слід зазначити, що така модель має бути адаптована під різні фактори електронних табло таких лічильників: посимвольний на площині (рис. 3, а, б), посимвольний з поглибленням кожного символу (рис. 3, в), та суцільний на LED-екрані (рис. 3, г).

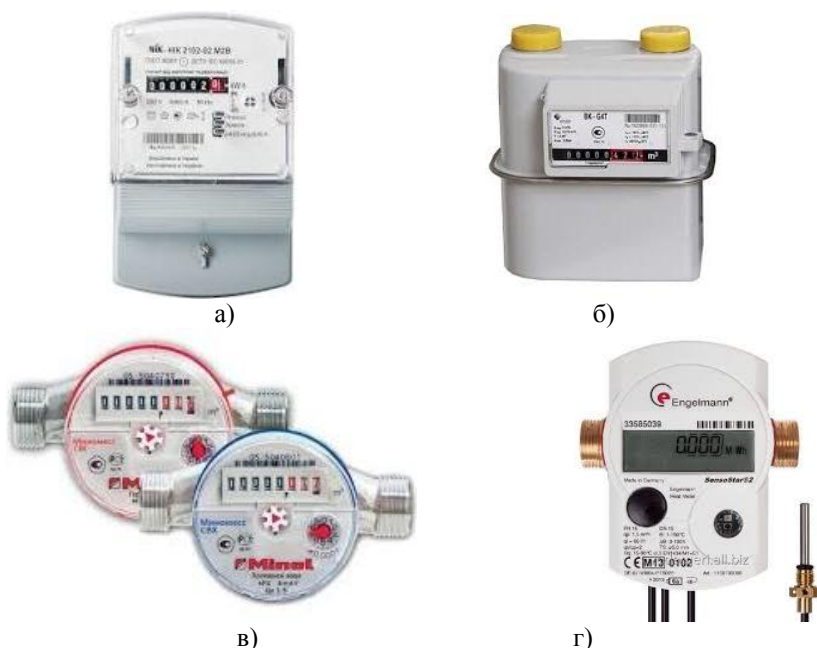


Рис. 3. Електронні табло для розпізнавання цифрових символів на побутових лічильниках: а – електроенергії; б – гарячої та холодної води; в – газу; г – тепла

Особливо актуально реалізувати систему моніторингу показників побутових лічильників тих моделей, де відсутній комп'ютерний інтерфейс RS-485 для організації автоматичної передачі до енергокомпанії показників енерговитрат кожного користувача.

Запропонований підхід моніторингу показників побутових лічильників з використанням розпізнавання цифрових символів електронного табло суттєво спростить процес обліку енергоресурсів, зробить його впорядкованим, незалежним від споживача.

УДК 004.3'1

Цапкаленко Ю. І.,

магістрант спеціальності комп'ютерна інженерія

Бойко А. П.,

канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютерної інженерії,

ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ПОРТАТИВНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗЧИТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ДОКУМЕНТІВ

У теперішній час у всьому світі, у тому числі і в Україні, активно в усі сфери життя впроваджуються технології електронного документообігу.

Все більше країн приєднувалось до ідеї використання біометричних носіїв інформації, а в 2012 році до них приєдналася й Україна.

Проте наявність чіпу з записаною в ньому інформацією є недостатньою, оскільки ця інформація має бути зчитана і розшифрована спеціальними пристроями. У зв'язку з цим виникла необхідність обладнати більшість державних організацій пристроями для зчитування інформації з електронних носіїв в документах.

Сканер ID має зчитувати основну інформацію про власника документа, ПІН, прописку, зразок підпису, сімейний стан тощо. Сканер для ID паспорта працює на основі безконтактної технології і повинен відповідати вимогам ISO/IEC18092 стандарту Near Field Communication (NFC). Сканер має бути зручним у використанні і не викликати проблем з навчанням персоналу щодо його використання. Окрім того необхідно приділити значення безпеці використання такого пристрою, а саме: пристрій має бути повністю безпечним у використанні для кори-

стувача, не містити шкідливих речовин і не викликати негативного впливу на самопочуття користувача при частій або тривалій роботі з пристроєм і дотримуватись всіх екологічних вимог Директиви ЄС 2002/95/ЄС (директива про обмеження використання деяких небезпечних речовин в електричному та електронному обладнанні).

Тому представляється доцільною та актуальною розробка пристрою (рис. 1), що найбільше відповідає вищезазначеним вимогам.

До пристрою, що пропонується, висуваються такі вимоги:

1. Оскільки оптичний пристрій – важлива частина цього програмно-апаратного комплексу, то доцільно встановити камеру всередину замкнутого ящика зі скляною «кришкою», параметри освітлення завжди однакові і не залежать від зовнішніх факторів, паспорт притискається до скляної поверхні, що дозволяє легко уникнути ефекту книжки.

2. Взаємне розташування камери і світлодіодного підсвічування повинні підбиратися виходячи з потреби зменшення можливого відображення від скляної робочої поверхні.

3. Потужність світлодіодного підсвічування повинна бути достатньою для нормального функціонування камери, при цьому зони документа не повинні бути засвічені.

4. Відстань від камери до робочої поверхні має бути підібрано так, щоб отримати документ з максимальною роздільною здатністю.

Програмне забезпечення, яке використовується при створенні пристрою, повинно відповідати таким вимогам:

1. Крос-платформність (зокрема, підтримка MS Windows і Linux).
2. Природна інтеграція з оптичним пристроєм сканування.
3. Висока швидкість розпізнавання.

У процесі розробки програмного забезпечення використовуються такі технології, як:

1. Мова C++ з використанням, за необхідності, крос-платформних сторонніх бібліотек (наприклад, Qt для написання компонентів з призначеним для користувача інтерфейсом).

2. Модуль оптичного розпізнавання – інтеграція з оптичним пристроєм по суті являє собою написання модуля управління веб-камерою і виправлення отриманих геометричних спотворень.

3. Висока швидкість розпізнавання забезпечується власне ядром. На ПК середньої продуктивності обидві сторінки паспорта з допомогою Smart PassportReader SDK розпізнаються близько 200 мс.

Найважливішою частиною пристрою являється модуль сканування електронного чіпу. Для реалізації цієї частини доцільно використання

модуля сканера RFID/NFC V3 на PN532. Цей чіп у поєднанні з платою Arduino дозволить отримати дешевий у виготовленні і компактний модуль зчитування електронних документів.

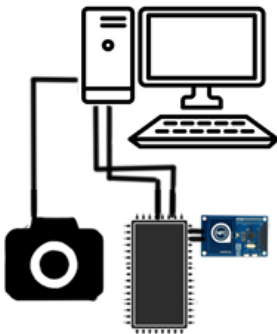


Рис. 1. Структурна схема пристрою: камера, та мікроконтролер з NFC-чіпом під'єднуються до комп'ютера; програмна частина використовує потужності ПК для опрацювання отриманих даних

Об'єднання цих елементів у єдиний пристрій дає можливість одночасно сканувати як сам документ, так і його електронний чіп. В перспективі можна відмовитися від камери на користь компактності пристрою, або додати нові елементи для збільшення продуктивності, наприклад, сканер відбитків.

УДК 004.3'1

Гааб Р. В.,

магістрант, 605 гр.

Дворник О. В.,

канд. фіз.-мат. наук, доцент,

ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

АПАРАТНО-ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДОВГОСТРОКОВИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ПОКАЗНИКІВ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

Періодичний моніторинг протягом доби показників пульсу та артеріального тиску є ефективним методом своєчасного виявлення відхи-

лень у роботі серцево-судинної системи і допомагає попередити розвиток патологій. На цьому етапі розвитку персоналізованої медицини не існує достатньо ефективних рішень визначення систолічного (СТ) та діастолічного тиску (ДТ) з вимірів частоти серцевих скорочень, що призводить до неточного визначення ризикованих значень тиску для конкретної людини.

Дуже важливою вимогою є висока точність результатів вимірювань. Існуючі електронні медичні пристрої, які сертифіковані як діагностичні, можуть її надати, але не спроможні здійснювати довгостроковий моніторинг та аналіз отриманих даних без додаткового залучення користувача та є незручними у порівнянні із комерційно успішними смарт-пристроями.

У свою чергу, портативні пристрої не дозволяють отримати достатньої достовірності даних, навіть для попереднього аналізу.

Удосконалення методів моніторингу серцево-судинної системи за рахунок порівняння довгострокових вимірювань та аналіз індивідуальних особливостей разом із розробленням рішень проблем апаратної частини дозволять програмними засобами підвищити ступінь довіри до результатів вимірювань СТ та ДТ, отриманих зі смарт-пристроїв.

Дослідження спектру апаратних труднощів на першому етапі може бути вирішено розробленням пристрою на базі мікроконтролера Arduino та системи сенсорів. Сигнали з сенсорів оброблятимуться мікроконтролером, який також здійснюватиме тимчасове зберігання даних. Для візуалізації отриманих даних та збору статистики доцільно розробити мобільний застосунок. Зв'язок між пристроєм та смартфоном здійснюватиметься за допомогою Bluetooth-технології, з огляду на енергоспоживання та завдання комфортності.

Перевірку точності та достовірності результатів під час верифікації вимірів розробленим пристроєм забезпечуватимуть паралельні вимірювання сертифікованими медичними приладами за відповідними протоколами:

- тонометр;
- пульсоксиметр.

Такий метод дослідження довгострокових спостережень дозволить виявити та усунути недоліки створеного пристрою, обґрунтувати вибір компонентів та створити ефективну систему моніторингу показників серцево-судинної системи.

Осадчий В. А.,
магістрант, 605 гр.
Дворник О. В.,
канд. фіз.-мат. наук, доцент,
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

СИСТЕМА СВІТЛОДІЮДНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ СИГНАЛІВ ВЕЛОСИПЕДИСТА

Статистика свідчить про щорічне збільшення травм людей під час їзди на велосипедах. Щоб уникнути цього, необхідно не тільки знати і виконувати правила дорожнього руху і правила використання велосипеда, але і використовувати допоміжні засоби, такі як: світловідбиваючий одяг, ліхтарі, шолом та інше.

У загальноприйнятих правилах дорожнього руху є розділ, присвячений їзді на велосипеді. Отже, велосипедист є повноцінним учасником дорожнього руху як автомобіль, мопед і таке інше. Однак не всі автомобілісти сприймають велосипедистів як рівноцінних учасників трафіку, що призводить до дорожньо-транспортних пригод. Також більшою проблемою є недостатня помітність велосипедистів через невеликий розмір порівняно з іншими учасниками, і найменшою кількістю світлових елементів.

Водій велосипеда повинен подавати сигнали повороту перед початком руху, перестроюванням, поворотом і зупинкою. Оскільки світловими показниками повороту велосипеда не обладнуються, сигнали необхідно подавати рукою. При використанні цього правила може здатися, що виконання цього маневру може викликати труднощі або проблеми, однак на практиці це не так. Однак, часто виникають ситуації, коли інші учасники дорожнього руху не помічають сигнали велосипедистів.

Розроблення системи світлодіюдної візуалізації сигналів велосипедиста дозволить суттєво збільшити помітність велосипедистів та їх сигналів водіями будь-яких транспортних засобів. Доцільно передачу сигналів на світлодіюдний прилад здійснювати на базі Bluetooth технології. Використання алгоритмів машинного навчання дозволить підвищити якість розпізнавання для візуалізації сигналів водія велосипеда, що подаються за правилами ПДР, на світлодіюдний екран пристрою.

Для розроблення тестового пристрою достатньо мікроконтролеру Arduino Nano 33 BLE SENSE, який підтримує машинне навчання. Плата ESP з Bluetooth модулем забезпечуватиме комунікацію по бездротовій мережі.

Перспектива комерційного успіху пристрою із розпізнаванням та візуалізацією сигналів велосипедистів є очевидною, адже його використання може значно убезпечити учасників дорожнього руху від небезпечних ДТП, які іноді можуть загрожувати життю.

УДК 004.3'1

Овчар К. В.,

магістрантка, 605 гр.

Дворник О. В.,

канд. фіз.-мат. наук, доцент,

ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

СКОРІНГОВА СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАКЛЮЧЕННЯ КОНТРАКТІВ В ІТ-СФЕРІ

Станом на 2020 рік, Україна є одним з провідних ринків ІТ-аутсорсингу у світі. Тільки за 2017 рік в нашій країні було засновано 3000 компаній, що надають послуги з розробки програмного забезпечення іноземним установам та стартапам. Для таких компаній критично важливим є процес лідогенерації (пошуку потенційних клієнтів та налагодження зв'язку з ними). Пошук клієнта для заключення одного контракту може коштувати компанії від 700 доларів США, тому аутсорсингові ІТ-компанії постійно шукають способи скорочення вартості процесу лідогенерації при збереженні або покращенні якості заключених контрактів.

Під час відбору потенційних клієнтів, лідогенератори враховують ряд факторів, такі як часовий пояс розташування клієнта, наявність конкретного запиту та його детальний опис, рейтинг потенційного замовника на платформах Upwork, Clutch.co, LinkedIn та інших, об'єм коштів, які клієнт вже витратив на послуги розробників. Втім, аналіз запитів вручну потребує значних затрат часу з боку фахівців, і не виключає помилок через людський фактор.

Для вирішення цієї проблеми пропонується розробити систему, яка за набором вищеописаних вхідних ознак визначатиме вірогідність заключення контракту з конкретним клієнтом. В основу системи буде

покладено модель, навчену методом регресійного аналізу на масиви реальних даних, зібраних за період з 2017 до 2020 рік в одній з аутсорсингових ІТ-компаній міста Миколаєва. Очікується, що розроблена система скоротить витрати часу фахівців з лідогенерації на пошук та скоринг потенційних клієнтів, і таким чином скоротить обсяг фінансових витрат компанії на процес пошуку замовників.

Пропонується також розробити модулі для розпізнавання тексту під час голосового спілкування з замовником та автоматичного визначення співрозмовника методом спектрального аналізу аудіопотоку. Цей модуль вирішуватиме одразу дві проблеми – допомога технічним фахівцям, які мають низький рівень володіння англійською мовою, та збереження транскрипцій записів спілкування з замовником. У подальшому, пропонується аналізувати такі записи засобами NLP (Natural Language Processing) для уточнення ймовірності заключення контракту.

Вищеописана система буде реалізована у вигляді вебзастосунку. Для реалізації алгоритмів скорингу та аналізу голосу будуть використані бібліотеки мови програмування Python.

УДК 004.89

*Шевченко А. Г.,
Пузирьов С. В.*

СТВОРЕННЯ АПАРАТНО-ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ СУЧАСНИХ ІОТ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ ТУМАННИХ ОБЧИСЛЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ CLOUD-NATIVE ТЕХНОЛОГІЙ

Internet of things (IoT) можна по-різному визначати. Однак у більшості випадків, це розширення всесвітньої мережі, яка об'єднує сенсори, контролери та інші різноманітні пристрої, так званих «things», які обмінюються даними між собою за допомогою всесвітньої мережі. Одиницями Internet of things у даному випадку можуть виступати як «розумні» лампочки, розетки, двері, вентиляції, телефони, годинники, так і цілі «інтелектуальні» системи, наприклад системи розумного дому, підприємства, міста, одягу, автомобілі тощо.

Для реалізації деяких з вище описаних вимог була створена концепція туманних, в деяких випадках граничних, обчислень. Граничні та

туманні обчислення – це частина розподілених обчислень, яка включає обробку інформації та генерації контенту у безпосередній близькості в мережевій топології від місця її збору, виникнення або споживання.

Також для полегшення створення серверних рішень були використані популярні контейнерні, інколи cloud native, технології. Вони прискорюють розгортання серверних архітектур та створюють певний абстрактний рівень над апаратною частиною розподілених обчислень. Для стандартизації контейнерних технологій було створено The Cloud Native Computing Foundation (CNCF).

У цій роботі розглядається апаратно-програмний комплекс для організації туманних обчислень, який можна розбити на три рівні реалізації:

- апаратна частина;
- оркестрова частина;
- сервісна частина;
- прикладна частина.

З боку апаратної частини можна використовувати будь-які міні-комп'ютери з підтримкою Linux систем. У цьому випадку були використані дві версії мінікомп'ютеру Raspberry Pi: Raspberry Pi 4 model B та Raspberry Pi Zero, через їх невелику ціну та велику розповсюдженість. Мінікомп'ютери підключаються в режимі master-slave, тобто за топологією зірка, де Raspberry Pi 4 model B – master, центральний керуючий комп'ютер, а Raspberry Pi Zero – slaves, обчислювальні комп'ютери, які підключаються до Raspberry Pi 4 model B. Підключення відбувається за допомогою Wi-Fi з'єднання, оскільки Raspberry Pi 4 model B має лише один Ethernet-порт.

З боку оркестрової частини було використано технології K3S, Knative, Nuclio.

K3S – це сертифікований Kubernetes дистрибутив, оптимізований для граничних обчислень, використання на мінікомп'ютерах. Knative – це Platform-as-a-Service, яка працює поверх Kubernetes, полегшує розробку та розгортання, дозволяє динамічно масштабувати контейнери. Knative використовується в якості основи для розгортання мікросервісної архітектури. Nuclio – це serverless платформа, яка дуже схожа за принципом дії на Knative, але має високу швидкодію (виклик близько 400000 функцій за секунду), тому був використаний для реалізації безсерверної частини прикладної архітектури.

Для реалізації сервісної частини були використані такі технології, як service mesh Linkerd для полегшення роботи з мікросервісною архітектурою, система обміну повідомленнями NATS для асинхронного зв'язку сервісів та функцій, реалізацію протоколу RPC gRPC для син-

хронного зв'язку сервісів та функцій, бази даних TDengine, Apache Ignite, Badger.

З точки зору ефективності, швидкості, роботи в реальному часі в данному програмно-апаратному комплексі на прикладному рівні використовуються сучасні архітектурні рішення, такі якDDD, Microservices, Event-Driven, Serverless та концепція Digital Twin (Цифровий двійник). Концепція Digital Twin полягає у тому, щоб дзеркально відобразити у цифровому просторі системи та об'єкти реального світу за допомогою збору телеметрії в реальному часі. Вся прикладна частина системи розбита на сервіси, мікросервіси та безсерверні функції. В основі лежить Event-Driven та багаторівнева архітектури.

Цей апаратно-програмний комплекс цілком відповідає всім вимогам сучасної IoT системи, тобто за своєю розділеною природою він легко масштабується, завдяки сучасним контейнерним технологіям є дуже захищеним, має високу швидкодію завдяки безсерверним функціям та протоколам зв'язку, використовує технології сертифіковані CNCF та Kubernetes, вміє аналізувати дані в режимі реального часу за принципом hot path, а концепція Digital Twin дозволяє легко управляти підключеними пристроями. Тобто в загалом ця система може використовуватись як основа для побудови сучасних IoT-рішень за принципом туманних/граничних обчислень.

Секція: ТЕХНІЧНІ НАУКИ

ПІДСЕКЦІЯ: Моделі, методи та засоби програмної інженерії

УДК 004.652.5

Горбань Г. В.,

доцент (б. в. з.) кафедри інженерії програмного забезпечення,
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

БАЗА ДАНИХ СИСТЕМАТИЗАЦІЇ СПОРТИВНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ СТУДЕНТІВ ЧНУ ІМ. ПЕТРА МОГИЛИ З АКАДЕМІЧНОГО ВЕСЛУВАННЯ

На сьогоднішній день інформатизація вищої освіти спрямовується на удосконалення форм і змісту навчального процесу, впровадження комп'ютерних методів навчання та тестування. Важливість інформатизації усіх галузей суспільного життя, зокрема, фізичної культури і спорту, підтверджено багатьма нормативними документами освітнього, галузевого та інформатизаційного напрямків. Ряд науковців запропонували створення баз даних в системі підготовки спортсменів. Так в певний час була розроблена інформаційну базу обліку даних комплексного контролю у процесі підготовки кваліфікованих борців, а також базу даних «Атлет», яка передбачала збір, зберігання і систематизацію інформації щодо антропометричних і міометричних показників висококваліфікованих спортсменів-бодібілдерів.

Узагальнення даних наукових джерел щодо використання комп'ютерних технологій, свідчить про те, що вирішення проблеми використання баз даних в системі фізичної культури викликає значну зацікавленість науковців, фахівців в галузі фізичної культури. Тому виникає необхідність досліджень щодо побудови та впровадження баз даних з фізичного виховання, інформаційних технологій різного рівня у навчальний процес в університетах.

Задачею дослідження є визначення показників фізичної підготовленості, фізичного розвитку, функціональних можливостей студентів ЧНУ ім. Петра Могили. У дослідженні показники 195 студентів ЧНУ ім. Петра Могили були перенесені в базу даних ($n=74$, іноземні студенти; $n=121$, студенти з України). Всі студенти були ознайомлені з технікою веслування на ергометрах, за станом здоров'я були віднесені до основного відділення. Середній вік студентів складав $19,31 \pm 1,12$ р.

Було проведено тест з проходження дистанції на ергометрі протягом 6 хвилин.

Пройдення тесту кожним із студентів фіксувалось у протоколі викладачем, а після завершення тесту з моніторів РМ5 веслувальних ергометрів Сонсерт2 у всіх студентів були зняті відповідні дані. У результаті отримані дані разом з даними протоколу стали передумовою для проектування бази даних, основною метою якого є довготривале збереження даних для подальшого їх аналізу з виявленням прихованих закономірностей, а також подальшого наповнення бази даних новими даними. У такому випадку створюється можливість аналізу часових даних, що представляють собою результати пройденого студентами тесту, з подальшим прогнозуванням результатів при проходженні наступного тесту.

База даних містить 8 таблиць та складається як з даних протоколу, сформованих викладачами кафедри теорії та методики фізичного виховання вручну, так і з даних моніторів веслувальних ергометрів. На рисунку 1 наведено схему відповідної бази даних.

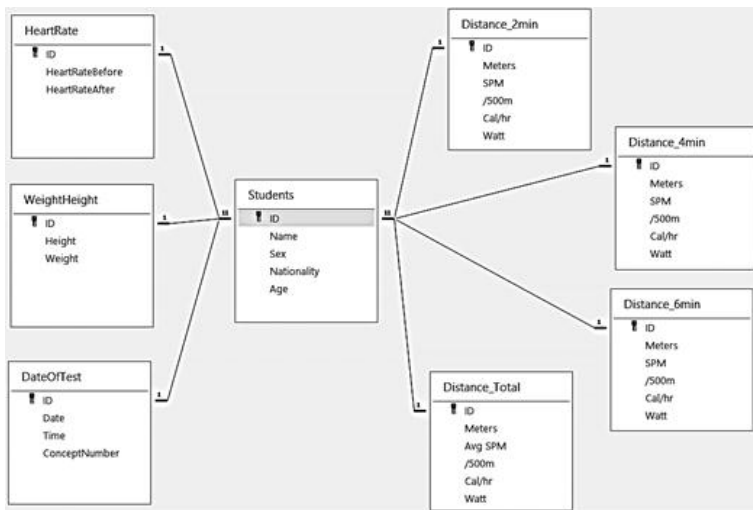


Рис. 1. Схема бази даних

Основною таблицею бази даних є таблиця «Students», що містить основні дані про студентів: прізвище, ім'я, побатькові, стать, громадянство та вік. Всі інші таблиці тим чи іншим чином пов'язані з цією таблицею.

Умовно зліва на представленій схемі даних (рис. 1.) вказані таблиці, що містять дані протоколу. У таблиці «DateOfTest» міститься дата та точний час проходження тесту певним студентом, а також номер тренажеру на веслувальній базі. У свою чергу таблиця «WeightHeigth» містить дані зросту та маси тіла студентів, що були занесені у протокол. Також перед виконанням тесту та після його виконання у студентів вимірювалися показники ЧСС. Відповідні дані були занесені у таблицю «HeartRate» у колонки HeartRateBefore та HeartRateAfter.

Справа на схемі даних вказані таблиці, у які були занесені дані з моніторів тренажерів. Таких таблиць чотири: «Distance_Total», «Distance_2min», «Distance_4min» та «Distance_6min». Кожна окрема таблиця показує вказані дані за певний період часу: за перші 2 хвилини, наступні 2 хвилини, останні 2 хвилини та весь період часу.

У перспективі планується аналіз отриманих результатів з метою знаходження залежності між відстанню, витраченими калоріями, кількістю гребків, зміною пульсу та індексом маси тіла. Також у плани входить вдосконалення системи контролю в студентському спорті в ЧНУ ім. Петра Могили, зокрема створення бази даних фізичної та функціональної підготовленості студентів, які входять в збірні команди зі спортивних ігор та рукопашного бою.

УДК 004.52

Григор'єв Д. О.,
магістрант спеціальності комп'ютерні науки,
Давиденко Є. О.,
канд. техн. наук, доцент кафедри інженерії
програмного забезпечення
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ВІДКРИТА АВТОРИЗАЦІЯ В СУЧАСНИХ WEB-СИСТЕМАХ. РКСЕ ЯК МЕТОД АВТОРИЗАЦІЇ

Відкрита авторизація (англ. **OAuth**) – система авторизації, яка описує, як не пов'язані між собою служби можуть отримати доступ до ресурсів. Це відкритий стандарт, який використовується програмами, API та іншими службами через HTTPS.

Один із прикладів OAuth – це коли при авторизації на вебсайті вам пропонують увійти, використовуючи не пов'язаний сервіс (наприклад, Google, Facebook). Інший сервіс авторизує вас і надає доступ до системи, використовуючи дані зі сторонніх сервісів.

Під час створення застосунків, інтеграції авторизації користувача та отримання доступу до якогось ресурсу одним із основних стандартів є OAuth 2 із використанням типу надання коду авторизації. Перший виклик (запит авторизації) здійснюється через браузер для отримання коду авторизації. Це робить сервер сприйнятливим до «атаки перехоплення коду авторизації». Простіше кажучи, є шанс, що хтось може вкрати цей код автентифікації.

PKCE представляє кілька нових підходів у потоці Auth-Code: верифікатор коду (англ. **code verifier**), виклик коду (англ. **code challenge**) та метод виклику коду (англ. **code challenge method**).

Code verifier – це випадковий код, який відповідає певним вимогам.

Code challenge – це зашифрований code verifier за допомогою алгоритмів хешування, найпопулярніший – **S256 (SHA256)**.

Code challenge method – назва методу кодування за допомогою якого code verifier перетворюється у code challenge.

Запропонований метод авторизації може бути представленим у вигляді таких етапів:

Етап 1. Клієнт створює code verifier для кожного запиту на авторизацію OAuth 2.0. Code verifier – це випадковий рядок який може містити лише символи «A–Z», «a–z», «0–9», «–», «.», «_», «~» та довжина якого не може бути меншою за 43 символи і більшою за 128 символів.

Етап 2. Клієнт створює code challenge, який базується на code challenge використовуючи один з методів перетворення:

1. **Відкритий.** Code challenge ідентичний code challenge.

Якщо клієнт може використовувати «S256», він повинен використовувати цей метод, так як «S256» є обов'язковим для впровадження на сервері. Клієнтам дозволено використовувати «відкритий», лише якщо вони не можуть підтримувати «S256» з деяких технічних причин.

Просте перетворення призначене для сумісності з існуючим системами та для обмежених середовищ, які не можуть використовувати S256.

2. **S256.** «Верифікатор коду» захешований за допомогою алгоритму SHA-256.

Початкове повідомлення після доповнення розбивається на блоки, кожен блок – на 16 слів. Алгоритм пропускає кожен блок повідомлення через цикл з 64-ма чи 80-ма ітераціями (раундами). На кожній ітерації 2 слова перетворюються, функцію перетворення задають інші слова. Результати обробки кожного блоку складаються, сума є значенням хеш-функції.

Далі отриманий результат кодується у **Base64** рядок. **Base64** – спосіб кодування довільних двійкових даних в ASCII текст. Кожні шість біт на вході кодуються в один із символів 64-літерного алфавіту. «Ста-

ндартний» алфавіт, який для цього використовується – це A–Z, a–z, 0–9, +, / і = в якості заповнює символу в кінці. Таким чином, на кожен 3 байта даних доводиться 4 символи.

Етап 3. Клієнт надсилає запит на авторизацію з параметрами, які були описані в Етапі 1 та Етапі 2.

Етап 4. Сервер повертає код. Перед видачею коду сервер повинен пов'язати «виклик коду» і значення «метод виклику коду» із кодом авторизації, щоб він міг бути перевірений пізніше.

Етап 5. Клієнт відправляє код авторизації та «верифікатор коду» на сервер авторизації для отримання ключа доступу (JWT-ключ). Крім параметрів визначених у запиті, він передає «верифікатор» коду.

Етап 6. Сервер перевіряє «верифікатор коду» перед поверненням ключів доступу. Після отримання запиту, сервер кодує «верифікатор коду» відповідно до обраного «методу виклику коду» і порівнює його з раніше збереженим «викликом коду». Якщо результат співпадає – сервер повертає ключи доступу до ресурсів.

У роботі досліджена відкрита авторизація, принципи її роботи та методи впровадження відкритої авторизації. Впровадження відкритої авторизації дозволяє захистити ресурси належним чином. Запропонований метод РКСЕ має переваги для запобігання перехоплення коду доступу та перевірки клієнта перед наданням ключів доступу до ресурсів. Також було розглянуто типовий потік авторизації за допомогою РКСЕ методу, включаючи всі кроки для отримання ключів доступу.

УДК 004.42

Зеленков Д. С.,
магістрант спеціальності комп'ютерні науки,
Фаленкова М. В.,
викладачка кафедри інженерії програмного забезпечення,
Давиденко Є. О.,
канд. техн. наук, доцент кафедри інженерії
програмного забезпечення,
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

МЕТОДОЛОГІЯ РВА ДЛЯ РОЗРОБКИ ЗАСТОСУНКУ ОНЛАЙН-БІБЛІОТЕКИ

Одним з перших кроків при створенні будь-якої програми є вибір технології. А з застосунками, які потрібно запустити на декількох платформах, ця проблема постає особливо гостро. Крос-платформна розробка застосунків – це унікальний спосіб, за допомогою якого розробники створюють програмне забезпечення для декількох платформ за

допомогою нового технологічного стека. Розробники можуть написати код тільки один раз і розгорнути його на декількох платформах для різних версій програми.

Під час використання крос-платформної розробки підприємства виграють від написання єдиної кодової бази і експорту в кілька операційних систем, відсутності необхідності мати окремі команди з різними наборами навичок для роботи над декількома версіями застосунку.

Однак, що якщо підприємству потрібен також вебсайт? Це означає розробка іншого програмного забезпечення для сайту, який також необхідно підлаштовувати під різні платформи. Вирішити цю проблему можна за допомогою технології PWA.

PWA (англ. Progressive web app) – гібрид сайту і застосунку для мобільних пристроїв. Це технологія, яка додає на сайт функціональність програми. У браузері на комп'ютері PWA залишається звичайним сайтом. А коли відвідувач відкриває його в мобільному браузері, PWA перетворюється на гібрид сайту і застосунку, який можна одразу встановити з браузера за декілька секунд.

Технологія PWA має багато переваг в порівнянні зі звичайними застосунками та вебсайтами:

1. Адаптивність. У наш час користувачі заходять в інтернет з багатьох пристроїв. PWA володіє адаптивним дизайном, робить його доступним на великій кількості екранів. Адаптивний дизайн – це тип дизайну, коли сайт перебудовується під розміри і параметри пристрою, на якому він відкритий.

2. Доступність офлайн. Всі розуміють, що потрапити на сайт за відсутності інтернету неможливо. Проте багато застосунків дозволяють продовжувати роботу з ними, незважаючи на низьку швидкість інтернету або його повну відсутність. PWA дозволяє користувачам взаємодіяти з застосунками незалежно від інтернет-з'єднання.

3. Швидкість. PWA завжди завантажуються швидко. З моменту, коли користувач завантажує застосунок до моменту, коли він почав працювати з ним, все відбувається неймовірно швидко.

4. Безпека. В PWA дані передаються через протокол HTTPS, що захищає від крадіжки особистих даних, їх поширення або злову.

5. Легкість оновлення та установки. Оновлення програм дуже важливі для поліпшень нового функціоналу, усунення багів і дрібних несправностей. У PWA оновлення завантажуються безпосередньо розробниками, а не користувачами. Користувачі побачать зміни і поліпшення, але їм не потрібно завантажувати ці оновлення самостійно. Сучасні дослідження показали, що користувачі на мобільних пристроях все менше встановлюють застосунки, користуючись сайтами (рис. 1). Тому важливо спростити саме процес встановлення застосунку. З PWA це можна зробити одним натисканням прямо під час перегляду сайту.

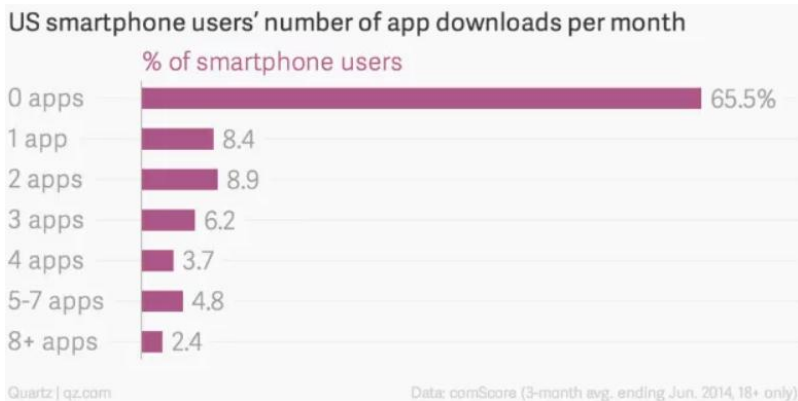


Рис. 1. Дослідження кількості завантажень застосунків

Недоліки PWA:

1. Споживання живлення батареї. PWA потребує доступу до Інтернету, тому він досить швидко розряджає акумулятор. Ще однією причиною надмірного споживання живлення батареї є те, що PWA працюють на технологіях, не призначених для мобільного середовища.

2. Обмежена функціональність. Оскільки PWA є технологією Google, iOS не підтримує всіх її функцій.

3. Обмежений доступ до обладнання. Такі програми мають обмежений доступ до програмних та апаратних функцій. Наприклад, вони не підтримують функції, які не підтримуються HTML5.

У роботі досліджено переваги та недоліки розробки з використанням методології PWA, проведені порівняння з мобільними застосунками.

Аналізуючи ринок онлайн-бібліотек можна побачити багато сайтів, які не адаптовані під мобільні пристрої. Читати книги там просто неможливо. Деякі бібліотеки випускають мобільні застосунки, які адаптовані під мобільні телефони та планшети. Однак такий підхід змушує компанії наймати декілька команд розробників для розробки та підтримки онлайн бібліотеки. Також, коли потрібно оновити функціонал, це робиться окремо для сайту і для застосунку.

Результатом роботи є реалізація вебзастосунку для онлайн бібліотеки. Дана реалізація дозволяє збільшити аудиторію, адже працюватиме швидше та стабільніше альтернативних варіантів. Також такий застосунок зменшує витрати компаній на його розробку та підтримку, спрощує процес оновлення та впровадження нового функціоналу.

Оліфіренко К. В.,
магістрантка спеціальності комп'ютерні науки,
Давиденко Є. О.,
канд. техн. наук, доцент кафедри інженерії
програмного забезпечення
Фаленкова М. В.,
викладачка кафедри інженерії програмного забезпечення,
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ОНЛАЙН-СИСТЕМА НАВЧАЛЬНОГО РОЗКЛАДУ ДЛЯ УНІВЕРСИТЕТУ В УМОВАХ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ

Найважливішою потребою сучасної людини є вища освіта. Її роль в житті кожного пояснюється зовсім не прагненням до керівних посад, не способом довести свою перевагу. Навчання в університеті дозволяє встановити істинні цінності для кожної окремої людини, обґрунтувати її погляди і сформувати інтереси, навчити дисципліні та управлінню власним часом.

Ситуація з епідемією, що склалася у світі у 2020 році, внесла деякі зміни до звичного нам навчального процесу. Важливий аспект в ситуації поширення нового вірусу – максимальне обмеження контактів людей один з одним і мінімізація ризиків передачі інфекції. У цих умовах перехід на дистанційне навчання в школах та університетах – логічне і зважене рішення. Всім педагогічним працівникам в період дистанційних занять доводиться максимально швидко адаптуватися до нової форми навчання. Деякі заняття переносяться в онлайн-режим. Стежити за змінами в розкладі та часом занять стає все складніше.

Система навчального розкладу в університеті це не лише таблиця з часом та місцем проведення занять. Вона має бути багатофункціональною та інформативною, адже з великою кількістю занять, викладачів, студентів та аудиторій важко знайти потрібну інформацію, запам'ятати тимчасові зміни.

Кожен університет має свої правила відвідування занять. Особливо у період карантину та дистанційного навчання. Деякі лекції можуть проходити дистанційно, інші – в аудиторіях, що призводить до втрати часу студентів, якщо такі лекції чергуються. Також проблемою є відсутність інструменту для інформування студентів посиланням на лекцію та нагадуванням за 10 хвилин до неї.

У результаті аналізу виділено декілька проблем в університеті, що пов'язані з відсутністю єдиної системи управління розкладом:

- 1) незручна та незрозуміла подача розкладу;
- 2) плутанина з парами, які змінюються залежно від тижня;
- 3) неможливість швидкого повідомлення про скасування або заміну пари;
- 4) складність отримання розкладу викладача;
- 5) пошук вільної аудиторії. Пошук з урахуванням таких параметрів: місткість, наявність комп'ютерів, наявність необхідного обладнання для занять тощо;
- 6) плутанина під час поділу студентів на підгрупи. Відсутність списку групи та підгруп в електронному вигляді.

Онлайн-система навчального розкладу, розроблена спеціально під конкретний університет, дозволить уникнути даних проблем. Таку систему доцільно реалізувати у вигляді вебзастосунку. Вільний доступ до Wi-Fi дозволяє переглядати розклад в будь-якому місці університету, а не тільки біля дошки розкладу. Щоб дізнатись місцезнаходження викладача не потрібно шукати його кафедру та розклад занять.

Система ведення навчального розкладу має такий функціонал:

- 1) інструментарій для створення розкладу занять навчальним відділом або викладачами;
- 2) пошук вільних аудиторій, враховуючи кількість студентів та необхідність наявності комп'ютерів;
- 3) перегляд розкладу будь-якої групи або викладача;
- 4) доступ до списку студентів за групами, розподіл за підгрупами;
- 5) перегляд студентами розкладу на поточний тиждень чи день з урахуванням змінних пар та підгруп.

Прототип головної сторінки з розкладом зображено на рис. 1;

- 6) відображення інформації про пари, що були переведені в режим онлайн навчання. Сповіщення навчального відділу про наявність «вікон» у розкладі;
- 7) посилання на онлайн-лекції, якщо вивчення цієї дисципліни було переведено в дистанційний режим;
- 8) нагадування про лекції онлайн, консультації та заплановані на певний час заходи;
- 9) можливість переносу пари або її скасування викладачем зі сповіщенням про це студентів.

Створена система полегшує адаптацію колишніх школярів до темпу навчання в університеті; допомагає викладачам швидко вносити корективи у навчальний процес; робить доступним процес інформування студентів і викладачів про будь-які зміни.

Поточний тиждень			наступний тиждень 		
Пара	Предмет	Ауд.	Пара	Предмет	Ауд.
Понеділок 19.10.2020			Четвер 22.10.2020		
5	Логістичне забезпечення інтелектуальних систем Козлов О.В. к.т.н., викл	Онлайн	5	Проектування інтелект. СППР Скакодув О.С. , в.о.викл	1-409
6	Логістичне забезпечення інтелектуальних систем Козлов О.В. к.т.н., викл	2-201	6	А.М. (поп.курс) доп Коваленко О.В. , викл	11-424
7	НММШІ Кондратенко Ю.П. д.т.н., проф	2-403	7	Проектування інтелект. СППР Таранов М.О. викл	Онлайн
Вівторок 20.10.2020			Субота 24.10.2020		
5	НММШІ Таранов М.О. викл	2-309	1	НММШІ Таранов М.О. викл	1-409
6	НММШІ Кондратенко Ю.П. д.т.н., проф	2-406	2	НММШІ Таранов М.О. викл	1-409
7	НММШІ Кондратенко Ю.П. д.т.н., проф	2-406			

Рис. 1. Прототип головної сторінки

УДК 004.42

Стовманенко В. О.,
магістрант спеціальності комп'ютерні науки,
Бойко Д. Д.,
студент спеціальності інженерія програмного забезпечення,
Давиденко Є. О.,
канд. техн. наук, доцент кафедри інженерії
програмного забезпечення
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

СТРУКТУРИ ДАНИХ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕННЯ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Питання проектування нейронної мережі постає перед будь-якою організацією, яка розробляє рішення, що покладається на машинне навчання. Якщо для навчання готової мережі існують різні алгоритми (зворотнього розповсюдження помилки, навчання з деревами рішень, алгоритм Левенберга-Марквардта тощо), то для побудови її структури загальних алгоритмів значно менше.

Будь-який алгоритм, що працює зі структурою нейронної мережі потребує певного представлення цієї структури, що дозволяє модифікувати як зв'язки між структурними компонентами та і певні якісні показники цих компонентів.

Оптимальні структури представлення нейронних мереж дозволяють спростити використання нейронних мереж на будь-яких пристроях, покращити швидкодію програмних та програмно-апаратних засобів, що виконують аналіз даних із використанням нейронних мереж і дають

змогу працювати із алгоритмами, що формують структуру нейронних мереж для вирішення будь-яких задач.

За аналогією з природним середовищем, де найбільш пристосовані особини (нейронні мережі, які навчатимуться найкраще і даватимуть найкращі результати) виживають і дають потомство, передаючи батьківські риси. Тому структури для представлення нейронної мережі мають дозволяти перетворення у вигляд, придатний для роботи із ними за допомогою генетичних алгоритмів.

На відміну від мереж прямого поширення рекурентні мережі мають структуру, що утворює орієнтований у часі граф. У свою чергу вони поділяються на дві групи (за характеристикою імпульсу).

Мережі зі скінченною імпульсною характеристикою (рис. 1). Структуру таких мереж можна представити, як однонаправлений ациклічний граф, який може бути перетворений у інший граф зі структурою аналогічною до тієї, що мають нейронні мережі прямого розповсюдження (зберігаючи при тому часову складову розповсюдження сигналу).

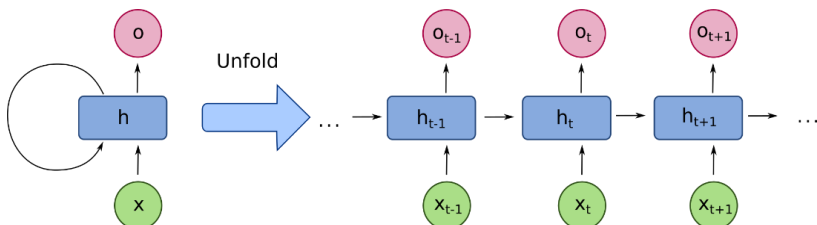


Рис. 2. Перетворення рекурентної мережі зі скінченною імпульсною характеристикою

Мережі з нескінченною імпульсною характеристикою (рис. 2). Їх структура представляється направленим циклічним графом. Така мережа не може бути перетвореною в структуру аналогічну мережі прямого розповсюдження.

Наявність часової складової розповсюдження сигналу дозволяє вирішувати проблему з циклами, коли для розрахунку вихідного сигналу конкретного нейрона треба мати вихідне значення цього нейрона або нейрона, значення якого залежить від поточного.

Одною із найбільш складних складових генетичних алгоритмів є представлення вхідних даних. Ці алгоритми працюють із генетичним представленням, яке у найпростішому вигляді представляється як одномірний масив байтів. Здавалося, найпростішим варіантом було б зчитування представлення усіх об'єктів у оперативній пам'яті комп'ютера і передачі їх у генетичний алгоритм. Проте такий варіант може призводити до неочікуваної поведінки пристрою, де виконувало-

ся б виконання такої програми. До того ж не кожна мова програмування може проводити подібні маніпуляції. Тому треба формувати певне користувацьке перетворення даних.

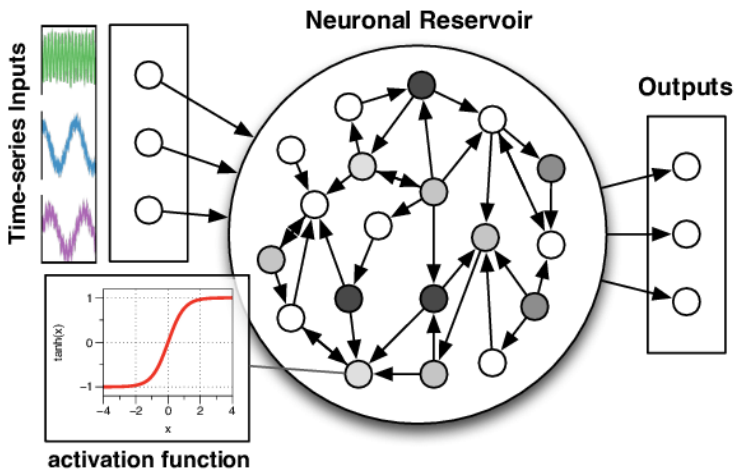


Рис. 3. Приклад рекурентної мережі з нескінченною імпульсною характеристикою

Загальний випадок перетворення графу з списком асоціативності неможливо перевести у двійковий вигляд. Якщо кожен елемент містить колекцію посилань на інші елементи або на відповідні вершини, то можна зіткнутися із тією ж самою проблемою, що і під час запису даних на диск (надмірне копіювання та складності з відновленням об'єкту із записаного стану). Конкретна реалізація перетворення має залежати від механізму розділення даних.

У разі використання графу, що використовує матрицю інцидентності для зберігання інформації про зв'язки в графі можна перетворити матрицю в одномірний масив бітів (матриця є логічною, тому для збереження такого значення достатньо одного біту) розміром $E \cdot E / 64$ (на архітектурах x86 та x64 86 розмір байту становить 8 біт) або одномірний масив байт, де кожне логічне значення буде представлено числами 1 або 0. Під час процесу рекомбінації, в такому випадку, можливо буде тільки змінювати структуру мережі, не змінюючи характеристик структурних елементів. При тому не виключено представлення елементів окремими ділянками для модифікації їх параметрів. Окрім того варто додатково контролювати кількість вершин, які можуть бути приєднаними до однієї грані.

У разі використання матриці суміжності можна скористатися таким самим підходом, що і для матриці інцидентності, представивши матрицю в якості масиву байтів або бітів розмірністю відповідно $V \times V$ або $V \times V / 64$. У такому випадку залишається проблема із редагуванням структурних елементів через окрему ділянку представлення, але знімається питання контролю за кількістю вершин, які належать одному ребру. Проте в цієї ситуації можна замість значення 1 або 0 використовувати характеристику з'єднання, наприклад вагу вхідного вхідного сигналу. У такому випадку під час рекомбінації можна не тільки підбирати початкову структуру нейронної мережі, а й початкові значення вагів з'єднань між нейронами. В такому випадку тип даних буде змінено з цілочисельного на дробовий (з плаваючою або фіксованою комою, залежновід наявних засобів).

Таким чином, варіант із використанням матриць суміжності представляє найбільший інтерес і в подальшому можна використовувати саме його під час проектування нейронних мереж за рахунок можливості кодувати в єдиній матриці інформацію про структуру мережі та характеристики її елементів.

УДК 004.42:378.1

Кірей К. О.,

канд. пед. наук, доцент кафедри інженерії програмного забезпечення
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

ІНТЕГРАЦІЯ ВЕЛИКИХ ДАНИХ І ТРАДИЦІЙНИХ СХОВИЩ ДАНИХ

Постійно зростаюча конкуренція між компаніями вимагає пошуку нових рішень. Так для прийняття стратегічних рішень потрібно зібрати, обробити і проаналізувати різну інформацію, яка може бути отримана з різних джерел, мати різну форму і формат даних тощо. Крім цього важливим моментом є швидкість отримання і обробки інформації. Традиційні сховища даних (СД) справляються з подібними завданнями не найкращим чином. Однак об'єднання можливостей СД і середовища великих даних здатне вивести рішення подібних задач на якісно новий рівень і надати компанії значні переваги, що сьогодні є вельми актуальним завданням.

У доповіді розглядаються деякі питання інтеграції технологій великих даних і традиційних сховищ даних.

Сховище даних (англ. Data Warehouse) – це предметно орієнтований, інтегрований, незмінний набір даних, що підтримує хронологію і здатний бути комплексним джерелом достовірної інформації для оперативного аналізу та прийняття рішень. Розробник концепції сучасних сховищ даних Білл Інмон (Bill Inmon) сформулював ряд принципів їхньої побудови. У питаннях інтеграції технологій великих даних і традиційних СД особливу увагу приділено наступним принципам: СД має бути суб'єктивно-орієнтованим; СД має бути організовано таким чином, щоб усі відповідні події були пов'язані; СД має гарантувати збереження даних, тобто не повинно бути можливості ненавмисної зміни даних; СД має забезпечувати збереження інформації з усіх використовуваних у роботі джерел; інформація має зберігатися таким чином, щоб забезпечувалася узгодженість і актуальність даних.

Традиційно СД підтримували структуровані дані і були тісно пов'язані з операційними і транзакційними системами підприємства. Однак нині ці відпрацьовані елементи і схеми взаємодії зазнають значних змін – підприємства прагнуть розширити і модифікувати СД, пристосовуючи їх до нових вимог, що пред'являються великими даними. Хоча технології великих даних і СД перетинаються, про їхнє об'єднання ще не йдеться. Традиційні СД є високоструктурованими системами, оптимізованими для вирішення специфічних завдань. Крім цього, ці системи записів є високоцентралізованими. На рис. 1 наведено типову схему обробки потоків даних в СД і вітринах даних (під вітриною даних розуміється частина СД, що призначена для певного набору бізнес-інформації).

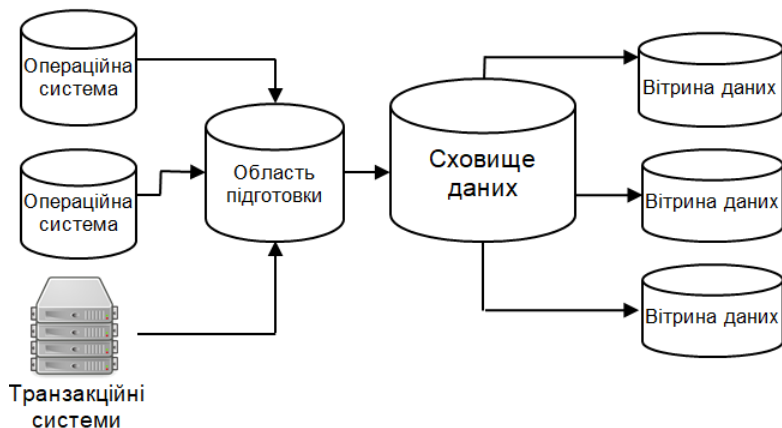


Рис. 1. Поток даних в традиційних сховищах і вітринах даних

Безперечно, СД і далі будуть застосовуватися для управління структурованими і операційними даними, виступаючи в деякому роді як система обліку даних. До них, як і раніше, будуть звертатися бізнес-аналітики, яким потрібно розглядати ключові дані, історичні тенденції і тому подібне. Однак розвиток великих даних не тільки змусив переглянути роль СД – треба було доповнити традиційний підхід новими методами. Нині відносини між СД і великими даними розвиваються у напрямку їх об'єднання в гібридну структуру. В цій гібридній моделі високоструктуровані оптимізовані операційні дані знаходяться у дуже добре контрольованому СД, в той час як розподілені дані, які можуть змінюватися в режимі реального часу, управляються NoSQL інфраструктурою.

Операційні і структуровані дані неминуче будуть взаємодіяти у світі великих даних, де джерела інформації не завжди проходять очистку і профілювання. Крім того, в бізнесі все частіше виникає потреба комбінувати дані з традиційних СД, які є джерелами перевіреної архівної інформації, з великим даними з менш структурованих і менш регульованих джерел. Вирішувати подібні бізнес-задачі дозволяє гібридний підхід, що забезпечує роботу як з традиційними СД, так і з джерелами великих даних. На рис. 2 наведено приклад схеми гібридизації традиційного СД і сховища великих даних.

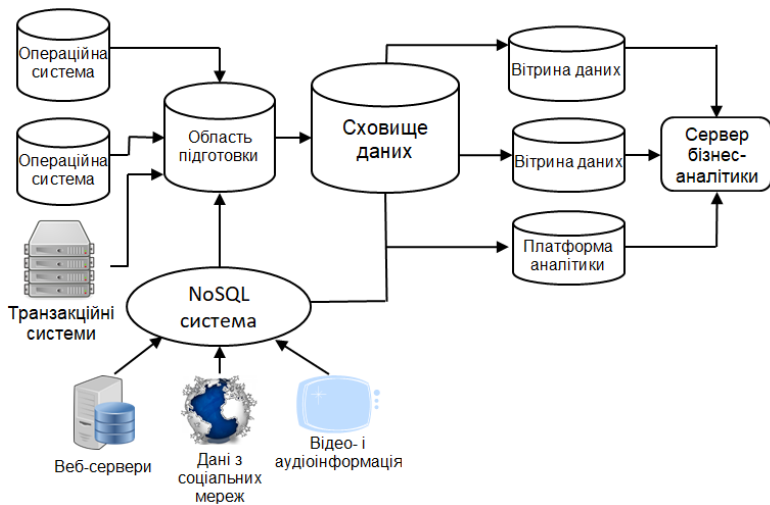


Рис. 2. Потоки даних в сховищах і вітринах великих даних

Отже, тепер частина даних залишається в середовищі NoSQL системи і оновлюється в режимі, близькому до реального часу. Інші елементи даних проходять очистку і переміщаються в сховище даних, де їх можна порівнювати з архівними даними. Наявне СД дозволяє побачити загальну картину, в той час як NoSQL система відстежує актуальні процеси.

У такий гібридній моделі, в новому контексті, вимагають вирішення такі питання, як аналіз великих даних і даних СД; процеси вилучення, перетворення і завантаження даних; розробка моделі даних і моделі програмно-апаратного комплексу, що будуть працювати найбільш ефективно в цих умовах.

УДК 005

*Коваленко І. І.,
д-р техн. наук, професор,
Гончарова Н. В.*

СИСТЕМНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ФОРСАЙТ-ДОСЛІДЖЕНЬ

Сучасним напрямком науково-технічного прогресу є планування і прогнозування розвитку інновацій з метою визначення його пріоритетних напрямків і оцінки наслідків прийнятих при цьому рішень. Разом із тим, сучасний розвиток світу характеризується зростанням динаміки таких важливих процесів, як глобалізація економіки, зменшення природних запасів, боротьба за ринки енергії, погіршення стану екології та ін. Загалом, достатньо часто, такі процеси не є монотонними, а характеризуються стрибкоподібними змінами, що призводить до появи різного роду невизначеностей та ризиків. Це ускладнює вирішення задач планування і прогнозування з використанням так званих методів «кількісного прогнозування» (forecast).

Тому за сучасних умов все більш актуальною стає нова задача – репрезентувати майбутнє, яке не може інтерпретуватись як звичайне продовження минулого. Така проблема отримала назву передбачення (від англ. «foresight» – «погляд на майбутнє»).

До сьогодні Форсайт-дослідження сформувались як самостійний науково-технічний напрямок, принциповою відмінністю від попередньої практики вирішення задач прогнозування якого є те, що методи, що використовуються, в основному мають не кількісний, а якісний характер.

Форсайт-дослідження базуються на Форсайт-технологіях, в основі яких лежить використання цілого ряду інструментальних методів (бібліографічний аналіз, експертні панелі, метод Делфі, мозковий штурм, метод сценаріїв, дорожні карти, багатокритеріальний аналіз) і багато інших методів. На думку ряду авторів робіт, наприклад, число таких методів на сьогодні складає близько трьох десятків, в той час, коли на практиці використовується не більше 6–8 методів. Ці обставини створюють необхідність вирішення двох актуальних задач:

1. Коректний вибір із початкової множини методів такої їх кількості, яке забезпечить ефективне проведення Форсайт-досліджень у конкретній предметній області.

2. Формування на основі вибраної підмножини методів системних Форсайт-технологій, в основі яких лежать процедури визначення певних послідовностей використання окремих методів, встановлення логічних взаємозв'язків між ними.

Для вирішення даних задач є необхідним облік й аналіз ряду факторів, з яких можна виділити такі:

- масштаб Форсайт-досліджень (глобальний, національний, галузевий, корпоративний);
- напрямки Форсайт-досліджень (технологічний, ринково-орієнтовний, соціально-економічний);
- класифікація методів Форсайту: за спрямуванням (пошукові методи, програмно-цільові методи); за способом оцінки (кількісні, якісні і змішані методи); за джерелом (експертні, аналітичні методи);
- можливості методів і їх призначення (генерація експертної інформації, аналіз групових експертних оцінок, підтримка прийняття рішень та ін.), аналіз їх переваг та недоліків. Роздивимось спрощений приклад формування системної Форсайт-технології на етапі багатокритеріального аналізу і прийняття рішень. Для цього може бути використаним широко відомий у наш час метод аналізу ієрархій (MAI), його модифікації (МMAI) і метод аналітичних мереж (МAM) (рис. 1).

В MAI формується єдина мета, тому у випадку необхідності розгляду декількох цілей, які дозволяють поглибити аналіз задачі, може бути використана одна з його модифікацій, представлена моделлю BOCR (B – Benefits (Вигоди), O – Opportunities (Можливості), C – Costs (Витрати), R – Risks (Ризики)). Складність задачі багатокритеріального аналізу може викликати необхідність обліку наявних зворотних зв'язків і залежностей між критеріями й альтернативами. У зв'язку з цим доцільним буде використання MAC. Подальші розробки в цьому напрямку бачаться у створенні формалізованих моделей, критеріїв, умов для побудування Форсайт-технологій.

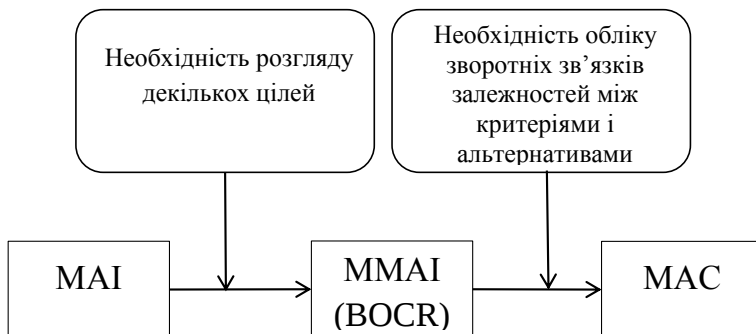


Рис. 1. Приклад побудови спрощеної Форсай-технологій

УДК 004.827

Коваленко І. І.,

д-р техн. наук, професор,

Давиденко Є. О.,

канд. техн. наук, доцент кафедри інженерії
програмного забезпечення

Швед А. В.,

канд. техн. наук, доцент кафедри інженерії
програмного забезпечення,

Антіпова К. О.,

викладач кафедри інженерії програмного забезпечення,
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

КЛАСИФІКАТОРИ ДАНИХ НА ОСНОВІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ЕНТРОПІЇ

Важливе місце в Data Mining посідають методи і алгоритми класифікації даних, побудовані на різних теоріях: математичної статистики і ймовірностей, Байєсового висновування, нейронних мереж, нечітких множин та ін.

У той же час широке застосування для вирішення задач класифікації знаходять дерева рішень, що дозволяють відображати з'єднання вузлів відповідно до інформативності відповідної ознаки, коли як міри інформації використовуються оцінки ентропії. У загальному випадку ентропія оцінює невизначеність інформації, що міститься в деяких даних або повідомленнях.

Розглянемо загальну постановку задачі класифікації. Нехай задано навчальну множину прикладів $D=\{d_i, i = 1..p\}$. Є набір ознак $V=\{V_i, i = 1..n\}$. Кожен приклад характеризується набором значень ознак $\{V_{ij}, i=1..n, j = 1..r\}$, де i – індекс ознаки, j – індекс значення i -ї ознаки. Априорі відомо, що кожен приклад $d_i \in D$ належить одному з класів $C_k \in C, k=1..S$. Необхідно побудувати структуру класифікатора, яка відображає всю наявну інформацію про значення ознак прикладів навчальної множини та належності прикладів до заданих класів. Як така структура виступає дерево рішень – деревоподібний граф, вузли (вершини) якого відображають ознаки V_i . Гілки, які виходять з вузла V_i , відображають значення ознаки V_{ij} . Кінці гілок, які виходять з термінальних вузлів дерева, відображають класи C_k . На теперішній час до класифікаторів, побудованих на основі дерев рішень, відносять ID3, C4.5 і CART. Розглянемо їх основний зміст.

В алгоритмі ID3 спочатку розраховується ентропія H навчальної множини, наприклад, для 2 класів такий розрахунок відбувається за такою формулою:

$$H(D) = -\frac{n(C_1)}{n} \cdot \log_2 \frac{n(C_1)}{n} - \frac{n(C_2)}{n} \cdot \log_2 \frac{n(C_2)}{n},$$

де $n(C_1)$, $n(C_2)$ – кількість навчальних прикладів, які характеризують класи C_1 і C_2 ;

n – загальна кількість прикладів в навчальній множині.

У загальному випадку, коли є множина класів $C=\{C_k, k = 1..S\}$ в навчальній множині D , ентропія розраховується за таким виразом:

$$H(D) = -\sum_{k=1}^S n_k \log_2 n_k,$$

де $n_k = n(C_k)/n$ – доля прикладів, які належать класу C_k .

Далі оцінюються зменшення ентропії, викликані внеском кожної з ознак. Ознака, що дає найбільший приріст інформації, може бути пов'язана з кореневим вузлом дерева рішень. У загальному випадку приріст інформації, пов'язаний з кожною i -ю ознакою ($i=1..n$), може бути розрахований за таким виразом:

$$G(V_i) = H(D) - \sum_{j=1}^n \frac{n(V_{ij})}{n} \cdot H(n(V_{ij})),$$

де $H(D)$ – початкова ентропія навчальної множини;

$n(V_{ij})$ – кількість прикладів, які мають j -е значення i -ї ознаки;

$H(n(V_{ij}))$ – ентропія підмножин прикладів $n(V_{ij})$.

Алгоритм C4.5 є удосконаленням алгоритму ID3, що дозволяє, зокрема, «відсікати» гілки дерева рішень, якщо воно занадто «розростається». Цей алгоритм виконується за принципом попереднього, але відмінність полягає в можливості розбиття області навчальної множини на кілька інтервалів, кожен з яких може бути прийнятий за атрибут.

Алгоритм CART призначений для побудови бінарних дерев рішень, тобто таких, де кожен вузол має тільки двох нащадків. Функціонує шляхом поділу на кожному етапі множини прикладів навпіл – на одній гілці розташовуються ті приклади, в яких вирішальне правило виконується (правий нащадок), на інший – ті, в яких правило не виконується (лівий нащадок). Таким чином, в процесі побудови на кожному вузлі дерева виконується перебір всіх атрибутів і вибирається для наступної побудови той, який мінімізує величину ентропії.

УДК 004.42:378

Пасіченко М. Г.,

студент,

Нездолій Ю. О.,

старший викладач,

ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ FIREBASE ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОСВІТНІХ ПРОЦЕСІВ У ЗВО

Для сучасного ЗВО, створення широкого кола інформаційних сервісів, з метою покращення якості освітніх процесів, оптимізації керування та планування, – є стратегічним питанням, вирішення якого впливає на конкурентоспроможність освітньої установи.

Можливі архітектурні рішення для інформаційно-комунікаційних сервісів ЗВО, можливо поділити на три групи :

- 1) архітектури, які використовують виключно локальні серверні потужності ЗВО;
- 2) архітектури, які використовують виключно хмарні сервіси;
- 3) гібридні архітектури.

Таблиця 1

Переваги та недоліки різних типів архітектурних рішень

№ типу архітектури	Переваги	Недоліки
Тип 1 (локальні серверні потужності)	1. Можливість повного контролю над корпоративними даними. 2. Незалежність від наявності та стану	1. Потреба самостійної реалізації певних інфраструктурних рішень
Тип 2 (хмарні сервіси)	1. Можливість швидко реалізувати інформаційні сервіси. 2. Швидкий доступ до даних завдяки розподільній інфраструктурі постачальника послуг	1. Повна залежність від постачальника SaaS 2. Висока ціна послуг при перевищенні лімітів хмарного сервісу
Тип 3 (гібридні архітектури)	1. Зберігання корпоративних даних на локальних серверних потужностях 2. Зберігання даних швидкого доступу у хмарних сервісах	1. Порівняно висока ціна розробки сервісів гібридної архітектури через потреби висококваліфікованих розробників системи

Виходячи з таблиці № 1, для бюджетних установ більш цікавими є гібридні архітектури 3-го типу, у зв'язку з тим, що вони дозволяють на початкових етапах створення архітектури для сервісів, оптимізувати витрати та знизити ризики. Залежно від наявних локальних обчислювальних, кадрових потужностей можливо відносно легко приймати архітектурні рішення.

Одним з популярних провайдерів хмарних сервісів є Firebase. На рисунку 1 наведено актуальний перелік сервісів, які можуть бути наданими.



Build better apps

- 1  **Cloud Firestore**
Store and sync app data at global scale
- 2  **Firebase ML ^{BETA}**
Machine learning for mobile developers
- 3  **Cloud Functions**
Run mobile backend code without managing servers
- 4  **Authentication**
Authenticate users simply and securely
- 5  **Hosting**
Deliver web app assets with speed and security
- 6  **Cloud Storage**
Store and serve files at Google scale
- 7  **Realtime Database**
Store and sync app data in milliseconds



Improve app quality

- 8  **Crashlytics**
Prioritize and fix issues with powerful, realtime crash reporting
- 9  **Performance Monitoring**
Gain insight into your app's performance
- 10  **Test Lab**
Test your app on devices hosted by Google
- 11  **App Distribution ^{BETA}**
Distribute pre-release versions of your app to your trusted testers



Grow your business

- 12  **In-App Messaging ^{BETA}**
Engage active app users with contextual messages
- 13  **Google Analytics**
Get free and unlimited app analytics
- 14  **Predictions**
Smart user segmentation based on predicted behavior
- 15  **A/B Testing ^{BETA}**
Optimize your app experience through experimentation
- 16  **Cloud Messaging**
Send targeted messages and notifications
- 17  **Remote Config**
Modify your app without deploying a new version
- 18  **Dynamic Links**
Drive growth by using deep links with attribution

Нижче приведений стислий аналіз можливих варіантів застосування хмарних сервісів Firebase для покращення освітнього простору ЗВО

Сервіс 1 Cloud Firestore – може бути використаний для зберігання даних освітнього процесу.

Сервіс 2 Firebase ML – використання цього сервісу недоцільно виходячи з існуючого бачення майбутніх сервісів та можливостей конкретного модуля, ймовірність використання цього сервісу 0–2%.

Сервіс 3 Cloud Functions – може бути використаний для реалізації певних частин backend'у системи для роботи сервісу 6.

Сервіс 4 Authentication – може бути використаний для спрощення реєстрації та автентифікації у інформаційній системі ЗВО.

Сервіс 5 Hosting – може бути використаний для розміщення WEB-частини інформаційної системи.

Сервіс 6 Cloud Storage – може бути використаний для розміщення файлів потрібних для здійснення навчального процесу.

Сервіс 7 Realtime Database – може бути використаний для розміщення даних швидкого доступу.

Сервіс 8 Crashlytics – може бути використаний для моніторингу системи на наявність помилок та програмних збоїв.

Сервіс 9 Performance Monitoring – може бути використаний для моніторингу швидкодії програмних клієнтів системи.

Сервіс 10 Test Lab – може бути використаний для автоматизованого тестування системи на наявність помилок розробки програмного забезпечення.

Сервіс 11 App Distribution – може бути використаний для доставки оновлень програмних клієнтів на пристрої користувача.

Сервіс 12 In-App Messaging – може бути використаний для інформування про певні події під час роботи із застосунком сервісу.

Сервіс 13 Google Analytics – може бути використаний для збору аналітики системи.

Сервіс 14 Predictions – може бути використаний для сегментації користувачів зважаючи на їх використання системи.

Сервіс 15 A/B Testing – може бути використаний для отримання зворотного зв'язку при реалізації нових сервісів або зміні дизайну системи.

Сервіс 16 Cloud Messaging – може бути використаний для доставки push-повідомлень на пристрої користувачів.

Сервіс 17 Remote Config – може бути використаний для зміни дизайну системи або відображення певних акцій для певних подій.

Сервіс 18 Dynamic Links – може бути використаний для створення посилань на внутрішні екрани застосунків для покращення користувацького досвіду та залучення більшої кількості аудиторії.

Використання гібридних архітектур на базі локальних серверів та хмарних сервісів Firebase дає можливості ефективно розробляти, впроваджувати та підтримувати у ЗВО нові інформаційні сервіси різного призначення та керувати ризиками. Однак слід зауважити, що для великих проєктів може бути велика ціна тарифного плану хмарного сервісу Firebase.

УДК 004.42:378i

Котигрбов С. В.,

студент,

Нездолій Ю. О.,

старший викладач,

ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

МОЖЛИВОСТІ ФРЕЙМВОРКУ SPRING ДЛЯ СТВОРЕННЯ 3-Х РІВНЕВИХ RESTFUL АРХІТЕКТУРНИХ РІШЕНЬ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ЛІНГВІСТИЧНИХ СЕРВІСАХ

Згідно з теорією множинного інтелекту Г. Гарднера, саме вербально-лінгвістичний інтелект відповідає за лінгвістичні здібності людини. Для гармонійного розвитку, високого рівня соціалізації та конкурентоспроможності на сучасному ринку праці кожна персона повинна прагнути вільно володіти кількома мовами. Тому, створення лінгвістичних освітніх сервісів, які на підставі сучасних досягнень у сферах педагогіки, когнітивної психології та сучасних інформаційних технологій, буде сприяти розвитку національних спільнот та є досить актуальною задачею.

3-рівнева архітектура, яка використовується у широкому колі інформаційних систем, потребує обрання певних компонентів, які можуть бути використані на кожному з рівнів. Лінгвістичні сервіси мають певні особливості, що можуть впливати на критерії оцінювання архітектурних альтернатив та реалізацій, а саме:

1. Підтримка гетерогенних інфраструктур (велика кількість клієнтів на різних операційних платформах).
2. Невисока вартість створення, тестування та розгортання архітектур.

3. Кросплатформність на всіх рівнях.
4. Легке поетапне масштабування.
5. Якісна технічна документація.
6. Якісна підтримка, розвинуте Community.
7. Відповідність сучасним міжнародним технічним стандартам та трендам.

Де-факто, одним з типових промислових архітектурних рішень є рішення на базі платформи Java EE. Вона дозволяє створювати сучасні, робастні та гнучкі програмні рішення будь-якого рівня. Компоненти цієї платформи, які дозволяють використовувати Web-сервіси (в першу чергу RESTful), як найкраще відповідають підтримці гетерогенних інфраструктур (критерій 1). Крім того, REST сервіси забезпечують масштабованості взаємодії компонентів системи (додатки), спільність інтерфейсів, незалежне впровадження компонентів, проміжні компоненти, що знижують затримку, які посилюють безпеку.

Але використання безпосередньо компонентів Java EE не завжди просто, сама платформа нараховує більше 30 специфікацій та різних типів технологій. Тут на допомогу приходять фреймворки – надбудови над платформою, саме до них відноситься Spring.

Spring – це не один якийсь конкретний фреймворк. Це скоріше загальна назва для цілого ряду невеликих фреймворків, кожен з яких виконує якусь свою роботу (рис. 1).

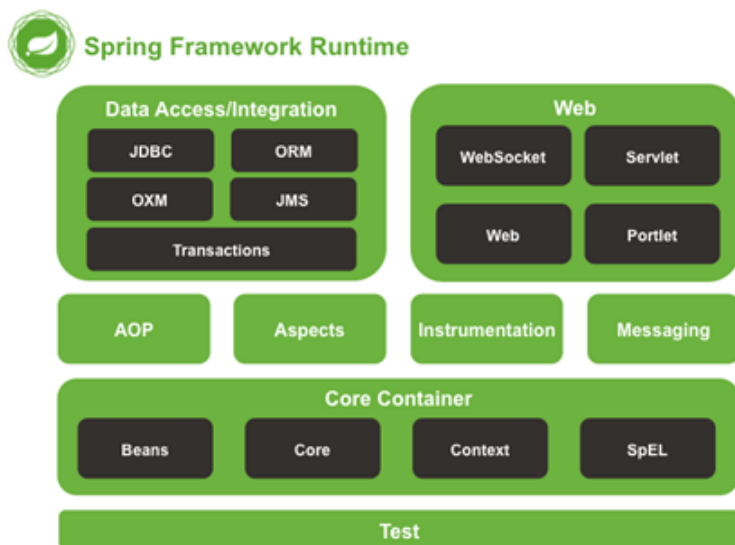


Рис. 1. Spring Framework

Важливими властивостями фреймворку Spring є:

1. Легкість – Фреймворк Spring дуже легкий з точки зору розміру і функціональності. Все завдяки його реалізації POJO, яка не вимагає спадкування будь-яких класів або реалізації будь-яких інтерфейсів.

2. Підтримка аспектно-орієнтоване програмування (АОП). АОП використовується для відділення наскрізної функціональності (наприклад, логування, безпеки, і т. ін.) від бізнес-логіки.

3. Контейнер – Spring проектує і управляє життєвим циклом і налаштуваннями об'єктів програми.

4. Впровадження залежностей – це дозволяє розробляти слабо пов'язані застосунки. Це значно спрощує модульне та інтеграційне тестування, заміна модулів стає значно простішою.

5. Інтеграція з іншими фреймворками – Spring забезпечує просту інтеграцію фреймворків, які вирішують більш складні проблеми. Наприклад, Hibernate, Torlink і т. ін.

У Spring модульна структура. Це дозволяє підключати тільки ті модулі, що нам потрібні для нашої програми, та не підключати ті, які є зайвими у конкретних архітектурних рішеннях.

У таблиці 1 продемонстровані Модулі Spring та доцільність їх використання при створенні лінгвістичних сервісів.

Таблиця 1

Модулі Spring

Модуль Spring	Доцільність використання
Spring Boot	Володіє великим функціоналом, але його найбільш значущими особливостями є: управління залежностями, автоматична конфігурація і вбудовані контейнери сервлетів. Надає хорошу платформу для розробників Java для розробки автономних і продуктивних додатків, яке ви можете просто запустити. Ви можете почати роботу з мінімальними налаштуваннями без необхідності повного налаштування конфігурації Spring.
Spring WebMVC	Дозволяє розробляти не тільки класичні веб-додатки, але і реалізовувати REST API. Надає багатий набір інструментів, який спрощує розробку REST API: інструменти для маршрутизації запитів, класи-кодеки для перетворення в об'єкти необхідних типів і т.д, за допомогою REST ми маємо можливість передавати дані по мережі в такому вигляді, в яких вони знаходяться.
Spring Data	Зручний механізм для взаємодії з сутностями бази даних, організації їх в репозиторії, вилучення даних, зміна, для цього буде достатньо оголосити інтерфейс і метод в ньому, без імплементації.
Spring Security	Надає механізми побудови систем аутентифікації та авторизації, а також інші можливості забезпечення безпеки для додатків.

Висновок:

Spring – гарний вибір для створення лінгвістичних сервісів. Його можливості дозволяють розробляти високоякісні архітектури, які відповідають будь-яким особливостям та потребам користувачів. Завдяки багатьом функціям, згаданим вище, Spring Framework є гарним вибором для команд розробників. Але треба враховувати, що ефективність використання залежить від рівня розробників та підключення мінімального набору обов’язкових модулів (Spring Boot).

УДК 004.75:004.77

Пономаренко А. О.,

бакалавр кафедри інтелектуальних інформаційних систем,

Нездолій Ю. О.,

старший викладач кафедри інженерії програмного забезпечення,

ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

ПЕРСПЕКТИВИ І МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ХМАРНИХ ТА БЕЗСЕРВЕРНИХ ОБЧИСЛЕНЬ ДЛЯ БАНКІВСЬКИХ СЕРВІСІВ

Інформаційна революція щороку набирає все більших обертів, змушуючи всі індустрії – від найбільших до найменших – змінювати існуючу інфраструктуру інформаційних технологій і звертатися до останніх можливостей видобутку, обробки та зберігання інформації. Серед переліку найбільш трансформативних цифрових рішень перші місця посідають хмарні технології.

Термін «хмарні технології» сьогодні не викликає подиву, адже із тими чи іншими складовими хмари людство зустрічається щодня. Хмарні технології пропонують масштабовану інфраструктуру і програмні засоби без прив’язки до фізичних машин. Завдяки віртуалізації з’явилася можливість об’єднувати інтернет-сервери у єдині кластери із величезною обчислювальною потужністю. Такі об’єднані мережі надають обчислювальні послуги на вимогу (on-demand), тому з користувачької точки зору ресурси в хмарі можна нескінченно розширювати.

Серед переліку індустрій, які потребують трансформації існуючої інформаційної інфраструктури, не останнє місце займає банківський сектор. Впровадження технологій хмарних обчислень дозволить фінансовим установам підвищити ефективність використання банківських систем із значним скороченням витрат на обслуговування та керування традиційної інформаційної інфраструктури.

Якщо класифікувати типи програмних застосунків, що використовуються у банківських структурах за критерієм значної відмінності вимог до цих інформаційних сервісів, можемо виділити такі групи банківських інформаційних систем:

- системи електронних платежів різних рівнів (державного; міжнародного; банки часу);
- внутрішньокорпоративні інформаційні системи банківських установ;
- системи керування віддаленими платіжними терміналами та підтримки процесингу пластикових карток (банкоматами; торговими терміналами і т. ін.);
- сервіси для віддаленого керування банківськими рахунками юридичних та фізичних осіб.

Усі наведені сервіси мають досить відмінні бізнес-вимоги, але у них є спільне коло нефункціональних вимог та вимог, що висуваються регуляторами цього сектору економіки, вимог, які диктує конкуренція у цьому сегменті світової економіки.

Враховуючи, що банківські організації будь-якого типу займаються обробкою та зберіганням персональних даних, конфіденційність стає одним із критичних факторів при виборі моделі інформаційної інфраструктури. Банківські операції із грошима також потребують особливої уваги провайдерів хмарних сервісів для належного захисту інформації.

Усі наведені сервіси мають досить відмінні бізнес-вимоги, але у них є спільне коло нефункціональних вимог та вимог, що висуваються регуляторами цього сектору економіки, які диктує конкуренція у цьому сегменті світової економіки.

Враховуючи, що банківські організації будь-якого типу займаються обробкою та зберіганням персональних даних, конфіденційність стає одним із критичних факторів при виборі моделі інформаційної інфраструктури. Банківські операції з валютою також потребують особливої уваги провайдерів хмарних сервісів для належного захисту інформації. Загальні вимоги до постачальників хмар можна окреслити такі:

- забезпечення безпеки банківських інформаційних інфраструктур відповідно до чинного законодавства;
- забезпечення конфіденційності клієнтських даних;
- забезпечення цілісності даних та унеможливлення внесення змін у банківські дані неуповноважених осіб чи програмних застосунків;
- забезпечення контролю доступу та безпеки взаємодії компонентів інформаційної інфраструктури.

Крім традиційних операцій зі звичайними видами валют, існують операції із альтернативними валютами. Існує так звана економіка, за-

снована на часовому факторі, що оперує часом у якості грошей. Фактично, вартість такої валюти – людино-година (або інша узгоджена банком одиниця часу – наприклад, тайм-долари, або часові кредити). Банки, що використовують часові кредити у якості валюти, називаються банками часу або тайм-банками. Філософія таймбанкінгу полягає у оперуванні послугами замість традиційних грошей. Банківські операції із часом – це не те ж саме, що і бартер. Бартер у класичному розумінні має на меті рівноцінний обмін. У банках часу, натомість, після надання послуги на рахунок зараховується часова валюта, яку можна використати пізніше, тобто часові кредити циркулюють у тайм-банках так само, як і готівкові чи безготівкові гроші у класичній економіці.

Розглянемо сервіси, які надають хмарні обчислення.

- **IaaS** (Infrastructure as a service – інфраструктура як сервіс) – хмарні платформи, в межах яких користувачу надається можливість керувати операційною системою, програмним забезпеченням, засобами обробки та збереження інформації самостійно.

- **PaaS** (Platform as a service – платформа як сервіс) – хмарні платформи із повним набором необхідного проміжного та допоміжного програмного забезпечення (наприклад, СКБД, фреймворк, сервіс).

- **SaaS** (Software as a service – програмне забезпечення як послуга) – бізнес-застосунки, готові для експлуатації: клієнт взаємодіє із застосунком, базовими налаштуванням займається провайдер.

Наочно різницю між різними типами сервісів, що надають хмарні обчислення, продемонстровано на рисунку 1. Сірим кольором на рисунку позначена зона відповідальності провайдера, синім – зона відповідальності розробників.

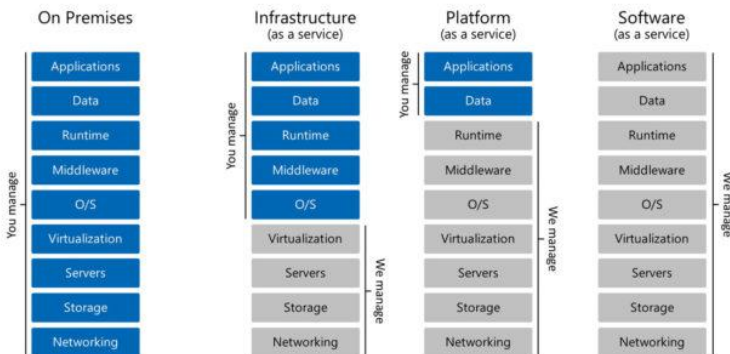


Рис. 1. Різниця між моделями хмарних сервісів IaaS, PaaS та SaaS

Основною причиною популярності і перспективного майбутнього хмарних обчислень є те, що хмарні технології надзвичайно вигідні. Хмарні обчислення включають в себе такі сервіси як надання обчислювальної потужності, сховища для зберігання даних, створення мереж та інформаційних структур і надання аналітики.

Серед провайдерів-гігантів хмарних сервісів варто відзначити Amazon Web Services, Microsoft Azure та Google Cloud Platform. Домінантну позицію на ринку займає, безперечно, AWS, що фактично стали піонерами у області надання послуг хмарних обчислень. Серед недоліків Amazon Web Services виділяють вартість послуг та складність системи для новачків. Azure пропонує широкий спектр послуг та інтеграцію з іншими інструментами і програмними засобами сімейства Microsoft, однак відштовхує користувачів відсутністю чіткої та зрозумілої документації і складністю керування системою хмари. Google Cloud Platform сьогодні набирає популярність як ніколи через легкість інтеграції хмарних сервісів у вже існуючі проєкти та підтримку бізнесів, нативно побудованих на хмарних технологіях. GCP пропонує великий вибір інструментів для роботи з хмарними обчисленнями, і при цьому тішить користувачів економічною вигідністю своїх пакетів, через що зарекомендував себе як кращий вибір для підприємств-початківців.

Окрім сервісів IaaS, PaaS та SaaS, розглянутих вище, найбільші провайдери виділяють окремий хмарний сервіс – serverless computing. Поняття serverless не має на увазі відсутність фізичних серверів. Під безсерверністю розуміється відсутність необхідності думати про сервер. Налаштуванням, масштабуванням, керуванням серверу повністю займається провайдер.

Безсерверні обчислення – це нова модель хмарних обчислень, сьогодні відома як FaaS – Function as a service (функція як сервіс). У процесі використання FaaS моделі розробник може повністю зосередитись на створенні якісного продукту, не переймаючись за обслуговування серверу. Найбільші провайдери хмарних технологій вже створили власні сервіси: наприклад, AWS Lambda, Azure Functions та Google Cloud Functions.

Безсерверні обчислення – найбільш привабливе рішення для банків часу. Оскільки банк часу може фактично розглядатися із соціальною мережею із особливим функціоналом, не виникає гостра потреба у налаштуванні серверу з нуля із подальшою установкою особливого програмного забезпечення, а легка масштабованість під потреби банку стає значною перевагою у порівнянні з традиційними хмарними сервісами, адже кількість користувачів соціальної мережі має тенденцію зростати набагато швидше, ніж кількість клієнтів у банку.

Перелічені характеристики хмарних обчислень привертають увагу багатьох сфер, серед яких є і банківська. Хмара – вигідне рішення для банків, оскільки саме хмари можуть забезпечити швидке обчислення великих об’ємів даних, опікуватися їх безпекою та з легкістю масштабуватись до потреб фінансових установ. Обслуговування хмари є більш ефективним у плані витрат порівняно із обслуговуванням традиційної інформаційної інфраструктури, до того ж, сплачувати необхідно лише за спожиті ресурси і послуги.

Тож у чому полягає перспективність використання хмарних обчислень саме для банківської справи?

Поєднання передових методів інтелектуального аналізу даних та хмарних обчислень дозволить банкам швидко отримувати цінну інформацію із величезного об’єму даних. Хмарні сервіси мають безперечну перевагу у швидкості обробки даних, якості їх аналізу та масштабуванні за потреби. Хмара є надійнішою за традиційні інформаційні інфраструктури і не має їх недоліків. Рішення хмарних обчислень максимально спрощують обслуговування і використання інформаційної інфраструктури для фінансових установ.

Під час використання хмарних технологій значно підвищується ефективність роботи банку та взаємодії банку з клієнтами, оскільки швидкість обслуговування не обмежується спроможністю окремих відділень банку.

Вже сьогодні деякі з банків обирають перехід до хмарних обчислень. Серед таких – австралійський банк Westpac, що входить у четвірку найбільших. Westpac оголосили про інтеграцію можливостей новітніх хмарних технологій в існуючу інфраструктуру та поступовий перехід на хмарні обчислення. Оголошення про таку «хмарну стратегію» банку-гіганту має змотивувати й інші банки по всьому світу до переходу на хмарну модель інфраструктури.

Таким чином, були розглянуті переваги хмарних та безсерверних обчислень та висвітлені перспективи їх використання у банківській сфері. Потенціал інтеграції хмарних технологій у поле банківської справи невичерпний. Вже сьогодні поступове впровадження хмарних сервісів в існуючі інформаційні інфраструктури дасть значні результати у підвищенні ефективності роботи банків, зниженні витрат на підтримку серверів та швидкості обслуговування клієнтів та надання банківських послуг. Щодо провайдерів хмарних сервісів, більшість зусиль для залучення банків до переходу на хмарну модель інформаційної інфраструктури має бути спрямована на підвищення безпеки даних та обчислювальних операцій, відповідність існуючому законодавству та забезпечення конфіденційності та цілісності даних.

Стоєв Є.Д.,
студент,
Нездолий Ю. О.,
старший викладач
ЧНУ ім. Петра Могили, м.Миколаїв

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПЛАТФОРМИ AZURE ДЛЯ ДОПОМІЖНИХ СЕРВІСІВ СПРІЯННЯ ПРАЦЕВЛАШТУВАННЮ СТУДЕНТІВ

Молодь формує особливий спектр ринку праці, який значно відрізняється від інших його складових. З одного боку, у молодому віці людина має високу мобільність, вона відкрита, готова до змін і пошуку роботи, а з іншого – їй не вистачає відповідного досвіду, щоб бути конкурентоспроможною на ринку праці. Недосконала законодавча база, відсутність чіткої державної стратегії забезпечення зайнятості молоді, невідповідність освітніх послуг з підготовки кадрів реальним потребам економіки, слабкі механізми стимулювання роботодавців до працевлаштування молоді перетворюють безробіття молодих людей на одну з найгостріших соціально-економічних проблем сучасної України.

Дані Міжнародної організації праці свідчать, що проблема зайнятості та працевлаштування молоді набула глобальних масштабів. Незважаючи на поступове відновлення економіки, безробіття серед молодих людей продовжує зростати. Україна не є у цьому винятком, а соціально-економічні проблеми регіонів мають загрозливий характер і впливають на розвиток трудового потенціалу держави.

Одним з напрямків вирішення гострої проблеми безробіття молоді є створення платформи, яка буде орієнтована саме на молодь. Сучасний ринок сервісів для працевлаштування в 90% орієнтований на робітників зі стажем роботи, роботодавці надають перевагу саме таким кандидатам, що у свою чергу призводить до відкидання кандидатури студента як робітника.

Для створення такої платформи були дослідженні та вивчені такі платформи, як:

- Amazon Web Services;
- Google Cloud Platform;
- Microsoft Azure.

Критеріями порівняння сервісів були обрані такі:

1. Відносно низька вартість створення прототипу сервісів.

2. Якість документації.
3. Наявність API на популярних мовах програмування.
4. Складність засвоєння основ керування хмарною інфраструктурою.
5. Середня вартість однієї клієнтської транзакції.
6. Розвинуте Community.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз популярних хмарних платформ

	Amazon Web Services	Google Cloud Platform	Microsoft Azure
1. Відносно низька вартість створення прототипу сервісів	5	5	5
2. Якість документації	3	4	5
3. Наявність API на популярних мовах програмування	3	3	4
4. Складність засвоєння основ керування хмарною інфраструктурою	4	4	3
5. Середня вартість однієї клієнтської транзакції	4	3	4
6. Розвинуте Community	5	5	5
Всього:	24	24	26

Після детального порівняння була обрана платформа від Microsoft. Вона відповідає основним вимогам до інструментів аналізу, розробки, та підтримки – має великий список готових інструментів для аналізу інформації, організації інформації, підтримує сучасні серверні технології, має певний перелік безкоштовних сервісів для роботи з інформацією, має інструменти для інтеграції в існуючі проєкти, що у свою чергу дозволяє створювати гнучке та продуктивне програмне забезпечення.

Платформа Azure є лідером на ринку хмарних рішень. Так, орган центральної влади, як «Міністерство цифрової трансформації України» для проєкту «Дія» використовує Azure для організації зберігання цифрових даних. 98 % корпорацій зі списку Fortune використовує платформу для вирішення бізнес-потреб.

Azure надає можливість використовувати розробки корпорації Microsoft у сфері штучного інтелекту для аналізу інформації. Такі інструменти, як «когнітивний пошук Azure» надає гнучкі шляхи аналізу та обробки інформації. Платформа «Bot Service» надає можливості для створення потужних інструментів для взаємодії із суб'єктом проблеми.

Усі ці інструменти надають можливості для аналізу та взаємодії з інформацією, що у свою чергу надає можливість створити гнучку та потужну платформу для вирішення поставленої задачі. Досягнення мети відбувається за рахунок обробки отриманої інформації та генерування необхідних пропозицій ринку праці для стейкхолдерів.

У ході аналізу роботи над прототипами ядра системи була отримана позитивна відповідь на питання про перспективи використання платформи Azure, як основи проєкту. Розроблені прототипи для підсистеми аналізу інформації користувачів дозволяють стверджувати, що використання платформи Azure є доцільним у рамках проєкту.

Однак, слід зауважити деякі особливості платформи. Перш за все, слід враховувати потенціальні розміри проєкту (відносно висока ціна сервісу для великих проєктів) під час прийняття бізнес-рішення.

УДК 004.42:378

Яблонський О. О.,

студент,

Нездолій Ю. О.,

старший викладач

ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ГЕОЛОКАЦІЙНИХ ФРЕЙМВОРКІВ ДЛЯ ПЛАТФОРМИ IOS

Ми живемо у той час, коли нам не потрібно купувати величезні карти для подорожі у інше місто або країну. Нам не потрібно питати перехожих напрямом до того чи іншого місця. Та загубитись у лісі або у незнайомому місті майже неможливо, адже невеликий пристрій у кишені кожного може вказати, де знаходиться людина на Землі з точністю до кількох метрів. За останнє десятиріччя навігація стала доступною та повсякденною для кожної людини завдяки швидкому розвитку смартфонів та систем супутникових навігацій (GPS, ГЛОНАСС, Галілео та інші).

Велика кількість програмних застосунків використовують способи ідентифікування геолокації користувача. Від простих способів (ідентифікація, місце розташування користувача за допомогою IP-адреси) або більш складних (за допомогою супутникових систем навігації). Геолокація надає велику користь як і користувачам, так і розробникам програмного забезпечення. Наприклад, користувач, завдяки функції

геолокації смартфона, може знайти у випадку його загублення або знайти найкоротший шлях до пункту призначення. Розробники можуть використовувати геолокацію користувача для розміщення місцевої реклами або для формування вигідних пропозицій для людей із певного регіону, збору статистики тощо. Насправді, у геолокації може бути безліч способів використання.

Для створення програмного застосунку, що використовує систему геолокацій, необхідно використовувати певний фреймворк. Розглянемо фреймворки для платформи iOS:

- Core Location;
- MapKit;
- Google Maps SDK;
- OpenStreetMap.

Core Location – це фреймворк, розроблений Apple, що є частиною всіх пристроїв на iOS. Він дозволяє отримати інформацію про географічне положення та орієнтацію гаджета. Цей фреймворк використовує всі можливі способи для отримання даних про геолокацію (Wi-Fi, Bluetooth, GPS, магнітометр, барометр та інші).

MapKit – ще один фреймворк від Apple, що вже дає змогу відстежити геолокацію користувача, відмітити її на інтерактивній карті, а також дає ряд інструментів для роботи з картою, наприклад, додавати так звані «точки інтересу» (points of interest) – тобто пам'ятки.

Google Maps SDK – це не просто фреймворк, а набір фреймворків та інструментів для роботи з геолокацією та мапами. Його плюсами є велика кількість зручних інструментів та простота розробки, а мінус – він є платним на противагу Core Location та MapKit.

OpenStreetMap – ще один фреймворк для роботи з геолокацією та мапами, але він вже є абсолютно безкоштовним та з відкритим кодом – тобто його можна повністю переробити під свій програмний застосунок. Але робота з ним важка, через невелику кількість документації, а ще є баги та неточності у роботі.

На підставі проведеного порівняльного аналізу робимо висновок, що найбільш доцільними для роботи з геолокацією на платформі iOS є фреймворки Core Location та MapKit, у зв'язку з тим що вони були розроблені виключно для платформи iOS компанією-власником (Apple), тож вони працюють швидко і бездоганно. Також вони прості у використанні, мають багату офіційну документацію та мають потужний набір інструментів для роботи з геолокацією користувача та мапами.

УДК 656.13

Клименко Л. П.,
д-р. техн. наук, професор кафедри екології,
Случак О. І.,
аспірант кафедри екології,
Андрєєв В. І.,
канд. техн. наук, доцент кафедри екології,
Прищепов О. Ф.,
канд. техн. наук, доцент кафедри автоматизації
та комп'ютерно-інтегрованих технологій
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ З ПРОСЯКНЕННЯ ДИЛАНТНОЮ РІДИНОЮ ПОРОШКОВИХ КОМПОЗИТІВ В РОЗРОБЦІ БАЛІСТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Аналіз перспектив впровадження методу просякнення пористих порошкових композитних матеріалів дилантною речовиною, що має властивості неньютоновської рідини базується на наведених авторами розрахунках впливу наповнювачів на міцність зчеплення між частинками порошку.

Авторами виявлено, що порошкові композитні матеріали з крупною поровою структурою мають надто слабе зчеплення між частинками для того, щоб ефективно застосовуватись як балістичні матеріали.

Балістичне враження даних матеріалів призводить до їх розкрашування, а перепад тиску при спротиві удару з боку балістичної речовини призводить до об'ємного враження всієї структури композиту.

Основою дослідження є теоретичне припущення, що просякнення дилантною речовиною пористого матеріалу є оптимальним методом її утримання, що виключає витікання та сприяє розподілу кінетичної енергії удару по всій структурі матеріалу.

Мета і завдання дослідження полягають в розрахунку характеристик просякненого дилантною речовиною порошкового композиту на основі губчастого титану.

Виклад основного матеріалу. Результатом дослідження мав стати проєкт заявки на патент України на винахід «Балістичний матеріал на основі порошкового композиту, просякненого дилантною речовиною»

та напрацювання для статей у фахових виданнях, монографій та інших публікацій.

Виявлено, що застосування порошкового композиту не дає очікуваного результату.

Джерелом інформації стала математична модель дії вражучого елементу на матеріали різних типів, використана для розробленого порошкового композиту та модель формування порової структури на етапі пресування, а також результати прикладних випробувань з пристрілюванням спеченого брикету на основі губчастого титану кулею калібру 7,6/пістолет Токарева ТТ.

За результатами наукового диспуту щодо розглянутих моделей було визначено, що основними факторами, які заважають реалізації початкової задумки, є:

- слабке зчеплення часток матеріалу в пресованому композиті на основі металічного порошку, що спричиняє вразливість до вібрації та ударних навантажень через розкрашування матеріалу;
- інтенсивний перепад тиску при взаємодії дилантної речовини з кінетичною енергією удару, що спричиняє локальні випадкові руйнування в тих частинах композиту де зв'язок між частками найслабший;
- ризик утворення осколків, так як при одноосному пресуванні найслабша частина матеріалу лишається внизу і якщо вона буде тильною, то її частки при розкришуванні здатні вразити об'єкт, який мали захищати;
- інтенсивна передача кінетичної енергії в дилантній речовині, що за відсутності нормального демпфера здатна викликати сильний ефект заброньового враження.

У ході обговорень авторами висунуто пропозицію розглянути можливість застосування методу просочування у вигляді чергування твердих матеріалів з полівініловими капсулами, наповненими дилантною рідиною, або просякнення металічної піни, яка не має тих вразливостей, що спостерігаються в композитних матеріалах, виготовлених методами порошкової металургії.

Висновки.

Пропонується включити ці пропозиції в програму подальших досліджень. У перспективі визнано можливим отримання двох заявок на патенти України:

1. Балістичний композит з полівініловими капсулами, наповненими дилантною речовиною.

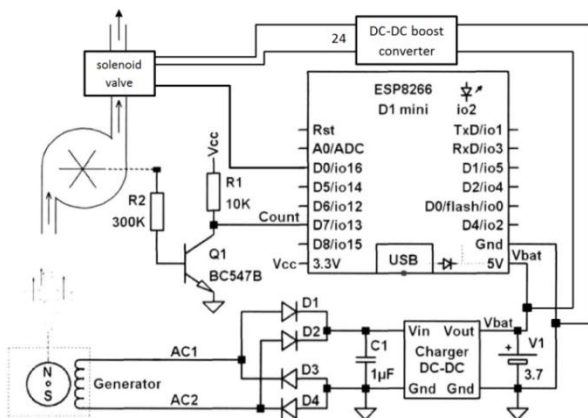
2. Балістичний композит, виготовлений шляхом просочення металічної губки дилантною рідиною.

Розробка заявки «Балістичний матеріал на основі порошкового композиту, просякнутого дилантною речовиною», визнана недоцільною.

Баранов М. Я.,
студент групи 471,
Кубов В. І.,
канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри автоматизації
та комп'ютерно-інтегрованих технологій,
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

АВТОНОМНИЙ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ ВИТРАТОМІР ВОДИ

Корисна модель, що пропонується, належить до галузі вимірювальної техніки і призначена для автономного та автоматизованого вимірювання витрат води з урахуванням її температури. В моделі передбачено захист від зовнішнього несанкціонованого втручання, накопичення отриманих даних, передачі даних бездротовими мережами, контроль пропускної здатності. Ця корисна модель претендує на використання в народному господарстві.



В основу корисної моделі поставлено задачу створити такий лічильник кількості води, в якому додатково введено можливість контролювати пропускну здатність витратоміра дистанційно. Поставлена задача вирішується встановленням електромагнітного клапану в лічильник кількості води, який містить корпус із вмонтованою в нього віссю, на якій розміщена крильчатка з датчиком холла, дисплей, мікроконтролер, блок введення інформації, блок пам'яті, датчик температури. Усі наведені комплектуючі та елементи конструкції дозволяють про-

водити вимірювання кількості гарячої або холодної води залежн від її температури, контролювати величину пропускну здатності конструкції, вимірювати значення зовнішнього магнітного поля для захисту від впливу на точність вимірювань, автоматизовано передавати накопичені дані до контролюючих органів та виконувати всі ці дії без використання додаткових зовнішніх джерел живлення. Все вищепераховане дозволяє підвищити експлуатаційні якості та функціональні можливості витратоміра та уникнути вад існуючих лічильників води.

УДК 681

Головченко Д. С.,

студент групи 471,

Курков М. Д.,

студент групи 471,

Кубов В. І.,

канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри автоматизації
та комп'ютерно-інтегрованих технологій,
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

SUPERVISORY CONTROL SYSTEM BASED ON ESP8266 AND LABVIEW WITH MODBUS TCP/IP PROTOCOL

To get specialists of automated systems there should be practical experience with programming and setting SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). There are some financial problems. Professional software requires high powered computer.

Many of hardware manufacturers seek to use their licensed software. Only few Ukrainian universities can afford to purchase sets of hardware and software from several well-known companies, that are actually in use in automation field. For example, Siemens, Schneider, Lenze, ABB and so on.

Because of this the problem arises of finding acceptable for cost and complexity, satisfying requirements of university.

Labview is enviroment of development and platform for running programs, created with graphical programming language «G» by National Instruments. Labview is near to SCADA, but it is oriented not only on automated controlling system but automated research system.

LabVIEW Datalogging and Supervisory Control (DSC) is an addition to Labview. This module makes Labview as SCADA – development of supervisory control systems.

OPC server is a program that receives data in internal format of system and converts it in OPC format. In other words, OPC server is universal driver between periphery and any OPC client.

ESP8266 is the administration object here. It's very popular because of its low cost, high specs and having Wi-Fi module. Arduino IDE can be used as development environment for ESP8266, it means many of Arduino libraries can be used.

To link ESP8266 and Labview there must be installed additional packet «OPC Servers» available in NI Packet Manager. This packet has blocks for working with different variation of Modbus protocol. For example, Modbus RTU, Modbus ASCII, Modbus TCP/IP etc. For Wi-Fi there is Modbus TCP/IP.

After the packet downloading, block «Create Modbus Instance» must be configured. With constants IP address, port and connection delay can be set. After that connect «Write Multiple Holding» to the output to «Create Modbus Instance».

After sending the data with OPC server, receive them with ESP8266. Modbus TCP Slave library is used for receiving data and processing.

Figure 1 shows the connection.

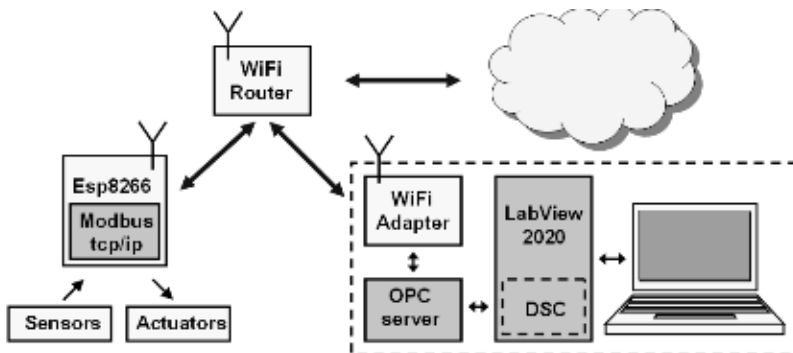


Fig. 1. Connection of automated system with peripherals

The main result of the work is the practical confirmation of the possibility of building a system suitable both for educational tasks of building SCADA as well as for data processing tasks, based on available software and hardware.

Давиденко Я. Ю.,
студентка групи 471,

Щесюк О. В.
канд. техн. наук, доцент кафедри автоматизації
та комп'ютерно-інтегрованих технологій
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

АВТОМАТИЗОВАНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДЕЗІНФЕКЦІЇ ПРИМІЩЕНЬ

Актуальність роботи. Вірус – збудник багатьох інфекційних захворювань людини, тварин, рослин. Специфіку епідеміології вірусних інфекцій передусім визначають особливості внутрішньоклітинного паразитування збудників. У сухому вигляді на поверхнях меблів і предметів інтер'єру він може виживати протягом декількох тижнів. Щодня людина вдихає близько 12 м^3 або 14 кг повітря. Ця цифра в кілька разів перевищує обсяг і вагу споживаної за добу їжі. Профілактична дезінфекція має проводитись систематично в місцях ймовірної присутності джерела збудника інфекції. При збиранні ми часто використовуємо пилосос, і цей агрегат за наявності в будинку хворих може стати буквально поширювачем інфекції. Ультрафіолетове випромінювання використовувалося для дезінфекції з середини ХХ-го століття і навіть ще раніше, коли сонячне світло був досліджено на антибактерицидні ефекти в середині ХІХ-го століття.

Установки знезараження повітря рекомендується розміщати:

- у всіх приміщеннях в кінцевому пристрої припливної вентиляції, будь-яких схемах вентиляції і кондиціонування повітря;
- в інфекційних палатах і відділеннях в кінцевому пристрої припливної вентиляції і на вході витяжного каналу вентиляції;
- у всіх приміщеннях з використанням рециркуляції повітря на припливному чи рециркуляційному повітроводах, а якщо це неможливо, то оснащувати ці приміщення автономними установками знезараження повітря.

Опис пристрою. Принцип роботи пристрою полягає в прямому опроміненні ультрафіолетом приміщення для дезінфекції повітря та поверхонь за умов відсутності людей. Дезінфекція проходить в тих місцях, куди потрапляють прямі промені ультрафіолету. **Тривалість роботи бактерицидної установки, за якої досягається потрібний рівень бактерицидної ефективності; різна залежно від типу опромі-**

нювача: для закритих опромінювачів 1–2 години; для відкритих і комбінованих 0,25–0,5 годин; для систем припливно-витяжної вентиляції 1 година і більше.

Ефективність знезараження (результативність дезінфекції, ступінь дезінфекції) оцінюється у відсотках як кількість загинулих мікроорганізмів (чи інактивованих вірусів) від їх кількості до початку опромінення. Для УФ-ламп ефективність найбільшою мірою залежить від отриманого опромінення DUV ($\text{Дж}/\text{м}^2$; $\text{Дж}/\text{м}^3$), що було експоновано, помноженого на час: $DUV = I \cdot t$, де I – середня інтенсивність або доза опромінення поверхні чи об'єму, t – час впливу. Ця доволі проста формула справедлива для постійного потоку за один прохід перед випромінювачем. За повторного пропускання повітря перед випромінювачем результативність дезінфекції збільшується вдвічі.

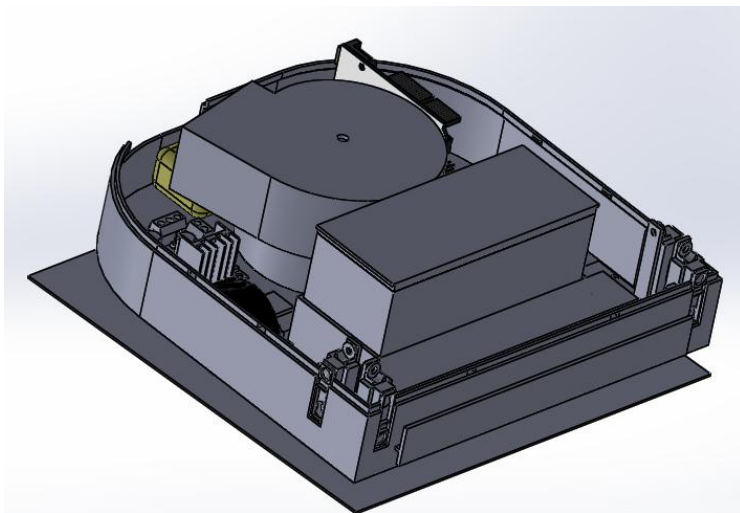


Рис. 1. 3D модель автоматизованого пристрою для дезінфекції приміщень

Більшість пилососів мають двигун з вентилятором. Коли лопаті вентилятора обертаються, вони виштовхують повітря вперед, до випускного отвору. У випускному отворі є фільтр, який запобігає повторний викид частинок пилу.

Як працює вакуумний робот? Принцип дуже схожий, але, як видно з рисунку, двигун вентилятора знаходиться на останньому етапі, що означає, що пил не проходить через нього. Усмоктуване повітря спочатку фільтрується, а потім направляється до випускного отвору.

Основна відмінність полягає в тому, що у робота є мікроконтролер і датчики, які дозволяють роботам приймати рішення, щоб він міг пилососити кімнату автономно. У цей час більшість вакуумних роботів мають дійсно хороші вбудовані алгоритми, наприклад, вони можуть відображати кімнату, щоб планувати шлях і виконувати швидше прибирання. У них також є інші функції, такі як бічні щітки, виявлення зіткнень, повернення до зарядної бази і ультрафіолетове випромінювання.

Висновки. Найкраще вирішення проблеми власників домашніх тварин і довгого волосся, а також дезінфекції приміщень в час пандемії – це робот-пилосос з функцією дезінфекції. Краще співвідношення ціни і якості є відповідним цьому роботу. В результаті доступна модель за простою може посперечатися за функціональністю з більш дорогими різновидами роботизованих пилососів.

УДК 65.011.56

*Камінський Д. О.,
студент групи 671,
Сіделєв М. І.*

канд. техн. наук, доцент кафедри автоматизації,
та комп'ютерно-інтерованих технологій,
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

АЛГОРИТМИ УПРАВЛІННЯ РОБОТОМ З ДАТЧИКАМИ ПЕРЕШКОД

Трансгуманістичний напрямок робототехніки пов'язаний з кіборгізацією та штучним інтелектом, що в позитивному сенсі впливає на продуктивність праці людей, на спосіб життя, світосприйняття. Підвищення рівня інтелектуалізації робототехнічних систем виводить робототехнічні системи в сферу взаємодії з людиною. Роботи зі знарядь праці перетворюються в суб'єктів суспільного життя. У наступному десятиріччі більш досконалі роботи стануть незамінними помічниками людей і зможуть взяти на себе забезпечення більшої частини потреб цивілізації.

Інтелектуалізація технічних приладів відбувається через розробку спеціалізованих алгоритмів та програмування мікроконтролерів і мікрообчислювальних пристроїв.

В основному такі алгоритми налаштовані на керування за допомогою позначення межі руху чорними або іншого кольору лініями, нанесеними на поверхню підлоги тощо.

Але функціональна схема складної робототехнічної системи повинна передбачати можливість відрізняти не тільки штучні лінії обмежування рухів, а також побутові і іншого роду перешкоди.

Треба передбачити алгоритми розпізнавання образів та оптимізаційні алгоритми рухів тощо. Тому використання в електронних схемах керування тільки мікроконтролерів замало. Потрібен окремий обчислювальний пристрій (ОП) з достатньо складним програмним забезпеченням, але такий пристрій здатний оброблювати дані та видавати керуючі впливи (завдання мікроконтролеру) на декілька робототехнічних пристроїв різного призначення.

Зв'язок з ОП забезпечується WiFi-пристроями, а якщо забезпечити вищеназвані пристрої окремими IP-адресами та доступом в Інтернет, тоді вони перетворюються в Інтернет-речі, що знімає обмеження з контролю ними на далеких відстаннях.

На функціональній схемі представлений приклад автоматизованої системи керування пілосмоками (рис. 1).

На рис. 2 представлена спрощена блок-схема алгоритму функціонування інтелектуалізованої автоматичної системи з прибирання приміщень різного призначення.

У цій роботі представлені ідеї централізованого керування робототехнічними пристроями, розташованими на необмежених відстаннях від головного центру інтелектуалізованої обробки даних та прийняття рішень.

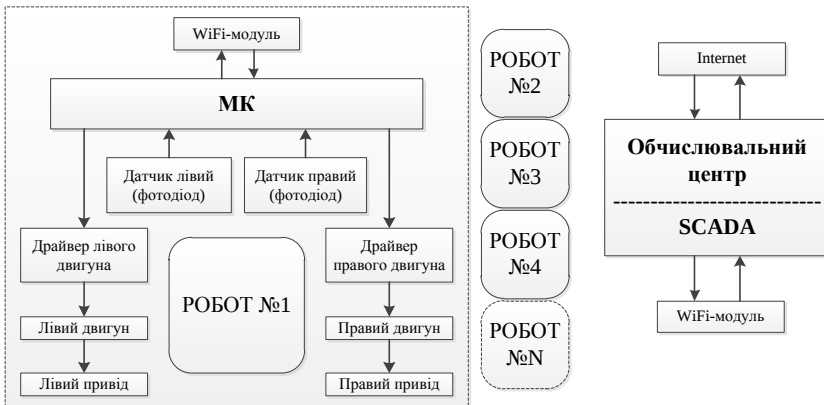


Рис. 1. Автоматизована системи керування пілосмоками



Рис. 2. Блок-схема алгоритму функціонування інтелектуалізованої автоматичної системи керування Інтернет-речами

УДК 631.23;57.081.23

Льговський А. С.,
студент групи 471,

Щесюк О. В.,
канд. техн. наук, доцент кафедри автоматизації
та комп'ютерно-інтегрованих технологій,
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ В СПОРУДАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ

Земля допомагає садівникам впоратися з багатьма проблемами життя – криза, високі ціни в магазинах, велика кількість «нітратних» овочів у продажу... Досвідчені садівники до мінімуму знижують витрати на покупку овочів і ягід – до пізньої осені вирощуючи вітамінні культури на ділянці і роблячи заготовки на зиму.

Для отримання багатого врожаю, важливо з розумом підійти до облаштування садової ділянки. Теплиця в цьому є головний помічник.

Несприятливі умови та природні непогоди – весняні заморозки, холодне дощове літо, нічні перепади температур, град, поривчастий вітер та інші, ускладнюють процес вирощування. В таких умовах теплиця – життєва необхідність.

Не секрет, що на всі процеси життєдіяльності рослин, величезний вплив справляє температурний режим. Будь-яке відхилення від сприятливого для рослин температурного режиму негативно позначається на якості і кількості врожаю. При цьому потрібно врахувати, що рослині в різні фази життєвого циклу потрібна різна температура навколишнього середовища.

Волога та вуглекислий газ повинні бути в певних співвідношеннях залежно від температури повітря. Тільки за правильного співвідношення можна гарантувати нормальний ріст, розвиток і плодоношення рослин. Саме ж температурне середовище повинно визначатися рівнем освітленості. Потрібно розуміти, що в деяких випадках змінювати умови в теплиці для комфортного мікроклімату рослин необхідно ледь не щогодини.

Врахувати і створити оптимальне поєднання параметрів мікроклімату в теплицях можливо лише за допомогою автоматизації технологічного процесу.

У зв'язку з цим актуальною є проблема створення розумної теплиці.

У цій роботі пропонується створення автоматизованої системи керування мікрокліматом на базі мікроконтролера Arduino. Автоматика для теплиці застосовується для декількох основних систем життєзабезпечення рослин, до яких належать:

1. Підтримання комфортної температури.

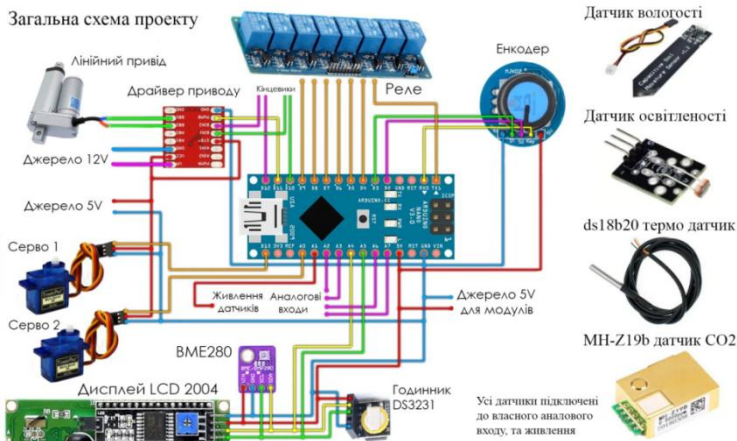
У приміщенні автоматично включається режим провітрювання, тому в спекотні дні овочі, фрукти і ягоди не зів'януть у таких умовах.

2. Полив рослин в заданий час.

Автоматизація поливу проста в управлінні. Навіть початківець-дачник легко впорається з її налаштуванням.

3. Освітлення і опалення.

Автоматизовані системи можуть самостійно виконувати необхідні функції протягом тривалого часу без втручання людини. Це істотно спрощує догляд за культурними рослинами. Звичайно, автоматизовані теплиці, не здатні вирощувати урожай без людської участі, але автоматизувавши рутинні процеси, людина не витрачає свій час на побутові завдання.



УДК 681.51

Тимко Д. О.,
студент групи 671,
Запальський В. М.,
канд. техн. наук, доцент кафедри автоматизації
та комп'ютерно-інтегрованих технологій,
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ СОРТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ

У сучасних умовах розвитку і тенденцій удосконалення технологій переробки об'єктів, питання калібрування (сортування за розміром, вагою і кольором), набуває все більшого значення, оскільки фізичні характеристики сировини мають дуже сильне значення, а часом і вирішальне в питаннях механізації переробки в цілому. Точніше буде сказати, що якісне сортування забезпечує якісну подальшу переробку.

Сортувальні комплекси за вагою, кольором, зовнішнім станом – це інноваційні лінії, перші зразки яких були розроблені відносно нещодавно, в кінці дев'яностих років минулого століття.

Сортувальна машина може використовуватися для сортування різноманітних об'єктів, таких як: кольорові зерна, овочі, кольорові деталі, цукерки, відділення дефектів і видалення небажаних матеріалів для поліпшення якості кінцевих продуктів.

Структурна схема визначає основні функціональні частини автоматизованої сортувальної машини, їх призначення і взаємозв'язки, що показано на рисунку 1.

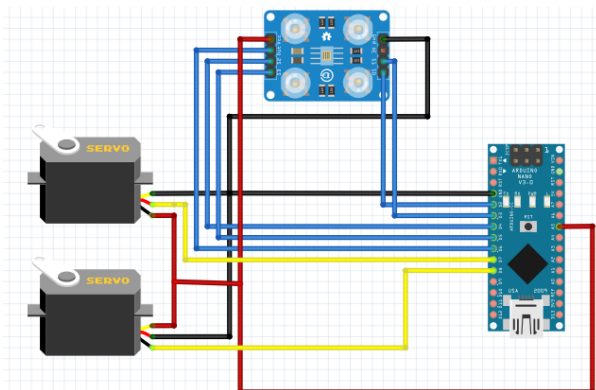


Рис. 1. Структурна схема сортувальної машини

Ця машина сортування за кольором може використовуватися у звичайному побуті, оскільки матиме менші габаритні розміри порівняно з аналогами, виробляти менше шуму під час роботи та коштувати значно дешевше.

Для розробки автоматизованої сортувальної машини використано датчик кольору TCS3200, два сервопривіди SG90 для переміщення об'єктів та контрольную плату Arduino Nano.

Перед початком роботи сортувальна машина за кольором налаштовує сервопривіди за заданими у програмі параметрами для коректної передачі оцінювального об'єкту.

Після налаштування по податочній трубці подається об'єкт для оцінки на перший сервопривід. Він переміщує його під датчик кольору. Датчик кольору оцінює колір об'єкта за параметрами, які були задані у програми, а саме: червоний, зелений, рожевий та жовтий.

Після оцінювання на плату Arduino надходить сигнал, який змушує другий сервопривід прийняти правильне положення роздавальної платформи для передачі об'єкта у ємність.

У свою чергу, коли другий сервопривід закінчив переміщення, перший подає об'єкт сортування на роздавальну платформу і він потрапляє у ємність для певного кольору. Після чого сортувальна машина починає свої дії з початку. Описаний алгоритм роботи машини сортування за кольором показано на рисунку 2.

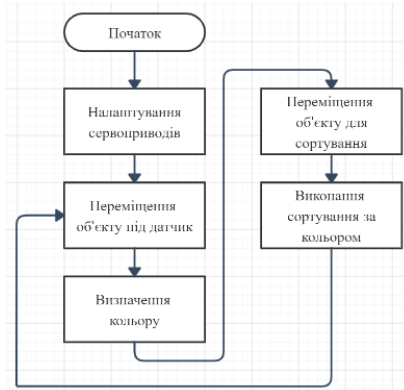


Рис. 2. Загальний алгоритм роботи програми

Для автоматизованої сортувальної машина за кольором потрібно розробити корпус. Фронтальний вигляд машини приведено на рисунку 3.

Сортувальна машина має такі розміри:

- ширина: 141 мм;
- висота: 175 мм;
- довжина: 60 мм.

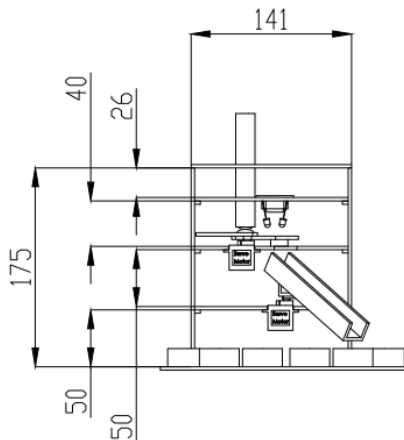


Рис. 3. Фронтальний вигляд сортувальної машина

Перспектива цього пристрою необмежена, тому що об'єкти для сортування можуть бути різноманітними, і якщо збільшити габаритні розміри, то вони стануть необмеженими. Ця машина має функцію не лише звичайного сортування, а може розділяти об'єкти за якістю, наприклад, стиглі яблука від зелених, або відсортовувати об'єкти з дефектами.

УДК 517.958

Brahinets O.,

PhD, Associate Professor,
Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv

SOME EXACT SOLUTIONS FOR GENERALIZED KDV EQUATIONS

Abstract. Using an example of variable-coefficient KdV equations we compare effectiveness of the «equivalence method» and the «extended mapping transformation method». It is shown that the «equivalence method» is more efficient. A formula for generation of exact solutions for variable-coefficient KdV equations is derived.

1. Introduction. A number of models for different types of wave processes (including gravity waves and waves in plasma) are reducible to the classical Korteweg-de Vries (KdV) equation or its generalizations. This explains a great interest of researchers in seeking new techniques for finding exact solutions of such equations. Unfortunately the majority of the proposed techniques lead to the equivalent forms of the solutions which are known already. This is because the equivalence of the models and the corresponding solutions is not systematically investigated.

In exact solutions for the «general» KdV equations with variable coefficients of the form

$$u_t - 3M\gamma(t)uu_x + \gamma(t)u_{xxx} + 2\beta(t)u + (\alpha(t) + \beta(t)x)u_x = 0, \quad (1)$$

with $M\gamma \neq 0$ were constructed using the so-called extended mapping transformation method. Here α , β and γ are arbitrary smooth functions of the variable

t with $\gamma \neq 0$ and M is a nonzero constant.

In this paper we would like to show that the equivalence transformations are much more efficient tools for finding exact solutions for this model.

2. Derivation of the solution formula via the equivalence method. It was shown in [7] that any equation from the class (1) is reduced to the standard KdV equation

$$u_\tau - 6uu_x + u_{xxx} = 0 \quad (2)$$

by a point transformation (see Example 4 therein). We derive the most general form of this transformation, that is

$$\tau = \delta_1^3 \int \gamma(t) e^{-3 \int \beta(t) dt} dt + \delta_0, \quad (3)$$

$$\begin{aligned}\mathfrak{x} &= \delta_1 e^{-\int \beta(t) dt} x + \int e^{-\int \beta(t) dt} \left(\delta_2 \gamma(t) e^{-2 \int \beta(t) dt} - \delta_1 \alpha(t) \right) dt + \delta_3, \\ \mathfrak{u} &= \frac{M}{2\delta_1^2} e^{2 \int \beta(t) dt} u - \frac{\delta_2}{6\delta_1^3},\end{aligned}\quad (4)$$

where δ_j , $j = 0, 1, 2, 3$, are arbitrary constants with $\delta_1 \neq 0$. Then the formula for the generating solutions of equations (1) from solutions of the equation (2) has the form

$$u = \frac{2\delta_1^2}{M} e^{2 \int \beta(t) dt} \left[\mathfrak{u}(\mathfrak{t}, \mathfrak{x}) + \frac{\delta_2}{6\delta_1^3} \right], \quad (5)$$

where $\mathfrak{u}$ is an exact solution of the equation (2) and the variables $\mathfrak{t}$ and $\mathfrak{x}$ should be replaced by expressions (3) and (4), respectively. See a collection of solutions of the KdV equation (2), for example, in [5].

Using (5) one can construct a number of exact solutions (of different types!) for equations from the class (1). For example, the two-soliton solution of (2) has the form

$$\mathfrak{u} = -2 \frac{\partial^2}{\partial \mathfrak{x}^2} \ln(1 + b_1 e^{a_1 \mathfrak{x} - a_1^3 \mathfrak{t}} + b_2 e^{a_2 \mathfrak{x} - a_2^3 \mathfrak{t}} + Ab_1 b_2 e^{(a_1 + a_2) \mathfrak{x} - (a_1^3 + a_2^3) \mathfrak{t}}),$$

where a_1 , a_2 , b_1 and b_2 are arbitrary constants, $A = \left(\frac{a_1 - a_2}{a_1 + a_2} \right)^2$. This solution leads to the following solution of the equation (1):

$$u = \frac{\delta_2}{3M\delta_1} e^{-2 \int \beta(t) dt} - \frac{4}{M} \frac{\partial^2}{\partial x^2} \ln(1 + b_1 e^{\theta_1} + b_2 e^{\theta_2} + Ab_1 b_2 e^{\theta_1 + \theta_2}),$$

where a_1 , a_2 , b_1 and b_2 are arbitrary constants, $A = \left(\frac{a_1 - a_2}{a_1 + a_2} \right)^2$,

$$\theta_i = a_i \delta_1 e^{-\int \beta(t) dt} x + a_i \int e^{-\int \beta(t) dt} \left((\delta_2 - a_i^2 \delta_1^3) \gamma(t) e^{-2 \int \beta(t) dt} - \delta_1 \alpha(t) \right) dt + c_i,$$

$c_i = a_i \delta_3 - a_i^3 \delta_0$ are constants, $i = 1, 2$. Using the formula (5) one can construct multi-soliton, rational, «one-soliton+one-pole» solutions and, of course, solutions in terms of Jacobi elliptic functions for equations from the class (1) from known solutions of the classical KdV equation.

Concerning the method suggested in [2], it is based mainly on seeking «new general solutions» of first-order ordinary differential equation

$$\phi'^2 = a_0 + a_1 \phi + a_2 \phi^2 + a_3 \phi^3 + a_4 \phi^4,$$

where $\phi = \phi(\xi)$ is the unknown function and a_i , $i = 0, \dots, 4$, are constant parameters. It is well known for a long time that solutions of such equations can be expressed in terms of Jacobi elliptic functions (which are reduced for some values of parameters to trigonometric, hyperbolic or rational functions). Note that seeking solutions of this equation in the form (4) of does not provide new solutions but only equivalent forms of known solutions. This is a common error in finding exact solutions described in. Consider for simplicity the trigonometric solution found in (see Case 3). It can be checked by direct substitution that in fact this is a solution only for $r = \pm 1$. Thus, consider the particular solution

$$\phi = \frac{1 + \sin \xi}{1 + \sin \xi \pm \cos \xi} \quad (6)$$

of the equation $\phi'^2 = \frac{1}{4}(1 - 2\phi + 2\phi^2)^2$. This is equation appearing in Case 3 of for $r = \pm 1$. Its general solution is

$$\phi = \frac{1}{2} \left(1 + \tan \frac{\xi + C}{2} \right) = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{2 \sin \frac{\xi + C}{2} \cos \frac{\xi - C}{2}}{2 \cos \frac{\xi + C}{2} \cos \frac{\xi - C}{2}} \right) = \frac{1}{2} \frac{\cos \xi + \cos C + \sin \xi + \sin C}{\cos \xi + \cos C},$$

where C is an arbitrary constant.

If we set $C = \frac{\pi}{4}$ and perform the shift of the variable ξ on $\frac{-\pi}{4}$ then, taking into account that $\sin \left(\xi - \frac{\pi}{4} \right) = \frac{\sqrt{2}}{2} (\sin \xi + \cos \xi)$, we get exactly (6) with the positive sign of $\cos \xi$. The solution (6) with the negative sign is equivalent to that with the positive sign up to the reflection $\xi \rightarrow -\xi$ and the simultaneous shift on π since $\cos(\pi - x) = -\cos x$ and $\sin(\pi - x) = \sin x$.

Consider one more equation on ϕ presented in, i.e., the equation

$$\phi'^2 = \frac{1}{4} (2\phi^2 + (1 - m)(1 - 2\phi))(2\phi^2 + (1 + m)(1 - 2\phi)).$$

Using the «improved method» particular solutions of this equation were constructed in the form

$$\phi = \frac{cn(\xi, m)}{\pm 1 \pm sn(\xi, m) + cn(\xi, m)}, \quad \phi = \frac{cn(\xi, m)}{\pm 1 \mp sn(\xi, m) + cn(\xi, m)},$$

whereas its general solution can be represented as

$$\phi = \frac{1}{2} + \frac{1}{2\delta} sn \left(\frac{\delta}{2} \xi + C, m \right),$$

where C is an arbitrary constant,

$$\delta = \sqrt{2m^2 - 1 + 2m\sqrt{m^2 - 1}} \text{ and } m = (1 + 8m^2(m^2 - 1) + 4m(2m^2 - 1)\sqrt{m^2 - 1})^{\frac{-1}{2}}.$$

Formulas for various connections between Jacobi elliptic functions can be found, for example, in.

3. Conclusion. In this paper we have shown that each equation from the class (1) is similar to the classical KdV equation (2) with respect to a point transformation. For such equations the equivalence-based approach works much better than other existing methods since it allows one to use the variety of known solutions of the classical KdV equation. Moreover, we have also shown that the «extended mapping deformation method» cannot provide new solutions but only equivalent to known ones. When one deals with variable coefficients KdV or mKdV equations it is necessary to check firstly whether equations under study are reducible to the classical KdV or mKdV equations. The corresponding criteria are given, e.g., in the course of the study admissible transformations (called also form-preserving or allowed transformations, see definitions in [3, 6, 9]) within the classes

$u_t + f(t)uu_x + g(t)u_{xxx} + h(t)u + (p(t) + q(t)x)u_x + k(t)x + l(t) = 0$
and

$$u_t + f(t)u^2u_x + g(t)u_{xxx} + h(t)u + (p(t) + q(t)x)u_x + k(t)uu_x + l(t) = 0.$$

СИМЕТРИЯ РІВНЯНЬ ПАРАБОЛІЧНОГО ТИПУ

Метод симетрійної редукції дозволяє знайти точні розв'язки та розмножувати відомі, виходячи з групових властивостей рівнянь параболічного типу, використовуючи засоби математичного пакету Maple, бібліотеки стандартну PDEtools та програмну SADE.

Серед усієї множини диференціальних рівнянь у частинних похідних існує порівняно небагато рівнянь, що описують природні явища. Виникає питання: чим саме з математичної точки зору ці рівняння вирізняються з множини усіх можливих? Виявляється, що переважна більшість рівнянь математичної фізики мають нетривіальні симетрійні властивості.

Основа симетрійного аналізу диференціальних рівнянь була закладена ще в XIX столітті видатним норвезьким математиком Софусом Лі. Сучасні напрямки дослідження симетрії диференціальних рівнянь було розроблено В. І. Фушичем та його учнями. Зокрема розроблено новий підхід до дослідження алгебр інваріантності звичайних диференціальних рівнянь (ДР) та рівнянь у частинних похідних ДРЧП.

Використання інформаційних технологій, а саме СКА (систем комп'ютерної алгебри), які представляють собою комплексні програмні засоби, котрі забезпечують автоматизований, технологічно єдиний та замкнутий процес обробки задач математичного напрямлення, є зручним і ефективним методом; а знаходження точних розв'язків диференціальних рівнянь в частинних похідних. Принципи симетрії дозволяють з усіх можливих математичних моделей відбирати саме ті, яким властива висока симетрія. Цей критерій задовольняють основні рівняння математичної фізики параболічного типу, зокрема рівняння теплопровідності.

Проведемо симетрійний аналіз ДРЧП параболічного типу з використанням математичного пакету Maple 17.

Завантажуємо пакет PDEtools та визначаємо залежну та незалежні змінні. Використовуємо команди `diff_table` та `declare` для компактності вводу та виводу на екран результатів:

```
> declare(u(t, x1, x2, x3)); U := diff_table(u(t, x1, x2, x3));
      u(t, x1, x2, x3) will now be displayed as u
      U := table(symmetric, ODEtools/diff, [( ) = u])
```

Вводимо рівняння теплопровідності:

$$PDE := u_t - u_{x_1, x_1} - u_{x_2, x_2} - u_{x_3, x_3} = 0 \quad (1)$$

Інфінітезимальні оператори (1) знаходимо за допомогою команди **Infinitesimals**:

$$\begin{aligned} X &= \frac{\partial}{\partial x_2}; X = \frac{\partial}{\partial x_3}; X = \frac{\partial}{\partial t}; X = \frac{\partial}{\partial x_1}; X = u \frac{\partial}{\partial u} \\ X &= x_2 \frac{\partial}{\partial x_1} - x_1 \frac{\partial}{\partial x_2}; X = x_3 \frac{\partial}{\partial x_1} - x_1 \frac{\partial}{\partial x_3}; X = x_3 \frac{\partial}{\partial x_2} - x_2 \frac{\partial}{\partial x_3} \\ X &= t \frac{\partial}{\partial x_3} - \frac{1}{2} u x_3 \frac{\partial}{\partial u}; X = t \frac{\partial}{\partial x_1} - \frac{1}{2} u x_1 \frac{\partial}{\partial u}; X = t \frac{\partial}{\partial x_2} - \frac{1}{2} u x_2 \frac{\partial}{\partial u} \\ X &= t \frac{\partial}{\partial t} + \frac{1}{2} x_1 \frac{\partial}{\partial x_1} + \frac{1}{2} x_2 \frac{\partial}{\partial x_2} + \frac{1}{2} x_3 \frac{\partial}{\partial x_3} \\ X &= \frac{1}{2} t^2 \frac{\partial}{\partial t} + \frac{1}{2} t x_1 \frac{\partial}{\partial x_1} + \frac{1}{2} t x_2 \frac{\partial}{\partial x_2} + \frac{1}{2} t x_3 \frac{\partial}{\partial x_3} - \frac{1}{8} (x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + 6t) u \frac{\partial}{\partial u} \end{aligned}$$

Використовуючи команду **SymmetryTransformation** можна для кожного із отриманих операторів, знайти перетворення змінних t, x_1, x_2, x_3, u , які залишають рівняння інваріантним.

Та викликаємо функцію **SymmetryTransformation** для відповідних операторів із множини G:

- > **SymmetryTransformation**(G[1], DepVars, NewVars);
 $\{p = x_3, q = x_2 + _ \epsilon, r = t, s = x_1, f(r, s, q, p) = u\}$
- > **SymmetryTransformation**(G[5], DepVars, NewVars);
 $\{p = x_3, q = x_2, r = t, s = x_1, f(r, s, q, p) = u e^{-\epsilon}\}$
- > **SymmetryTransformation**(G[11], DepVars, NewVars);
 $\left\{p = x_3, q = t _ \epsilon + x_2, r = t, s = x_1, f(r, s, q, p) = u e^{-\frac{1}{4} _ \epsilon (t _ \epsilon + 2x_2)}\right\}$

За допомогою команди **InvariantSolutions** отримуємо точні розв'язки:

$$\begin{aligned} > \text{InvariantSolutions}(PDE, \text{numberofsolutions} = 1, \text{dependency} = \{t, x_1, x_2, x_3\}, \text{display}) \\ &\quad \text{invariants} = [t, x_1^2 + x_2^2 + x_3^2, u] \\ \text{solutions} &= \left[\left[u = \frac{e^{-\epsilon_1 t} _ C1 \left(\sinh \left(\sqrt{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2} \sqrt{-c_1} \right) _ C2 + \cosh \left(\sqrt{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2} \sqrt{-c_1} \right) _ C3 \right)}{\sqrt{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2}} \right] \right] \\ u &= \frac{e^{-\epsilon_1 t} _ C1 \left(\sinh \left(\sqrt{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2} \sqrt{-c_1} \right) _ C2 + \cosh \left(\sqrt{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2} \sqrt{-c_1} \right) _ C3 \right)}{\sqrt{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2}} \end{aligned}$$

Продемонструємо найбільш загальний клас рівнянь, що допускають задану алгебру симетрії. Як приклад розглянемо підалгебру алгебри симетрії рівняння теплопереносу:

> gen:={ (1/2)*x*D[x]+t*D[t],D[x],D[t]};

$$gen := \left\{ D_t, D_x, \frac{1}{2} x D_x + t D_t \right\}$$

> com_table(gen,[u,x,t],G);

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & G1 \\ 0 & 0 & \frac{1}{2} G2 \\ -G1 & -\frac{1}{2} G2 & 0 \end{bmatrix}$$

і клас нелінійних рівнянь Фоккера – Планка:

> q:=diff(u(x,t),t)+diff(f(x)*u(x,t),x)+diff(d(x)*u(x,t)^2,x,x); (2)

$$eq := \frac{\partial}{\partial t} u(x, t) + \left(\frac{d}{dx} f(x) \right) u(x, t) + f(x) \left(\frac{\partial}{\partial x} u(x, t) \right) + \left(\frac{d^2}{dx^2} d(x) \right) u(x, t)^2 \\ + 4 \left(\frac{d}{dx} d(x) \right) u(x, t) \left(\frac{\partial}{\partial x} u(x, t) \right) + 2 d(x) \left(\frac{\partial}{\partial x} u(x, t) \right)^2 + 2 d(x) u(x, t) \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} u \right)$$

Знайдемо загальну форму операторів симетрії для цього рівняння. Тут невідомими є $f(x)$, $d(x)$ і a :

> equivalence(eq,[u(x,t)],gen,{f(x),d(x),a});

$$\left\{ \left[\frac{\partial}{\partial t} u(x, t) + 2 _Cl \left(\frac{\partial}{\partial x} u(x, t) \right)^2 + 2 _Cl u(x, t) \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} u(x, t) \right), \{ \} \right], \left[\frac{\partial}{\partial t} u(x, t) \right. \right. \\ \left. \left. + \left(\frac{d}{dx} f(x) \right) u(x, t) + f(x) \left(\frac{\partial}{\partial x} u(x, t) \right), \{ \} \right] \right\}$$

Розглянемо алгебру симетрії для рівняння Бюргерса:

> eq:={diff(u(x,t),t)+u(x,t)*v(x,t)-diff(v(x,t),x),diff(u(x,t),x)-v(x,t)}; (3)

$$eq := \left\{ \frac{\partial}{\partial x} u(x, t) - v(x, t), \frac{\partial}{\partial t} u(x, t) + u(x, t) v(x, t) - \left(\frac{\partial}{\partial x} v(x, t) \right) \right\}$$

> gens:=liesymmetries(eq,[u(x,t),v(x,t)]);

$$gens := \left[\left\{ D_t, D_x, (t u - x) D_u + (2 t v - 1) D_v - t^2 D_t - t x D_x + D_u, -2 t D_t + u D_u \right. \right. \\ \left. \left. + 2 v D_v - x D_x \right\}, \{ \} \right]$$

> com_table(gens[1],SADE[_vars],G);

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & G5 & G2 & -2 G1 \\ 0 & 0 & -G4 & 0 & -G2 \\ -G5 & G4 & 0 & 0 & 2 G3 \\ -G2 & 0 & 0 & 0 & G4 \\ 2 G1 & G2 & -2 G3 & -G4 & 0 \end{bmatrix}$$

> sym:=[op(gens[1])];

$$sym := \left[D_v D_x, (t u - x) D_u + (2 t v - 1) D_v - t^2 D_t - t x D_x, t D_x + D_u, -2 t D_t + u D_u + 2 v D_v - x D_x \right]$$

Тут ми отримуємо масив з константами структури алгебри Лі генераторів симетрії, обчислених вище > sc:=StructConst(sym,{u,v,x,t}).

А тепер виводимо таблицю з приєднаним представленням для кожного оператора симетрії > res:=AdjointRep(sym,{u,v,x,t},v,xi);

$$res := \begin{bmatrix} v1 & v2 & -v1 \xi^2 - v5 \xi + v3 & -v2 \xi + v4 & 2 v1 \xi + v5 \\ v1 & v2 & v4 \xi + v3 & v4 & v2 \xi + v5 \\ -v3 \xi^2 + v5 \xi + v1 & -v4 \xi + v2 & v3 & v4 & -2 v3 \xi + v5 \\ v2 \xi + v1 & v2 & v3 & v4 & -v4 \xi + v5 \\ e^{-2 \xi} v1 & e^{-\xi} v2 & e^{2 \xi} v3 & e^{\xi} v4 & v5 \end{bmatrix}$$

Як бачимо, функціонал Maple, і PDEtools, і SADE є потужним інструментом для дослідження симетрійних властивостей рівнянь параболічного типу, див приклад: рівняння теплопровідності (1), рівняння Фоккера – Планка (2) та рівняння Бюргерса (3).

УДК 004.032.26

Воробйова А. І.,

канд. фіз.-мат. наук, доцент,

Стрюк О. С.,

аспірант,

ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ГЕНЕРАТИВНО-ЗМАГАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

Генеративно-змагальні мережі (GAN) вивчають генеративну модель, граючи в змагальну гру між генератором та допоміжним дискримінатором, яка класифікує вибірки даних проти генерованих.

Яном Гудфеллоу був запропонований алгоритм машинного навчання GAN. У порівнянні з існуючими алгоритмами класифікації, які навчаються з учителем, тут використовується напівконтрольоване навчання (semi-supervised learning), яке є ключовим у багатьох дослідженнях по глибокому навчанню нейронних мереж. Напівконтрольоване навчання полягає в одночасному використанні розмічених і не розмічених навчальних вибірок. У роботі розглядається модель GAN для вирішення завдання ідентифікаційної експертизи. У роботі запропоновано умовний варіант генеративно-змагальної мережі (conditional-class model), де мітка класу використовується як на вході генератора, так і на виході дискримінатора.

У роботі проводиться аналіз та пропонується програмна реалізація алгоритму GAN.

Змагальний моделюючий фреймворк найпростіше реалізувати, коли моделі є багат шаровими перцептронами. Щоб дізнатись розподіл генератора p_g щодо даних x , треба визначити попередню змінну вхідного шуму $p_z(z)$, потім представити відображення в простір даних як $G(z; \theta_g)$, де G є диференційованою функцією, представленою багат шаровим перцептроном з параметрами θ_g . Також необхідно визначити другий багат шаровий перцептрон $D(x; \theta_d)$, що дає на виході єдиний скаляр.

$D(x)$ представляє ймовірність того, що x походить із даних, а не z_{p_g} . D навчається для того, щоб максимально збільшити ймовірність присвоєння правильної мітки як навчальним зразкам, так і зразкам з G . Тобто одночасно тренуємо G для мінімізації $\log(1 - D(G(z)))$. Іншими словами, D та G грають у таку мінімакс гру для двох гравців зі значенням функції $V(G, D)(1)$:

$$\min_G \max_D V(G, D) = E_{x \sim p_{data}(x)} [\log D(x)] + E_{z \sim p_z(z)} [\log(1 - D(G(z)))]. \quad (1)$$

На практиці представлене рівняння може не забезпечити достатній градієнт для ефективного навчання G . На початку навчання, коли G ще не має стабільності, D може відхиляти зразки з високою впевненістю, оскільки вони явно відрізняються від навчальних даних. У цьому випадку $\log(1 - D(G(z)))$ насичує. Замість того, щоб навчати G для мінімізації $\log(1 - D(G(z)))$, натренуємо G для максимального використання $\log D(G(z))$. Ця цільова функція призводить до тієї ж фіксованої точки динаміки G та D , але забезпечує набагато сильніші градієнти на початку навчання.

Генератор G неявно визначає розподіл ймовірності p_g , як розподіл зразків $G(z)$, отриманих при $z \sim p_z$.

Розглянемо оптимальний дискримінатор D для будь-якого генератора G .

Для фіксованого G оптимальним дискримінатором $D \in (2)$:

$$D_G(x) = \frac{p_{data}(x)}{p_{data}(x) + p_g(x)} \quad (2)$$

Критерій навчання для дискримінатора D з будь-яким генератором G полягає в максимізації кількості $V(G, D)$ (3):

$$V(G, D) = \int_x p_{data}(x) \log(D(x)) dx + \int_z p_z(z) \log(1 - D(G(z))) dz + \int_x p_{data}(x) \log(D(x)) + p_g(x) \log(1 - D(x)) dx \quad (3)$$

Для будь-яких $(a, b) \in \mathbb{R}^2 \setminus \{0, 0\}$, функція $y \rightarrow a \log(y) + b \log(1 - y)$ досягає свого максимуму в $[0, 1]$ при $\frac{a}{a+b}$. Дискримінатор не потрібно визначати за межами $Supp(p_{data}) \cup Supp(p_g)$.

Ціль навчання для D можна інтерпретувати як максимізацію логарифмічної вірогідності ймовірності для оцінки умовної ймовірності $P(Y = y \vee x)$, де Y вказує, чи походить x від p_{data} (при $y = 1$) або з p_g (при $y = 0$). Мінімакс гру з рівняння 1 тепер можна переформулювати так :

$$\begin{aligned} C(G) = \max_D V(G, D) &= E_{x \sim p_{data}} [\log D_G(x)] + E_{z \sim p_z} [\log(1 - D_G(G(z)))] = \\ &= E_{x \sim p_{data}} [\log D_G(x)] + E_{x \sim p_g} [\log(1 - D_G(x))] = \\ &= E_{x \sim p_{data}} \left[\log \frac{p_{data}(x)}{p_{data}(x) + p_g(x)} \right] + E_{x \sim p_g} \left[\log \frac{p_g(x)}{p_{data}(x) + p_g(x)} \right] \quad (4) \end{aligned}$$

Глобальний мінімум критерію віртуального навчання $C(G)$ досягається тоді і лише тоді, коли $p_g = p_{data}$. У цей момент $C(G)$ досягає значення $-\log 4$.

Для $p_g = p_{data}$, $D_G(x) = \frac{1}{2}$ (див. рівняння 2). Отже, дослідивши рівняння 4 при $D_G(x) = \frac{1}{2}$, ми бачимо, що $C(G) = \log \frac{1}{2} + \log \frac{1}{2} = -\log 4$. Щоб побачити, що це найкраще можливе значення $C(G)$, досягнуте лише для $p_g = p_{data}$, спостерігаємо таке:

$$E_{x \sim p_{data}} [-\log 2] + E_{x \sim p_g} [-\log 2] = -\log 4$$

і що віднімаючи цей вираз від $C(G) = V(D_G, G)$, отримуємо (5):

$$C(G) = -\log(4) + KL(p_{data} \parallel \frac{p_{data} + p_g}{2}) + KL(p_g \parallel \frac{p_{data} + p_g}{2}) \quad (5)$$

де KL – розбіжність Кулбека-Лейблера.

У попередньому виразі розбіжність Дженсена – Шеннона між розподілом моделі та процесом генерування даних :

$$C(G) = -\log(4) + 2 \cdot JSD(p_{data} \parallel p_g). \quad (6)$$

Оскільки розбіжність Дженсена – Шеннона між двома розподілами завжди невід’ємна, та нульова, якщо вони рівні, було продемонстровано, що $C = -\log(4)$ – глобальний мінімум $C(G)$ і що єдиним рішенням є $p_g = p_{data}$, тобто генеративна модель, що ідеально копіює дис-трибуцію даних. Переваги полягають у тому, що ефективне виконання задачі досягається без використання ланцюгів Маркова.

Залишається відкритим питання визначення лімітів алгоритму, як з математичної точки зору: постійно впроваджуються нові методи оптимізації даного мінімакс алгоритму з врахуванням специфіки архітектури мережі, модифікуються вже існуючі техніки, так і з точки зору програмної реалізації: досліджується ефективність застосування вже наявних неймережевих бібліотек (TensorFlow, Keras, PyTorch) та вивчається можливість ширшого застосування інших мов програмування, окрім Python.

Дослідження в області GAN, які пропонують нові математичні моделі та типи алгоритмів машинного навчання, є актуальними і перспективними. Робота включає в себе теоретичні основи вирішення поставленого завдання.

УДК 517.95

Petkov I. V.,

Teacher at the Department of Higher Mathematics,
Admiral Makarov NUS, Mykolaiv

ON REGULAR SOLUTIONS OF THE DIRICHLET PROBLEM FOR THE BELTRAMI EQUATIONS

1. Introduction. Let D be a domain in the complex plane C , i.e., a connected open subset of C , and let $\mu: D \rightarrow C$ be a measurable function with $|\mu(z)| < 1$ a.e. (almost everywhere) in D . A *Beltrami equation* is an equation of the form

$$f_{\bar{z}} = \mu(z) f_z \quad (1)$$

where $f_{\bar{z}} = \bar{\partial}f = (f_x + if_y)/2$, $f_z = \partial f = (f_x - if_y)/2$, $z = x + iy$ and f_x and f_y are partial derivatives of f in x and y , correspondingly. The function μ is called the complex coefficient and $K_\mu(z) = (1 + |\mu(z)|)/(1 - |\mu(z)|)$ the dilatation quotient of the equation (1). The Beltrami equation (1) is said to be *degenerate* if $\text{ess sup } K_\mu(z) = \infty$.

Note that the Beltrami equation is a complex form of one of the main equations of the mathematical physics in anisotropic and inhomogeneous media.

Recall that every analytic function f in a domain $D \subset C$ satisfies the simplest Beltrami equation $f_{\bar{z}} = 0$ with $\mu(z) \equiv 0$. If an analytic function f given in the unit disk D is continuous in its closure, then by the Schwarz formula

$$f(z) = i \operatorname{Im} f(0) + \frac{1}{2\pi i} \int_{|\zeta|=1} \operatorname{Re} f(\zeta) \frac{\zeta + z}{\zeta - z} \frac{d\zeta}{\zeta},$$

see, e.g., Section 8, Chapter III, Part 3 in. Thus, the analytic function f in the unit disk D is determined, up to a purely imaginary additive constant ic , $c = \operatorname{Im} f(0)$, by its real part $\varphi(\zeta) = \operatorname{Re} f(\zeta)$ on the boundary of D .

Hence the *Dirichlet problem* for the Beltrami equation (1) in a domain $D \subset C$ is the problem on the existence of a continuous function $f: D \rightarrow C$ having partial derivatives of the first order a.e., satisfying (1) a.e. and such that

$$\lim_{z \rightarrow \zeta} \operatorname{Re} f(z) = \varphi(\zeta) \quad \forall \zeta \in \partial D \quad (2)$$

for a prescribed continuous function $\varphi: \partial D \rightarrow R$. It is obvious that if f is a solution of this problem, then the function $F(z) = f(z) + ic$, $c \in R$, is so.

The Dirichlet problem for uniformly elliptic systems was studied long ago, see, e.g., and. The Dirichlet problem for degenerate Beltrami equations in the unit disk was studied in.

2. On regular solutions for the Dirichlet problem in Jordan domains. If $\varphi(\zeta) \neq \text{const}$, then the *regular solution* of such a problem is a

continuous, discrete and open mapping $f: D \rightarrow C$ of the Sobolev class $W_{\text{loc}}^{1,1}$ with its Jacobian $J_f(z) = |f_z|^2 - |f_{\bar{z}}|^2 \neq 0$ a.e. satisfying (1) a.e. and the condition (2). Recall that a mapping $f: D \rightarrow C$ is called *discrete* if the preimage $f^{-1}(y)$ consists of isolated points for every $y \in C$, and *open* if f maps every open set $U \subseteq D$ onto an open set in C . The regular solution of the Dirichlet problem (2) with $\varphi(\zeta) \equiv c$, $\zeta \in \partial D$, for the Beltrami equation (1) is the function $f(z) \equiv c$, $z \in D$.

The author of the report showed that the Dirichlet problem with continuous boundary data in Jordan domains has regular solutions for a

wide circle of the degenerate Beltrami equations; see many criteria in, for instance:

Theorem 1. Let D be a Jordan domain in C and $\mu:D \rightarrow C$ be a measurable function with $|\mu(z)| < 1$ a.e. satisfying the integral condition

$$\int_D \Phi(K_\mu(z)) dm(z) < \infty$$

for a convex non-decreasing function $\Phi:[0,\infty] \rightarrow [0,\infty]$ such that, for some $\delta > \Phi(0)$,

$$\int_\delta^\infty \log \Phi(t) \frac{dt}{t^2} = +\infty$$

Then the Beltrami equation (1) has a regular solution of the Dirichlet problem (2) for each continuous function $\varphi:\partial D \rightarrow R$, $\varphi(\zeta) \neq const$.

Corollary. In particular, the conclusion of Theorem 1 holds if, for some $\alpha > 0$,

$$\int_D e^{\alpha K_\mu(z)} dm(z) < \infty$$

УДК 519.3

Хомченко А. Н.,

д-р фіз.-мат. наук, професор,
ЧНУ ім. Петра Могили, м. Миколаїв

НЕКЛАСИЧНИЙ БАЗИС ЕЛЕМЕНТА Q8

Поява серендипових скінченних елементів (ССЕ) являє собою корисне відкриття, яке дає широкі можливості для більш ефективного розв'язування різних інженерних задач. Тому дослідження серендипових моделей в плані їх побудови і оптимізації є дуже актуальним.

Традиційний спосіб побудови базису ґрунтується на складанні та розв'язуванні СЛАР відносно невідомих параметрів інтерполяційного многочлена. Такий підхід дозволяє отримати єдиний базис (класичний), в якому присутній «негативізм» повузлового розподілу рівномірної масової сили. Цей же базис було отримано за допомогою введення додаткового внутрішнього вузла в центр SE з подальшим проведенням процедури конденсації. У 1972 р. Тейлору вдалось отримати модифікований SE завдяки суперпозиції спеціально підібраних функцій, не

вводячи внутрішній вузол, але тільки на двовимірному СЕ. З появою геометричного моделювання вдалось побудувати класичний базис на біквадратичному ССЕ без процедури складання та розв'язування СЛАР, а використовуючи гіпотезу про збіг теоретичного та експериментального значень повузлового розподілу рівномірної масової сили, було отримано альтернативний базис.

Ми покажемо, як побудувати новий альтернативний базис на біквадратичному ССЕ, користуючись виключно засобами геометричного моделювання.

На рис. 1 зображено ССЕ Q8.

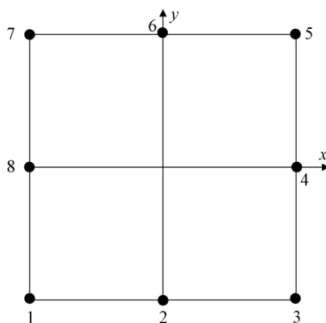


Рис. 1. Біквадратичний ССЕ

Побудови починається з вибору поверхонь, що проходять через всі вузли носія окрім вибраного. Це відбувається в рамках інтерполяційної гіпотези Лагранжа:

$$N_i(x_k, y_k) = \delta_{ik} (i = \overline{1,8}; k = \overline{1,8};)$$

де δ_{ik} – символ Кронекера, i – номер функції, k – номер вузла. Система базисних функцій забезпечує ваговий баланс

$$\sum_{i=1}^8 N_i(x, y) = 1.$$

Як приклад розглядається класичний базис Q8. Для функції $N_1(x, y)$ використовуємо комбінацію з гіпара та площини. Рівняння гіпара, що проходить через сторони 3–5, 5–7 та та точку $(-1; -1; 1)$ має вигляд:

$$Z_1^{(1)}(x, y) = \frac{1}{4}(1 - x)(1 - y),$$

Рівняння площини, що проходять через 2, 8 та тому $(-1; -1; 1)$

$$Z_1^{(2)}(x, y) = 1 - x - y.$$

Перемноження дає $N_1(x, y) = \frac{1}{4}(1 - x)(1 - y)(-1 - x - y)$.

Аналогічно, для $i = 3, 5, 7$.

При конструюванні $N_2(x, y)$ використовується комбінація параболічного циліндра, що проходить через 1–7 і 3–5 та точку $(0; -1; 1)$

$$Z_2^{(1)}(x, y) = 1 - x^2$$

і площини, що проходять через 5–7 та точку $(0; -1; 1)$

$$Z_2^{(2)}(x, y) = \frac{1}{2}(1 - y)$$

Пряме перемноження дає:

$$N_2(x, y) = \frac{1}{2}(1 - x^2)(1 - y)$$

Аналогічно, для $i = 4, 6, 8$.

ЗМІСТ

Секція: КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ

ПІДСЕКЦІЯ: Інтелектуальні інформаційні системи

<i>Асєєв В. Д.</i> Аналіз прогнозування посилань у мережі Facebook100	1
<i>Донченко М. В.</i> Закладення надійності при проєктуванні шляхом підтримки прийняття рішення.....	5
<i>Калініна І. О.</i> Підхід до ймовірнісного моделювання взаємодії факторів ризику	9
<i>Козлов О. В., Кондратенко Ю. П., Трилевич О. Є.</i> Синтез та оптимізація нечітких систем керування мобільними роботами багатоцільового призначення	11
<i>Кондратенко Г. В., Сіденко Є. В.</i> Система вибору транспортного засобу для вантажоперевезень з використанням методів обробки експертної інформації	14
<i>Кулаковська І. В.</i> Огляд методів для оптимального розділу графів.....	17
<i>Сатура А. В., Кулаковська І. В.</i> Підсистема для планування і оптимізації графіків поведінки автономних пристроїв для smart-будинків на основі методів кластеризації.....	20
<i>Скакодуб О. С., Козлов О. В., Кондратенко Ю. П.</i> Застосування алгоритмів нечіткої логіки для системи керування багатокомпонентним комплексом гарячого кування	23
<i>Таранов М. О.</i> Аналіз GM API системами керування користувацькими скриптами	25
<i>Трунов О. М., Кошовий В. В.</i> Визначення достовірності різниць оцінки індексу якості інтерфейсу автоматизованих систем за кількісними та якісними показниками за критерієм Стюдента.....	28

ПІДСЕКЦІЯ: Комп'ютерна інженерія

<i>Агєєв А. А., Волощук С. І., Бурлаченко І. С.</i> Застосування MPU6050 та SG90 у робототехнічних системах	32
<i>Гонтаренко С. С., Рибченко С. С., Бурлаченко І. С.</i> Використання Raspberry Pi для серверного хостингу і завдань машинного навчання	35

Дзівницький С. Д., Пузирьов С. В. Розробка інтелектуальної системи обліку робочого часу на базі RASPBERRY PI, RFID, OPENCV TA TENSORFLOW	38
Діденко О. Ю. Технології «Розумне місто» як подальший розвиток IoT	41
Жиголін П. Д., Солобута Л. В. Система безконтактної RFID-ідентифікації об'єктів	44
Корінний М. В. Система автоматизації будинку.....	46
Плюсін К. А, Пузирьов С. В. Інтерактивна пісочниця на основі Unity3D та проєктора Briolight Interactive Sandbox.....	48
Смолянік Я. В., Пузирьов С. В. Інтеграція камери ESP32-CAM OV2604 з мобільними месенджерами.....	50
Старченко В. В. Система на чіпі KENDRYTE k210 для застосунків штучного інтелекту у галузі IOT	52
Тогосєв О. Р. Особливості застосування технології Private PSK	58
Крумаленко Н. В. Система керування кліматичними характеристиками приміщення	60
Обухова К. О. Використання теплових карт для вебзастосунків Інтернет-кафе через віддалений бездротовий доступ	61
Борцов В. В., Савінов В. Ю. Пристрій для визначення вектора направленості до джерела звукових коливань	65
Мельник О. Д., Журавська І. М. Моніторинг показників побутових лічильників з використанням технології розпізнавання образів.....	70
Цапкаленко Ю. І., Бойко А. П. Портативний пристрій для зчитування електронних документів.....	71
Гааб Р. В., Дворник О. В. Апаратно-програмний комплекс довгострокових спостережень показників серцево-судинної системи	73
Осадчий В. А, Дворник О. В. Система світлодіодної візуалізації сигналів велосипедиста	75
Овчар К. В., Дворник О. В. Скорінгова система прогнозування заключення контрактів в ІТ-сфері.....	76

Шевченко А. Г., Пузирьов С. В. Створення апаратно-програмної системи для сучасних IoT рішень на основі туманних обчислень з використанням Cloud-native технологій.....	77
---	----

Секція: ТЕХНІЧНІ НАУКИ

ПІДСЕКЦІЯ: Моделі, методи та засоби програмної інженерії

Горбань Г. В. База даних систематизації спортивних результатів студентів ЧНУ ім. Петра Могили з академічного веслування	80
Давиденко Є. О., Григор'єв Д. О. Відкрита авторизація в сучасних web-системах. РКСЕ як метод авторизації	82
Давиденко Є. О., Фаленкова М. В., Зеленков Д. С. Методологія PWA для розробки застосунку онлайн-бібліотеки	84
Давиденко Є. О., Фаленкова М. В., Оліфіренко К. В. Онлайн-система навчального розкладу для університету в умовах змішаного навчання.....	87
Давиденко Є. О., Стовманенко В. О. Бойко Д. Д. Структури даних для представлення нейронної мережі	89
Кірей К. О. Інтеграція великих даних і традиційних сховищ даних.....	92
Коваленко І. І., Гончарова Н. В. Системні технології використання методів для проведення Форсайт-досліджень	95
Коваленко І. І., Швед А. В., Давиденко Є. О., Антіпова К. О. Класифікатори даних на основі інформаційної ентропії	97
Нездолій Ю. О., Пасіченко М. Г. Можливості використання хмарних сервісів Firebase для автоматизації освітніх процесів у ЗВО.....	99
Нездолій Ю. О., Котигрбов С. В. Можливості фреймворку Spring для створення 3-х рівневих RESTful архітектурних рішень та їх використання у лінгвістичних сервісах.....	102
Нездолій Ю. О., Пономаренко А. О. Перспективи і можливості застосування хмарних та безсерверних обчислень для банківських сервісів.....	105
Нездолій Ю. О., Стоєв Є. Д. Можливості використання платформи Azure для допоміжних сервісів сприяння працевлаштуванню студентів.....	110

Нездолій Ю. О., Яблонський О. О. Аналіз можливостей геолокаційних фреймворків для платформи IOS.....	112
---	-----

ПІДСЕКЦІЯ: Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Клименко Л. П., Андрєєв В. І., Прищепов О. Ф., Случак О. І. Результати досліджень з просякнення дилантною рідиною порошкових композитів в розробці балістичних матеріалів	114
Баранов М. Я., Кубов В. І. Автономний інтелектуальний витратомір води	116
Головченко Д. С., Курков М. Д., Кубов В. І. Supervisory Control System Based On Esp8266 And Labview With Modbus Tcp/Ip Protocol	117
Давиденко Я. Ю., Щесюк О. В. Автоматизований пристрій для дезінфекції приміщень	119
Камінський Д. О., Сіделєв М. І. Алгоритми управління роботом з датчиками перешкод.....	121
Льговський А. С., Щесюк О. В. Автоматизована система керування мікрокліматом в спорудах захищеного ґрунту	123
Тимко Д. О., Запальський В. М. Розробка та дослідження засобів автоматизації сортування об'єктів	125

ПІДСЕКЦІЯ: Диференціальні рівняння та математичні методи в проблемах природничих наук

Brahinets O. Some exact solutions for generalized KdV equations.....	128
Воробйова А. І. Симетрія рівнянь параболічного типу	131
Воробйова А. І., Стрюк О. С. Математична модель генеративно-змагальної мережі.....	134
Petkov I. V. On regular solutions of the Dirichlet problem for the Beltrami equations	137
Хомченко А. Н. Некласичний базис елемента Q8.....	139

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК

ДЛЯ НОТАТОК

Редактор *А. Бурмус*.
Технічний редактор, комп'ютерна верстка *Н. Кардаш*.
Друк *С. Волинець*. Фальцювальні-палітурні роботи *О. Мішалкіна*.

Підп. до друку 13.11.2020.
Формат $60 \times 84^{1/16}$. Папір офсет.
Гарнітура «Times New Roman». Друк ризограф.
Ум. друк. арк. 8,61 Обл.-вид. арк. 6,29.
Зам. № 6151.

Видавець і виготовлювач: ЧНУ ім. Петра Могили.
54003, м. Миколаїв, вул. 68 Десантників, 10.
Тел.: 8 (0512) 50–03–32, 8 (0512) 76–55–81, e-mail: rector@chmnu.edu.ua.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6124 від 05.04.2018.

