

УДК 004.5:004.93

Рожик А. М., здобувач вищої освіти

Жаровський Р.О. канд. техн. наук, доц

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

МЕТОДИ ТА ПРОГРАМНО-АПАРАТНІ ЗАСОБИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПРАЦІВНИКІВ З МЕТОЮ ВИЗНАЧЕННЯ РОБОЧОГО ЧАСУ ТА ДОСТУПУ ДО ПРИМІЩЕННЯ

Rozhyk A. M.

R.O. Zharovskyi PhD., Associate Prof.

METHODS AND SOFTWARE-HARDWARE MEANS OF EMPLOYEE IDENTIFICATION FOR DETERMINING WORKING TIME AND ACCESS TO PREMISES

Стрімкий розвиток цифрових технологій та підвищення вимог до корпоративної безпеки зумовили широке впровадження біометричних систем контролю та управління доступом. Такі системи забезпечують високий рівень захисту об'єктів та дозволяють автоматизувати облік робочого часу персоналу, використовуючи унікальні фізіологічні характеристики людини, такі як відбиток пальця, геометрія обличчя або голос. Проте практика експлуатації показує, що статичні біометричні системи, які покладаються на один фіксований метод ідентифікації, є вразливими до змін умов навколишнього середовища. Недостатнє або надмірне освітлення критично впливає на точність роботи алгоритмів розпізнавання обличчя, високий рівень акустичного шуму унеможливорює коректну ідентифікацію за голосом, а низькі температури або забруднення поверхонь знижують ефективність ємнісних та оптичних дактилоскопічних сканерів. Вказані фактори призводять до зростання кількості помилкових відмов у доступі, що знижує пропускну здатність контрольно-пропускних пунктів та створює незручності для користувачів [1].

Метою даного дослідження є підвищення надійності та відмовостійкості систем контролю доступу шляхом розробки концепції та програмної реалізації адаптивного інтелектуального ядра. Це ядро повинно в реальному часі аналізувати параметри навколишнього середовища та динамічно обирати оптимальний метод ідентифікації, який забезпечить найкращий результат у поточних умовах.

Для вирішення проблеми чутливості біометричних методів до зовнішніх факторів у роботі запропоновано використання математичного апарату нечіткої логіки. На відміну від жорстких алгоритмів або дерев рішень, які оперують бінарною логікою та чіткими пороговими значеннями, нечітка логіка дозволяє оперувати лінгвістичними змінними та ступенями належності. Це забезпечує плавну адаптацію системи до змін у середовищі та дозволяє уникнути помилок на межі діапазонів, коли незначна зміна фізичного параметра може призвести до кардинальної зміни рішення системи [4].

Розроблена математична модель системи нечіткого виводу базується на аналізі трьох вхідних лінгвістичних змінних, дані для яких надходять із відповідних апаратних сенсорів. Першою змінною виступає рівень шуму, який визначається через співвідношення сигнал до шуму в децибелах і дозволяє оцінити акустичну обстановку для коректної роботи голосових модулів [3]. Другою змінною є освітленість та динаміка сцени, що визначається відсотком рухомих пікселів у відеопотоці та дозволяє виявити рух об'єкта перед камерою. Третьою змінною є температура навколишнього середовища, яка впливає на фізичний стан шкіри пальців та роботу сканерів.

Вихідними змінними моделі є оцінки пріоритетності або придатності для трьох доступних методів ідентифікації, а саме розпізнавання обличчя, голосу та сканування відбитка пальця. Діапазон оцінювання для кожного методу становить від нуля до десяти балів, де вищий бал означає більшу рекомендацію до використання даного методу в поточних умовах.

Програмна реалізація ядра виконана мовою програмування Python із використанням спеціалізованої бібліотеки scikit-fuzzy [2]. Ця бібліотека забезпечує необхідний інструментарій для створення функцій належності, реалізації етапу фазифікації вхідних даних, обробки бази правил та дефазифікації результатів. Для емуляції вхідних сигналів та попередньої обробки медіаданих використано бібліотеки комп'ютерного зору OpenCV та обробки аудіо Librosa. OpenCV застосовується для аналізу відеопотоку та симуляції умов низького освітлення шляхом модифікації яскравості зображення. Librosa використовується для розрахунку співвідношення сигнал до шуму та накладання шумових ефектів на аудіозаписи для тестування стійкості алгоритму.

База знань системи сформована на основі експертних правил, які формалізують залежності між станом середовища та ефективністю біометричних методів. Логіка системи передбачає, що низька освітленість або висока динаміка руху в кадрі роблять метод розпізнавання обличчя непридатним. Аналогічно, високий рівень фонового шуму призводить до зниження пріоритету голосової ідентифікації, а екстремально низькі температури негативно впливають на придатність сканера відбитка пальця. Система агрегує виконання всіх активних правил для формування єдиного узгодженого рішення.

Валідація розробленої математичної моделі проведена шляхом комп'ютерної симуляції різних експлуатаційних сценаріїв. Під час тестування сценарію нічного режиму, який характеризується низьким рівнем освітлення та тишею, система коректно визначила критично низький пріоритет для розпізнавання обличчя та високий пріоритет для голосової ідентифікації. Це дозволяє системі автоматично переключитися на надійніший метод і уникнути помилок розпізнавання в темряві. У сценарії, що імітує шумний виробничий цех з високим рівнем акустичних перешкод та активним рухом персоналу, система деактивувала методи розпізнавання голосу та обличчя, надавши найвищий пріоритет контактному методу сканування відбитків пальців або використанню RFID-картки.

Окрім адаптивного ядра на базі нечіткої логіки, архітектура спроектованої системи включає пріоритетний модуль безпеки. Цей модуль працює на основі апаратних переривань та має найвищий пріоритет виконання. У разі отримання сигналу тривоги від датчиків пожежної безпеки або задимлення робота інтелектуального ядра блокується. Система миттєво переходить у режим аварійного розблокування всіх точок доступу для забезпечення безперешкодної евакуації персоналу, що є критично важливою вимогою для забезпечення техногенної безпеки на підприємстві.

Література

1. Біометричні системи контролю доступу. UALock. URL: <https://ualock.com.ua/ua/p6541327-biometricheskie-sistemy-kontrolya.html> (дата звернення: 08.11.2025).
2. Getting started with scikit-fuzzy. Read the Docs. URL: https://scikit-fuzzy.readthedocs.io/en/latest/userguide/getting_started.html (дата звернення: 08.11.2025).
3. Understanding Speech-to-Noise Ratio and Its Impact on Your App. Syml.ai. URL: <https://syml.ai/developers/blog/understanding-speech-to-noise-ratio-and-its-impact-on-your-app/> (дата звернення: 08.11.2025).

4. Дослідження нечіткої логіки та її розвитку. Математичне обґрунтування теорії нечітких множин. КРІ. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstreams/d552aa75-4896-4d1d-bc57-e10702672e69/download> (дата звернення: 08.11.2025).

УДК 004.896:674.02

В. М. Руснак, Н. Б. Стадник, к.т.н

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МЕТОДИ АДАПТИВНОГО ВИБОРУ ЕВРИСТИК ДЛЯ ЗАДАЧ ГІЛЬЙОТИННОГО РОЗКРОЮ

V. M. Rusnak, N. B. Stadnyk

METHODS OF ADAPTIVE HEURISTICS SELECTION FOR GUILLOTINE CUTTING PROBLEMS

Проблема раціонального розкрою матеріалів є однією з класичних задач комбінаторної оптимізації, яка має важливе практичне значення для меблевої промисловості. Зростання номенклатури виробів та перехід до індивідуального виробництва вимагають гнучких алгоритмічних рішень, здатних адаптуватися до змінних вхідних даних [1].

Метою роботи є розробка методу оптимізації розкрою, який базується на механізмі адаптивного вибору евристик (hyper-heuristics) для підвищення коефіцієнта корисного використання матеріалу.

У роботі розглядається задача двовимірного пакування (2D Bin Packing) з обмеженням гільйотинного різку. Традиційні підходи часто використовують єдину стратегію розміщення (наприклад, сортування за площею) для всього пакету замовлень. Однак, як показують дослідження, ефективність конкретної евристики суттєво залежить від геометричних характеристик набору деталей.

Запропонований метод полягає у попередній симуляції процесу розкрою для кожного листа матеріалу з використанням набору конкуруючих стратегій:

1. *Best Area Fit* (пріоритет площі) – ефективна для різнорідних деталей.
2. *Longest Side Fit* (пріоритет сторони) – ефективна для довгих вузьких деталей.
3. *Quantity Priority* (пріоритет кількості) – нова запропонована евристика, що дозволяє групувати однакові деталі, спрощуючи логістику.

Програмна реалізація системи виконана мовою Python. Алгоритм автоматично розраховує ефективність (Yield %) для кожної стратегії та затверджує карту розкрою з найкращим показником [2, с. 47]. Також враховано технологічні параметри: ширина різку (kerf) – 3-4 мм, відступи на торцювання (trim) – 10-15 мм. Для забезпечення інтеграції з автоматизованими системами керування виробництвом (АСКВ) розроблено модуль експорту даних у формат JSON. Це дозволяє передавати координати деталей безпосередньо на розкрійні центри з ЧПК, мінімізуючи людський фактор.

Результати тестування на реальних виробничих даних показали, що застосування адаптивного підходу дозволяє зменшити площу відходів на 5-12% порівняно з використанням однієї фіксованої стратегії.

Література

1. Романишин Ю.М., Скрупський С.Ю. Аналіз ефективності алгоритмів розкрою промислових матеріалів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2020. Т. 30, № 2. С. 88–94.