

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ДОСТУПУ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

UDC 004.5:004.93

A. Rozhyk; R. Zharovskyi, PhD.

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF THE ADAPTIVE ACCESS CONTROL SYSTEM BASED ON FUZZY LOGIC

В умовах зростання вимог до систем безпеки критично важливим завданням є забезпечення надійної ідентифікації особи незалежно від зовнішніх факторів. Традиційні системи контролю доступу, що базуються на статичних алгоритмах, демонструють зниження ефективності при зміні умов експлуатації: недостатньому освітленні, акустичному шумі або екстремальних температурах. Метою роботи є оцінка ефективності розробленого програмно-апаратного комплексу, що використовує апарат нечіткої логіки для динамічного вибору оптимального методу аутентифікації [1].

Для верифікації розроблених алгоритмів було проведено серію імітаційних експериментів у середовищі MATLAB та реалізовано прототип на базі Raspberry Pi 3 B+. Вхідними даними слугували показники сенсорів: рівень освітленості (Lux), акустичний шум (dB) та температура (°C). Ядром прийняття рішень виступає контролер нечіткої логіки типу Мамдані, який розраховує коефіцієнт придатності для методів розпізнавання обличчя, голосу та відбитків пальців.

На першому етапі було проаналізовано адекватність реакції системи на динамічну зміну освітленості. Результати моделювання (рис. 1), дозволили визначити оцінку придатності методу Face ID в залежності від рівня освітленості.

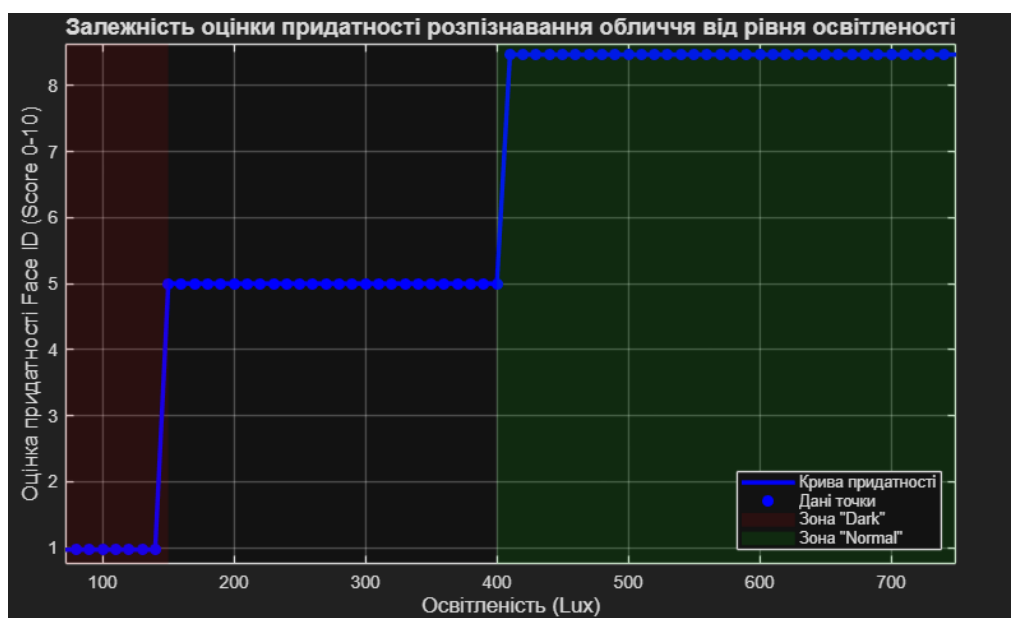


Рисунок 1. Залежність оцінки придатності розпізнавання обличчя від рівня освітленості

Графік показує, що у зоні «Dark» система присвоює методу мінімальний пріоритет, що блокує його використання. При зростанні освітленості понад 400 Люкс оцінка придатності різко зростає до максимуму, стабілізуючись у зоні нормального освітлення. Це підтверджує здатність системи адаптуватися до умов видимості з мінімальним рівнем помилкових спрацювань.

Другим етапом стала перевірка стабільності роботи дактилоскопічного сканера в залежності від температурних режимів. Моделювання динаміки, зображене на рисунку 2, підтверджує наявність чітко вираженої «зони комфорту».



Рисунок 2. Залежність оцінки придатності сканера відбитків від температури

Як видно з графіка, система утримує високий пріоритет для сканера відбитків у діапазоні температур від +10°C до +30°C. При виході за ці межі оцінка лінійно знижується до 4 балів. Це дозволяє уникнути помилок зчитування, викликаних зміною фізіологічного стану шкіри [2].

Третім етапом став комплексний аналіз взаємного впливу факторів. Встановлено, що розроблена база правил коректно обробляє ситуації з декількома змінними. На рисунку 3 наведено поверхню нечіткого виводу для оцінки придатності відеоканалу.

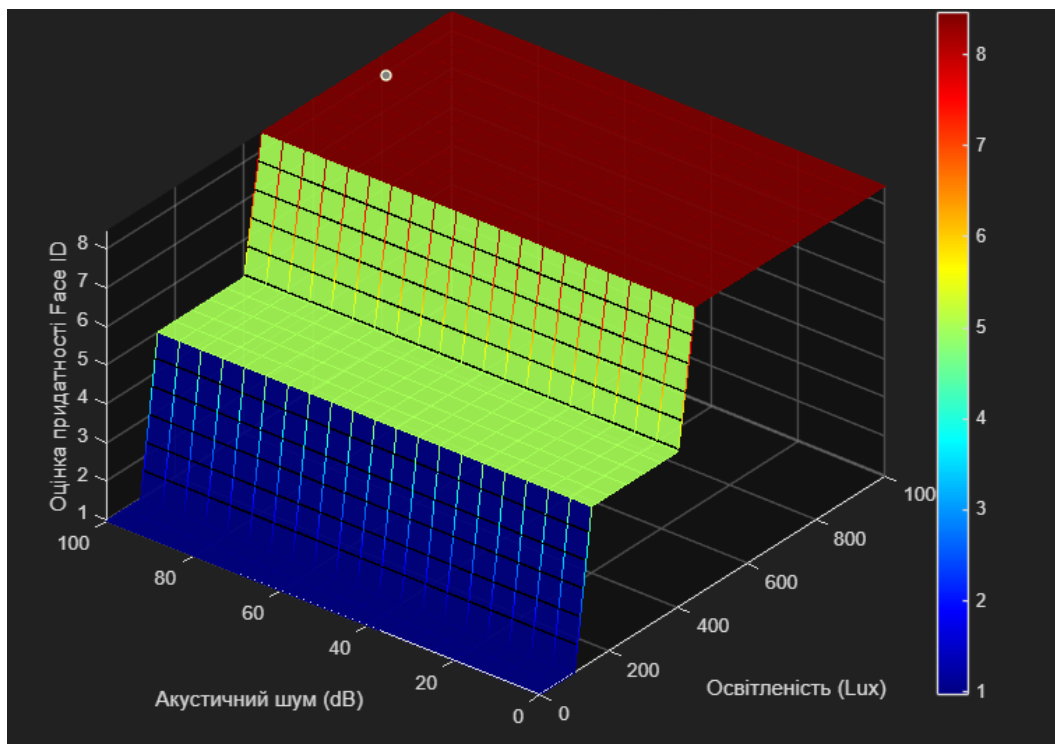


Рисунок 3. Поверхня нечіткого виводу для оцінки придатності розпізнавання обличчя

Наведений графік демонструє, що рівень акустичного шуму не впливає на пріоритет розпізнавання обличчя (профіль не змінюється вздовж осі шуму), тоді як освітленість є

визначальним фактором. Це свідчить про коректну ізоляцію каналів прийняття рішень та відсутність негативної інтерференції між правилами [3].

Результати досліджень свідчать, що впровадження розробленого адаптивного алгоритму дозволяє автоматизувати вибір надійного методу ідентифікації. Система забезпечує перемикання на альтернативні методи (голосовий або RFID) у критичних умовах, що підвищує загальну надійність комплексу та зменшує кількість помилок відмови у доступі.

Література

1. AI-Driven Adaptive Authentication for Multi-Modal Biometric Systems. *ResearchGate*. 2024. URL: https://www.researchgate.net/publication/385002869_AI-Driven_Adaptive_Authentication_for_Multi-Modal_Biometric_Systems (дата звернення: 09.12.2025).
2. Biometric Authentication System For Access Control. *CEUR Workshop Proceedings*. 2024. Vol. 3706. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3706/Paper13.pdf> (дата звернення: 09.12.2025).
3. Fuzzyfortify: a multi-attribute risk assessment for multi-factor authentication. *Frontiers in Computer Science*. 2025. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/computer-science/articles/10.3389/fcomp.2025.1557918/full> (дата звернення: 09.12.2025).