

# Система технічного зору для контролю доступу в приміщення

Фіронов А. І., ORCID [0000-0003-4628-5497](https://orcid.org/0000-0003-4628-5497)

Левченко В. В., ORCID [0000-0001-7748-4670](https://orcid.org/0000-0001-7748-4670)

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», ROR [00syn5v21](https://ror.org/00syn5v21)

Київ, Україна

**Анотація**—Стаття присвячена розробці автоматизованої електронно-механічної системи контролю доступу, що призначена для надання дозволу на прохід персоналу, проїзд транспортних засобів або переміщення матеріалів через контрольний пункт, обладнаний турнікетом.

**Ключові слова** — система відеоспостереження; розпізнавання осіб; Вейвлет-стиснення фотографій; Wi-Fi; Bluetooth.

## I. ВСТУП

При створенні систем безпеки на будь-якому об'єкті виникають проблеми з контролем доступу різних людей на цьому об'єкті.

Система безпеки завжди є комплексним механізмом, який може бути як і тісно пов'язаний, взаємодіяти на різних етапах, так і складатись з працюючих, незалежно один від одного систем.

Щоб забезпечити базовий рівень захисту необхідно налагодити роботу системи контролю і управління доступом (СКУД), системи охорони відеоспостереження, охоронно-пожежної сигналізації та системи пожежогасіння.

Жодна система чи сукупність систем не дає 100% гарантії, але значно знижує ризик.

Об'єкт дослідження - системи контролю та управління доступом.

Існуючі в даний час системи контролю і управління доступом (СКУД) занадто спеціалізовані та підв'язані під цілий комплекс інших завдань та функцій, а налаштування є залежними від постачальника/виробника, вимагають постійної або оплати використуваних ресурсів та оновлення.

Тому постала проблема розробки системи, яка б комплексно вирішувала завдання швидкого встановлення та розгортання, зрозумілим інтерфейсом користувача та індивідуальними налаштуваннями для підвищення рівня безпеки.

Системи контролю й керування доступом (СКУД) являють собою комплекс програмно-апаратних технічних пристроїв безпеки, які здійснюють управління доступом, реєстрацію входів і виходів всіх суб'єктів, обмеження входу/виходу.

Мета роботи - розробити ефективну системи контролю та управління доступом на базі системи технічного зору з використанням алгоритмів розпізнавання обличчя.[1,2]

## II. ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОЇ СИСТЕМИ

Запропоновано систему відеоспостереження, яка має функції розпізнавання «свій-чужий». Така система відеоспостереження дозволить забезпечити кращий контроль доступу до того чи іншого об'єкту.

Дана система складається з мікропроцесорної плати Esp-Eye v2.1 з вбудованим Wi-fi модулем та камерою, та LED-дисплея.

Застосування запропонованої системи безпеки орієнтоване на підприємства та установи, де потрібно здійснювати жорсткий контроль за певними об'єктами.

Робота системи полягає у наступному: на деякому підприємстві встановлено дану систему на вході у приміщення з обмеженим рівнем доступу для персоналу. Обличчя людей які мають дозвіл на прохід уже завантажено до бази даних. Коли система помічає в полі зору камери людину, вона ідентифікує її та порівнює знімок її обличчя з уже завантаженими до бази даних, у разі знаходження співпадіння система дає дозвіл на прохід, сповіщуючи про це за допомогою LED-дисплея. У разі відсутності співпадінь – доступ забороняється, про що також сповіщує відповідний сигнал на LED-дисплеї.[2]

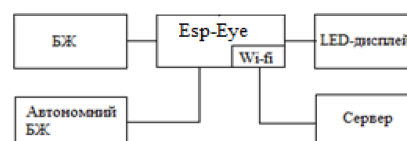


Рис. 1 Блок-схема запропонованої системи.



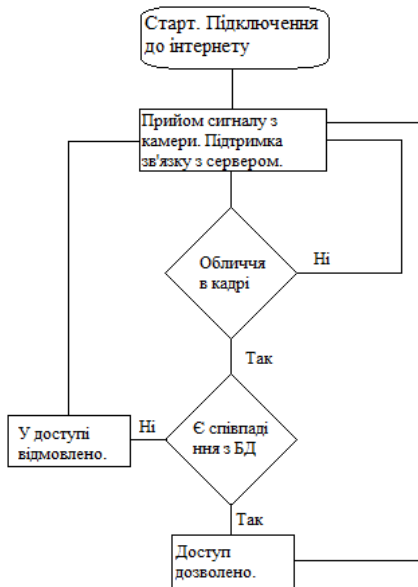


Рис. 2 Алгоритм роботи запропонованої системи

Система забезпечує:

- Контроль доступу у приміщення за допомогою розпізнавання осіб
- Бездротовий зв'язок з сервером за допомогою WiFi.
- Можливість зберігання даних на SD карті.
- Можливість працювати автономно, у випадку відключення електроенергії.

Перевагами даної системи являються:

- Дешевизна.
- Простота установки.
- Малі затрати енергії для роботи.
- Наявність аварійного блоку живлення, у випадку непередбачуваних ситуацій.

### III. ВЕЙВЛЕТ-СТИСНЕННЯ ФОТОГРАФІЙ

Оптимізацію та пришвидшення процесу перевірки/порівняння обличчя можна виконувати за допомогою застосування до зображень алгоритму стиснення, зокрема методу стиснення на основі дискретного вейвлет-перетворення в орієнтованому базисі.

Дискретне вейвлет-перетворення полягає у пропусканні сигналу через декілька фільтрів, зазвичай 2 (низькочастотний і високочастотний):

$$y_{low}[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]g[2n-k], \quad (1)$$

$$y_{high}[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[2n-k],$$

де  $y_{low}$ ,  $y_{high}$  – вихідні сигнали фільтру низьких частот (ФНЧ) та фільтру високих частот (ФВЧ) відповідно,  $g$ ,  $h$  – відповідно їх імпульсні відгуки.

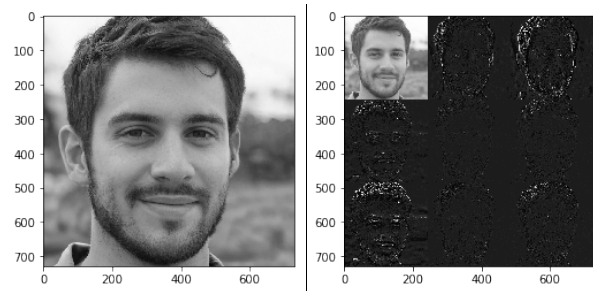


Рис. 3 Фотографія до і після вейвлет-стиснення з кількістю фільтрів 3

Спочатку сигнал пропускається через низькочастотний фільтр з імпульсним відгуком  $g$ , в результаті чого формується вихідний сигнал у вигляді згортової суми. Одночасно з цим сигнал розкладається за допомогою високочастотного фільтру. ФНЧ видає наближену форму вихідного сигналу, а ФВЧ – сигнал різниці або додаткової деталізації [3].

Дискретне вейвлет-перетворення в орієнтованому базисі дає можливість будувати матриці перетворення з заданою кількістю фільтрів  $m$ , де  $m$  – у загальному випадку є простим позитивним числом. Наприклад у випадку для  $m=3$  матриця вейвлет-перетворення виглядає наступним чином:

$$O_3 = \sqrt{3} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{3}} & \frac{1}{\sqrt{3}} & \frac{1}{\sqrt{3}} \\ \frac{1}{\sqrt{3}} & 0 & \frac{-1}{\sqrt{3}} \\ \frac{1}{\sqrt{3}} & \frac{-1}{\sqrt{3}} & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Кількість використовуваних фільтрів диктує розмір масиву даних, що отримується в результаті перетворення. 3-кратний ОБ вейвлет дає в результаті зменшену копію, яка займає лише 1/9 зображення, тоді як решту 8/9 відведено під 8 типів коефіцієнтів деталізації, які нас не цікавлять і які ми відкидаємо (рис.3). Одна ітерація розкладання зменшує розмір зображення, яке необхідно оцінювати, на 88%. [4].

Найпростіший спосіб порівняння двох зображень виконується шляхом віднімання значень яскравості двох матриць і оцінка отриманої матриці різниць за допомогою середньо-квадратичного відхилення (MSE від Mean Squared Error). Вираховується даний параметр за формулою:

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_0^{M-1} \sum_0^{N-1} (f(i,j) - g(i,j))^2 \quad (3)$$

де  $M$ ,  $N$  – це розмірності матриці значень,  $f(i,j)$  – значення яскравості зображення у базі даних,  $g(i,j)$  – значення яскравості зображення, отриманого з камери.

Застосування середньо-квадратичного відхилення у поєднанні з ДВП в ОБ дозволяє пришвидшити процес розпізнавання обличчя у системі шляхом відкидання зайвих деталей, відсутність яких мінімально шкодить точності отриманих результатів. В залежності від вимог на підприємстві алгоритм може бути

налаштований на відкидання ще більшої кількості деталізації зображення перед порівнянням завдяки можливості ДВП в ОБ працювати з заданою кількістю фільтрів.

#### IV. ОПИС МІКРОКОНТРОЛЕРНОГО МОДУЛЯ

Плата Esp-Eye v2.1 містить, мікроконтролерний модуль ESP32 з вбудованими технологіями Wi-Fi та Bluetooth, роз'єми для підключення зовнішніх пристроїв та модулів.

Опис технічних характеристик Esp-Eye v2.1:

- Двоядерний процесор 2.4 ГГц WiSoC ESP32 Tensilica LX6 + WiFi and Bluetooth
- Пам'ять: 8MB PSRAM
- 4MB Flash
- Камера: 2MP, OV2640
- Розмір: 21мм x 41мм
- Характеристики камери:
- Фоточутливий Масив: 640 \* 480
- ІО напруга: 1,7-3,0 в
- Енергоспоживання: 60 мВт / 5 fpsVGA
- Робоча температура: -30 ° C ~ 70 ° C
- Оптичний Розмір: 1/6 "
- Поле зору: 25 °
- Максимальна частота кадрів: 30 fpsVGA
- Чутливість: 1,3 В / (люкс-сек)
- Відношення сигнал-шум: 46 дБ
- Динамічний діапазон: 52 дБ
- Область пікселів: 3,6 мкм \* 3,6 мкм [5,6]

#### V. ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СПОСОБУ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

Існує декілька способів передавання даних для системи безпеки, найбільш вживаною є Wi-Fi. У деяких випадках можна використати Bluetooth.

Перевага Bluetooth в тому, що він має найменше енергоспоживання, але підходить тільки в тому випадку, якщо сигнал потрібно передавати в межах об'єкту, тому використовувати Bluetooth в запропонованій системі недоцільно.

Перевагами Wi-Fi є те, що з його допомогою можна передавати сигнал на більшу відстань, ніж Bluetooth. Також вона забезпечує більшу швидкість передачі даних, забезпечує доступ до Інтернету, можливість дистанційного керування.

У таблиці 1 наведено порівняння деяких параметрів Wi-Fi та Bluetooth, виходячи з яких було зроблено вибір використовувати у системі саме Wi-Fi модуль.

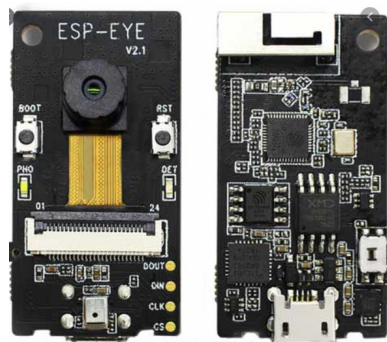


Рис. 4 Вигляд плати Esp-Eye v2.1

ТАБЛИЦЯ 1 ПОРІВНЯННЯ ПАРАМЕТРІВ WI-FI ТА BLUETOOTH

Параметр модуля	Bluetooth	Wi-Fi
Енергоспоживання	низьке	високе
Безпечність	нижча	висока
Швидкість передачі даних	До 721 Кбіт/с	До 150 Мбіт/с
відстань	До 10м	До 100м

Виходячи з наведених переваг, було обрано спосіб передачі сигналів на сервер, для обробки даних, за допомогою Wi-Fi модуля, вбудованого у Esp-Eye v2.1, адже такий спосіб передачі даних забезпечить більшу швидкість передачі та на більшу відстань, а також є більш захищеним.[7]

#### ВИСНОВОК

Відеоспостереження є важливою частиною системи безпеки, де на сьогодні IP-камери, функції розпізнавання та модулі передачі інформації широко використовуються в системах безпеки. Системи технічного зору з можливістю розпізнавання обличчя важливі тим, що з їх допомогою можливо зберігати дані про обличчя конкретних людей, та використовувати їх для контролю доступу, та з охоронними цілями.

В результаті аналізу сучасних автономних систем відеоспостереження запропоновано варіант системи в якому є додаткові функції. Система має два канали зв'язку задля кращого передавання інформації та можливість ідентифікації особи.

Враховавши всі переваги та недоліки різних видів модулів передачі інформації, впливає те що для передачі сповіщень найбільш кращий варіант є Wi-Fi, так як його радіус дії та швидкість передачі даних значно більші ніж у Bluetooth.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] Sistemi kontrolu i keruvannya dostupom [Access control & management system] Available: [https://xn--80adqboqrp5j.com.ua/kontrol\\_dostyipy/](https://xn--80adqboqrp5j.com.ua/kontrol_dostyipy/)
- [2] "Raspoznavaniye lits v SKUD [Face recognition in ACS]," Secuteck.ru, 2021. [Online]. Available: <https://www.secuteck.ru/raspoznavanie-lic>.

- [3] "SKUD s rozpoznanim lits [ACS with face recognition] Available: [https://security-agregator.ru/func\\_face\\_recognition.html](https://security-agregator.ru/func_face_recognition.html)
- [4] E. C. Ifeachor and B. W. Jervis, "Digital Signal Processing: A Practical Approach," Addison-Wesley publishing company, 2002.  
DOI: [10.1049/ic:19950210](https://doi.org/10.1049/ic:19950210)
- [5] J. S. Petergerya, V. Y. Zhuykov, T. O. Tereshchenko, "Intel'ktual'ni systemy zabezpechennya enerhozberezhennya zhytlovykh budynkiv [Intelligent energy saving systems for residential buildings]," Media-PRESS, 2008,  
URL: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/19024>
- [6] OmniVision, "Chip Sensor Camera," OV2640 datasheet, May, 2006. [Online]. Available: <https://www.14core.com/wp-content/uploads/2019/07/OV2640-Technical-Datasheet.pdf>
- [7] ESP-IDF Programming Guide: Get Started, Espressif Systems. Accessed on: Apr. 4, 2021. [Online]. Available: <https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/v4.0/get-started/index.html>
- [8] "Tehnologiya besprovodnoj svyazi Bluetooth i Wi-Fi [Wireless technology Bluetooth & Wi-Fi] Available: <https://ppt-online.org/322571>

Надійшла до редакції 04 квітня 2021 р.

UDC 621.937

## Technical Vision System for in-Room Access Control

A. I. Fironov, ORCID [0000-0003-4628-5497](https://orcid.org/0000-0003-4628-5497)

V. V. Levchenko, ORCID [0000-0001-7748-4670](https://orcid.org/0000-0001-7748-4670)

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", ROR [00syn5v21](https://ror.org/00syn5v21)  
Kyiv, Ukraine

**Abstract**—Access systems with face recognition is widely used today. They are used in many enterprises and institutes where it is necessary to control the flow of passing people.

Facially recognizable technical vision systems are important because they can be used to store specific individuals faces and use them for access control. As a result of analysis of same modern systems the variant of system there are additional functions is offered.

The system consists of ESP-EYE module, with build-in wi-fi and Bluetooth modules, chip sensor camera "OV2640" and LED display, which displays a notification for a person about granting or denying access, notifications are in two colors: green and red respectively.. Also it has an emergency power supply in case of unforeseen situations.

Wi-fi is used as a means of transmitting data from camera to the server. This transmission method of data transmission has several advantages over Bluetooth. It allows to the system to transfer data at a much higher speed and over a greater distance, it is also more secure, provides access to the internet and allows to control the system remotely. All the listed advantages of this method of transmission give us a great variability in the operation and placement of the system.

To recognize people system use a comparison method. It compares the person's face with a database and, after processing it produces the result. To optimize and speed up this process, the system uses a method of image compression based on discrete wavelet transform. This method is the transmission of a signal through several filters, usually two.

First, the signal is passed through a low-pass filter which a pulse response  $g$ , resulting in an output signal in the form of a convolutional sum. At the same time the signal is decomposed by a high pass filter. The LPF gives an approximate shape of the output signal, and the HPF – the signal of difference or additional detail.

Discrete wavelet transform in an oriented basis makes it possible to construct transformation matrices with a given number of filters "m", where "m" is in the general case a prime positive number.

The simplest way to compare the two images is by subtracting the brightness values of the two matrices and estimating the resulting matrix of differences using standard deviation. The use of standard deviation in combination with fiberboard in OB allows to speed up the process of face recognition in the system by discarding unnecessary details, the absence of which minimally harms the accuracy of the results.

The advantages of this system are that it is less expensive, in comparison with existing analogs, less energy-consuming, easy to assemble and install, uses a relatively simple and at the same time quite accurate method of identifying a person's identity.

**Keywords** — video surveillance system; face recognition; Wavelet-compression of photos; Wi-Fi; Bluetooth.

