

---

---

## СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ І ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ З ОБРОБКОЮ ТА РОЗПІЗНАВАННЯМ ЗОБРАЖЕНЬ

---

---

УДК 681.518+10.629

Н. В. ЛИСАК<sup>1</sup>, Ю. В. МІРОНОВА<sup>1</sup>, І. О. МАРЧЕНКО<sup>2</sup>, С. О. ПЕТРОВ<sup>2</sup>

### ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РОЗПІЗНАВАННЯ МЕТОДОМ ВІОЛІ-ДЖОНСА В ЗАДАЧАХ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВА ШЛЯХОМ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕННЯ

<sup>1</sup>*Вінницький національний технічний університет,  
21021, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна  
E-mail: natasha.lysak@gmail.com*

<sup>2</sup>*Сумський державний університет,  
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, Україна  
E-mail: sergpet@gmail.com*

**Анотація.** Розроблено механізм підвищення достовірності виявлення облич на зображенні за методом Віолі-Джонса, за рахунок проведення послідовної фільтрації вхідного зображення, що дозволяє значно підвищити якість подальшого їх розпізнавання до асимптотичного максимуму. Даний підхід дає можливість використовувати метод Віолі-Джонса для забезпечення інформаційної безпеки підприємства як в режимі активного так і пасивного моніторингу персоналу та відвідувачів. Підхід використовує методи теорії лінійної алгебри та математичної статистики. В роботі показано конкретний ефект від застосування за пропанового підходу та наведено приклади фізичного моделювання.

**Анотация.** Разработан механизм повышения достоверности обнаружения лиц на изображении методом Виола-Джонса за счет проведения последовательной фильтрации и обработки входного изображения, что позволяет значительно повысить достоверность их дальнейшего распознавания к асимптотическому максимуму. Использование данного подхода, дает возможность применять метод Виола-Джонса для обеспечения информационной безопасности предприятия как в режиме активного, так и в режиме пассивного мониторинга. Предложенный подход использует методы теории линейной алгебры и математической статистики. В работе показан конкретный эффект от использования предложенного подхода а также показаны примеры физического моделирования.

**Abstract.** In the work we developed a increasing there liability mechanism of face detection on the image by Viola-Jones algorithm which consistent filtering and processing of the input image. It can significantly improve the reliability of their further recognition to the asymptotic maximum. Using this approach make able to apply Viola-Jones method for ensuring information security in active and passive monitoring modes. The proposed approach uses the methods of the theory of linear algebra and mathematical statistics. The paper shows a specific effect of the use of the proposed approach and shows examples of physical modeling.

**Ключові слова:** метод Віолі-Джонса, фільтрація вхідного сигналу, згортка зображення, ідентифікація обличчя, інформаційна безпека підприємства

#### ВСТУП

Обробка зображень — це будь-яка форма обробки інформації, дані для якої представлені у вигляді зображень. Результатом обробки зображень може бути як змінене зображення, так і інформація, що міститься на зображенні: текст, обличчя людей, об'єкти [1]. Окрім статичних зображень іноді виникає потреба обробляти зображення, що постійно змінюються — відео потоки [2, 3, 4]. Одним з

ключових напрямків досліджень, що проводяться в цій галузі, є корекція дефектів, які безпосередньо впливають на якість та результати обробки зображень.

На даний момент комп'ютерний зір є одним із наймолодших та одним з найперспективніших напрямків. Головними задачами комп'ютерного зору є:

- 1) перевірка наявності об'єкта на зображенні;
- 2) локалізація об'єкту;
- 3) відстеження об'єкта у відеопотоці;
- 4) ідентифікація об'єкту;
- 5) розпізнавання інформації, що містить об'єкт на зображенні (наприклад, тексту);
- 6) комбінація або суперпозиція задач для комплексних систем.

Часто перші дві задачі об'єднуються в одну і розв'язуються одним методом як, наприклад, метод Віюли-Джонса [5] або за допомогою двовимірного перетворення Фур'є [6]. Через свою універсальність та відносну простоту реалізації алгоритм Віюли-Джонса можна зустріти у різноманітній фото- та відеотехніці. Особливо важливою складовою подальшого вдосконалення алгоритму Віюли-Джонса полягає в тому, що результати його роботи застосовуються як вхідні дані в системах розпізнавання та контролю доступу і висока його результативність на даному етапі істотно впливає на загальну ефективність системи в цілому.

### ОСНОВНИЙ ТЕКСТ

Головними дефектами, що знижують якість зображення і впливають на процес розпізнавання алгоритму Віюли-Джонса є:

- шум;
- недостатня або надлишкова яскравість;
- нерізкість;
- муари;
- пил, «подряпини», «биті пікселі».

Для підвищення якості розпізнавання алгоритму Віюли-Джонса будемо модифікувати вихідне зображення таким чином, щоб зменшити вплив дефектів на результати обробки. Впливаючи таким чином на вхідне зображення можливо зменшити кількість помилкових спрацювань шляхом усунення дефектів. Наприклад, збільшення кількості розпізнаних обличчя можливе наданням обличчю більше виражених рис. Окрім того, можливо уточнити контури об'єктів на зображенні за рахунок зміни його чіткості та тиснення.

Одним із варіантів підвищення якості розпізнавання є зміна яскравості зображення та насиченості кольору. Для зміни яскравості для насиченості переведемо зображення з кольорової моделі RGB в модель HSV. При цьому компонента H(Hue) зі значеннями з діапазону від 0 до 360 — визначає кольоровий тон, S(Saturation), значення якої змінюється в межах від 0 до 100, відповідає за насиченість кольору, а компонента V(Value) — зберігає в собі значення яскравості з діапазону 0—100. Зміну яскравості та насиченості проведемо в таких діапазонах, при яких інформація на зображенні не зазнає значних деформацій.

Для зміни чіткості зображення, надання йому розмитості по Гаусу та деяких інших операцій використаємо матрицю згортання [4]. Процес трансформації зображення за допомогою матриці згортання називають згорткою, а саму матрицю — ядром [6]. В якості ядра будемо використовувати матрицю розміром 3 x 3. Перетворення виконується таким чином: кожний елемент вихідної матриці  $Im$  множиться на відповідне значення ядра  $C$ , окрім цього, на відповідні значення множаться й оточуючі його елементи. Після цього результати підсумовуються та приймаються як перетворене значення. Для нормалізації отриманого значення вводиться так званий коефіцієнт нормалізації  $div$ , який зазвичай є сумою всіх значень ядра. Приклад такої згортки показано на рис. 1.

Описані вище теоретичні відомості записуються у вигляді формули:

$$Res(x, y) = \frac{1}{div} \sum_{i=-1}^1 \sum_{j=-1}^1 Im(x+i, y+i)C(i+1, j+1)$$

Кожне зображення представляється матрицею чисел, які задають відповідні пікселі. Так як кожен колір в моделі RGB є комбінацією трьох різних каналів, то обробку ядром необхідно виконати незалежно для кожного з трьох кольорових каналів та об'єднати результат на одному зображенні.

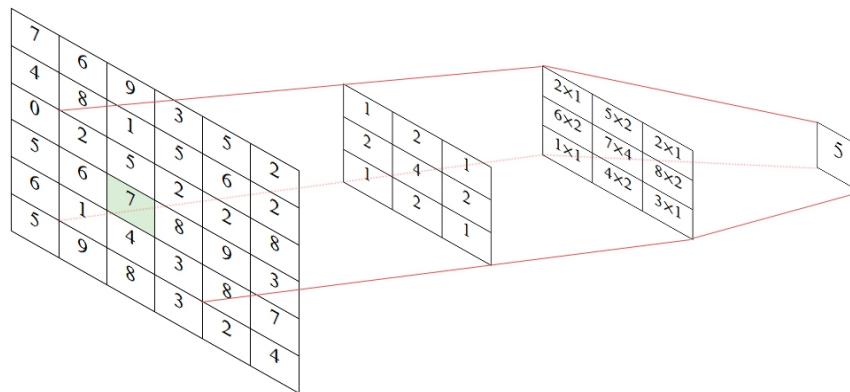


Рис. 1. Приклад обробки вихідної матриці за допомогою ядра згортання

Шляхом коректування значень матриці можливо зменшити або збільшити ефект використання фільтру. Цифрові значення матриці використовуються для визначення рівня впливу оточуючих пікселів на центральний.

Наприклад, при використанні матриці

$$\begin{vmatrix} -2 & -1 & 0 \\ -1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{vmatrix}$$

досягається ефект, який візуально схожий на тиснення, а використовуючи матрицю

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{vmatrix}$$

При цьому також досягається ефект тиснення, але він менш виражений, як показано на рис. 2.

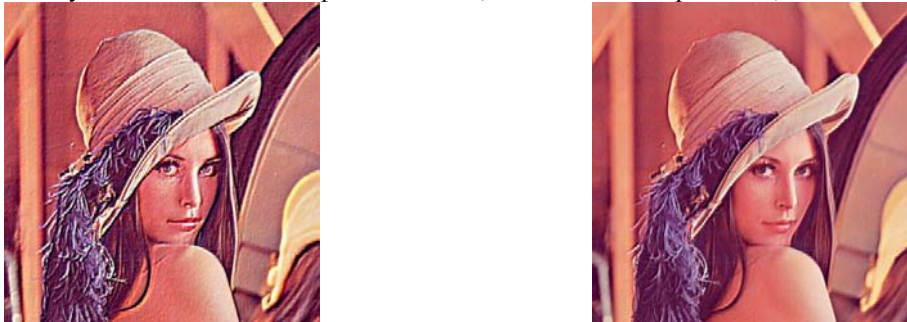


Рис. 2. Застосування різних матриць для досягнення ефекту тиснення





Для побудови навчальної вибірки було обрано ефекти, які, теоретично, змінять зображення таким чином, що покращить якість розпізнавання методом Віолі-Джонса (табл. 1).

Таблиця 1.

**Ефекти, що застосовуються для попередньої обробки зображень**

Назва фільтру	Матриця згортання	Результат
Розмиття по Гаусу	$\begin{vmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{vmatrix}$	

Продовження таблиці 1

Назва фільтру	Матриця згортання	Результат
Чіткість(Clarity)	$\begin{vmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 9 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{vmatrix}$	
Різкість(Sharpen)	$\begin{vmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{vmatrix}$	
Послаблена різкість(Light-Sharpen)	$\begin{vmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$	
Розмиття(Blur)	$\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}$	

### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для тестування була сформована вибірка з 13225 випадкових зображень [7]. Для кожного зображення було виконано обробку з використанням фільтрів, наведених вище.

Після цього було проведено розпізнавання класичним алгоритмом Віоли-Джонса на всіх сформованих наборах даних та на наборі з оригінальними зображеннями. Під час тестування враховувалося лише детектування наявності об'єкту на зображенні.

Результати обробки показано на рис. 3.

Проаналізувавши отримані результати робимо висновок, що алгоритм Віоли-Джонса на випадковій вибірці розпізнає близько 50 % зображень (Original: 50,84 %) [8, 9].

Коригуючи освітлення кількість розпізнаних зображень різко змінюється: при зменшенні яскравості зображення (Add-Brightness-30: 88,23 %) якість розпізнавання збільшилася майже на 38 %, а при її збільшенні (Add-Brightness+30: 5,01 %) — падає до 5 %.

Ефекти розмиття (Gaussian: 49,46 %; Blur: 48,43 %) зменшують кількість розпізнаних зображень. Це вказує на те, що при їх використанні зображення деформується настільки, що втрачається значна частина важливої інформації.

При наданні більш чітких контурів об'єктам на зображенні (Light-Sharpen: 57,89 %; Light-Emboss: 60,79 %; Sharpen: 60,91 %; Clarity: 72,25 %; Emboss: 79,55 %) збільшується кількість розпізнаних облич.

Зміни насиченості кольору (Add-Saturation+30:50,15 %, Add-Saturation-30: 51,02 %) ніяким чином особливо не впливають на якість розпізнавання. Це пояснюється тим, що алгоритм працює з зображенням в напівтонах і будь-які маніпуляції з кольором незначним чином можуть змінити загальний вигляд зображення у відтінках сірого.

## ВИСНОВКИ

Проаналізувавши отримані результати приходимо до висновку, що найбільш доцільно для підвищення якості розпізнавання попередньо зменшувати яскравість зображення.

Під час досліджень було встановлено факт, що доцільно використовувати комбінації ефектів. Так, наприклад, було досліджено комбінування двох ефектів, які дають найкращі результати розпізнавання поодиночі (Brightness-30, Emboss). В залежності від порядку застосування, були отримані різноманітні результати: як візуальна відмінність так і різна кількість розпізнаних зображень. Так, при комбінації Brightness-30 + Emboss було розпізнано 12287 з 13225 зображень, що становить 92,91 %, а при комбінації 12180 з 13225, що становить 92,10 % на одній вибірці. Використання трьох і більше фільтрів є недоцільним, оскільки вимагає використання додаткових ресурсів та не дає сталого ефекту.

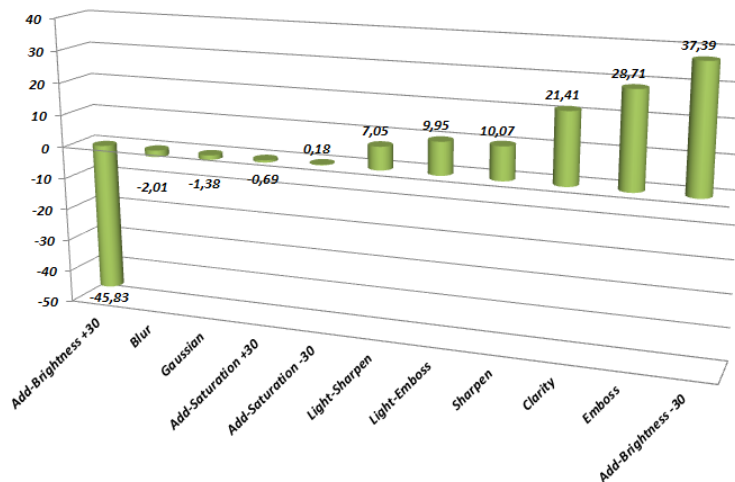


Рис. 3. Результати фізичного моделювання

Застосування наведеної в роботі оптимізації алгоритму підвищило питому ефективність роботи системи відеоспостереження в рамках інтегрованої інформаційної системи [10] що встановлена в центральному корпусі Сумського державного університету та охоплює прилегле відділення банку, що аналізує кількість осіб що отримали інформаційні послуги в даному відділенні та не є студентами Сумського державного університету, та фіксує осіб що отримують ключі від навчальних аудиторій.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Image Processing and Analysis — Variational, PDE, Wavelet, and Stochastic Methods. Society of Industrial and Applied Mathematics // Tony F. Chan and Jackie (Jianhong) Shen, 2005
2. Rama Chellappa, Ashok Veeraraghavan and Gaurav Aggarwal. «Pattern Recognition in Video». Invited paper in International Conference on Pattern Recognition and Machine Intelligence(PReMI), 2005. Published in Lecture Notes in Computer Science, Volume 3776, Dec 2005, Pages 11—20
3. Kai Guo, P. Ishwar, J. Konrad. Action Recognition From Video Using Feature Covariance Matrices, Image Processing, IEEE Transactions, 2013. — 2479—2494 pp.
4. Le Ha Xuan, S.Nitsuwat. Face recognition in video, a combination of eigenface and adaptive skin-color model, Intelligent and Advanced Systems, 2007. ICIAS 2007. International Conference, — 2007. — 742—747 pp.
5. M. Jones, P. Viola. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features, Computer Vision and Pattern Recognition, 2001. CVPR 2001. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference (Volume:1 ). — 2001. — 511—518 p.
6. Large-Scale Cover Song Recognition Using The 2D Fourier Transform Magnitude // Thierry

- Bertin-Mahieux, Daniel P.W. Ellis, 2012
7. Labeled Faces in the Wild Home [Електронний ресурс] // <http://vis-www.cs.umass.edu/lfw/>
  8. Bucatanschi D. G. Kernel Methods for Image Processing. — New York, NY : John Wiley & Sons, Inc. 2006. — 112
  9. Rainer Lienhart, Alexander Kuranov, VadimPisarevsky, Empirical Analysis of Detection Cascades of Boosted Classifiers for Rapid Object Detection, 25th DAGM Symposium, Magdeburg, Germany, September 10—12, 2003. Proceedings, — 2003. — 297—303 pp.
  10. Інформаційно-аналітична підтримка діяльності університету: інтегрована інформаційна система [Текст]: монографія / А. В. Васильєв, В. В. Хоменко, В. О. Любчак, Ю. М. Коровайченко, Д. В. Фільченко. — Суми : СумДУ, 2013. — 126 с.

Надійшла до редакції 28.05.2015 р.

**ЛИСАК Наталія Володимирівна** — к.т.н., доцент кафедри менеджменту та безпеки інформаційних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна.

**МІРОНОВА Юлія Володимирівна** — к.е.н., доцент кафедри менеджменту та безпеки інформаційних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна.

**МАРЧЕНКО Ігор Олександрович** — студент кафедри комп'ютерних наук, Сумський державний університет, м. Суми, Україна.

**ПЕТРОВ Сергій Олександрович** — к.т.н., старший викладач комп'ютерних наук, Сумський державний університет, м. Суми, Україна.