

### Список використаних джерел

1. New "Prestige" ransomware impacts organizations in Ukraine and Poland, 2022, URL: <https://www.microsoft.com/en-us/security/blog/2022/10/14/new-prestige-ransomware-impacts-organizations-in-ukraine-and-poland/> (Дата звернення 03.11.2022)
2. Maersk Line: Surviving from a cyber attack, 2018 URL: <https://safety4sea.com/cm-maersk-line-surviving-from-a-cyber-attack/> (Дата звернення 03.11.2022)
3. The problem of cybersecurity in the field of logistics, URL: <https://dsl-ua.com/en/2019/10/10/problema-kiberbezpeki-u-sferi-logistiki/> (Дата звернення 03.11.2022)
4. Потапова Н.А. Логістика онлайн-торгівлі в контексті проявів глобалізації цифрової економіки. Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики. № 3. 2019. С. 62 – 77.

**УДК 519.87:343.98**

Матвійчук Р.Д. здобувачка  
Січко Т.В., к.т.н., доцент, доцент  
кафедри інформаційних технологій

## **ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У КРИМІНАЛІСТИЦІ**

*Донецький національний університет імені Василя Стуса, Вінниця*

Математичне моделювання у криміналістиці використовується давно. Перший крок було зроблено французьким кримінологом А. Бертільоном завдяки апарату метрології (науки про виміри) та теорії ймовірностей. У подальшому математичне моделювання було корисним при аналізі доказів, фактів, визначення обставин злочину. Прикладом фізичного моделювання у слідстві є відтворення обставин та подій, у процесі якого не лише підтверджується якась гіпотеза, але й виробляється нова. Прикладом аналітичного моделювання є опис процесу за допомогою спеціальних диференціальних рівнянь тощо [1].

Наразі багато проблем криміналістики відійшли на задній план завдяки інноваціям, а саме впровадженні технологій розпізнавання відбитків пальців та обличч. Відомо, що візерунки людського пальця для кожного особливі, але, коли це з'ясувалося вперше, то дало неймовірний поштовх для криміналістики. Подальші наукові дослідження запропонували різні алгоритми: НМФА (Hybrid Mutation-Base Firefly Algorithm) (алгоритм розпізнавання відбитків пальців із розподілом гістограми та медіанною фільтрацією), алгоритм на основі фільтрів Гауса для мінімізації шуму на зображенні, що підлягає обробці. Інші дослідження були зосереджені на вдосконаленні швидкості фази порівняння відбитків пальців для прискорення автентифікації [2].

Розглянемо процес розпізнавання відбитків пальців, який на елементарному рівні містить багато складних алгоритмічних кроків, де кожен з них моделює особливий математичний процес. По-перше, алгоритм розпізнавання складається з двох основних кроків: попередня обробка та вилучення самого відбитку. Етап попередньої обробки дає можливість вдосконалити зображення, щоб полегшити завдання на другому кроці та оптимізувати обробку зображення. Цей процес складається з шести кроків:

- трансформація відтінків сірого (Grayscale transformation) – представлення кожного пікселя на 8 бітах (від 0 до 255 рівнів сірого) замість 24 бітів для кольорового зображення (RGB або YCrCb);
- нормалізація зображення (Image normalization) – стандартизація значень інтенсивності зображення для покращення його контрастності. Для цього математично знаходиться середнє значення кольору на кожній ділянці:

$$M = \frac{1}{n \times m} \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} I(i, j) \quad (1)$$

де  $I(i, j)$  – к-сть пікселів  $(i, j)$ ,

$M$  – середнє значення зображення,  $m$  і  $n$  – розміри зображення.

Далі розраховують значення нормалізованого рівня сірого пікселя  $I(i, j)$ :

$$N(i, j) = \begin{cases} M_0 + \sqrt{\frac{V_0 \times (I(i, j) - M)^2}{V}} & \begin{cases} S_i I(i, j) > M \\ S_i I(i, j) < M \end{cases} \\ M_0 - \sqrt{\frac{V_0 \times (I(i, j) - M)^2}{V}} & \end{cases} \quad (2)$$

де  $M_0$  і  $V_0$  – бажані значеннями середнього значення та значення відхилення (похибки) відповідно.

- сегментація (Segmentation) – усунення кутів зображення та надто шумних ділянок;
- просторова оцінка дирекційної карти (Spatial estimation of the directional map) – визначення напрямку та розгладження карти;
- просторова оцінка частотної карти (Spatial estimation of the frequency map) – оцінка локальної частоти смуг у кожному пікселі;

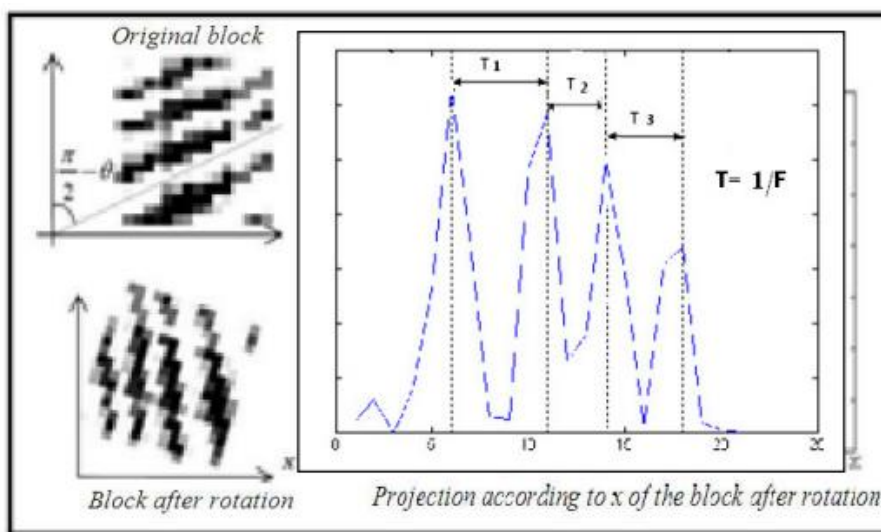


Рис. 1. Моделювання ділянок рисунка у вигляді частотної карти [2]

- фільтрація (Filtering) – в теорії це зміна значення пікселів зображення, як правило, для того, щоб покращити його зовнішній вигляд. На практиці – створення нового зображення за допомогою значень пікселів вихідного зображення, щоб вибрати в області Фур'є набір частот, які складають область, яку потрібно виявити.

Крок вилучення відбитку складається з п'яти основних:

- бінаризація зображення (Image Binarization) – перетворення зображення на бінарне, де чорні пікселі відповідають смугам (прожилкам), а білі – пропускам;
- скелетування зображення (Skeletonization of the image) – зменшення товщини смуг, поки остання не стане рівною одному пікселю;
- виявлення дрібниць (Detection of minutiae) – виявлення дрібних помилок за допомогою математично змодельованих бінарного та скелетованого зображень;
- усунення помилкових дрібниць (Elimination of false minutiae) – усунення дрібниць, виявлених на попередньому кроці;
- вектор підпису (Vector signature) – отримання кінцевого файлу, що містить корисну інформацію для порівняння двох відбитків.

Отримані результати безпосередньо пов'язані з двома основними критеріями: якістю знятого зображення та процесором, який використовується для обробки зображень. Для всіх кроків можна використовувати пакет прикладних програм MATLAB, що дозволяє швидше змодельовати процес, спростити обробку та знизити кількість помилок [2]. Щодо процесу розпізнавання обличч, то він є набагато складнішим та актуальнішим. В основу покладено попередній алгоритм, адже камера отримує відбитки обличч у вигляді набору близько 80-ти точок, що утворюють унікальний візерунок обличчя людини [3].

Отже, застосування математичного моделювання у криміналістиці – це широкий спектр різноманітних практичних завдань, з якими стикаються при розслідуванні злочинів. Звісно, прорив пов'язаний з відбитками пальців, а ще більш з розпізнаванням обличчя, є величезним не лише для криміналістики, а й для багатьох сфер життя. Багато людей використовують ці технології щодня завдяки новітнім пристроям, але у такі прості рутинні процеси покладено складні математичні моделі та алгоритми.

### *Список використаних джерел*

1. *Математичне і кібернетичне моделювання правових процесів.* URL: <https://studfile.net/preview/5129956/page:58/>
2. *Farah Dhib Tatar Fingerprint recognition algorithm.* Department of Electrical Engineering, National school of the studies of engineer of Tunis. Tunisia, 2007. pp. 85– 100.
3. *P. Viola and M.J. Jones Robust real-time face detection.* International Journal of Computer Vision, vol. 57, no. 2, 2004. pp.137–154.

**УДК 004.5**

*Мельник В.Р., здобувач 2 курсу  
Ніколюк П.К., професор, доктор  
фізико-математичних наук  
кафедри Інформаційних технологій*

## **РОЗРОБКА 3D-МОДЕЛІ**

*Донецький національний університет імені Василя Стуса*

Пост Розробка 3D-моделі здійснюється в кілька етапів:

1. Моделювання або створення геометрії моделі.

Мова йде про створення тривимірної геометричної моделі, без обліку фізичних властивостей об'єкту. В якості прийомів використовується:

- вичавлювання;
- модифікатори;
- полігональне моделювання;
- обертання.

2. Текстурування об'єкту.

Рівень реалістичності майбутньої моделі безпосередньо залежить від вибору матеріалів для створення текстур. Професійні програми для роботи з тривимірною графікою практично не обмежені в можливостях для створення реалістичної картини.

3. Коригування світла і місця спостереження.

Один з найскладніших етапів у створенні 3D-моделі. Адже саме від вибору тону світла, рівня яскравості, різкості і глибини тіней залежить реалістичність