

Прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

Біотехнічних систем

(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Алгоритм та метод біометричної ідентифікації особи

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи РБм-61

спеціальності 163 Біомедична інженерія

(шифр і назва спеціальності)

\_\_\_\_\_ Антон КАРНОВ  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_ Євгенія ЯВОРСЬКА  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ Микола ХВОСТИВСЬКИЙ  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Євгенія ЯВОРСЬКА  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Алгоритм та метод біометричної ідентифікації особи» // Кваліфікаційна робота // Карнов Антон Олександрович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РБм-61 // Тернопіль, 2022 // с. —, рис. —, табл. —, додат. —, бібліогр. —.

Ключові слова: БІОМЕТРІЯ, ІДЕНТИФІКАЦІЯ, ГЕНЕРАЦІЯ, ТЕКСТУРНА ОЗНАКА, ЗОБРАЖЕННЯ

У кваліфікаційній роботі магістра розроблено алгоритм генерації текстурних ознак для задач біометричної ідентифікації особи за зображенням долоні.

На основі аналізу технології біометричної ідентифікації встановлено, що актуальним і важливим є застосування систем комплексної ідентифікації, що дозволить уникнути людських помилок, зв'язаних із застосуванням ненадійних паролів та посилити вимоги до парольної аутентифікації.

## ANNOTATION

Theme of qualification work: " Algorithm and method of biometric identification of a person" // Qualification work // Karnov Anton // Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, RBm-61 // Ternopil, 2022 // P. 82, Fig. - 70, table. - 23, appendix. - 3, bibliogr. - 57.

Keywords: BIOMETRIC, IDENTIFICATION, GENERATION, TEXTURE SIGN, IMAGE

In the master's qualification work, an algorithm for generating textural features for biometric identification of a person based on a palm image was developed.

Based on the analysis of biometric identification technology, it was found that the use of complex identification systems is relevant and important, which will avoid human errors associated with the use of unreliable passwords and strengthen the requirements for password authentication.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА .....	9
1.1 Постановка задачі .....	9
1.2 Аналіз рішень проблеми .....	9
1.3 Опис методу .....	10
1.4 Висновки до розділу 1 .....	14
РОЗДІЛ 2. ОСНОВНА ЧАСТИНА .....	15
2.1 Приведення зображень до єдиного формату .....	15
2.2 Нормалізація зображень пальців .....	16
2.3 Методи виділення ознак .....	23
2.4 Метрика порівняння нормалізованих зображень .....	27
2.5 Висновки до розділу 2 .....	28
РОЗДІЛ 3. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА .....	29
3.1 Формування тестової вибірки .....	29
3.2 Метод оцінки точності алгоритму .....	30
3.3 Ідентифікація простим порівнянням із зразком .....	33
3.4 Ідентифікація із генерацією ознак .....	35
3.3 Висновки до розділу 3 .....	61
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	
4.1 Охорона праці .....	
4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях .....	
4.3 Висновки до розділу 4 .....	
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	
ДОДАТКИ .....	

## ВСТУП

Біометричні системи ідентифікації особи широко використовуються у різного роду додатках. Відносно добре є вивчені системи, які використовують для ідентифікації папілярні відбитки, відбитки обличчя, вуха, райдужної оболонки ока. У роботі Lin Zhang, Lei Zhang, and D. Zhang, дослідники показали, що форма шкірних складок на пальцях також може бути використана як ознака у задачах розпізнавання особи за зображенням долоні. У роботі «Biometrics: Access Control and Authorization Based on Finger-Knuckle Print Identification» авторів Mr. Shivaraj Subray Hegde, Mrs. Aruna. J показано, що форма шкірних складок на зовнішній поверхні долоні є інформативною при ідентифікації особи.

З огляду на новизну даного напрямку, всі основні наукові дослідження та праці на цю тему проведені відносно недавно. Як будь яка інша система розпізнавання зображень, система, яка використовує форму шкірних складок на долонях, складається з чотирьох елементів: отримання зображення, виділення області дослідження, сегментація, генерація ознак та побудова класифікатора.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є побудова алгоритму та дослідження методів виділення інформативних ознак із зображення долоні особи для біометричної ідентифікації особи.

Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести аналітичний огляд шляхів вирішення проблеми.
2. Розробити метод та алгоритм порівняння зображення долоні особи з еталонним зображенням.
3. Провести експериментальне дослідження з метою тестування алгоритму та методу.

Об'єкт дослідження: шкірні складки долоні.

Предмет дослідження: метод та алгоритм біометричної ідентифікації особи за шкірними складками долоні.

Методи дослідження для вирішення задач у кваліфікаційній роботі магістра використано методи для вирішення поставлених завдань у роботі було використано методи розпізнавання образів та теорії прийняття рішень.

Наукова новизна отриманих результатів. Теоретично-експериментальне визначення ефективних методів біометричної ідентифікації особи для вирішення задач розпізнавання образів.

Апробація результатів дослідження. Представлені в роботі результати доповідались та обговорювались на XI Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» (м. Тернопіль, 7-8 грудня 2022 р.)

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

#### 1.1 Постановка задачі

В кваліфікаційній роботі магістра розглядається завдання біометричної ідентифікації особи за зображенням зовнішньої сторони її долоні. Вихідними даними є фотознімки долонь осіб, отримані за допомогою фотокамери. Передбачається існування бази даних користувачів, в якій для кожної особи збережено одне або декілька зображень її долоні. При наданні системі нового зразка, система повинна визначити кому із користувачів належить зображення.

Формальна постановка задачі наступна. Нехай є  $n$  осіб, і  $m$  зображень долоней цих осіб, де  $m > n$ . Є база даних, яка містить ці зображення  $I_1, I_2, I_3, \dots, I_m$ .

. Для  $i$ -ої особи є  $k_i$  зображень долоні  $\sum_{i=1}^n k_i = m$ . Потрібно розробити метод порівняння нового зображення, яке надійшло  $\bar{I}$  із зображенням в базі.

#### 1.2 Аналіз рішень проблеми

У проаналізованих наукових публікаціях розглянуто завдання ідентифікації особи. У деяких статтях, що недавно вийшли, розглядалося завдання ідентифікації особи за формою шкірних складок на зовнішній частині пальців руки. При цьому передбачалось, що палець фіксується в деякому пристрої та спеціальної процедури його локалізації не потрібно. У роботі авторів A. Kumar, C. Ravikanth «Personal authentication using finger knuckle surface» для отримання ознак використовується метод головних компонент (PCA), метод незалежних компонент (ICA) і лінійний дискримінантний аналіз (LDA). У роботі авторів L. Zhang, L. Zhang, and D. «Zhang. Finger-knuckle-print verification based on bandlimited phase-only correlation» для

виділення ознак використано перетворення Фур'є. Відомі також методи в яких ознаками вважають SURF I SIFT, а порівняння представлених системі зразків з еталонними проводиться на базі метрики збіжності (A. Morales, C.M. Travieso, M.A. Ferrer, and J.B. Alonso «Improved finger-knuckleprint authentication based on orientation enhancement»).

Таким чином, можна зробити висновок, що на сьогодні задача вибору більш відповідних ознак, які уможливають високоточну ідентифікацію особи, є актуальною. Вирішення цього завдання дозволяє створити недорогий, надійний, високоточний спосіб біометричної ідентифікації.

Однак, у вищенаведених публікаціях передбачається, що розміщення долоні має бути зафіксованим. Так, наприклад, у вказаних роботах використовується зображення одного пальця руки, положення якого жорстко зафіксоване у спеціальному пристрої. У роботі авторів A. Kumar, C. Ravikanth «Personal authentication using finger knuckle surface» розглянуто метод ідентифікації, який допускає можливість змінювати положення долоні, проте для реалізації цього методу необхідно мати спеціальний пристрій для фіксації положення фотокамери та формування певних умов освітленості.

Новизна та оригінальність запропонованого в магістерській роботі методу полягає в тому, що положення руки на зображенні заздалегідь не фіксується і може бути довільним та не потребує спеціальних пристроїв для фіксації. Крім того, запропонований метод дозволяє врахувати форму шкірних складок не на одному пальці, а одразу на всіх. Тому даний метод може бути корисним для вирішення актуальної на даний час задачі.

### 1.3 Опис методу

Вхідними даними запропонованого алгоритму є зображення долонь користувачів системи. Необхідним є, щоб на зображенні була лише одна долоня. Приклади зображень представлено на рисунку 1.1 (а-д).

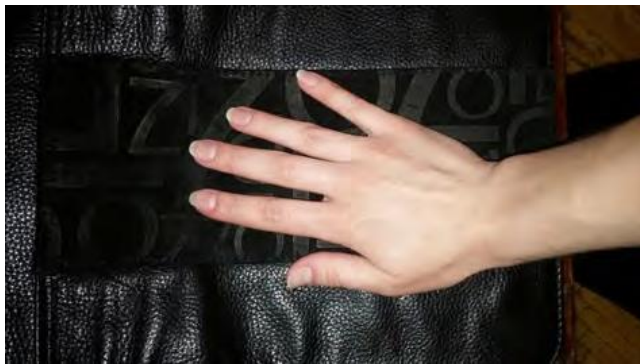




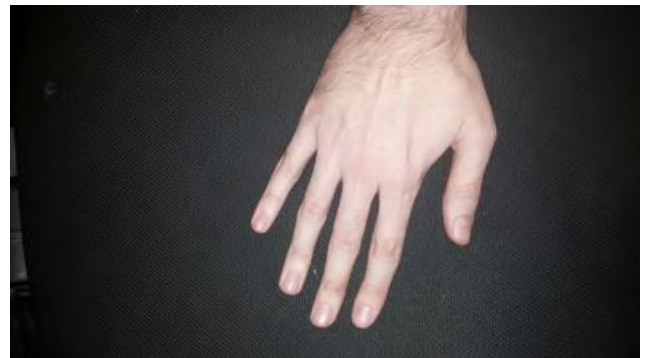
(a)



(б)



(в)



(г)

Рис. 1.1 – Приклади зображень

У роботі, для вирішення поставленої задачі, використано наступний алгоритм (діаграма запропонованого алгоритму представлена на рисунку 1.2):

1. Сегментація долоні. Результатом є бінарне зображення на якому чорні пікселі утворюють силует долоні (див. рис. 1.3).
2. Виконання процедури скелетизації сегментованої долоні (див. рис. 1.4).
3. Виділення пальців на скелетизованій долоні (див. рис. 1.5)
4. Нормалізація зображень пальців (див. рис. 1.6)
5. Виділення текстурних ознак з нормалізованих зображень
6. Побудова метрики на парах рук. Метрика будується на основі ознак

виділених із зображень пальців, які зберігаються в єдиному форматі.

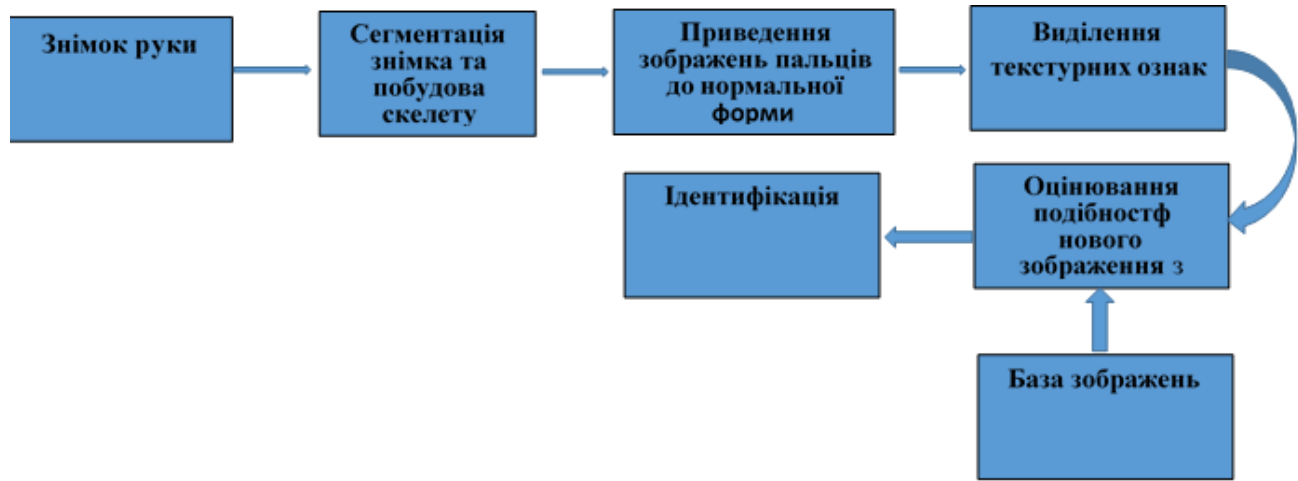


Рис. 1.2 – Схема роботи алгоритму ідентифікації



Рис. 1.3 – Результат сегментації руки

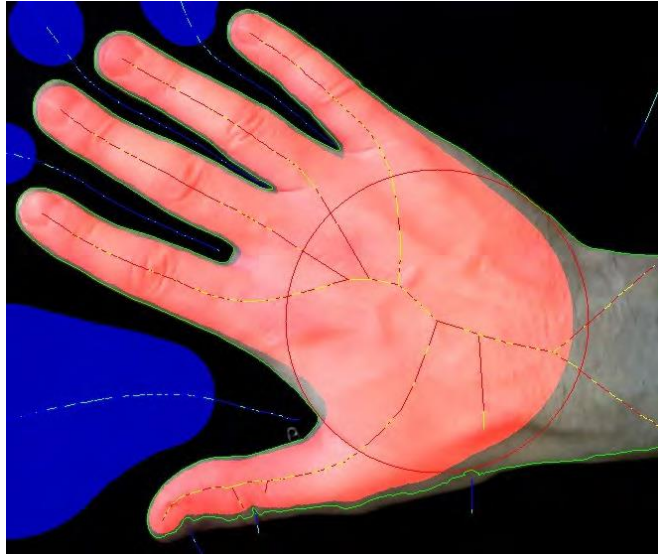


Рис. 1.4 – Результат скелетизації руки

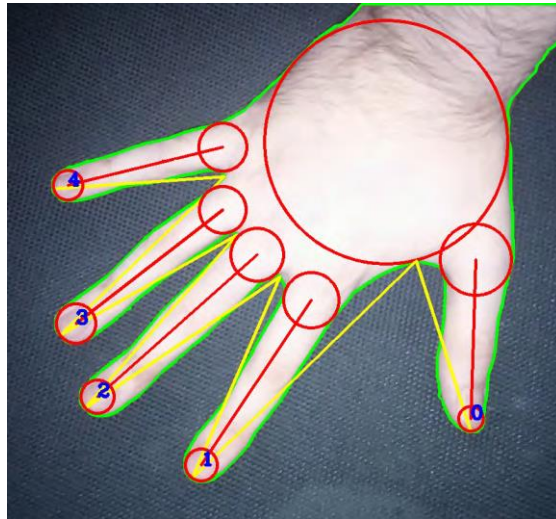
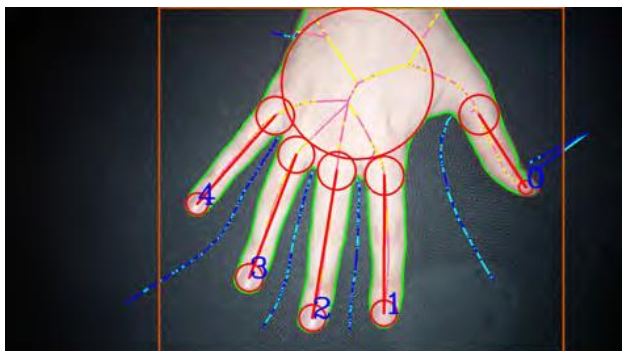
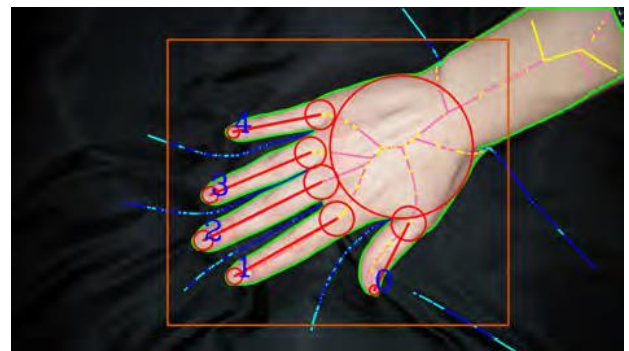


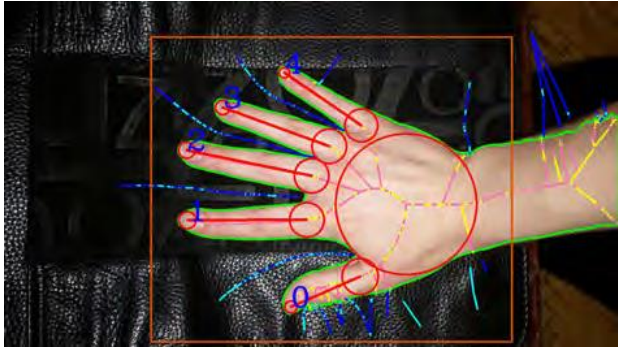
Рис. 1.4 – Результат виділення пальців на скелетизованій долоні



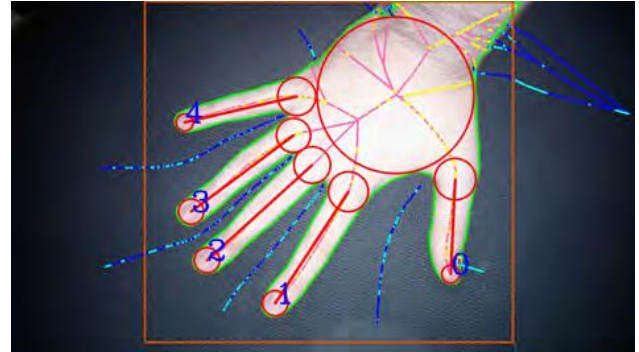
(a)



(б)



(B)



(Gamma)

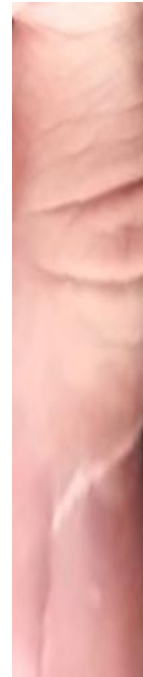
Рис. 1.5 – Приклади скелетизованих зображень рук



(a)



(б)



(B)

Рис. 1.5 – Приклади нормалізованих зображень пальців

## РОЗДІЛ 2

### ОСНОВНА ЧАСТИНА

Метод порівняння долонь з еталоном істотно залежить від метрики за якою буде відбуватись порівняння долонь між собою. У розділі описано результат роботи методу з різними метриками порівняння пар зображень долонь.

#### 2.1 Приведення зображень до єдиного формату

Так як початкове положення долонь на фото не визначено, то для порівняння долонь між собою будемо наводити їх до єдиного формату. Для цього на зображенні будується скелет долоні, а потім на цьому скелеті виділяються пальці, які за допомогою перспективного перетворення перетворюються в зображення фіксованого розміру  $1000 \times 200$  пікселів. Цей розмір було обрано як максимально можливий розмір зображень пальців при якому вони поміщаються в оперативну пам'ять комп'ютера, який використовуємо для обчислювального експерименту.

Для того, щоб алгоритм біометричної ідентифікації був стійкішим до умов освітлення, всі кольорові зображення будемо перетворювати в напівтонові.

Інтенсивність пікселя напівтонового зображення обчислюється за наступним виразом:

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B,$$

де  $Y$  – інтенсивність пікселя напівтонового зображення;

$R$  – інтенсивність червоного каналу зображення;

$G$  – інтенсивність зеленого каналу зображення;

$B$  – інтенсивність синього каналу зображення;

## 2.2 Нормалізація зображень пальців

Щоб нормалізувати зображення пальців, потрібно спочатку локалізувати їх на зображенні, тобто обчислити, де вони знаходяться. Для локалізації проводиться процедура бінарізації зображення з подальшим обчисленням скелету бінаризованого зображення.

### 2.2.1 Процедура скелетизації.

Для опису процедури скелетизації використаєм наступні поняття:

*Область на евклідовій площині* – не порожня, зв'язана, відкрита множина точок.

*Скелет замкненої області* – геометричне місце точок області, які є центрами максимальних за включенням вписаних кіл.

*Радіальна функція* – визначена в кожній точці скелету та дорівнює радіусу вписаного кола з центром у цій точці. Дана функція задає «ширину» фігури відносно точок скелету.

Приклади скелетів багатокутників представлені на рисунках 2.1, 2.2.

*Радіальна функція точки скелета* – величина радіусу максимально порожнього кола з центром у цій точці.

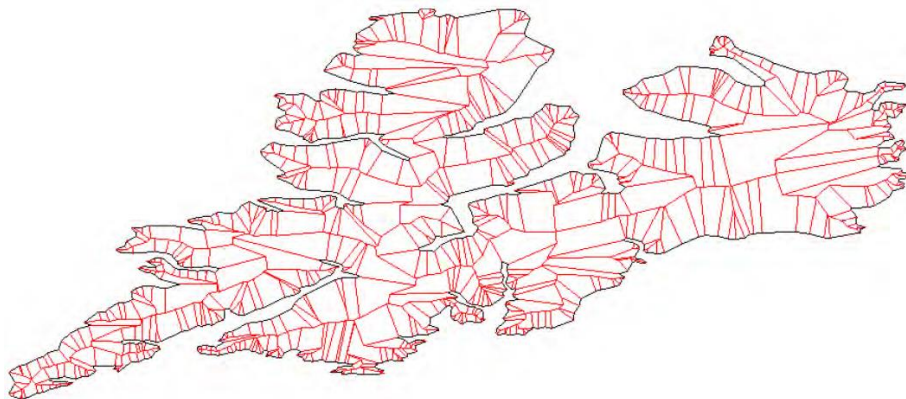


Рис. 2.1: Приклад скелета багатокутної фігури

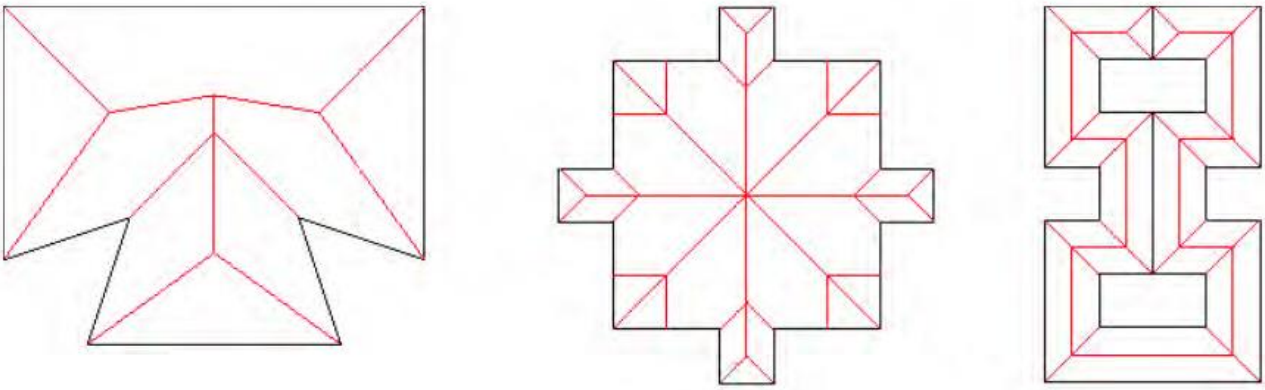


Рис. 2.2 – Приклади скелетів різних фігур

Використання скелету породжує проблему «шумових» розгалужень (див. рис. 2.3). Незначні нерегулярності на границі фігури руки значно впливають на вид її скелету. Але до складу скелету також входять розгалуження, які не залежать від дрібних флуктуацій на границі, зберігаються при згладжуванні границі та при цьому їх метричні характеристики практично не змінюються.

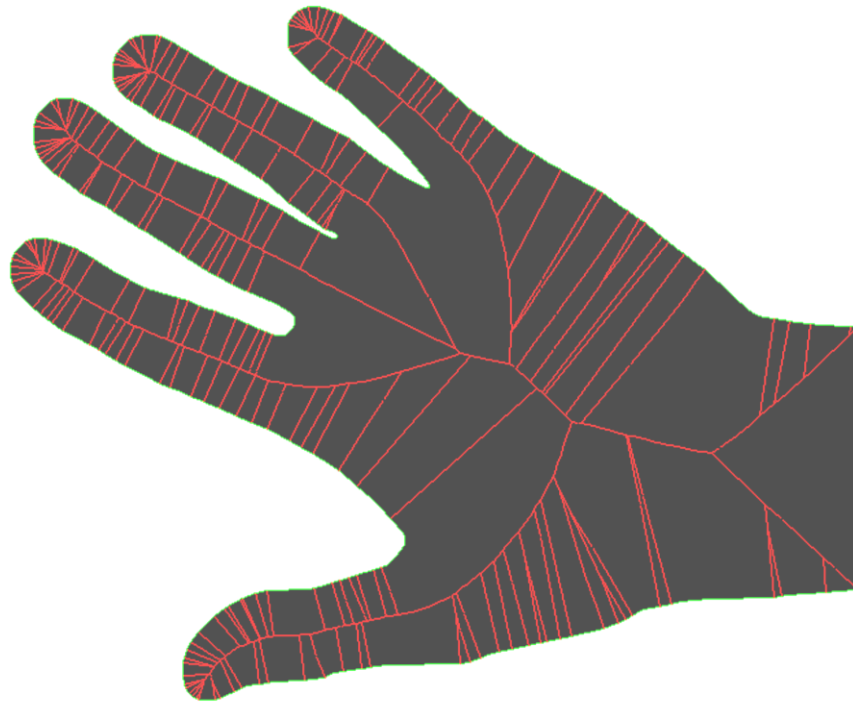


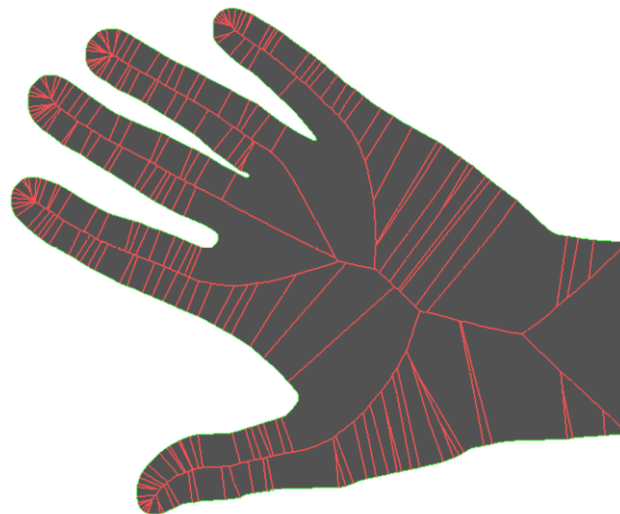
Рис. 2.3 – Приклад «зашумленого» скелету бінаризованого зображення руки

Саме ці інваріантні розгалуження визначають структуру фігури. Для побудови скелету, який відображає структуру фігури, ці розгалуження необхідно виділити поміж решту. Це можна зробити шляхом видалення зі вже отриманого скелету зайвих елементів. Для вирішення цього завдання використовується процедура обстригання скелету – процес послідовного видалення окремих розгалужень скелету в основі якого лежить критерій прийняття рішення про необхідність видалення того чи іншого ребра зі скелету.

Таким чином, передбачається, що важлива для нас фундаментальна частина скелету є підграфом всього скелету. Цей підграф будемо називати базовим кістяком. Приклад застосування процедури обстригання зображено на рисунку 2.4.

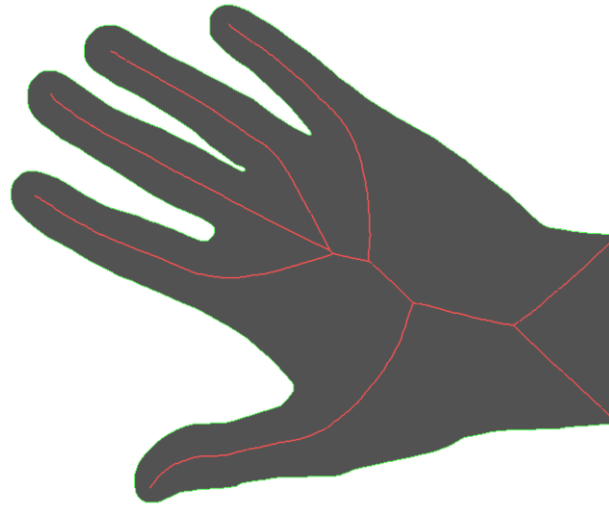


(a) – Оригінал



(б) – Скелет без стрижки





(в) – Скелет зі стрижкою

Рис. 2.4 – Процедура побудови скелета

Нехай  $C$  фігура з границею  $\partial C$ , яка має скелет  $S$  та радіальну функцію скелета  $p(s), s \in S$ . Скелет є плоским графом  $S = (P, E)$  з множиною вершин  $P$  та ребер  $E$ . З кожною точкою скелета  $s \in S$  пов'язане максимально порожнє коло фігури  $V(s) = \{v : d(v, s) \leq p(s)\}$ . Об'єднання  $V_S = \bigcup_{s \in S} V(s)$  множини максимально порожніх кіл з центрами на гілках скелета співпадає з самою фігурою  $C$ , т.т.  $V_S = C$ .

Максимально порожні кола долоні зображено на рисунку 2.5.

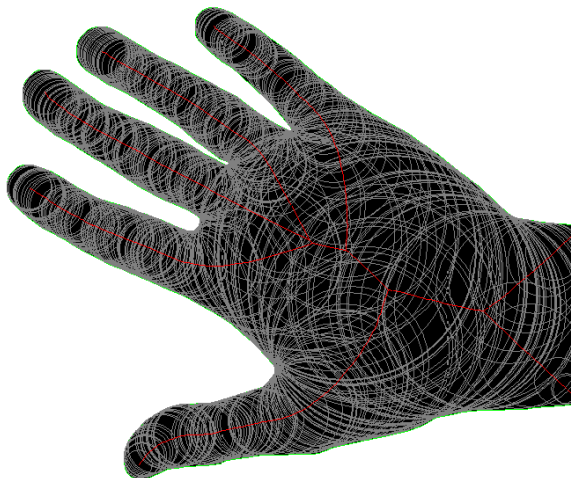


Рис. 2.5 – Максимально порожні кола скелета долоні

На рисунку 2.6 показано результат нормалізації зображень пальців.



Рис. 2.6 – Результат нормалізації пальців скелета руки

### 2.2.2 Нормалізація зображень пальців руки

Після того, як обчислено скелет зображення руки та на цьому скелеті знайдено і пронумеровано пальці, кожен з них поокремо приводиться в єдине представлення за допомогою перспективного перетворення. Для цього використовується положення першого та останнього пальця на скелетованому зображенні. У нормалізоване представлення перекладається вказівний, середній, безіменний пальці та мізинець. Великий палець у нормалізоване представлення не переводиться.

Щоб уявити перспективне перетворення в матричному вигляді використовуються однорідні координати.

Кожному вектору  $v = (x, y) \in \mathbb{R}^2$  ставиться у відповідність вектор  $v = (x, y, 1) \in \mathbb{R}^3$ , а кожному вектору виду  $(x, y, w)$  ставиться у відповідність вектор

$(\frac{x}{w}, \frac{y}{w}, 1)$ . Тим самим множина векторів  $\mathfrak{R}^3 \setminus \{0\}$  факторизується на класи еквівалентності, де кожен такий клас представлений вектором виду  $(x, y, 1)$ . Такі трьохмірні вектори називаються однорідними координатами.

В однорідних координатах, перспективне перетворення площини в площину описується матрицею розміром  $3 \times 3$ :

$$\lambda \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p_{1,1} & p_{1,2} & p_{1,3} \\ p_{2,1} & p_{2,2} & p_{2,3} \\ p_{3,1} & p_{3,2} & p_{3,3} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Запис перспективного перетворення в матричній формі має вигляд:

$$\lambda(x) = Px'.$$

Перспективне перетворення площини в площину однозначно задається чотирма парами точок. Кожна пара відповідних точок  $\{(x, y), (x', y')\}$  дає два лінійно незалежних рівняння на параметри матриці  $P$ . При цьому матриця  $P$  визначена з точністю до масштабу. Тому, можна встановити обмеження  $\|P\| = 1$ .

Для задання перспективного перетворення обчислимо дві спільні дотичні до початкового і кінцевого кіл пальця. В результаті отримуємо чотири точки дотику. Перспективне перетворення вибирається таким чином, щоб ці чотири точки дотику відобразились у вершини чотирикутника фіксованого розміру  $1000 \times 200$  пікселів. Реалізація алгоритму перспективного перетворення одного зображення в інше за чотирма парами точок отримана із бібліотеки OpenCV

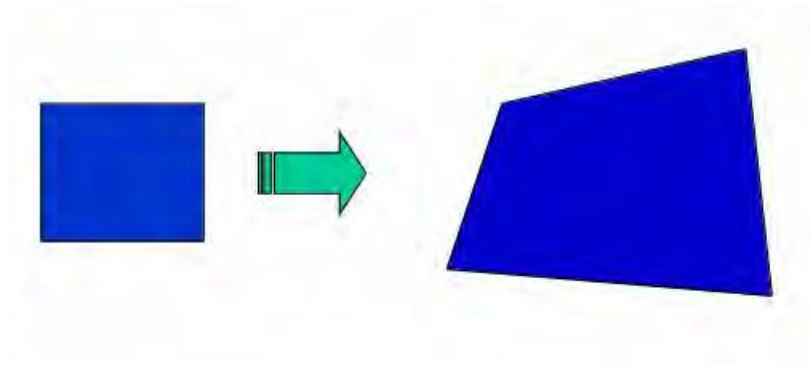


Рис. 2.7 – Перспективне перетворення

Принцип роботи методу нормалізації з урахуванням перспективного перетворення наочно показано на рисунку 2.8.

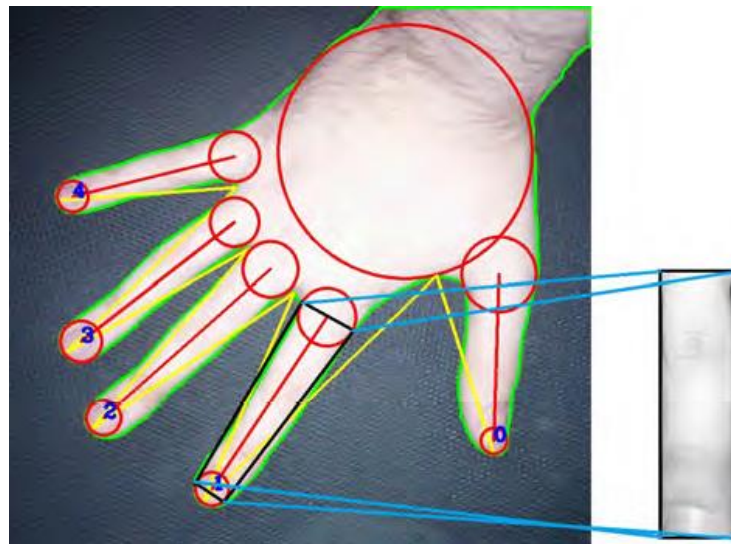


Рис. 2.8 – Приклад роботи алгоритму нормалізації

Подібне уявлення пальця у вигляді прямокутника  $1000 \times 200$  пікселів будемо називати нормалізованим. Зауважимо, що зображення пальця в нормалізованому представленні може бути як кольоровим, так і напівтоновим. Зображення пальців переводяться в нормалізоване представлення з метою зручності їх обробки та порівняння.

## 2.3 Методи виділення ознак

Нормалізовані зображення пальців можна порівнювати один з одним не виділяючи спеціальних ознак. Однак такий метод порівняння зображень між собою може бути нестійкий до умов освітлення, оскільки кольори пікселів зображення можуть сильно змінюватись в залежності від джерела освітлення.

Для того, щоб забезпечити стійкість алгоритму ідентифікації до умов зйомки будемо перетворювати зображення, виділяючи на ньому ознаки. Для цього будемо використовувати фільтри Габора.

### 2.3.1 Фільтри Габора.

Фільтр Габора математично описується виразом:

$$g(x, y, \lambda, \Theta, \Psi, \sigma, \gamma) = \exp\left(-\frac{x'^2 + \gamma^2 y'^2}{\sigma^2}\right) \cos\left(2\pi \frac{x'}{\lambda} + \Psi\right),$$

де  $x' = x \cos \Theta + y \sin \Theta$ ,  $y' = -x \sin \Theta + y \cos \Theta$ .

Тут,  $\lambda$  – довжина хвилі множника-косинуса;

$\Theta$  – задає кут повороту функції Габора;

$\Psi$  – зсув фази, в градусах;

$\gamma$  – коефіцієнт стиснення, який характеризує еліптичність функції Габора.

Приклади фільтрів Габора з різним значенням параметра представлені на рисунку 2.9. Для виділення ознак із нормалізованих зображень будемо застосовувати до них фільтр Габора.

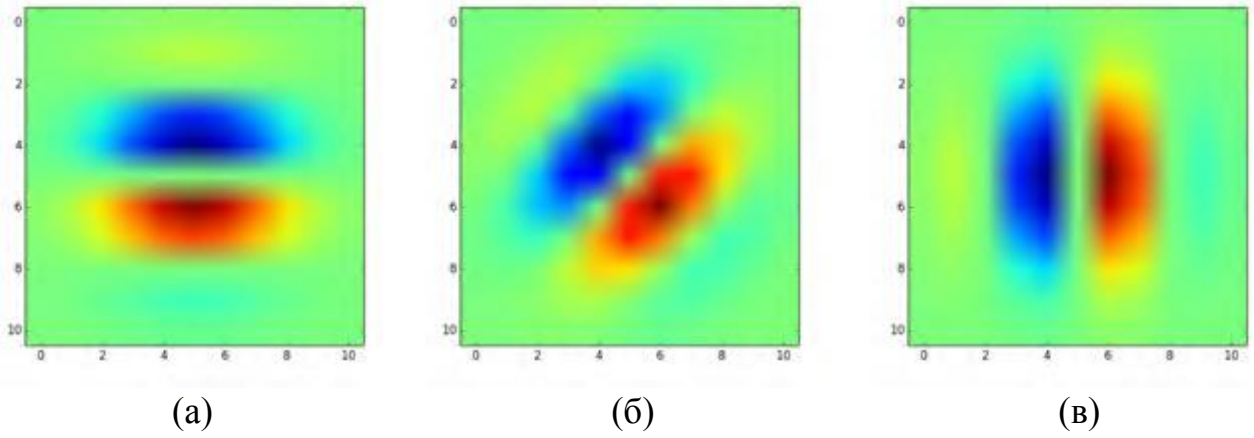


Рис. 2.9 – Приклади фільтрів Габора

Результат опрацювання представлено на рисунку 2.10



Рис. 2.10 – Результат застосування фільтра Габора до зображень пальців

Залежно від параметрів фільтра результат може бути різним (див. рис. 2.11).

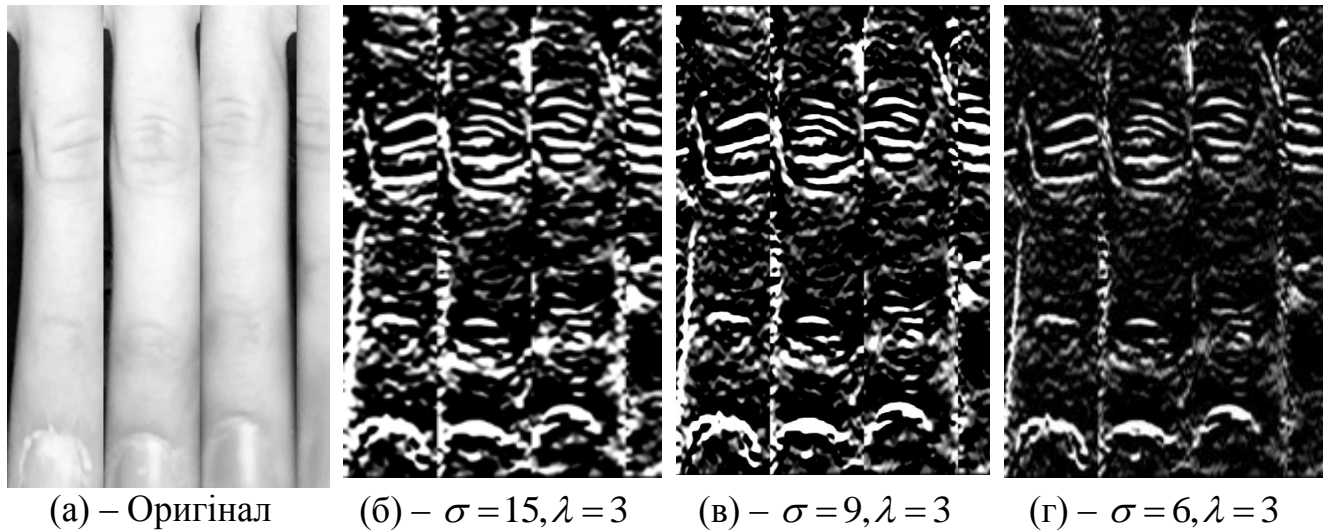


Рис. 2.11 – Результат застосування фільтрів Габора з різними параметрами

Як видно з отриманих результатів, чим більше значення параметра  $\sigma$ , тим більш виділеними на зображенні є особливості, однак при цьому також збільшується кількість хибних, «шумових» особливостей. Таким чином фільтри Габора з більшою величиною параметра  $\sigma$  уможливають виділення більш «крупних» рис рисунку шкірних складок, в той час як фільтри з меншою величиною параметра  $\sigma$  дозволяють виділити більш дрібні особливості шкірних складок.

При виділенні ознак використовується комбінація з декількох фільтрів Габора.

### 2.3.2 Виділення ознак.

Для виділення ознак застосуємо до нормалізованих зображень пальців чотири фільтри Габора з наступними параметрами:

$$\sigma = 9, \lambda = 3;$$

$$\sigma = 9, \lambda = 5;$$

$$\sigma = 15, \lambda = 3;$$

$$\sigma = 15, \lambda = 5.$$

Параметр  $\Psi$  у всіх чотирьох випадках приймаємо рівним нулю, а параметр  $\Theta = \frac{\pi}{2}$ . Параметри фільтрів вибирались з міркувань візуального аналізу, такими щоб на відфільтрованих зображеннях було добре видно форму шкірних складок на пальцях.

Після застосування 4-ьох фільтрів до зображення пальця отримуємо по чотири зображення на кожен палець. Результати застосування фільтрів до зображення бінаризуються за порогом яскравості 200.

У кожному бінарному зображенні розглянемо пікселі, які знаходяться у рядках та стовпцях з номерами кратними 9. Із значень яскравості, які відповідають цим пікселям складемо вектор, впорядкувавши їх. Об'єднавши чотири вектори, які відповідають одному пальцю, але різним фільтрам, отримуємо вектор ознак для одного пальця.

Таким чином, зображення кожного пальця подається у вигляді вектора. Об'єднуючи для кожної руки по чотири вектора виділених ознак, отримуємо вектор бінарних ознак для однієї руки. Його будемо використовувати для побудови міри збіжності між зображеннями рук.

### 2.3.3 Способи виділення текстурних ознак.

Нормалізовані зображення пальців руки можна порівнювати між собою безпосередньо як прості зображення, або виділяти з них ознаки і будувати метрику порівняння зображень на основі цих ознак.

Таким чином можна розглядати наступні способи порівняння нормалізованих зображень рук:

- нормалізація кольорових зображень та їх безпосереднє порівняння;
- нормалізація напівтонових зображень та їх безпосереднє порівняння;
- нормалізація зображень, застосування фільтрів Габора, бінаризація і побудова вектора ознак, потім порівняння векторів ознак між собою.

Кожен з цих способів має як переваги, так і недоліки. В залежності від



використання того чи іншого методу виділення текстурних ознак, в алгоритмі ідентифікації буде змінюватись точність, швидкість роботи та стійкість до умов зйомки.

## 2.4 Метрика порівняння нормалізованих зображень

### 2.4.1 Метрика Евкліда.

Нехай  $A = (A^1, A^2, A^3, A^4)$  – набір нормалізованих зображень пальців однієї руки (вказівний, середній, безіменний пальці та мізинець).  $B = (B^1, B^2, B^3, B^4)$  – набір нормалізованих зображень пальців другої руки. Кожне нормалізоване зображення пальця руки є матрицею  $M \times N$  пікселів. У випадку кольорових зображень кожен піксель має 3 канали яскравості.

Обчислимо відстань між двома долонями провівши обчислення Евклідової відстані на відповідних парах пальців.

$$M(A, B) = \frac{1}{4} \sum_{k=1}^4 \sqrt{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (A_{i,j}^k - B_{i,j}^k)^2},$$

де  $A, B$  – нормалізовані напівтонові зображення пальців (вектори з 4-ьох матриць, кожна з яких має розмір  $M \times N$ ).

Зауважимо, що у нормалізованому представленні можна порівнювати між собою як кольорові, так і напівтонові зображення.

При порівнянні кольорових зображень порівнюються відповідні канали яскравості:

$$M(A, B) = \frac{1}{4} \sum_{k=1}^4 \sqrt{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \left[ (r(A_{i,j}^k) - r(B_{i,j}^k))^2 + (g(A_{i,j}^k) - g(B_{i,j}^k))^2 + (b(A_{i,j}^k) - b(B_{i,j}^k))^2 \right]}$$

де функції  $r, g, b$  – повертають відповідно червоний, зелений та синій канали яскравості зображення;  $A, B$  – нормалізовані кольорові зображення пальців.

#### 2.4.2 Метрика Хемінга.

При застосуванні фільтрів зображень пальців буває зручно бінаризувати результат, отримуючи бінарне зображення. У випадку, коли зображення пальців представлені в бінарному вигляді, відстань між ними можна вимірювати за допомогою метрики Хемінга:

$$M(A, B) = \frac{1}{4} \sum_{k=1}^4 \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (A_{i,j}^k - B_{i,j}^k),$$

де  $A, B$  – нормалізовані та бінаризовані зображення пальців рук.

## РОЗДІЛ 3

### НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Точність роботи розробленого алгоритму ідентифікації особи за зображенням долоні проведемо шляхом його тестування. Крім того, потрібно дослідити як вона зміниться при зміні умов освітлення чи фону. Оскільки зображення отримані за однакових умов освітлення та фону згруповані за серіями, то потрібно використовувати спеціальний метод оцінки точності, який це враховує. Тестування окремо проводиться для різних способів виділення ознак із зображення.

#### 3.1 Формування тестової вибірки

Для тестування алгоритму ідентифікації створено вибірку зображень долонь різних осіб.

*Таблиця 3.1*

**Структура тестової вибірки зображень долонь**

<b>ID особи</b>	<b>№ серії</b>	<b>К-сть зображень</b>
1	1 з 1	8
2	1 з 1	12
3	1 з 1	11
4	1 з 1	13
5	1 з 1	5
6	1 з 1	13
7	1 з 1	13
8	1 з 1	13
9	1 з 1	13
10	1 з 1	9
11	1 з 3	22
11	2 з 3	29
11	3 з 3	36
12	1 з 3	21
12	2 з 3	15
12	3 з 3	15
<b>ВСЬОГО:</b>		
<b>12</b>	<b>16</b>	<b>248</b>

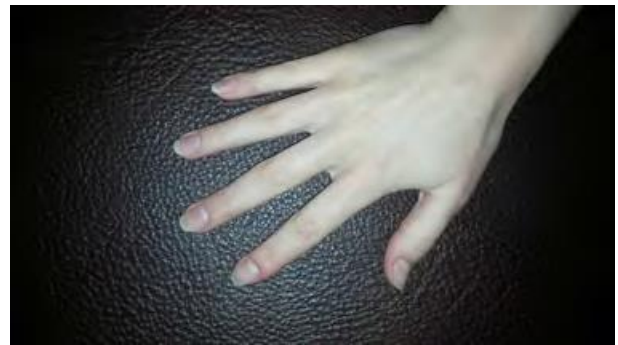
Вибірка включає зображення долоней 12 осіб, при цьому зображення згруповані серіями з врахуванням умов освітлення і фону. Кількість серій є різною. Загальна кількість зображень у вибірці 248.

### 3.2 Метод оцінки точності алгоритму

Для забезпечення точності оцінки ефективності роботи розробленого алгоритму біометричної ідентифікації у зібрану базу даних зображень ввійшли зображення долоней одних і тих самих осіб, зроблені при різних умовах. В тому числі зображення отримані при різних кутах повороту долоней по відношенню до камери, різному освітленні та фоні. Це зроблено для того, щоб переконатись у правильності роботи алгоритму незалежно від змін умов. Приклади зображень однієї і тієї ж особи наведено на рисунках 3.1, 3.2.

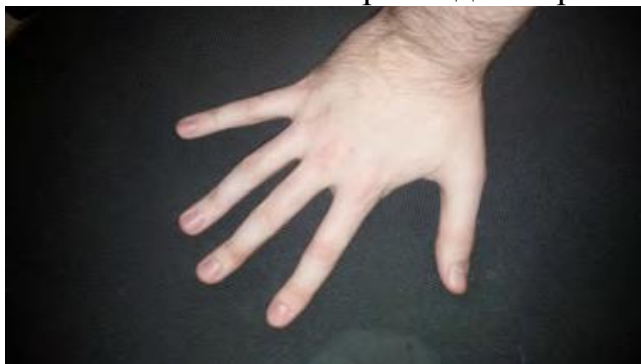


(а) Серія 1



(б) Серія 2

Рис. 3.1 – Приклади зображень для особи 11 в різних серіях



(а) Серія 1



(б) Серія 2

Рис. 3.2 – Приклади зображень для особи 12 в різних серіях

Як видно, з представлених в базі даних зображень, зображення у різних серіях отримані при різному освітленні та на різному фоні.

Тестування алгоритму ідентифікації на зображеннях із різних серій дозволяє оцінити наскільки запропонований алгоритм стійкий до змін фону та освітлення. Для тестування якості роботи алгоритму на зображеннях із різних серій використано нижченаведений алгоритм 1..

Вхідними даними для нього є зображення долоней та метрика їх подібності.

Нехай множина користувачів системи  $P$ , множина зображень долоней  $B$ .

*Вихідні параметри:*

$B$  – множина зображень;

$p: B \times B \mapsto \mathfrak{R}$  – міра збіжності;

$s(I)$  – функція для зображення  $I$ , яка повертає всі зображення з тієї ж серії, що й  $I$ ;

$u(I)$  – функція для зображення  $I$ , яка повертає всі зображення, які належать тій же особі, що й  $I$

*Результат:*

$d_{ss}$  – внутрішньосерійні відстані;

$d_{sp}$  – міжсерійні відстані

$d_d$  – відстані між різними користувачами.

### ***Алгоритм оцінки точності ідентифікації***

*Цикл  $I \in B$  виконувати*

$T1 \leftarrow s(I) \setminus \{I\};$	% зображення тієї ж особи в тій же серії
$T2 \leftarrow u(I) \setminus s(I);$	% зображення тієї ж особи в іншій серії
$T3 \leftarrow B \setminus u(I);$	% зображення інших осіб
$d_{ss}(I) \leftarrow \min_{\bar{I} \in T1} p(I, \bar{I});$	
$d_{sp}(I) \leftarrow \min_{\bar{I} \in T2} p(I, \bar{I});$	
$d_d(I) \leftarrow \min_{\bar{I} \in T3} p(I, \bar{I})$	

*Кінець циклу*

Кількість зображень в базі  $n$ ,  $2^B$  – множина всіх підмножин множини зображень;

Функція  $s: B \mapsto 2^B$  – задає відповідність між зображенням  $I$  та всіма зображеннями із тієї ж серії, що й  $I$ ;

Функція  $u: B \mapsto 2^B$  – задає відповідність між зображенням  $I$  та всіма зображеннями, які належать одній і тій самій особі, що й  $I$ ;

Вихідними даними є:

$d_{ss}(I)$  – найкоротша відстань від зображення  $I$  до зображень тієї ж особи в тій же серії;

$d_{sp}(I)$  – найкоротша відстань від зображення  $I$  до зображень тієї ж особи в інших серіях;

$d_d(I)$  – найкоротша відстань від зображення  $I$  до зображень іншої особи.

Таким чином, за допомогою алгоритму 1 можна обчислити розподіли внутрішньосерійних, міжсерійних відстаней та відстаней між особами. Використовуючи обчислені розподіли можна вибрати найбільш підходящий поріг класифікації та оцінити ймовірність помилки при ідентифікації.

Для оцінки правильності класифікації зображення  $I$  при міжсерійних перевірках будемо порівнювати між собою значення  $d_{sp}(I)$  і  $d_d(I)$ . Для оцінки правильності класифікації зображення  $I$  при внутрішньосерійних перевірках будемо порівнювати між собою значення  $d_{ss}(I)$  і  $d_d(I)$ . Зображення  $I$  класифікується вірно при міжсерійній перевірці у випадку, коли  $d_{sp}(I) < d_d(I)$ . Зображення  $I$  класифікується вірно при внутрішньосерійній перевірці у випадку, коли  $d_{ss}(I) < d_d(I)$ .

Для оцінки точності ідентифікації введемо функції:

$FMR(\tau)$  – відсоток зображень, в яких відстань до найближчого зображення долоні іншої особи менше  $\tau$ ;

$FNMR(\tau)$  – відсоток зображень, в яких відстань до найближчого зображення

долоні тієї ж особи більше  $\tau$ ;

$FNMR_{sp}(\tau)$  – для міжсерійних порівнянь;

$FNMR_{ss}(\tau)$  – для внутрішньосерійних порівнянь.

Математично функції  $FMR$ ,  $FNMR_{sp}$ ,  $FNMR_{ss}$  можна описати наступним чином:

$$FMR(\tau) = \frac{|\{I \in B \mid d_d(I) < \tau\}|}{|B|},$$

$$FNMR_{sp}(\tau) = \frac{|\{I \in B \mid d_{sp}(I) > \tau\}|}{|B|},$$

$$FNMR_{ss}(\tau) = \frac{|\{I \in B \mid d_{ss}(I) > \tau\}|}{|B|}.$$

### 3.3 Ідентифікація простим порівнянням із зразком

Спершу розглянемо простий алгоритм ідентифікації, який базований на простому порівнянні зображень з еталоном в метриці Евкліда без виділення текстурних ознак.

Зупинимось на випадках, коли порівнюються між собою нормалізовані кольорові зображення та коли порівнюються між собою нормалізовані напівтонові зображення. Для кожного випадку побудуємо гістограму евклідових відстаней між зображеннями однієї особи та різних осіб.

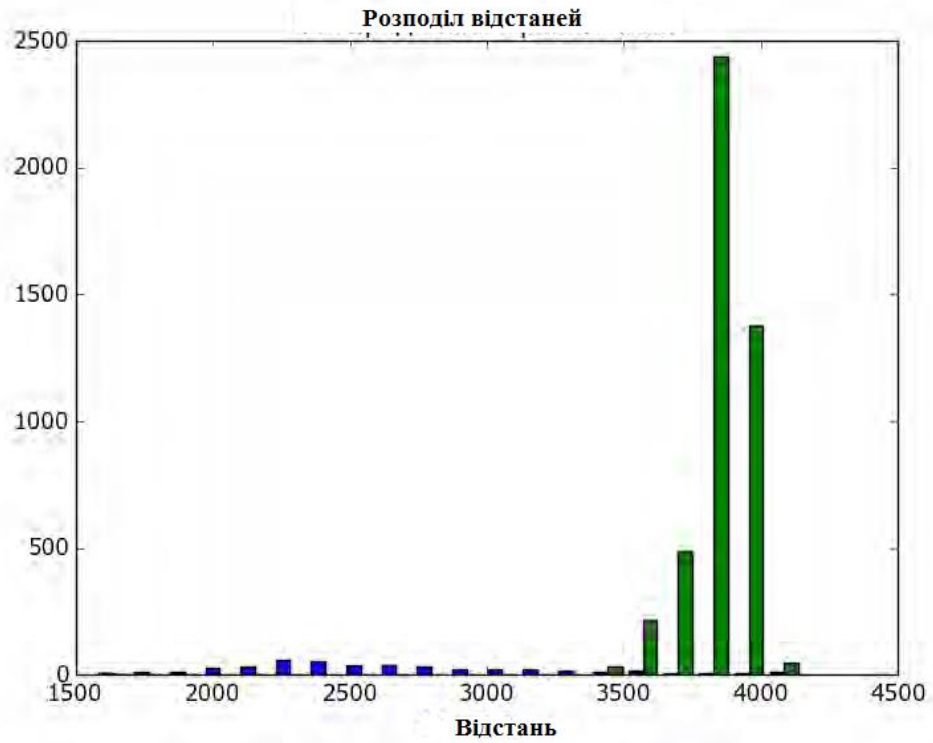


Рис. 3.3 – Розподіл відстаней між кольоровими зображеннями

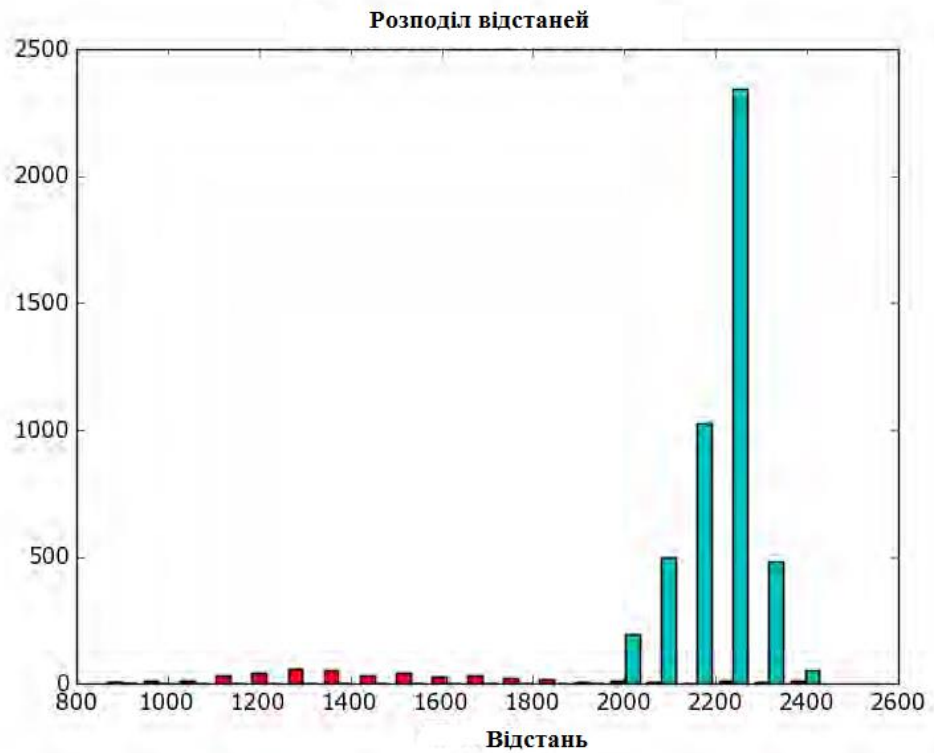


Рис. 3.4 – Розподіл відстаней між напівтоновими зображеннями

Як видно з рисунків – метод базований на обчисленні метрики Евкліда на



нормалізованих зображеннях дає можливість порівнювати зображення з еталонними. Можна зробити висновок про те, що відстань між зображеннями однієї особи значно менша ніж відстань між зображеннями різних осіб. Недоліком методу є те, що вони не стійуї до умов освітлення.

### 3.4 Ідентифікація з генерацією ознак

Застосуємо на тестовій вибірці вищеописаний метод ідентифікації базований на використанні фільтрів Габора.

На рисунку 3.5 представлено матрицю відстаней у метриці Хемінга між всіма парами зображень у вибірці.

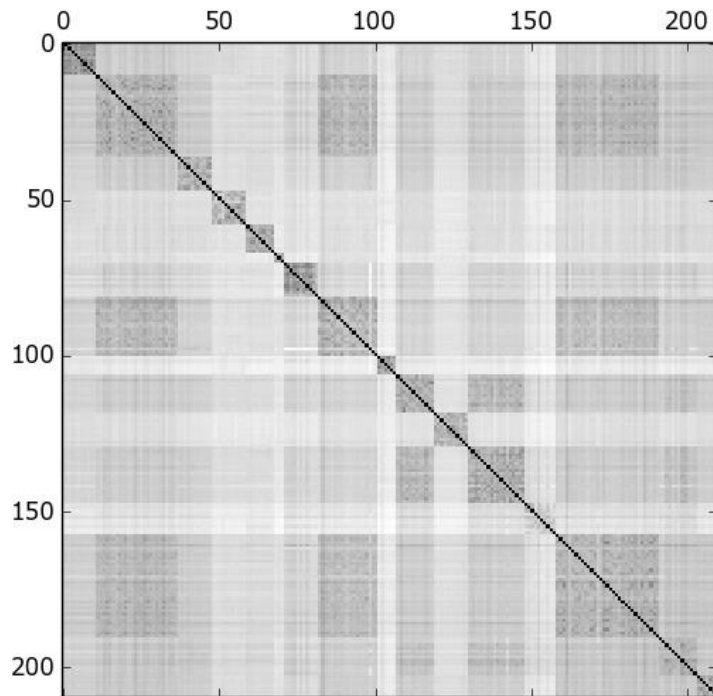


Рис. 3.5 – Матриця відстаней

На рисунку менше значення метрики позначено темнішим кольором відповідної комірки. На матриці можна зауважити великі блоки з темних пікселів.

Ці блоки відповідають зображенням долоней тієї самої особи. Присутність цих блоків вказують на те, що відстані між відображеннями долоней однієї і тої ж особи значно менша порівняно із відстанями між відображеннями долоней різних осіб.

### 3.4.1 Внутрішньосерійні порівняння.

Оцінку правильності роботи алгоритму ідентифікації\ проведемо шляхом обчислення внутрішньосерійних відстаней між зображеннями рук, як описано в алгоритмі 1. У випадку внутрішньосерійних порівнянь нас цікавить:

- розподіл значень функцій  $d_{ss}(I)$  – найкоротша відстань від зображення  $I$  до зображень тієї ж особи в тій самій серії;
- $d_d(I)$  – найкоротша відстань від зображення  $I$  до зображення руки іншої особи.

Нормалізована гистограма розподілу відстаней показана на рисунку 3.6, а значення функцій  $FMR(\tau)$ ,  $FNMR(\tau)$  при різних рівнях значення порогу  $\tau$  показано на рисунку 3.7. Значення похибки  $EER(\text{equal error rate}) = 7.5\%$ .

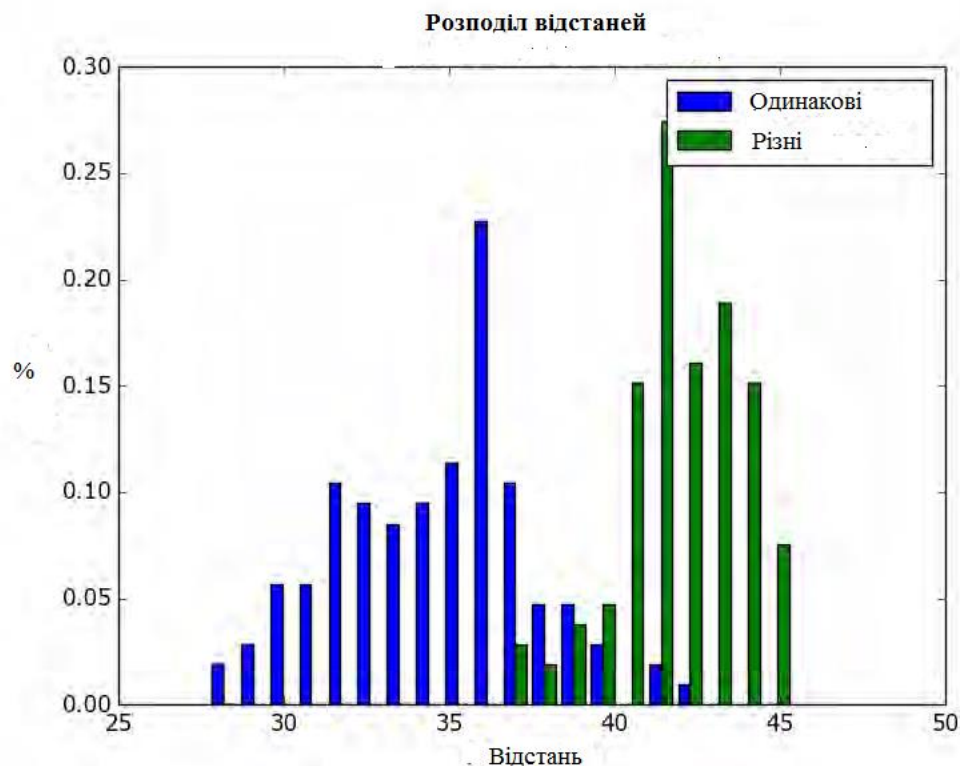


Рис. 3.6 – Гистограма розподілу відстаней у внутрішньосерійних порівняннях

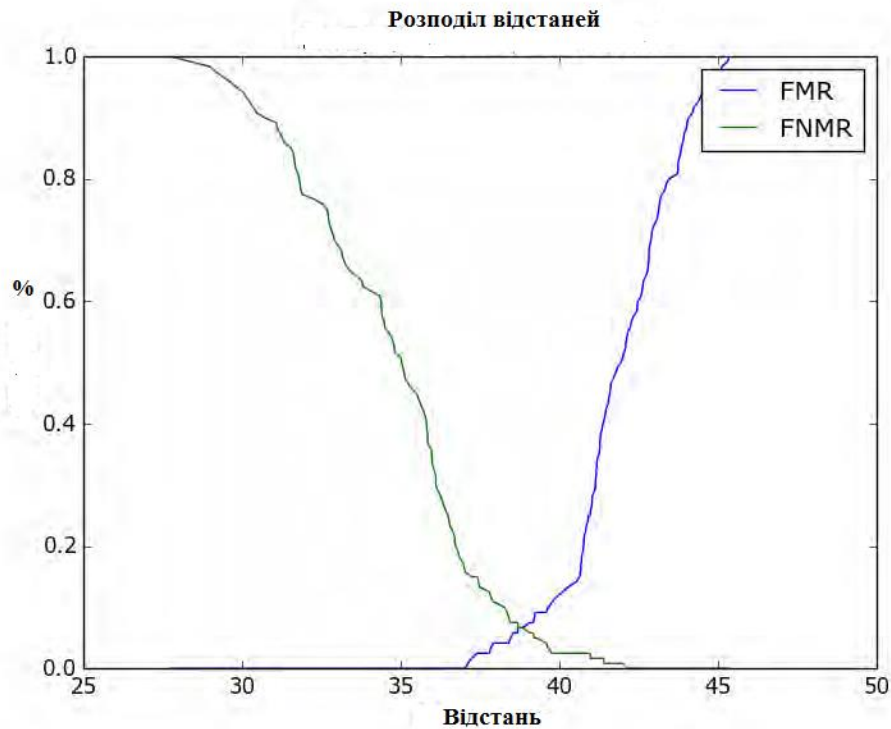


Рис 3.7 – Розподіл відстаней у внутрішньосерійних порівняннях

3.4.2 Міжсерійні порівняння. Оцінку правильності роботи алгоритму ідентифікації проведемо шляхом обчислення міжсерійних відстаней між зображеннями рук, як описано в алгоритмі 1. У випадку міжсерійних порівнянь нас цікавить:

- розподіл значень функцій  $d_{sp}(I)$  – найкоротша відстань від зображення  $I$  до зображень тієї ж особи в іншій серії;
- $d_d(I)$  – найкоротша відстань від зображення  $I$  до зображення руки іншої особи.

Нормалізована гістограма розподілу відстаней показана на рисунку 3.8, а значення функцій  $FMR(\tau)$ ,  $FNMR(\tau)$  при різних рівнях значення порогу  $\tau$  показано на рисунку 3.9. Значення похибки  $EER(\text{equal error rate}) = 11\%$ .

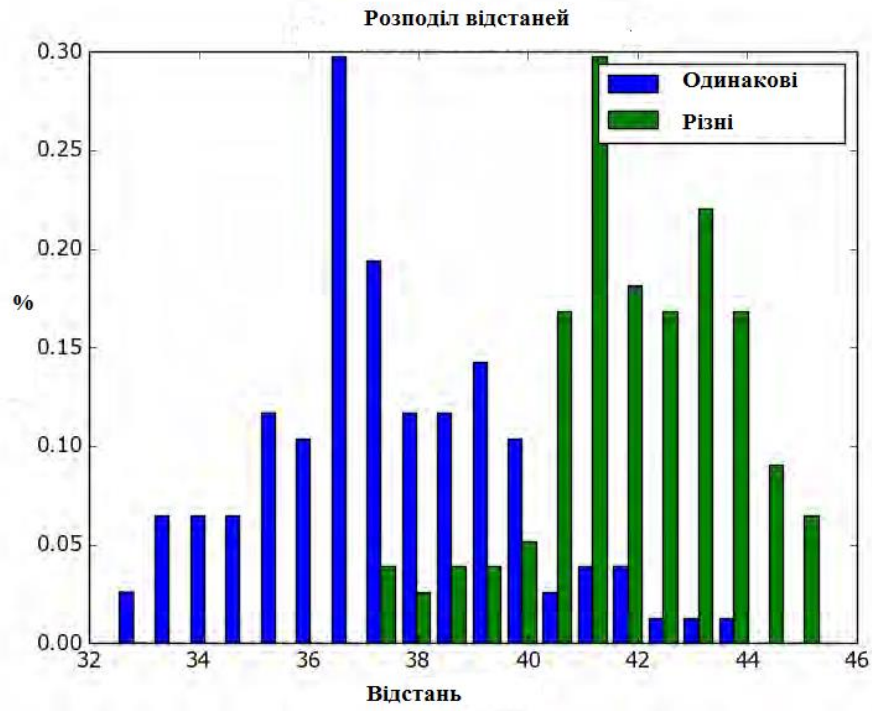


Рис. 3.8 – Гістограма розподілу відстаней у міжсерійних порівняннях

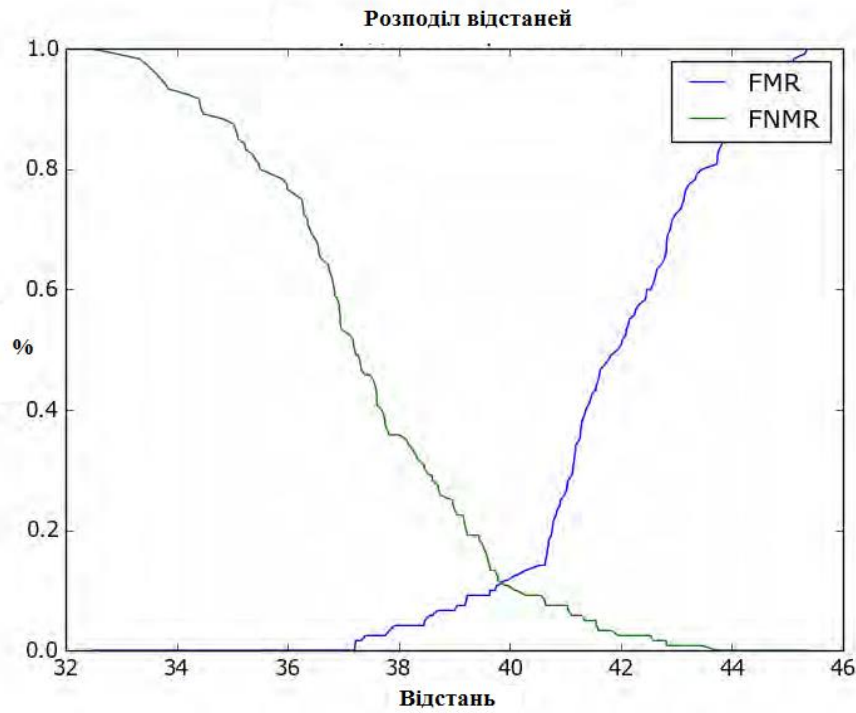


Рис. 3.9 – Розподіл відстаней у міжсерійних порівняннях

Точність алгоритму ідентифікації може бути підвищена, якщо додатково враховувати геометричні ознаки долоней, такі як довжина і кривизна пальців. Як показано в роботі [9], форма пальців є доброю ознакою для біометричної ідентифікації. Використання ознак форми силуету долоні разом із ознаками визначеними формою складок шкіри на зовнішній стороні пальців долоні уможлиблює підвищення точності ідентифікації.

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

#### 4.1 Охорона праці

У підрозділі розглянуто питання організації наукових досліджень та ергономічних вимог інженера дослідника.

##### 4.1.1 Організація наукових досліджень.

Для наукового і науково-технічного вирішення проблем охорони праці, забезпечення системного й комплексного підходу до організації нормотворчої діяльності, вдосконалення нормативної бази з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища в Україні створено мережу базових (головних) організацій та установ — понад 600 з цієї важливої проблеми. Їх діяльність охоплює майже всі нині визначені напрями охорони праці, що потребують розвитку й удосконалення. Такі організації визначено в більшості галузей народного господарства згідно з рішенням міністерств, відомств, концернів, корпорацій та інших об'єднань підприємств, створених за галузевим принципом. Це — провідні науково-дослідні, проектно-конструкторські й інші організації, які спеціалізуються з питань безпеки, гігієни та виробничого середовища.

Для наукового забезпечення охорони праці створено Національний науково-дослідний інститут охорони праці, який разом з інститутами Академії наук України та іншими науково-дослідними і проектно-конструкторськими установами, навчальними закладами здійснює фундаментальні і прикладні наукові дослідження з проблем охорони праці, ідентифікації професійної небезпечності.

На Національний науково-дослідний інститут охорони праці покладено виконання функції головної організації в Україні, яка координує роботу в даному напрямку, надає методичну допомогу фахівцям, організує підвищення їх

кваліфікації, а також безпосередньо опрацьовує проект міжгалузевих і окремих галузевих нормативних актів про охорону праці.

Реалізуючи програми TACIS, експерти Європейського Союзу тісно співробітничать з Національним науково-дослідним інститутом охорони праці в межах проекту «Підтримка здоров'я та безпеки праці».

#### 4.1.2 Ергономічні вимоги до робочого місця інженера-дослідника.

Враховуючи те, що для проведення наукових досліджень в напрямку теми роботи необхідною складовою є комп'ютер у підрозділі розглянуто питання ергономічних вимог до робочого місця інженера-дослідника.

Проектування робочих місць, забезпечених медичною апаратурою та комп'ютерною технікою, відноситься до числа важливих проблем ергономічного проектування в області наукових досліджень. Робоче місце і взаємне розташовує всіх його елементів повинне відповідати антропометричним, фізичним і психологічним вимогам. Велике значення має також характер роботи. Зокрема, при організації робочого місця інженера-дослідника повинні бути дотримані наступні основні умови: оптимальне розміщення устаткування, що входить до складу робочого місця і достатній робочий простір, що дозволяє здійснювати всі необхідні рухи і переміщення.

Ергономічними аспектами проектування подібних робочих місць, зокрема, є: висота робочої поверхні, розміри простору для ніг, вимоги до того, що розташовує документів на робочому місці (наявність і розміри підставки для документів, можливість різного розміщення документів, відстань від очей користувача до екрану, документа, клавіатури і т.д.), характеристики робочого крісла, вимоги до поверхні робочого столу, можливість регулювання елементів робочого місця. Головними елементами робочого місця є стіл і крісло. Основним робочим положенням є положення сидячи.

Робоча поза сидячи викликає мінімальне стомлення. Раціональне планування робочого місця передбачає чіткий порядок і постійність розміщення предметів,

засобів праці і документації. Те, що потрібне для виконання робіт частіше, розташоване в зоні легкої досяжності робочого простору.

Максимальна зона досяжності рук - це частина моторного поля робочого місця, обмеженого дугами, описуваними максимально витягнутими руками при русі їх в плечовому суглобі.

Оптимальна зона – частина моторного поля робочого місця, обмеженого дугами, описуваними передпліччям при русі в ліктювих суглобах з опорою в точці ліктя і з відносно нерухомим плечем.

Оптимальне розміщення предметів праці і документації в зонах досяжності:

- Дисплей розміщується в центрі столу;
- Системний блок розміщується в передбаченій ніші столу;
- Клавіатура - в передбаченій викатній ніші столу;
- «Миша» - в зоні зправа по відношенню до клавіатури;
- Сканер в зоні зліва по відношенню до клавіатури;
- Принтер знаходиться в зоні а (справа);
- Документація: необхідна при роботі - в зоні легкої досяжності, а у висувних ящиках столу - література, невживана постійно.

Для комфортної роботи стіл повинен задовольняти наступним умовам :

- висота столу повинна бути вибрана з урахуванням можливості сидіти вільно, в зручній позі, при необхідності спираючись на підлокітники;

- нижня частина столу повинна бути сконструйована так, щоб лікар міг зручно сидіти, не був вимушений підтискати ноги;

- поверхня столу повинна володіти властивостями, що виключають появу відблисків в полі зору лікар;

- конструкція столу повинна передбачати наявність висувних ящиків (не менше 3 для зберігання документації, канцелярських обладнань).

- висота робочої поверхні рекомендується в межах 680-760 мм. Висота поверхні, на яку встановлюється клавіатура, повинна бути біля 650 мм.



Велике значення надається характеристикам робочого крісла. Так, висота сидіння над рівнем підлоги, що рекомендується, знаходиться в межах 420-550 мм. Поверхня сидіння м'яка, передній край закруглює, а кут нахилу спинки – регульований.

Необхідно передбачати при проектуванні можливість різного розміщення документів: збоку від відеоапаратури, між монітором і клавіатурою і т.п. Крім того, у випадках, коли відеоапаратура має низьку якість зображення, наприклад помітні мигтіння, відстань від очей до екрану роблять більше (біля 700 мм), ніж відстань від ока до документа (300-450мм). Взагалі при високій якості зображення на відеоапаратурі відстань від очей користувача до екрану, документа і клавіатури може бути рівним.

Причина неправильної пози користувачів обумовлена наступними чинниками: немає хорошої підставки для документів, клавіатура знаходиться дуже високо, а документи – низько, нікуди покласти руки, недостатній простір для ніг.

В цілях подолання вказаних недоліків даються загальні рекомендації: краще пересувна клавіатура; повинні бути передбачені спеціальні пристосування для регулювання висоти столу, клавіатури і екрану, а також підставка для рук.

Істотне значення для продуктивної і якісної роботи на комп'ютері мають розміри знаків, густину їх розміщення, контраст і співвідношення яскравості символів і фону екрану. Якщо відстань від очей оператора до екрану дисплея складає 60.80 см, то висота знака повинна бути не менше 3 мм, оптимальне співвідношення ширини і висоти знака складає 3:4, а відстань між знаками - 15.20 % їх висоти. Співвідношення яскравості фону екрану і символів - від 1:2 до 1:15.

Під час користування комп'ютером медики радять встановлювати монітор на відстані 50-60 см від очей. Фахівці також вважають, що верхня частина відео дисплея повинна бути на рівні очей або трохи нижче. Коли людина дивиться прямо перед собою, її очі відкриваються ширше, ніж коли вона дивиться вниз. За рахунок цього площа огляду значно збільшується, викликаючи обезводнення очей. До того ж якщо екран встановлений високо, а очі широко відкриті, порушується функція

моргання. Це означає, що очі не закриваються повністю, не омиваються слізною рідиною, не одержують достатнього зволоження, що приводить до їх швидкої стомлюваності.

Створення сприятливих умов праці і правильне естетичне оформлення робочих місць має велике значення як для полегшення праці, так і для підвищення привабливості, позитивно впливаючою на продуктивність праці.

## 4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

У підрозділі розглянуто питання пожежної та вибухової безпеки, а також вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.

### 4.2.1 Забезпечення пожежної та вибухової безпеки:

Пожежна безпека пристрою, що проектується у даному дипломному проєкті, має забезпечуватися відповідно до ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования», а вибухова безпека — у відповідності до ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность. Общие требования».

Пожежна безпека — це такий стан об'єкта, при якому з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення й розвитку пожежі та впливу на людей небезпечних факторів пожежі, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Вибухова безпека — це такий стан виробничого процесу, під час якого виключається можливість вибуху або ж у випадку його виникнення відвертається дія на людей викликаних ним небезпечних та шкідливих факторів і забезпечується захист матеріальних цінностей.

### 4.2.2 Вимоги до системи запобігання пожежі:

Запобігання пожежі необхідно досягати двома способами:

- запобіганням утворенню горючого середовища;

- запобіганням утворенню в горючому середовищі (або внесення в нього) джерел займання.

Запобігання утворенню горючого середовища має забезпечуватися:

- максимально можливим застосуванням негорючих і важкозаймистих речовин та матеріалів;
- обмеженням маси та(або) об'єму горючих речовин, матеріалів та найбезпечнішим способом їх розміщення;
- ізоляцією горючого середовища;
- підтримкою концентрації горючих газів, пари, пилу та(або) окисника в суміші поза межами їх займання;
- підтримкою його температури й тиску, за яких виключається поширення полум'я;
- максимальною механізацією й автоматизацією технологічних процесів, пов'язаних із перекачуванням горючих речовин;
- установленням пожежно небезпечного обладнання по можливості в ізольованих приміщеннях або на відкритих майданчиках;
- застосуванням для горючих речовин герметичного обладнання і тари;
- застосуванням пристроїв захисту виробничого обладнання з горючими речовинами від пошкоджень і аварій, установленням пристроїв, що відключають, відсікають, та ін.;
- застосуванням ізольованих відсіків, камер, кабін тощо.

Запобігання утворенню в горючому середовищі джерел займання має досягатися:

- застосуванням машин, механізмів, обладнання, пристроїв, під час експлуатації яких не утворюються джерела займання;
- застосуванням енергоустаткування, відповідного до пожежно небезпечної та вибухонебезпечної зон, групи і категорії вибухонебезпечної суміші за вимогами «Правил устроювання електроустановок» (ПУЭ-86);

- застосуванням у конструкції швидкодіючих засобів захисного відключення можливих джерел займання;
- застосуванням технологічного процесу й обладнання, що задовольняє вимогу електростатичної іскробезпеки за ГОСТ 11.018-86;
- улаштуванням захисту від блискавок будівель, споруд і обладнання;
- підтримкою температури нагрівання поверхонь машин, механізмів, обладнання, пристроїв, речовин і матеріалів, які можуть увійти в контакт з горючим середовищем, нижче граничнодопустимої, яка становить 80 % найменшої температури самозаймання пального;
- виключенням можливості появи іскрового розряду в горючому середовищі з енергією, яка дорівнює або вища від мінімальної енергії займання;
- застосуванням інструменту, що не іскрить під час роботи з легкозаймистими рідинами і горючими газами;
- ліквідацією умов для теплового, хімічного та (або) мікробіологічного самозаймання речовин, матеріалів, виробів і конструкцій, що перетворюються;
- усуненням контакту з повітрям пірофорних речовин;
- зменшенням визначального розміру горючого середовища нижче граничнодопустимого за горючістю;
- виконанням установлених правил пожежної безпеки.

Системи запобігання пожеж, а також протипожежного захисту у сукупності повинні виключати вплив на людей небезпечних факторів пожежі. Ймовірність впливу вищезгаданих факторів не повинна перевищувати нормативну, яка дорівнює 10-6 на рік, у розрахунку на кожну людину. По вогнестійкості приміщення науково-дослідної лабораторії відносяться до II-го ступеня вогнестійкості (ДСТ 12.1.004-76), тобто механічні конструкції в приміщенні, стіни виконані з вогнетривких матеріалів. Робочі місця, для виконання робіт, у положенні сидячи, організовані відповідно до ДСТ 12.2.032-78. Вимоги з пожежної безпеки будинку, а також його оснащеність первинними засобами пожежегасіння (пожежні гідранти і т.д.) і вогнегасники, повинні відповідати ГОСТ 12.1.004-85 і ГОСТ 12.4.009-83 і ISO3941-

77. В таких умовах найдоцільніше використовувати вогнегасники типу ВП-2-01 і ВВ-8 у кожному приміщенні, і ВП-5-02 один на кожні 2 приміщення. Пожежна небезпека кожного об'єкту визначається пожежною небезпекою його складових частин.

#### 4.2.3 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях:

1. Кожен працівник при виявленні несправності в роботі приладу, що може спричинити небезпеку для працівників, повинен доповісти про це своєму безпосередньому керівнику. У тих випадках, коли несправність може бути усунена працівником, він має це зробити, а потім повідомити керівнику. Усунення несправності виконується при дотриманні визначених вимог безпеки.

2. При ураженні електричним струмом необхідно якомога скоріше звільнити потерпілого від дії струму шляхом вимкнення приладу, відключення обладнання від електромережі, або перерубати шнур живлення інструментом з ізольованими ручками. Якщо вимкнути обладнання достатньо швидко неможливо, тоді необхідно застосувати інші міри по звільненню потерпілого від дії струму, наприклад, скористатися дошкою чи іншим сухим предметом, що не проводить електричний струм. Обов'язково потрібно викликати швидку допомогу чи рятувальну бригаду МЧС. До приїзду лікарів чи бригади МЧС потрібно надати потерпілому першу медичну допомогу.

3. При виникненні пожежі у технічному приміщенні необхідно негайно викликати пожежну охорону, відключити від джерела напруги устаткування і приступити до ліквідації пожежі засобами гасіння пожежі, що знаходяться в приміщенні.

Виконання правил та вимог техніки безпеки, регулярне проведення заходів щодо їх виконання сприяє підвищенню продуктивності праці, якості виконання робіт та збереженню здоров'я працівників.

Дана інструкція написана у відповідності з вимогами ДНАОП 0.00 – 4.15 – 98 „Положення про розробку інструкцій з охорони праці”.

### 4.3 Висновки до розділу 4

Даний розділ роботи висвітлює результати проведеного аналізу шкідливих факторів та чинників, що впливають, або можуть вплинути, на коректну роботу персоналу медичної установи, де використовується представлений метод дослідження пацієнта з використанням спеціального обладнання. Був встановлений чіткий порядок розробки і впровадження технологій та вимог, щодо запобігання шкідливим факторам та чинникам.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі магістра запропоновано підхід для виділення текстурних ознак із зображення долоні і на основі цих ознак побудовано алгоритм вирішення задачі біометричної ідентифікації особи.

Експериментально показано, що запропонований алгоритм має певну степінь точності. Таким чином, в роботі запропоновано новий метод для ідентифікації особи, який враховує форму шкірних складок на зовнішній сторон пальців. При чому запропонований метод має ряд переваг перед подібними методами ідентифікації, так як не вимагає ні жорсткої фіксації положення руки, ні вартісного обладнання для зйомки. Даний метод є перспективним для подальших досліджень, так як дозволяє вирішувати актуальну на сьогоднішній день задачу біометричної ідентифікації особи.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Русин Б.П. Системи синтезу, обробки та розпізнавання складноструктурованих зображень.- Львів: Вертикаль, 1997.- 264с.
2. Мосоров В.Я., Русин Б.П. Спосіб безвратного стискання зображень// Патент України № 35499А, Опубл. в Бюл. № 2, 2001.
3. Аністратенко В.В., Косаревич Р.Я., Коваль О., Русин Б.П. Особливості побудови автоматизованої дактилоскопічної інформаційної системи "УкрДакто"// Криміналістичний вісник, № 1, 2000.- с.27-32.
4. Русин Б.П., Остап В.П. Вибір інформативних ознак зображень відбитків пальців при розпізнаванні (огляд)// Вісник ДУ "Львівська політехніка", № 399, 2000.-с.20-29.
5. Русин Б.П., Остап В.П. Попередня фільтрація при розпізнаванні зображень// Комп'ютерні технології друкарства, № 4, 2000.- с.295-300.
- 6.. A. Kumar, C. Ravikanth, Personal authentication using finger knuckle surface. IEEE Transactions on Information Forensics and Security. 4 (1): 98 -110, 2009.
7. ] L. Zhang, L. Zhang, D. Zhang. Finger-knuckle-print verification based on band limited phase-only correlation. Images and Patterns, pages 141–148 2009.
8. L. Zhang, L. Zhang, D. Zhang. Finger-knuckle-print verification based on band limited phase-only correlation. Images and Patterns, pages 141–148 2009.
9. A. Morales, CM Travieso, MA Ferrer, та JB Alonso Improved finger-knuckle print authentication based on orientation enhancement. Electronics Letters. In International Workshop on Emerging Techniques and Challenges for Hand-Based Biometrics, pages 1 –4, 2010/
10. Lin Zhang, Lei Zhang, D. Zhang Monogeniccode: A novel fast feature coding algorithm with applications to finger-knuckle-print recognition. 47 (6): 380 -381, 2011.
11. Lin Zhang, Lei Zhang, David Zhang, and Hailong Zhu Ensemble of local and global information for finger-knuckle-print recognition Pattern Recognition, 44(9):1990 – 1998, 2011.



12. John Daugman. How Iris Recognition Works. CiteSeerX: 10.1.1.6.2684.
13. G. Bradski, Dr. Dobb's. The OpenCV Library. Journal of Software Tools (2000)
14. Бакіна І., Местецький Л. Багатомодальна ідентифікація особи за формою долоні і голосу // Таврійський вісник інформатики та математики. - 2008. -№ 1. - С. 59-65.
15. L. Mestetskiy, I. Bakina, and A. Kurakin. Hand geometry analysis by continuous skeletons. Lecture Notes in Computer Science, 6754(PART 2):130–139, 2011.
16. Mr. Shivaraj Subray Hegde, Mrs. Aruna. J BIOMETRICS: ACCESS CONTROL AND AUTHORIZATION BASED ON FINGER-KNUCKLE PRINT IDENTIFICATION. International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR), Volume 3, Issue 6, June 2014
17. Яворська Є.Б., Карнов А.О. Засоби біометричної ідентифікації особи у системах моніторингу стану здоров'я // Матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» (м. Тернопіль, 7-8 грудня 2022 р.).

## ДОДАТКИ

## Програмна реалізація сканування зображення

```
namespace Sample
{
class Class1
{
static void Main(string[] args)
{
try
{
//Create License object. The object must exist
//all the time during using BSDK
using (License license = new License())
{
//creating the list of devices
using (DeviceList deviceList = new DeviceList())
{
//selecting first found device
using (DeviceDescriptor deviceDescriptor =
deviceList.DeviceDescriptor(0))
{
//creating Scanner object
using (Scanner scanner = new
Scanner(deviceDescriptor))
{
//acquiring image from the scanner
Image image = scanner.AcquireImage();
}
}
}
}
}catch(Exception ex)
{
Console.WriteLine("Error: {0}", ex.Message);
```

```
}  
}  
}  
}
```

## Створення і завантаження шаблону

```
namespace Sample  
{  
class Class1  
{  
static void Main(string[] args)  
{  
try  
{  
// Create License object. The object must exist  
// all the time during using BSDK  
using (License license = new License())  
{  
//creating the list of devices  
using (DeviceList deviceList = new DeviceList())  
{  
//selecting first found device  
using (DeviceDescriptor deviceDescriptor =  
deviceList.DeviceDescriptor(0))  
{  
//creating Scanner object  
using (Scanner scanner = new  
Scanner(deviceDescriptor))  
{  
//acquiring image from the scanner  
Image image = scanner.AcquireImage();  
byte[] bufferTemplate;  
//creating ImageSet object to hold Image  
objects  
using (ImageSet imageSet = new ImageSet())  
{
```

```

//adding Image objects to ImageSet with
some FingerCode
imageSet.AddImage(image, 0);
//creating ImageProcessor object to create
template
/* You can specify math type when creating ImageProcessor,
Template, TemplateSet or Matcher objects.
* The math type should be the same
for all these objects.
*/
using (ImageProcessor imgPrc =
new ImageProcessor())
{
//creating template Template templ =
imgPrc.CreateTemplate(imageSet);
//saving template to bufferTemplate
byte array

bufferTemplate = templ.ToArray();
}
}
//loading template from buffer
Template template = new Template();
template.Load(bufferTemplate);
}
}
}
}
}
catch (Exception ex)
{
Console.WriteLine("Error: {0}", ex.Message);
}
}
}
}

namespace Sample
{

```

```
class Class1
{
static void Main(string[] args)
{
try
{
//Create License object. The object must exist
//all the time during using BSDK
using (License license = new License())
{
//creating the list of devices
using (DeviceList deviceList = new DeviceList())
{
//selecting first found device
using (DeviceDescriptor deviceDescriptor =
deviceList.DeviceDescriptor(0))
{
//creating Scanner object
using (Scanner scanner = new
Scanner(deviceDescriptor))
{
//acquiring image from the scanner
Image image1 = scanner.AcquireImage();
Image image2 = scanner.AcquireImage();
//creating ImageSet object to hold Image
objects
using (ImageSet imageSet1 = new ImageSet())
{
//adding Image objects to ImageSet with
some FingerCode
imageSet1.AddImage(image1, 0);
using (ImageSet imageSet2 = new
ImageSet())
{
imageSet2.AddImage(image2, 0);
//creating ImageProcessor object to
create template
/* You can specify math type when
```

creating ImageProcessor, Template, TemplateSet or Matcher objects.

\* The math type should be the same for all these objects.

\*/

```
using (ImageProcessor imgPrc =  
new ImageProcessor()  
{  
//creating templates Template  
template1 =  
imgPrc.CreateTemplate(imageSet  
1); Template template2 =  
imgPrc.CreateTemplate(imageSet  
2); //matching template1 with  
template2  
  
using (Matcher matcher =  
new Matcher()  
{  
int score =  
matcher.Compare(template1, template2);  
}  
}  
}  
}  
}  
}  
}  
}  
}  
}  
}  
}  
}  
catch (Exception ex)  
{  
Console.WriteLine("Error: {0}", ex.Message);  
}  
}  
}  
}
```

## Код використання TemplateSet

```

using System;
using Biolink.Biometrics2;
namespace Sample
{
class Class1
{
static void Main(string[] args)
{
try
{
//Create License object. The object must exist
//all the time during using BSDK
using (License license = new License())
{
//creating the list of devices
using (DeviceList deviceList = new DeviceList())
{
//selecting first found device
using (DeviceDescriptor deviceDescriptor =
deviceList.DeviceDescriptor(0))
{
//creating Scanner object
using (Scanner scanner = new
Scanner(deviceDescriptor))
{
//acquiring image from the scanner
Image image1 = scanner.AcquireImage();
Image image2 = scanner.AcquireImage();
Template template1;
Template template2;
//creating ImageSet object to hold Image
objects
using (ImageSet imageSet1 = new ImageSet())
{
//adding Image objects to ImageSet with
some FingerCode

```



```

imageSet1.AddImage(image1, 0);
using (ImageSet imageSet2 = new
ImageSet())
{
imageSet2.AddImage(image2, 0);
//creating ImageProcessor object to
create template
/* You can specify math type when
creating ImageProcessor, Template, TemplateSet or Matcher objects.
* The math type should be the
same for all these objects.
*/
using (ImageProcessor imgPrc =
new ImageProcessor())
{
//creating templates template1 =
imgPrc.CreateTemplate(imageSet
1); template2 =
imgPrc.CreateTemplate(imageSet
2);

}
}
}
//creating TemplateSet object to hold
all templates for identification
using (TemplateSet templateSet =
new TemplateSet())
{

//adding templates to the templateSet
templateSet.AddTemplate(template1, 1,
"template1");
templateSet.AddTemplate(template2, 2,
"template2");
//matching template2 with templates in
templateSet with threshold equal to 600
using (Matcher matcher = new Matcher())

```



## ДОДАТОК В

### Апробація результатів дослідження

*Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів  
«АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» – Тернопіль, 7-8 грудня 2022 року*

УДК 303.01:303.447: 612.17

**Є.Б. Яворська, к.т.н., доцент, А.О. Карнов**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

#### ЗАСОБИ БІОМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИ У СИСТЕМАХ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ЗДОРОВ'Я

**E. Yavorska, Ph.D., Assoc. Prof, Karnov A.**

#### MEANS OF BIOMETRIC IDENTIFICATION OF PERSONS IN HEALTH MONITORING SYSTEMS

Впровадження біометричних систем в життя суспільства є незаперечним фактом. Світові аналітики прогнозують підвищення попиту на біометрію в усіх галузях і розширення сфери її застосування. Актуальність розвитку біометричних технологій ідентифікації особи обумовлена збільшенням числа об'єктів і потоків інформації, які необхідно захищати від несанкціонованого доступу, а саме: криміналістика; системи контролю доступу; системи ідентифікації особи; інформаційна безпека; облік робочого часу та реєстрація відвідувачів; системи голосування, проведення електронних платежів; автентифікація на Web-ресурсах; різні соціальні проекти, де потрібна ідентифікація людей; проекти цивільної ідентифікації (перетин державних кордонів, видача віз на відвідування країни).

Ідентифікація на основі біометричних даних - це засіб автоматичного розпізнавання особистості на базі унікальних фізичних або поведінкових параметрів. Ідентифікація виконується за допомогою порівняння отриманих біометричних характеристик і шаблонів, що зберігаються у базі даних. Для користувачів, які застосовують системи біометричної ідентифікації і автентифікації, дуже важливим є зручність застосування цих засобів (це не тільки швидкість і простота проведення процедури, але і можливість використання звичного обладнання). На сьогодні оптимальним співвідношенням між надійністю автентифікації, ціною і зручністю використання має визначення особистості по обличчю, чим і пояснюється високий темп розвитку і поширення таких технологій.

Невпинне розширення сфери застосування засобів комп'ютерної обробки інформації і комп'ютерних засобів телекомунікації залучають до сфери інформаційних технологій все більше коло людей, що підвищує ризики виникнення інформаційних загроз та їх реалізації. Не зважаючи на широкі технологічні можливості забезпечення захисту, на сьогоднішній день, кількість злочинів та шахрайства зростає з кожною хвилиною.

Однією з найпоширеніших технологій захисту є біометричні системи захисту. Вони є найзручнішими, оскільки не потребують зберігання у пам'яті складних паролів чи носіння з собою спеціальних ідентифікаторів (ключів, карток, і т. ін.), а достатньо буде тільки сказати кодове слово, прикласти палець чи кисть руки, або підставити лице для сканування, щоб отримати доступ. Одна з головних переваг біометричних технологій – відсутність необхідності в паролі. При використанні біометричної автентифікації користувачам не потрібно пам'ятати складні паролі, а співробітникам служб технічної підтримки - вирішувати пов'язані з цим проблеми. Біометричні пристрої відрізняються величезною різноманітністю і використовують для автентифікації людини різні біологічні параметри.

Вирішення задачі захисту з використанням біометричних характеристик є актуальною задачею, що стає популярнішою щодня, це є цілком виправдано враховуючи переваги, які надають дані методи захисту.