

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук  
(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Методи сегментації зображень в задачах розпізнавання обличч

Виконав: студент VI курсу, групи СНм-61  
спеціальності 122 Комп'ютерні науки  
(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Гайдук В.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Литвиненко Я.В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Дуда О.М.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Боднарчук І.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Жаровський Р.О.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2024

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Боднарчук І.О.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«25» травня 2024 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Магістр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки  
(шифр і назва спеціальності)

Студенту Гайдук Владислав Іванович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Методи сегментації зображень в задачах розпізнавання обличь

Керівник роботи Литвиненко Ярослав Володимирович, д.т.н., професор кафедри КН  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «24» листопада 2023 року № 4/7-1100

2. Термін подання студентом завершеної роботи 25 травня 2024р.

3. Вихідні дані до роботи Наукові публікації про методи та системи опрацювання даних для задач розпізнавання обличь. Включає збір та аналізу даних, відомостей про системи розпізнавання обличь.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Аналіз літературних джерел для задач розпізнавання обличь.

2. Методи попереднього опрацювання даних в задачах розпізнавання обличь.

3. Методи основного опрацювання даних в задачах розпізнавання обличь. 4. Охорона праці та

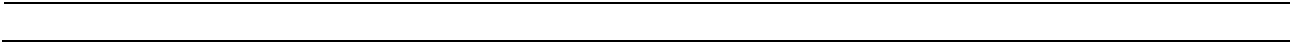
безпека в надзвичайних ситуаціях. 4.1 Фактори, які впливають на наслідок ураження електричним струмом. 4.2 Соціальні небезпеки

Висновки. Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1 Тема. 2. Мета, Об'єкт, Предмет дослідження. 3. Завдання дослідження.

4. Актуальність дослідження. 5. Методи попереднього опрацювання. 6. Методи основного опрацювання. 7. Висновки.



## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Сенчишин В.С., доцент		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Клепчик В.М., ст. викладач		

7. Дата видачі завдання 24 листопада 2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Ознайомлення з завданням до кваліфікаційної роботи	25.04.2024	Виконано
2.	Підбір наукових джерел по обраній тематиці	26.04.2024-28.04.2024	Виконано
	Аналіз джерел, які стосуються математичного забезпечення		
3.	Аналіз джерел, які стосуються програмного забезпечення, огляд систем Підбір даних для опрацювання по обраній темі роботи	29.04.2024-1.95.2024	Виконано
4.	Виконання дослідження згідно мети кваліфікаційної Роботи	2.05.2024-4.05.2024	Виконано
5.	Оформлення розділу «Аналіз літературних джерел для задач розпізнавання обличь»	5.05.2024-7.05.2024	Виконано
6.	Оформлення розділу «Методи попереднього опрацювання даних в задачах розпізнавання обличь»	8.05.2024-10.05.2024	Виконано
7.	Оформлення розділу «Методи основного опрацювання даних в задачах розпізнавання обличь»	11.05.2024-13.05.2024	Виконано
8.	Виконання завдання до підрозділу «Охорона праці»	14.05.2024-15.05.2024	Виконано
9.	Виконання завдання до підрозділу «Безпека в надзвичайних ситуаціях»	16.05.2024-17.05.2024	Виконано
10.	Оформлення кваліфікаційної роботи	18.05.2024-19.05.2024	Виконано
11.	Нормоконтроль	19.05.2024-20.05.2024	Виконано
12.	Перевірка на плагіат	21.05.2024	Виконано
13.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	24.05.2024	Виконано
14.	Захист кваліфікаційної роботи	29.05.2024	

Студент

(підпис)

Гайдук В.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Литвиненко Я.В.

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Методи сегментації зображень в задачах розпізнавання обличь // Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Магістр» // Гайдук Владислав Іванович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СНм-61 // Тернопіль, 2024 // С. , рис. – , табл. – , кресл. – , додат. – , бібліогр. – .

**Ключові слова:** методи попередньої обробки, фільтрація, методи основної обробки, сегментація, методи розпізнавання.

Кваліфікаційна робота присвячена огляду та розробці методу (алгоритму) опрацювання (сегментації) зображень для задач розпізнавання обличь.

В першому розділі проведено аналіз предметної області та сформульована актуальність теми кваліфікаційної роботи. Було проаналізовано методи сегментації які використовуються під час розв'язку задач розпізнавання обличь. Крім цього розглянуті самі методи розпізнавання обличь. Описано типові труднощі під час сегментації зображень.

В другому розділі було проведено огляд методів попередньої обробки зображень описані методи фільтрації. Запропоновані методи попереднього опрацювання зображень для задачі сегментації обличь. Наведені результати застосування запропонованих методів.

В третьому розділі проведено аналіз методів основного опрацювання зображень для реалізації алгоритму сегментації обличь. Запропоновано кроки алгоритму сегментації зображень для задачі розпізнавання обличь. Розроблено програму для реалізації запропонованого алгоритму.

У Четвертому розділі кваліфікаційної роботи описано основні питання охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Метою даної кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Магістр» є проведення аналізу методів опрацювання (сегментації) зображень для задач розпізнавання обличь.

Об'єкт дослідження - процеси опрацювання зображень в задачах розпізнавання обличь.

Предмет дослідження - методи опрацювання зображень (методи усунення завад, методи сегментації, кластеризації, розпізнавання) на прикладі розпізнавання обличь.

## ANNOTATION

Methods of segmentation of images in the problems of face recognition // Qualification work of the educational level "Master" // Haiduk Vladyslav Ivanovich // Ivan Pulyj Ternopil National Technical University, Faculty of Computer Information Systems and Software Engineering, Department of Computer Sciences, group SNnm-61 // Ternopil, 2024 // C. , fig. - , tab. - , chair. - , add. – , bibliography - .

**Key words:** preprocessing methods, filtering, basic processing methods, segmentation, recognition methods.

The qualification work is devoted to the review and development of a method (algorithm) of image processing (segmentation) for face recognition tasks.

In the first chapter, an analysis of the subject area was carried out and the relevance of the topic of the qualification work was formulated. The segmentation methods used when solving face recognition problems were analyzed. In addition, the face recognition methods themselves. Typical difficulties during image segmentation are described.

In the second section, an overview of pre-processing methods was carried out, the described filtering methods were depicted. Proposed image preprocessing methods for face segmentation. The results of the application of the proposed methods are given.

In the third section, an analysis of the basic image processing methods for the implementation of the face segmentation algorithm is carried out. The steps of the image segmentation algorithm for the face recognition task are proposed. A program has been developed to implement the proposed algorithm.

The Fourth Section of the qualification work describes the main issues of labor protection and safety in emergency situations.

The method of this qualification work of the "Master's" educational level is the analysis of image processing (segmentation) methods for task recognition.

The object of research is the process of image processing in face recognition tasks.

The subject of the research is image processing methods (task elimination methods, segmentation, clustering, recognition methods) using the example of face recognition.



## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

ААМ – Адаптивне суміщення екземплярів

АСоМ (Adaptive Co-occurrence Matrix Alignment) – Адаптивне вирівнювання матриці спільного виникнення

АММ – Метод активних моделей форми

CNN (Convolutional Neural Networks) – Згорткові нейронні мережі

РСА (Principal Component Analysis) – Метод головних компонент

LBP (Local Binary Patterns) – Метод локальних бінарних шаблонів

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	9
1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ В НАПРЯМКУ ОПРАЦЮВАННЯ (СЕГМЕНТАЦІЇ) ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ЗАДАЧ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЬ .....	12
1.1 Сегментація зображень для розпізнавання обличь.....	12
1.1.1 Методи порогової сегментації .....	13
1.1.2 Сегментація на основі рівня сірого .....	14
1.1.3 Сегментація на основі кольору в задачах розпізнавання обличь....	15
1.1.4 Сегментація на основі вейвлет-перетворень .....	16
1.1.5 Сегментація з використанням глибокого навчання в задачах розпізнавання обличь (CNN) .....	17
1.2 Труднощі які виникають під час розпізнавання обличь .....	18
1.3 Методи розпізнавання обличь.....	19
1.3.1 Метод головних компонент (PCA).....	20
1.3.2 Метод локальних бінарних шаблонів (LBP) .....	21
1.3.3 Згорткові нейронні мережі (CNN).....	22
1.3.4 Адаптивне суміщення екземплярів (AAM, AcoM).....	23
1.4 Класифікатори які використовуються для розпізнавання обличь .....	24
1.5 Метод Хаара (Haar Cascade).....	25
1.6 Класифікатори Вейвлет-Хаара.....	27
1.7 Висновок до першого розділу .....	28
2 МЕТОДИ ПОПЕРЕДНЬОГО ОПРАЦЮВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ В ЗАДАЧАХ СЕГМЕНТАЦІЇ ОБЛИЧЬ.....	29
2.1 Визначення діапазону зображення при сегментації .....	29
2.2 Визначення глибини зображення при сегментації .....	30
2.3 Фільтрація завад у зображеннях .....	31
2.3.1 Медіанна фільтрація .....	32
2.4 Висновок до другого розділу .....	33

3 МЕТОДИ ОСНОВНОГО ОПРАЦЮВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ В ЗАДАЧАХ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЬ.....	35
3.1 Метод k-середніх (K-means).....	35
3.2 Методи виявлення країв при сегментації зображень .....	36
3.3 Методи пошуку однорідних областей.....	37
3.4 Методи маркування при сегментації обличь.....	38
3.5 Еліпс детекція для виявлення області обличчя.....	40
3.6 Методи встановлення області обличчя .....	41
3.7 Методи нормалізації при сегментації обличчя .....	42
3.8 Висновок до третього розділу .....	44
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	45
4.1 Фактори, які впливають на наслідок ураження електричним струмом.....	45
4.2 Соціальні небезпеки .....	50
4.3 Висновок до четвертого розділу .....	52
ВИСНОВКИ.....	53
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ .....	54
ДОДАТКИ	

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Методи розпізнавання облич широко використовуються в різних сферах. Наприклад найбільш поширене використання в системах безпеки для контролю доступу до будівель, кімнат, комп'ютерів або інших пристроїв. Наприклад, сканери облич можуть використовуватися для розпізнавання співробітників на робочих місцях або для відкривання дверей за допомогою розпізнавання особи.

Камери відеоспостереження зі вбудованими системами розпізнавання облич використовуються для виявлення злочинців або розпізнавання працівників. У маркетингу і рекламі методи розпізнавання облич використовуються для аналізу реакцій споживачів на рекламні кампанії або продукти. Наприклад, вони можуть вимірювати емоції або реакції покупців. Багато соціальних мереж використовують системи розпізнавання облич для автоматичного маркування людей на фотографіях або відео. У медичних дослідженнях розпізнавання облич може бути використане для діагностики різних станів, таких як синдром Дауна, а також для відслідковування прогресу захворювань шляхом аналізу обличчя пацієнтів. Це все говорить про актуальність дослідження в цій галузі.

Побудова цих систем на базі сучасних комп'ютерів чи спеціальних девайсів, дозволяє організувати швидкий автоматизований процес обробки даних, а також легко проводити апробацію нових методів аналізу наприклад, тестувати нові методи розпізнавання облич. В основі таких методів покладені певні математичні моделі та методи опрацювання, тому важливими задачами при побудові таких систем є математичне забезпечення.

**Мета і задачі дослідження.** Метою даної кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Магістр» є проведення огляду методів опрацювання зображень для задач розпізнавання облич. Для досягнення поставленої мети потрібно виконати ряд завдань, зокрема:

- Проаналізувати стан досліджень в області методів сегментації зображень для задач розпізнавання облич.

- Провести огляд існуючих на даний час методів, алгоритмів опрацювання зображень (методів попереднього опрацювання, методів основного опрацювання).
- Провести аналіз методів сегментації зображень та методів розпізнавання облич.
- Запропонувати алгоритм сегментації зображення для подальших кроків розпізнавання облич.

**Об’єкт дослідження** процеси опрацювання зображень в задачах розпізнавання обличь.

**Предмет дослідження.** Методи збирання та опрацювання зображень (методи усунення завад, методи сегментації, кластеризації, розпізнавання) на прикладі розпізнавання обличь.

**Наукова новизна одержаних результатів** кваліфікаційної роботи полягає у тому, що був проведений аналіз методів опрацювання зображень (методи усунення завад, методи сегментації, кластеризації, розпізнавання). Визначені типові труднощі опрацювання зображень. Серед оглянутих методів попереднього опрацювання було обґрунтовано та запропоновано використовувати метод фільтрації від шумових завад зокрема медіанна фільтрація. Серед оглянутих методів основного опрацювання було запропоновано використання метод к-середніх.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблено програму яка дозволяє проводити опрацювання зображень зокрема попередню та основну обробку та сегментувати зображення обличчя. Розроблена програма може бути застосована при побудові систем розпізнавання обличь, як її складова.

**Апробація результатів магістерської роботи.** Основні результати проведених досліджень обговорювались на XI науково-технічній конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» ІМСТ-2023 Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (м. Тернопіль, 2023 р.).

**Публікації.** Основні результати кваліфікаційної роботи опубліковано у працях конференції (Див. додатки Е, Д).

**Структура й обсяг кваліфікаційної роботи.** Кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури з 31 найменування та 5 додатків. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи складає 64 сторінки, з них 50 сторінок основного тексту, який містить 11 рисунків та 1 таблицю.

# 1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ В НАПРЯМКУ ОПРАЦЮВАННЯ (СЕГМЕНТАЦІЇ) ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ЗАДАЧ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЬ

## 1.1 Сегментація зображень для розпізнавання обличь

Сегментація зображень для розпізнавання обличь - це процес пошуку та виділення областей, які містять обличчя на зображенні. Це ключовий етап у багатьох системах розпізнавання обличь. Розглянемо найпоширеніші методи сегментації зображень, які можна використовувати для розпізнавання обличь:

Методи порогової сегментації: Ці методи використовують порогове значення для розділення зображення на області, які містять обличчя, та області, які не містять. Це може бути корисно, якщо обличчя мають відмінну яскравість або колір в порівнянні з фоном.

Сегментація на основі рівня сірого: Цей метод використовує рівень сірого кожного пікселя для виділення областей, які містять обличчя. Він може бути ефективним для зображень з низьким контрастом.

Сегментація на основі кольору: Методи сегментації на основі кольору використовують інформацію про кольори для виділення областей, які містять обличчя. Це може бути корисно для зображень з яскравими обличчями та фоном.

Сегментація на основі вейвлет-перетворень: Ці методи використовують вейвлет-перетворення для виділення текстурних ознак, які можуть вказувати на наявність обличь. Вони можуть бути ефективними для зображень з текстурними особливостями обличь.

Сегментація з використанням глибокого навчання: Останнім часом методи глибокого навчання, такі як нейронні мережі, стали популярними для сегментації зображень. Вони можуть автоматично вчитися виділяти обличчя на зображеннях, що робить їх дуже потужними в цьому контексті.

Ці методи можуть бути використані окремо або у поєднанні один з одним для ефективного розпізнавання обличь. Вибір конкретного методу залежить від специфіки завдання та особливостей зображень, які аналізуються, тому розглянемо їх більш детально [1,2].

### 1.1.1 Методи порогової сегментації

Методи порогової сегментації використовують порогове значення, щоб розділити зображення на області, які містять обличчя, та області, які не містять. Це простий, але ефективний підхід до сегментації зображень, особливо у випадках, коли обличчя відрізняються від фону за допомогою контрасту в яскравості, кольорі або текстурі. Ось деякі з основних методів порогової сегментації:

**Глобальний поріг:** Використання постійного порогового значення для розділення зображення на дві групи: пікселі, які перевищують поріг, і пікселі, які не перевищують. Це простий метод, але може бути неефективним, якщо освітлення на зображенні нерівномірне.

**Адаптивний поріг:** Використання порогового значення, яке змінюється в залежності від локальних властивостей зображення. Наприклад, можна використовувати середнє значення або середньоквадратичне відхилення пікселів у певному регіоні як поріг. Це дозволяє більш точно визначити поріг для кожної області зображення.

**Методи Otsu та Kapur:** Ці методи визначають оптимальний поріг, який максимізує міжкласову дисперсію (різницю між класами) на основі гістограми яскравості пікселів. Вони дозволяють автоматично визначити оптимальний поріг для сегментації.

**Морфологічна порогова сегментація:** Використання математичних операцій морфології, таких як розширення, звуження, відкриття та закриття, для підвищення якості сегментації за умови застосування порогу. Це дозволяє покращити форму та відділення областей на зображенні.

Кожен з цих методів має свої переваги та обмеження [3], і вибір конкретного методу може залежати від характеристик зображення та вимог до точності сегментації. В деяких випадках комбінація декількох методів може дати кращий результат, ніж використання одного методу сам по собі.



### 1.1.2 Сегментація на основі рівня сірого

Сегментація на основі рівня сірого - це один з простих методів сегментації зображень, який використовується для виділення областей зображення на основі їхніх рівнів яскравості. Цей метод дуже популярний та ефективний, особливо коли обличчя на зображеннях відрізняються від фону за яскравістю.

Основні кроки сегментації на основі рівня сірого включають наступне:

Перетворення зображення: Спочатку, якщо зображення не у відтінках сірого, його перетворюють в чорно-біле, тобто у зображення з одним каналом (рівнем сірого). Це може бути зроблено, наприклад, шляхом конвертації кольорового зображення в простір кольорів з рівнем сірого.

Визначення порогу: Поріг - це значення яскравості, яке використовується для розділення пікселів на два класи: області, які перевищують поріг, і області, які не перевищують.

Сегментація зображення: Після визначення порогу кожен піксель зображення класифікується як чорний або білий відповідно до його яскравості. Це створює бінарне зображення, де області, які містять обличчя, будуть білими, а фон - чорним.

Очищення зображення (необов'язково): Іноді застосовують операції морфологічної обробки, такі як розширення чи звуження, для видалення шуму або підвищення якості сегментації.

Цей метод є дуже швидким та простим у реалізації [3,4], і він часто застосовується у випадках, коли обличчя на зображеннях мають відмінну яскравість від фону. Однак він може бути менш ефективним у випадках змішаного освітлення або на фотографіях з високим рівнем шуму.

### 1.1.3 Сегментація на основі кольору в задачах розпізнавання обличчя

Сегментація на основі кольору в задачах розпізнавання обличчя може бути ефективним методом, особливо коли обличчя мають характеристичний колір або колірна палітра обличчя відрізняється від фону. Основна ідея полягає в тому, щоб виділити області зображення, які містять обличчя, на основі їхніх кольорів.

Основні кроки сегментації на основі кольору включають наступне:

Підготовка зображення: Перед сегментацією зображення може бути необхідно провести попередню обробку, таку як видалення шуму або нормалізація кольорів, для полегшення подальшого аналізу.

Вибір простору кольорів: Визначте, в якому кольоровому просторі ви будете працювати. Найпоширенішими кольоровими просторами є RGB (червоний, зелений, синій), HSV (відтінок, насиченість, значення), Lab (освітлення,  $a^*$ ,  $b^*$ ) та YUV (яскравість, колір U, колір V).

Вибір кольорових фільтрів або порогові значення: Визначте кольорові фільтри або порогові значення для кожного кольору, які можуть вказувати на присутність обличчя. Наприклад, шкіра людини може мати відповідний тон в кольоровому просторі, а інші області - інші.

Сегментація кольорових областей: Застосуйте обрані кольорові фільтри або порогові значення до зображення, щоб виділити області, які відповідають обличчям. Це може бути зроблено, наприклад, за допомогою порогової фільтрації, кластеризації або морфологічних операцій.

Очищення та обробка результатів (необов'язково): Після сегментації може бути необхідно виконати очищення результатів, такі як видалення шуму або об'єднання невеликих областей, щоб отримати більш точну сегментацію обличчя.

Цей метод може бути ефективним у випадках, коли обличчя мають характеристичний колір, який відрізняється від фону, наприклад, якщо обличчя на зображенні мають шкіряний тон, відмінний від інших областей зображення.

Однак він може бути менш ефективним у випадках, коли обличчя мають схожі кольори з фоном або коли освітлення на зображенні нерівномірне.

### **1.1.4 Сегментація на основі вейвлет-перетворень**

Сегментація на основі вейвлет-перетворень є потужним методом для виділення областей зображення, включаючи обличчя, за допомогою аналізу текстурних ознак на зображенні. Вейвлет-перетворення дозволяють розкласти зображення на складові з різною частотою і просторовими характеристиками, що дозволяє виявити текстурні особливості обличчя та інших областей зображення.

Основні кроки сегментації на основі вейвлет-перетворень включають наступне:

**Виконання вейвлет-перетворення:** Зображення перетворюється за допомогою вейвлет-перетворення для розкладання на рівні деталей та низької частоти.

**Аналіз коефіцієнтів вейвлет-перетворення:** Коефіцієнти вейвлет-перетворення використовуються для аналізу текстурних особливостей зображення. Вони можуть вказувати на наявність обличчя на зображенні через характеристики текстур, такі як краплястість або контури.

**Вибір порогу:** Визначте поріг або порогову функцію для відсіювання коефіцієнтів вейвлет-перетворення, які відповідають фоновим деталям або шуму, а не обличчям. Це дозволяє виділити лише ті області, які містять обличчя.

**Відновлення зображення:** Використовуючи відфільтровані коефіцієнти вейвлет-перетворення, відновіть зображення за допомогою оберненого вейвлет-перетворення. Це дасть вам бінарне зображення, де області з обличчям виділені.

**Очищення та обробка результатів (необов'язково):** Після сегментації може бути необхідно виконати очищення результатів, такі як видалення шуму

або об'єднання невеликих областей, щоб отримати більш точну сегментацію обличчя.

Цей метод дозволяє ефективно виділити обличчя на зображеннях [8] за рахунок аналізу їхніх текстурних ознак. Він може бути особливо корисним у випадках, коли обличчя мають характеристичні текстурні особливості, але може бути менш ефективним у випадках, коли текстурні особливості обличчя не дуже відрізняються від інших областей зображення.

### **1.1.5 Сегментація з використанням глибокого навчання в задачах розпізнавання обличь (CNN)**

Сегментація з використанням глибокого навчання - це сучасний та потужний підхід до виділення областей зображення, включаючи обличчя. Вона ґрунтується на використанні нейронних мереж, зокрема згорткових нейронних мереж (CNN), які вміють автоматично вчитися зображувати інформацію про обличчя та інші області зображення.

Основні кроки сегментації з використанням глибокого навчання включають наступне:

**Побудова нейронної мережі:** Розробка та навчання згорткової нейронної мережі, яка здатна ефективно виконувати завдання сегментації обличь.

**Навчання моделі:** Використання навчального набору даних, який містить зображення з мітками сегментації обличь, для навчання моделі. Під час навчання модель навчається розпізнавати обличчя та інші області зображення.

**Тестування та оцінка моделі:** Після навчання модель тестується на валідаційному наборі даних, щоб перевірити її точність та ефективність. Метрики, такі як точність, чутливість та специфічність, можуть використовуватися для оцінки результатів.

**Використання моделі для сегментації:** Після успішного навчання та тестування модель може бути використана для сегментації обличь на нових

зображеннях. Модель приймає зображення в якості вхідних даних та повертає маску сегментації, де області, які містять обличчя, позначені.

Очищення та обробка результатів (необов'язково): Після сегментації може бути необхідно виконати очищення результатів, такі як видалення шуму або об'єднання невеликих областей, щоб отримати більш точну сегментацію обличчя.

Сегментація з використанням глибокого навчання може бути дуже ефективною [10,11], оскільки нейронні мережі можуть автоматично вивчати складні залежності між вхідними зображеннями та їхніми сегментами. Вона дозволяє досягти високої точності та робить цей підхід досить універсальним для різних типів зображень та завдань сегментації.

Методи аналізу геометрії обличчя: Використовують геометричні характеристики обличчя для розпізнавання обличчя.

Ці методи можуть застосовуватися у різних областях, включаючи безпеку, медицину, рекламу та інші. Вибір конкретного методу залежить від контексту завдання, вимог до точності, ресурсів та доступних даних.

## **1.2 Труднощі які виникають під час розпізнавання обличчя**

Під час розпізнавання обличчя можуть виникати різні труднощі, які можуть впливати на точність та ефективність системи. Ось деякі з найбільш поширених проблем:

Зміна освітлення: Зміни в освітленні можуть призвести до виникнення тіней або викривлення контурів обличчя, що може ускладнити їх розпізнавання.

Зміна позиції та кута зйомки: Обличчя можуть з'являтися у кадрі з різних кутів або позицій, що може впливати на їх розпізнавання.

Надмірна або недостатня зміна вигляду: Різні фактори, такі як зміна зачіски, вікові зміни, окуляри або капелюшки, можуть ускладнити розпізнавання обличчя.

Закриті частини обличь: Наприклад, якщо обличчя частково приховані за об'єктами, вирізами або іншими перешкодами.

Розмір та роздільна здатність зображення: Низька роздільна здатність або занадто великий розмір зображення може ускладнити виявлення та розпізнавання обличь.

Перекриття обличь: Коли на зображенні знаходиться декілька обличь та вони перекривають одне одного, це може призвести до ускладнень у розпізнаванні.

Виявлення хибних позитивів або хибних негативів: Система може помилятися, розпізнаючи обличчя там, де їх немає, або неправильно відкидаючи правильні обличчя.

Проблеми з приватністю та безпекою: Застосування систем розпізнавання обличь може породжувати проблеми з приватністю та безпекою даних, особливо якщо вони використовуються без належної обережності.

Розробка та вдосконалення алгоритмів розпізнавання обличь [9], а також застосування сучасних технологій, таких як глибоке навчання, можуть допомогти вирішити багато з цих проблем. Однак вони все ще залишаються важкими в задачах, де умови зйомки та інші фактори змінюються.

### **1.3 Методи розпізнавання обличь**

Існує кілька методів розпізнавання обличь, які використовуються в комп'ютерному зорі та обробці зображень. Ось деякі з найбільш відомих методів:

Методи на основі виокремлення ознак:

Метод головних компонент (PCA): Використовує аналіз головних компонент для зменшення розмірності даних та виокремлення ключових ознак обличь.

Метод локальних бінарних шаблонів (LBP): Описує текстуру зображення за допомогою локальних бінарних шаблонів, що дозволяє розпізнавати обличчя.

Методи на основі глибокого навчання:

Згорткові нейронні мережі (CNN): Метод, що використовується для автоматичного виявлення та розпізнавання обличчя на зображеннях.

Модель "OpenFace": Заснована на CNN, ця модель здатна виконувати розпізнавання обличчя та обчислювати вектори відображення обличчя у просторі обличчя.

Модель "FaceNet": Інша модель на основі CNN, яка використовує техніку векторного представлення обличчя.

Методи на основі ансамблювання:

Адаптивне суміщення екземплярів (AAM): Використовує ансамбль класифікаторів для розпізнавання обличчя з врахуванням різних властивостей обличчя.

Бустінг обличчя (AdaBoost): Використовує ансамбль слабких класифікаторів для підвищення точності розпізнавання обличчя.

Методи на основі геометричних аналізів:

Метод активних моделей форми (АММ): Використовує геометричні моделі для зіставлення форми обличчя та виявлення ключових точок.

### **1.3.1 Метод головних компонент (PCA)**

Метод головних компонент (Principal Component Analysis, PCA) може бути використаний для зменшення розмірності даних та виокремлення ключових ознак обличчя, що може допомогти в розпізнаванні обличчя. Однак PCA не є прямим методом розпізнавання обличчя, а скоріше методом для зменшення розмірності даних та відбору найбільш важливих характеристик.

Основна ідея PCA полягає в тому, щоб знайти лінійні комбінації ознак, які мають найбільший внесок в дисперсію даних. Ці лінійні комбінації називаються "головними компонентами". Перша головна компонента визначається таким чином, щоб максимізувати дисперсію даних, друга - так, щоб вона була ортогональною першій і максимізувала залишкову дисперсію, і так далі.

Після обчислення головних компонент можна використовувати метод класифікації, такий як метод найближчих сусідів (k-NN), метод опорних векторів (SVM) або нейронні мережі для розпізнавання обличь.

Основні кроки використання PCA для розпізнавання обличь:

Підготовка даних: Зібрати набір зображень обличь та підготувати їх для аналізу. Це може включати зменшення розмірності зображень, вирівнювання або нормалізацію.

Виконання PCA: Використовуйте алгоритм PCA для зменшення розмірності даних та виокремлення головних компонент.

Навчання класифікатора: Навчайте класифікатор (наприклад, k-NN, SVM або нейронну мережу) на відомих обличчях та відповідних мітках класів.

Тестування та оцінка: Проведіть тестування на відокремленому наборі даних, щоб оцінити ефективність системи розпізнавання обличь.

PCA може бути корисним методом для зменшення розмірності даних та виокремлення ключових ознак [15], але для ефективного розпізнавання обличь може бути потрібно використовувати інші методи разом з ним, особливо у випадках, коли обличчя мають складні форми або відмінності.

### **1.3.2 Метод локальних бінарних шаблонів (LBP)**

Метод локальних бінарних шаблонів (Local Binary Patterns, LBP) - це ефективний метод для опису текстури та властивостей зображення, який може бути використаний для розпізнавання обличь.

Основна ідея LBP полягає в тому, щоб описати кожний піксель зображення шаблоном, що включає його та його сусідів. Для кожного пікселя порівнюються інтенсивності значень пікселів сусідів з центральним пікселем. Якщо інтенсивність сусіда вища за інтенсивність центрального пікселя, то відображається 1, інакше - 0. Таким чином, для кожного пікселя отримується бінарний шаблон. Ці бінарні шаблони потім використовуються для побудови гістограми текстур, яка стає ознакою зображення.



Процес LBP може бути узагальнений для різних розмірів шаблону та різних способів кодування бінарних значень, що дозволяє використовувати цей метод для різноманітних завдань розпізнавання обличь.

Основні кроки використання LBP для розпізнавання обличь:

Видобуток ознак LBP: Застосуйте алгоритм LBP до кожного пікселя зображення для отримання бінарного шаблону.

Побудова гістограми текстур: Для кожного зображення побудуйте гістограму текстур, використовуючи отримані бінарні шаблони.

Навчання класифікатора: Навчайте класифікатор (наприклад, метод опорних векторів або нейронну мережу) на побудованих гістограмах текстур та відповідних мітках класів.

Тестування та оцінка: Проведіть тестування на відокремленому наборі даних, щоб оцінити ефективність системи розпізнавання обличь.

Метод LBP може бути особливо корисним в ситуаціях, коли необхідно швидко та ефективно розпізнавати обличчя в умовах низькороздільних зображень або коли потрібно враховувати текстурні ознаки [17]. Однак він може бути менш ефективним для обличь, які мають значні зміни в зовнішності або орієнтації.

### **1.3.3 Згорткові нейронні мережі (CNN)**

Згорткові нейронні мережі (Convolutional Neural Networks, CNNs) є потужними і ефективними інструментами для розпізнавання обличь та обробки зображень. Вони демонструють вражаючу ефективність в багатьох задачах комп'ютерного зору, включаючи розпізнавання обличь.

Основна перевага CNN полягає в їх здатності автоматично вивчати властивості зображень з вхідних даних. Вони використовують набір шарів, включаючи згорткові шари для виявлення різних фільтрів і особливостей на зображенні, та пулінгові шари для зменшення розмірності даних. Після цього отримані ознаки передаються до повнозв'язного шару для класифікації.

Основні кроки використання CNN для розпізнавання обличь:

Підготовка даних: Зібрати набір зображень обличь та підготувати їх для навчання. Це може включати зміну розмірів зображень, вирівнювання, нормалізацію тощо.

Навчання моделі: Використовуйте набір зображень для навчання CNN на відомих обличчях та відповідних мітках класів.

Тестування та оцінка: Проведіть тестування на відокремленому наборі даних, щоб оцінити ефективність моделі розпізнавання обличь.

Основна архітектура CNN може включати такі компоненти, як:

Згорткові шари: Вони використовуються для виявлення різних особливостей та ознак на зображенні, таких як краї, форми або текстури.

Пулінгові шари: Вони використовуються для зменшення розмірності даних та збереження найважливіших ознак.

Повнозв'язні шари: Вони використовуються для класифікації отриманих ознак та визначення приналежності до класів.

CNN можуть бути дуже ефективними для розпізнавання обличь, особливо коли мається великий набір даних для навчання. Вони здатні вивчати властивості зображень на різних рівнях абстракції, що робить їх особливо потужними у задачах розпізнавання обличь [19].

### **1.3.4 Адаптивне суміщення екземплярів (AAM, ACoM)**

Адаптивне суміщення екземплярів (Adaptive Co-occurrence Matrix Alignment, ACoM) - це метод для розпізнавання обличь, який базується на аналізі текстур та взаємозв'язків між пікселями на зображенні. Він використовується для виявлення обличь у складних умовах, таких як зміни освітлення, кути зйомки та вигляди.

Основна ідея ACoM полягає в тому, щоб побудувати матрицю співвходження (co-occurrence matrix) для текстурних ознак на зображенні, враховуючи взаємозв'язки між пікселями. Ця матриця відображає частоту того, як часто певні комбінації текстурних ознак зустрічаються поряд. Потім використовується метод суміщення екземплярів (instance alignment), щоб

адаптивно зміщувати матриці співвходження для кожного зображення, з урахуванням його унікальних особливостей.

Основні кроки використання АСоМ для розпізнавання обличь:

Видобуток текстурних ознак: Застосуйте методи для видобутку текстурних ознак на зображенні, які будуть використовуватися для побудови матриці співвходження.

Побудова матриці співвходження: Для кожного зображення побудуйте матрицю співвходження для текстурних ознак.

Суміщення екземплярів (instance alignment): Використовуйте метод суміщення екземплярів для адаптивного зміщення матриці співвходження, щоб врахувати унікальні властивості кожного зображення.

Класифікація: Використовуйте отримані адаптивні матриці співвходження для класифікації обличь на зображенні, наприклад, за допомогою методів машинного навчання, таких як метод опорних векторів або нейронні мережі.

Метод АСоМ може бути корисним в умовах, коли зображення мають складні текстурні особливості або коли умови зйомки змінюються. Він може допомогти врахувати ці варіації та покращити ефективність системи розпізнавання обличь [19,20].

#### **1.4 Класифікатори які використовуються для розпізнавання обличь**

Для розпізнавання обличь використовуються різноманітні класифікатори, з яких найпоширеніші і ефективніші включають у себе:

Haar Cascade Classifier: Це один з найперших і найпростіших методів розпізнавання обличь. Він використовує класифікатори "Хаарівських ознак", які дозволяють виявляти обличчя на зображеннях. Цей метод є швидким, але менш точним у порівнянні з більш сучасними методами.

Dlib: Dlib - це потужна бібліотека з машинним навчанням, яка містить реалізацію методів розпізнавання обличь та багато інших задач комп'ютерного

зору. Вона включає у себе модель "Max-Margin Object Detection" для виявлення обличь та обробки зображень.

OpenCV DNN (Deep Neural Networks): OpenCV має вбудовану підтримку глибоких нейронних мереж для розпізнавання обличь. Можна використовувати популярні моделі, такі як ResNet, MobileNet, або моделі, побудовані спеціально для розпізнавання обличь, такі як OpenFace або FaceNet.

LBPН (Local Binary Patterns Histograms): Цей метод використовується для розпізнавання облич з використанням "локальних бінарних шаблонів". Він виявляє обличчя на основі локальних текстурних шаблонів у зображеннях.

Eigenfaces: Це класичний метод розпізнавання обличь, який використовує аналіз головних компонент для виявлення і розпізнавання обличь.

Ці класифікатори мають свої переваги та недоліки, і вибір конкретного залежить від вашого випадку використання, вимог до швидкості, точності та ресурсів.

## **1.5 Метод Хаара (Haar Cascade)**

Метод Хаара (Haar Cascade) - це один із методів для розпізнавання обличь, який базується на використанні класифікаторів Вейвлет-Хаара та каскадної структури для ефективного виявлення обличь на зображеннях.

Основна ідея методу полягає в тому, щоб використовувати набір позитивних та негативних зразків зображень для навчання класифікатора. Класифікатор Вейвлет-Хаара використовується для виявлення обличь в різних областях зображення за їхніми текстурними ознаками.

Процес навчання включає наступні кроки:

Збір даних: Зібрати набір позитивних та негативних зразків зображень. Позитивні зразки містять зображення обличь, а негативні - зображення без обличь.

Навчання класифікатора: Використовуйте навчальний набір зображень, щоб навчити класифікатор Вейвлет-Хаара виявляти обличчя на зображеннях.

Побудова каскаду класифікаторів: Каскадно-позитивний класифікатор будується з декількох класифікаторів Вейвлет-Хаара, кожен з яких використовується для відфільтрування областей зображення. Це дозволяє швидше відкидати області, які не містять обличь, зменшуючи обсяг обчислень.

Тестування та налаштування параметрів: Проведіть тестування класифікатора на відокремленому наборі даних та налаштуйте параметри для досягнення найкращої ефективності.

Після навчання каскаду класифікаторів, він може бути використаний для виявлення обличь на нових зображеннях. Використання каскаду дозволяє відкидати необ'єктні області зображення швидше, що робить метод Хаара дуже ефективним для розпізнавання обличь.

Бібліотека OpenCV містить реалізацію методу Хаара для розпізнавання обличь. Вона має готові класифікатори для виявлення обличь у реальному часі.

Метод Хаара (Haar Cascade) не є методом ансамблювання. Замість цього, він відноситься до методів виявлення обличь на зображеннях з використанням класифікаторів Вейвлет-Хаара та каскадної структури для ефективного виявлення обличь на зображеннях.

Основна ідея методу полягає в використанні навченого класифікатора (який використовується для виявлення обличь) та каскадної структури, щоб швидше відкидати області зображення, які мало ймовірно містять обличчя. Це дозволяє методу прискорити обчислення та зменшити кількість обчислень, які потрібні для виявлення обличь.

Ансамблі методів, з іншого боку, використовують комбінацію декількох базових моделей (наприклад, класифікаторів) для покращення точності та стабільності прогнозів. Кожна модель може вирішувати одне й те ж завдання, і вони об'єднуються для прийняття остаточного рішення. Такі методи включають в себе ансамблі дерев рішень (наприклад, випадковий ліс), градієнтний бустінг та багатокласовий адаптивний бустінг.

Хоча метод Хаара не є ансамблем, він часто використовується в поєднанні з іншими методами ансамблювання або класифікації для покращення ефективності системи розпізнавання обличь. Наприклад, результати, отримані

методом Хаара, можуть бути використані як один з етапів у складніших системах розпізнавання, таких як системи глибокого навчання, які використовують ансамблі нейронних мереж.

## **1.6 Класифікатори Вейвлет-Хаара**

Класифікатори Вейвлет-Хаара використовуються для виявлення обличч на зображеннях, вони базуються на аналізі текстурних ознак та взаємозв'язків між пікселями за допомогою характеристик, що вираховуються за допомогою вейвлет-перетворень. Такі класифікатори можуть бути використані для розпізнавання обличч у реальному часі або на статичних зображеннях.

Основні кроки використання класифікаторів Вейвлет-Хаара для розпізнавання обличч:

Підготовка даних: Зібрати набір зображень з обличчями та без них для навчання класифікатора. Зображення повинні бути представлені у відповідному форматі та розмірі.

Навчання класифікатора: Використовуйте навчальний набір зображень, щоб навчити класифікатор Вейвлет-Хаара виявляти обличчя на зображеннях. Під час навчання класифікатор вивчає характеристики обличч та не обличч зображень для виявлення обличч.

Виявлення обличч: Застосуйте навчений класифікатор до нових зображень для виявлення обличч. Класифікатор буде аналізувати кожен область зображення та визначати, чи містить вона обличчя.

Відсіювання хибних позитивів: Після виявлення обличч класифікатор може бути налаштований для відсіювання хибних позитивів та покращення точності розпізнавання.

Класифікатори Вейвлет-Хаара використовують характеристики, що вираховуються за допомогою вейвлет-перетворень, для виявлення текстурних ознак на зображеннях, які можуть бути пов'язані з обличчями. Ці класифікатори можуть бути ефективними для виявлення обличч у різних умовах, включаючи зміни освітлення, позиції та вигляду.

## **1.7 Висновок до першого розділу**

В першому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Магістр» описано основні методи сегментації зображень, проведений їх аналіз. Проведений огляд відомих та поширених методів розпізнавання обличь. Описані основні труднощі які виникають при опрацювання зображень в системах розпізнавання обличь.

## 2 МЕТОДИ ПОПЕРЕДНЬОГО ОПРАЦЮВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ В ЗАДАЧАХ СЕГМЕНТАЦІЇ ОБЛИЧЬ

### 2.1 Визначення діапазону зображення при сегментації

Для роботи з різними зображеннями при розробці методів сегментації та розпізнаванні в інтернеті існують багато прикладів зображень та баз даних які є у вільному доступі наприклад Labeled Faces in the Wild (LFW), CelebA, IMDB-WIKI dataset та інші. Будемо їх використовувати при роботі над реалізацією проєкту.

Визначення діапазону зображення при сегментації - це процес визначення мінімального та максимального значень яскравості або кольорів, які використовуються для вирізання зображення на окремі сегменти або області під час сегментації. Важливо правильно вибрати діапазон, щоб він відображав особливості зображення та дозволяв належно виділити потрібні нам області.

Розглянемо типові підходи до визначення діапазону зображення при сегментації:

**Автоматичне визначення:** Деякі алгоритми сегментації можуть автоматично визначати діапазон на основі статистичних властивостей зображення. Наприклад, алгоритми, що використовують гістограму яскравості, можуть автоматично визначити діапазон, використовуючи піки та підтягнуті області на гістограмі.

**Ручне визначення:** У деяких випадках може бути використане ручне визначення діапазону. Користувач може вручну вказати мінімальне та максимальне значення яскравості або кольору для вирізання конкретних областей.

**Застосування порогів:** Метод порогів визначає діапазон, використовуючи порогові значення. Пікселі з яскравістю або кольором в межах встановленого діапазону відображаються як частина сегмента, в той час як інші пікселі вважаються фоном.



Статистичний аналіз: Аналіз статистики зображення, такий як середнє значення, стандартне відхилення тощо, може допомогти визначити оптимальний діапазон.

Адаптивне визначення: Деякі алгоритми можуть використовувати адаптивні підходи до визначення діапазону, які змінюються в залежності від характеристик конкретних областей зображення.

Вибір підходу залежить від конкретних вимог задачі, характеристик зображення та доступних ресурсів.



Рисунок 2.1. – Приклад застосування визначення діапазону зображення

У кожному конкретному випадку вибір методу встановлення діапазону зображення залежить від конкретних потреб і характеристик зображення. Тому для наших задач ми використаємо функцію автоматичного визначення мінімального та максимального значення пікселів у зображенні.

## 2.2 Визначення глибини зображення при сегментації

Визначення глибини зображення при сегментації зазвичай означає визначення кількості різних значень яскравості або кольорів, які використовуються для розділення зображення на окремі сегменти або області. Це один з ключових аспектів сегментації зображень, оскільки правильне визначення глибини допомагає здійснити точну та зрозумілу сегментацію.

Розглянемо відомі методи визначення глибини зображення при сегментації:

Автоматичне визначення: У деяких випадках, особливо у використанні алгоритмів машинного навчання, глибина зображення може бути автоматично

визначена шляхом аналізу статистичних властивостей пікселів. Наприклад, алгоритми кластеризації можуть визначити оптимальну кількість кластерів, що відповідає глибині зображення.

**Експертне визначення:** В деяких випадках досвідні фахівці можуть вручну визначати глибину зображення на основі контексту та вимог додатку. Це може включати в себе попередні знання про зображення або ретельний аналіз його властивостей.

**Використання порогів:** Метод порогів визначає глибину зображення шляхом вибору певного порогу для розділення пікселів на сегменти. Наприклад, пороговий метод може використовувати гістограму зображення для вибору порогів, які розділять зображення на фонові та об'єктні області.

**Інформаційні критерії:** Деякі методи можуть використовувати інформаційні критерії, такі як критерій Акаїке або критерій Шварца, для визначення оптимальної кількості глибини зображення на основі балансу між складністю моделі та її придатністю.



Рисунок 2.2. – Приклад застосування визначення глибини зображення

Вибір конкретного методу залежить від конкретних вимог задачі сегментації, характеристик зображення та доступних ресурсів.

### **2.3 Фільтрація завад у зображеннях**

Для боротьби із завадами в зображеннях використовують різні методи розглянемо найбільш поширені

Фільтр Гауса (Gaussian Filter): Цей фільтр використовує гаусівську функцію для розмиття зображення. Він зменшує високочастотний шум, зберігаючи при цьому контури та деталі зображення. Фільтр Гауса широко використовується через свою ефективність та простоту застосування.

Фільтр усереднення (Mean Filter): Цей фільтр замінює кожне значення пікселя середнім значенням його сусідів в певному околі. Він добре працює для шумів з нормальним розподілом та призводить до відчутного зменшення шуму.

Медіанна фільтрація (Median Filter): Цей метод, про який ми вже говорили, замінює кожне значення пікселя на медіану його сусідів. Він ефективно видаляє "сіль і перець" або сольові/перцеві шуми, які викликають окремі яскраві пікселі або точки на зображенні.

Фільтр Білатерального розмиття (Bilateral Filter): Цей фільтр зберігає різкі контури, але водночас зменшує шум, використовуючи комбінацію просторового та яскравісного розмиття. Він добре працює для зменшення гаусівського шуму, зберігаючи при цьому деталі зображення.

Фільтр покращення локального контрасту (CLAHE): Цей фільтр використовує локальне підвищення контрасту для покращення якості зображення, зберігаючи деталі та мінімізуючи шум. Він особливо корисний для зображень з низьким контрастом та шумом.

Ці методи фільтрації можуть використовуватися окремо або комбінуватися, залежно від конкретних вимог та характеристик зображення.

### **2.3.1 Медіанна фільтрація**

Медіанна фільтрація - це один з методів фільтрації зображень, який використовується для зменшення шуму та покращення якості зображення. Основна ідея полягає в тому, щоб замінити кожен піксель на медіану значень в його околі. Ось як це працює:

Вибір околу: Для кожного пікселя обирається окіл, тобто набір пікселів, який оточує цей піксель.

Сортування: Значення яскравості (або кольору у випадку кольорових зображень) у цьому околі сортуються за зростанням.

Вибір медіани: Замість початкового значення пікселя встановлюється медіана відсортованих значень. Медіана - це значення, яке перебуває в середині відсортованого списку. Якщо кількість пікселів в околі парна, медіана обчислюється як середнє арифметичне двох центральних значень.

Заміна пікселя: Початкове значення пікселя замінюється на обчислену медіану.

Найбільш ефективним є метод медіанної фільтрації на рисунку 2.3 наведений приклад застосування.



Рисунок 2.3. – Приклад застосування медіанної фільтрації

Переваги медіанної фільтрації включають високу ефективність у видаленні шуму, збереження різких контурів та деталей зображення, а також простоту реалізації. Однак цей метод може бути менш ефективним у випадку, коли шум у зображенні має великий розмір або знаходиться в маленьких деталях, оскільки медіанна фільтрація не робить різниці між шумом і справжніми деталями.

## 2.4 Висновок до другого розділу

В другому розділі кваліфікаційної роботи проведений описи та вибір методів попереднього опрацювання. Зокрема серед розглянутих методів фільтрації вибраний метод медіанної фільтрації. Описані методи попереднього

опрацювання зображень. Наведені приклади застосування кроків алгоритму попереднього опрацювання зображень для задач сегментації обличь.

## 3 МЕТОДИ ОСНОВНОГО ОПРАЦЮВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ В ЗАДАЧАХ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЬ

### 3.1 Метод к-середніх (K-means)

Метод к-середніх (K-means) - це алгоритм машинного навчання, який використовується для сегментації зображень та кластеризації даних. В контексті сегментації зображень метод к-середніх допомагає розділити зображення на кілька сегментів або класів на основі подібності пікселів за їхніми характеристиками, такими як кольори або інтенсивності.

Ось як працює метод к-середніх при сегментації зображень:

Ініціалізація центроїдів: Спочатку випадковим чином обираються к центроїдів (зазвичай це координати пікселів у просторі кольорів).

Призначення кожного пікселя до найближчого центроїду: Кожен піксель у зображенні призначається до класу (або сегменту), який має найближчий центроїд.

Оновлення центроїдів: Для кожного класу обчислюється нове значення центроїда, яке відповідає середньому значенню всіх пікселів, призначених до цього класу.

Повторення кроків 2-3: Кроки 2 і 3 повторюються до тих пір, поки пікселі не перестануть змінювати свою приналежність до класів або досягне максимальної кількості ітерацій.

Завершення алгоритму: Алгоритм завершується, коли відбуваються не значні зміни в приналежності пікселів до класів або досягається максимальна кількість ітерацій.



Рисунок 3.1. – Приклад застосування к-середніх

Коли алгоритм завершується, кожен піксель зображення належить до одного з  $k$  класів, які можуть бути використані для сегментації зображення. Метод  $k$ -середніх є досить ефективним і широко використовується в сегментації зображень, але він може бути чутливим до початкових умов та вимагати відносно багато ресурсів обчислювальної потужності.

### **3.2 Методи виявлення країв при сегментації зображень**

Виявлення країв є важливим етапом сегментації зображень, оскільки дозволяє виділити межі об'єктів та розділити їх від фону. Це може бути здійснено за допомогою різних методів. Ось декілька популярних методів виявлення країв:

Метод Собеля (Sobel Operator): Це один з найпоширеніших методів виявлення країв. Він використовує ядро (фільтр) для обчислення градієнта яскравості зображення в кожному напрямку (горизонтально та вертикально). Після цього обчислюються апроксимації градієнтів, а відстані між пікселями з великим градієнтом вважаються краєм.

Метод Лапласіана (Laplacian Operator): Цей метод використовує другу похідну яскравості зображення, щоб виявити зміни інтенсивності, що вказують на краї. Він добре працює для виявлення країв, але може бути схильним до шуму.

Метод Кенні (Canny Edge Detector): Цей метод використовує кілька етапів для виявлення країв, включаючи розмиття зображення, визначення градієнту, видалення несуттєвих пікселів та використання гістерезису для визначення кінців країв.

Метод Робертса (Roberts Cross Operator): Цей метод використовує невеликі ядра для обчислення апроксимованих похідних в горизонтальному та вертикальному напрямках. Він є простим методом, але може бути менш чутливим до слабких країв.

Метод Prewitt Operator: Цей метод подібний до методу Собеля, але використовує інші фільтри для обчислення градієнта. Він також добре працює для виявлення країв.

На рисунку 3.2 наведений приклад застосування методу виявлення країв.



Рисунок 3.2. – Приклад застосування методу виявлення країв

Ці методи можуть бути застосовані до зображення для виявлення країв, які потім можуть бути використані для сегментації зображення на окремі області або об'єкти. Вибір конкретного методу залежить від вимог задачі, характеристик зображення та вимог до продуктивності.

### 3.3 Методи пошуку однорідних областей

Пошук однорідних областей або областей сегментації обличчя може бути здійснений за допомогою різних методів обробки зображень. Ось декілька підходів, які можуть бути використані для цього:

Адаптивне порогове бінаризування: Цей метод використовує рівні порогу, які адаптуються для кожного пікселя зображення в залежності від його оточення. Він може бути ефективним для виділення однорідних областей у зображенні обличчя, особливо якщо фон та обличчя мають суттєві різниці в яскравості або кольорі.

Морфологічні операції: Морфологічні операції, такі як розширення та звуження, можуть використовуватися для видалення малих деталей та вирівнювання меж областей в зображенні обличчя. Наприклад, застосування



розширення може об'єднати невеликі області в більші, а звуження може видалити шум або вузькі коридори між областями.

**Кластеризація зображень:** Методи кластеризації, такі як k-середніх або ієрархічна кластеризація, можуть використовуватися для групування пікселів у зображенні обличчя в однорідні групи на основі їхньої схожості за кольором або яскравістю.

**Фільтри текстурної сегментації:** Деякі методи текстурної сегментації можуть виявити області з схожою текстурою в зображенні обличчя. Наприклад, фільтр Габора може бути використаний для виявлення текстурних шаблонів, що є характерними для шкіри обличчя.

**Використання глибинного навчання:** Застосування нейронних мереж та глибинного навчання може допомогти виявити обличчя та вирізати їх з зображень. Моделі, такі як згорткові нейронні мережі (CNN), можуть бути навчені на великих наборах даних для автоматичного визначення та сегментації обличчя у зображеннях.



Рисунок 3.3. – Приклад застосування пошуку однорідних областей

Ці методи можуть бути застосовані окремо або комбіновані для досягнення кращих результатів сегментації обличчя у зображеннях.

### **3.4 Методи маркування при сегментації обличчя**

Маркування при сегментації обличчя полягає в тому, щоб позначити певні області або контури обличчя на зображенні з метою подальшого використання

або аналізу. Це важливий етап у розвитку систем розпізнавання обличчя, реалізації програм відстеження обличчя та інших застосувань.

Ось кілька методів маркування при сегментації обличчя:

**Маркування контурів:** Цей метод включає в себе позначення контурів або меж обличчя на зображенні. Він може бути виконаний за допомогою алгоритмів виявлення країв або ручного маркування за допомогою графічного інтерфейсу.

**Маркування областей із зображенням обличчя:** Цей метод полягає в тому, щоб виділити та позначити області, які містять обличчя на зображенні. Це може бути виконано за допомогою алгоритмів сегментації обличчя або шляхом використання боксів або масок, щоб окремо виділити обличчя.

**Маркування ключових точок:** Цей метод включає в себе позначення ключових точок або важливих анатомічних особливостей обличчя, таких як очі, ніс, рот тощо. Це може бути корисно для розпізнавання обличчя та виконання подальшого аналізу.

**Маркування атрибутів обличчя:** Цей метод включає в себе позначення різних атрибутів обличчя, таких як вік, стать, емоції тощо. Це може бути корисно для класифікації обличчя та виконання аналізу даних.



Рисунок 3.4. – Приклад застосування пошуку однорідних областей

Маркування обличчя може бути виконане вручну або автоматично за допомогою алгоритмів обробки зображень та машинного навчання. Обираючи метод маркування, важливо враховувати конкретні потреби та вимоги застосування, а також ресурси, доступні для обробки зображень.

### 3.5 Еліпс детекція для виявлення області обличчя

Еліпс детекції використовується для виявлення областей зображень, які мають форму еліпса, що може бути корисно при розпізнаванні обличь. Тут розглянемо кілька методів для еліпс детекції при розпізнаванні обличь:

Еліптичний фільтр Хафа (Elliptical Hough Transform): Цей метод розширює класичний алгоритм фільтра Хафа для виявлення еліпсів на зображеннях. Він використовується для знаходження еліпсів у зображеннях, включаючи обличчя. Перевагою цього методу є можливість виявлення еліпсів з різними розмірами, орієнтаціями та місцями на зображенні.

Метод активного вибору контуру (Active Contour Method): Цей метод, також відомий як метод "змішування градієнтів" або метод "змішування енергії", використовується для виявлення контурів об'єктів на зображеннях. Він може бути застосований до обличь для виявлення контурів, які можуть відповідати еліпсу обличчя.

Методи нейронних мереж: Методи глибокого навчання, зокрема згорткові нейронні мережі (CNN), можуть бути використані для виявлення еліпсів на зображеннях обличь. Мережі можуть бути навчені на великих наборах даних з еліпсами, які відповідають обличчям, і використовувати для автоматичного виявлення еліпсів на нових зображеннях.

Методи розпізнавання обличь на основі анатомічних особливостей: Деякі методи розпізнавання обличь використовують анатомічні особливості обличчя, такі як очі, ніс, рот тощо, для виявлення еліпсів, що відповідають цим областям.



Рисунок 3.5. – Приклад застосування виявлення області обличчя

Кожен з цих методів може бути використаний для виявлення еліпсів на зображеннях обличь, які потім можуть бути використані для подальшого аналізу та розпізнавання обличь. Вибір конкретного методу залежить від вимог до точності, ресурсів та особливостей зображень.

### **3.6 Методи встановлення області обличчя**

Область обличчя - це частина зображення, яка містить обличчя людини. Сегментація обличчя, тобто виділення області зображення, що відповідає обличчю, є важливим завданням у багатьох застосуваннях обробки зображень та комп'ютерного зору, таких як розпізнавання обличь, аналіз емоцій, відстеження обличь та інші.

Декілька методів сегментації обличчя:

Каскадні класифікатори Хаара (Haar Cascade Classifiers): Ці класифікатори базуються на використанні признаков Хаара та методу AdaBoost для виявлення обличь на зображеннях. Вони використовуються в багатьох бібліотеках та фрейм ворках для розпізнавання обличь, таких як OpenCV.

Методи глибинного навчання: Сучасні алгоритми глибинного навчання, зокрема згорткові нейронні мережі (CNN), можуть бути навчені на великих наборах даних для автоматичного виявлення обличь на зображеннях.

Алгоритми сегментації: Алгоритми сегментації, такі як методи порогового бінаризування, регіонального росту, водорозриву та кластеризації, можуть бути використані для виявлення області зображення, що містить обличчя, на основі характеристик пікселів.

Методи морфологічної обробки: Морфологічні операції, такі як розширення, звуження, відкриття та закриття, можуть бути застосовані для обробки зображень та виділення областей, що містять обличчя.

Класифікація областей за атрибутами: Атрибути обличь, такі як кольори шкіри, наявність очей, носа та рота, можуть бути використані для класифікації областей зображення на ті, що містять обличчя, та ті, що не містять.



Рисунок 3.6. – Приклад застосування встановлення області обличчя

Кожен з цих методів може бути ефективним у виявленні областей зображення, що містять обличчя. Вибір конкретного методу залежить від вимог до точності, обсягу обробки та особливостей зображень.

### **3.7 Методи нормалізації при сегментації обличчя**

Нормалізація при сегментації обличчя - це процес стандартизації або нормалізації області зображення, що містить обличчя, з метою полегшення подальшого аналізу або обробки цієї області. Цей процес може включати в себе ряд операцій для забезпечення однакового масштабу, орієнтації, освітлення тощо.

Ось деякі звичайні методи нормалізації при сегментації обличчя:

**Масштабування:** Масштабування полягає у зміні розміру області зображення, що містить обличчя, для вирівнювання її розмірів з іншими зображеннями або для забезпечення потрібного розміру для подальшого аналізу.

**Нормалізація освітлення:** Цей процес включає в себе корекцію освітлення в області зображення, щоб забезпечити однакові умови для подальшого аналізу. Це може включати в себе видалення шуму, нормалізацію контрасту та інші операції для покращення якості зображення.

**Вирівнювання орієнтації:** Деякі методи вирівнювання орієнтації можуть бути використані для розташування обличчя у стандартному положенні або для виправлення нахилу.

Зниження рівня шуму: Операції фільтрації можуть бути застосовані для зниження рівня шуму в області зображення, що містить обличчя, з метою полегшення подальшого аналізу.

Нормалізація текстури: В деяких випадках може бути застосована нормалізація текстури області зображення, щоб зменшити вплив текстурних особливостей на подальший аналіз.



Рисунок 3.7. – Приклад застосування нормалізації обличчя

Ці методи можуть бути використані окремо або в комбінації для покращення області зображення, що містить обличчя, та полегшення подальшого аналізу чи розпізнавання.

На рисунку 3.8 поданий результат просегментованого зображення обличчя.



Рисунок 3.8. – Приклад просегментованого обличчя

В результаті покрокового опису алгоритму сегментації зображення представлені всі етапи даного алгоритму і отримані проміжні результати.

### **3.8 Висновок до третього розділу**

В третьому розділі кваліфікаційної роботи описано всі етапи алгоритму основного опрацювання зображень для сегментації обличчя. Наведений приклад сегментування зображення на основі розробленої програми на мові Python.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Фактори, які впливають на наслідок ураження електричним струмом

Тяжкість електротравми визначається впливом факторів:

- електричного характеру — величина напруги, сила струму, вид струму (постійний чи змінний), частота при змінному струмі;
- неелектричного характеру — тривалість дії електроструму;
- навколишнього середовища — температура, тиск, вологість повітря;
- шляху протікання струму через тіло людини.

У разі ураження людини електричним струмом основним уражуючим фактором є *сила струму*, що проходить через тіло людини. При цьому ступінь негативного впливу на організм людини збільшується із зростанням струму. За характером дії струм оцінюють так, як наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Характер впливу електричного струму на організм людини

Стр ум, мА	Характер дії	
	Змінний струм	Постійний струм
0,6-1,5	Початок відчуття, легке тремтіння пальців рук.	Не відчувається.
2-3	Сильне тремтіння пальців рук.	Не відчувається.
5-7	Судороги в руках.	Свербіння. Відчуття нагріву.
8-10	Руки з зусиллям, але ще можна відірвати від електродів, сильний біль у пальцях і кистях рук.	Підсилений нагрів.



Продовж. табл. 4.1

20-25	Параліч рук, відірвати їх від електрода неможливо. Дуже сильний біль. Дихання затруднене.	Надто сильний нагрів. Незначне скорочення м'язів рук.
50-80	Зупинка дихання. Початок фібриляції.	Скорочення м'язів. Судороги, затруднене дихання.

На основі даних наведених в цій таблиці можна виокремити декілька характерних видів струму.

*Відчутний струм* — малий струм, який людина починає відчувати: в середньому близько 1,1 мА при змінному струмі частотою 50 Гц і близько 6 мА при постійному струмі. Ця дія обмежується при змінному струмі слабким свербіжем і легким пощипуванням (поколюванням), а при постійному струмі — відчуттям нагріву шкіри на ділянці, що доторкується до струмовідних частин. Найменше значення відчутного струму називається пороговим відчутним струмом.

*Невідпускаючий струм* — струм, що викликає в разі проходження через тіло людини непереборні судорожні скорочення м'язів руки, в якій затиснутий провідник, а його найменше значення називається пороговим невідпускаючим струмом. При змінному струмі (50 Гц) величина цього струму перебуває в межах 20—25 А. При постійному струмі невідпускаючих струмів, власне кажучи, немає, оскільки при певних значеннях струму людина може самостійно розтиснути руку, в якій затиснутий провідник, і таким чином відірватися від струмовідної частини.

Однак в момент відриву виникають болісні скорочення м'язів, аналогічні за характером і больовим відчуттям тим, які спостерігаються при змінному струмі. Сила струму становить приблизно 50—80 мА.

Цей струм і прийнято умовно за поріг невідпускаючих струмів при постійній напрузі.

*Фібриляційний струм.* Змінний (50 Гц) струм 50 мА і більше, проходячи через тіло людини по шляху "рука — рука" або "рука — ноги", діє як подразник на м'язи серця, що розташовані глибоко в грудях. Це небезпечно для життя людини, оскільки через 1—3 с з моменту замикання кола через людину може настати фібриляція або зупинка серця. При цьому припиняється кровообіг і, відповідно, в організмі виникає нестача кисню; це, в свою чергу, швидко призводить до припинення дихання, тобто наступає смерть.

Електричний струм, який викликає фібриляцію серця, називається фібриляційним струмом, а найменше його значення — пороговим фібриляційним струмом.

За частоти 50 Гц фібриляційними є струми в межах від 50 мА до 5 А, а середнє значення порогового фібриляційного струму — близько 100 мА. При постійному струмі середнім значенням порогового фібриляційного струму можна вважати 300 мА, а верхнім — 5 А.

*Струм понад 5 А*, як постійний, так і змінний, викликає раптову зупинку серця, минаючи стан фібриляції. Водночас із зупинкою серця виникає і параліч дихання, причому після швидкого відключення струму дихання, як правило, самостійно не відновлюється.

*Безпечним струмом* можна вважати такий струм, який протягом тривалого часу (декілька годин) може проходити через людину, не завдаючи їй шкоди і не викликаючи ніяких відчуттів, і який набагато менший порогового відчутного струму. Точні значення безпечного струму не встановлені, але для практичних цілей його найбільше значення можна, певно, вважати рівним 50—75 мкА при змінному струмі промислової частоти (50 Гц) і 100—125 мкА — при постійному струмі.

Із порівняння значень порогових струмів, наведених у таблиці, можна зробити висновок, що постійний струм менш небезпечний (в 4—5 разів), ніж змінний. Але все це справедливо лише для відносно невисоких напруг — до 250—300 В. За більш високих напруг небезпека ураження постійним струмом зростає. Вважається, що за напруги 500 В їх дія вирівнюється, а в разі більш

високих напруг постійний струм стає більш небезпечним, ніж змінний частотою 50 Гц.

Дія на людину змінного струму залежить від його *частоти*.

Через наявність в опорі тіла людини ємнісної складової збільшення частоти прикладеної напруги супроводжується зменшенням повного опору тіла і збільшенням струму, який проходить через людину, що, в свою чергу, підвищує небезпеку ураження. Здавалося б, що в разі збільшення частоти ця небезпека має підвищуватися, але насправді виявилось, що це припущення справедливе лише в діапазоні частот до 50 Гц. Подальше підвищення частоти, незважаючи на зростання струму, що проходить через тіло людини, супроводжується зниженням небезпеки ураження, яка зникає при частоті 450—500 кГц. Правда, ці струми зберігають небезпеку опіків як у разі виникнення електричної дуги, так і в разі проходження їх безпосередньо через людину.

*Електрична напруга* також впливає на наслідок ураження людини, але лише тією мірою, в якій її величина визначає силу струму, що проходить через тіло людини. Із зростанням напруги, прикладеної до тіла людини, опір шкіри зменшується в десятки разів, відповідно зменшується і опір тіла в цілому; він наближається до опору внутрішніх органів тканин тіла, тобто до свого найменшого значення (300—500 Ом). Пробій рогового шару шкіри відбувається за напруги 50—200 В.

Аналіз нещасних випадків внаслідок дії електричного струму на людей показує, що *тривалість проходження струму* через організм істотно впливає на наслідок ураження: чим триваліша дія струму, тим більша вірогідність важкого або смертельного наслідку. Така залежність пояснюється тим, що із збільшенням часу дії електричного струму опір тіла зменшується, а сила струму істотно збільшується. Крім того, з часом виснажуються сили організму, що протидіють дії на нього електрики.

Наслідки дії струму на організм проявляються в порушенні функцій центральної нервової системи, зміною складу крові, місцевим руйнуванням тканин організму під впливом теплоти, яка виділяється, порушенням роботи серця, легень тощо.

Суттєвим для наслідків ураження є *шлях проходження струму*. Так, якщо на шляху струму опиняються життєво важливі органи — серце, легені, головний мозок, то небезпека ураження дуже висока, оскільки струм безпосередньо діє на ці органи.

Якщо ж струм проходить іншими шляхами, то його дія на життєво важливі органи може бути лише рефлекторною, а не безпосередньою. Можливих шляхів проходження струму в тілі людини дуже багато, але характерними, які частіше зустрічаються на практиці, є не більше як 15 петель. Найбільш поширені з них — "рука — рука", "права рука — ноги", "ліва рука — ноги". Найбільш небезпечними є петлі "голова — руки" та "голова — ноги", коли струм може проходити через головний і спинний мозок. Але ці петлі на практиці виникають відносно рідко. Наступний по небезпеці шлях — "права рука — ноги", який по частоті утворення займає друге місце. Найменш небезпечний шлях — "нога — нога", який виникає під час дії на людину так званої напруги кроку. Напруга кроку навіть відносно невеликих значень (50—80 В) викликає мимовільні судорожні скорочення м'язів ніг і як наслідок — падіння людини на землю. В цей момент припиняється вплив на людину напруги кроку і виникає більш тяжка ситуація: замість нижньої петлі в тілі людини утворюється новий більш небезпечний шлях, як правило, від рук до ніг. Оскільки в такому положенні людина доторкається одночасно точок землі, віддалених одна від одної на відстань, що перевищує довжину кроку, напруга, що діє на неї, як правило, більша за напругу кроку. Як результат, створюється загроза смертельного ураження.

Тяжкість електротравми залежить також від *температури, вологості і тиску* повітря. Зі збільшенням температури і вологості зменшується загальний опір тіла людини, зі збільшенням атмосферного тиску небезпека ураження зменшується.

Не менше значення має фізичний стан людини. Для практичних розрахунків з електробезпеки береться опір тіла людини 1000 Ом. Але ця величина не постійна для кожної людини і залежить від її психофізичного

стану. Опір цілком здорових і фізично міцних людей в багато разів перевищує розрахункове значення.

## 4.2 Соціальні небезпеки

В основу визначення соціальних небезпек, що викликані низьким духовним рівнем, кладуться цінності і компоненти суспільства та людини.

Існують два ціннісні компоненти, співвідношення між якими характеризує стан суспільного життя.

Перший ціннісний компонент — цінності культури суспільства. Другий ціннісний компонент — ціннісна орієнтація особистості. Зв'язок між цими двома крайніми компонентами культури — найважливіший цементуючий і стимулюючий початок всього суспільного життя. І навпаки — порушення цього зв'язку визначає глибоку духовну кризу. В сучасному суспільстві у поєднанні будь-яких складових суспільного життя і в усвідомленості його цілісності велика роль належить інтелігенції. Вона виконує роль духовного і інтелектуального посередника в системі суспільних зв'язків. Але інтелігенція може справитися з цією роллю за умови, коли її усвідомлення не порушено, коли воно само засновується на відповідних посиленнях світоглядного характеру. Одна з цих особливостей сучасної духовної кризи інтелігенції є різкий поворот від атеїстичного світоусвідомлення до релігійного. І тому криза в світоглядній орієнтації інтелігенції теж є небезпекою соціального стану суспільства.

На фоні змінених орієнтирів суспільство потерпає від соціальних небезпек, які викликали зміни і втрати загальнолюдських цінностей і орієнтацій значної кількості населення.

Результатом зміни світу цінностей і орієнтирів частини суспільства є бродяжництво, проституція, п'янство, алкоголізм, тютюнопаління, наркоманія, захворювання на СНІД.

Визначені соціальні небезпеки формують в людському середовищі "групи ризику". "Групи ризику" впливають на стан суспільства шляхом

підвищення чисельності кримінальних злочинів, втягування в свої лави все нових представників здорової частини суспільства, впливу на стан здоров'я оточуючих їх людей, погіршують генофонд нації.

Вищезгадані негативні явища в суспільстві (бродяжництво, проституція та ін.) створюють негативне коло, причини якого, в більшості випадків, пов'язані між собою.

Насамперед слід зазначити наявність ряду моральних факторів, які розподіляють суспільство на робітників комерційних структур, сумісних підприємств та робітників державного сектору економіки. Не співвідношення платні в обставинах низьких заробітків і нерегулярних виплат викликають незадоволення роботою у працівників державного сектору.

Загостреність обставин викликають також незадовільний стан умов праці, проживання і побуту. Вся сукупність обставин збільшує ступінь соціального напруження.

Це може стати передумовою виникнення страйку, а за розвитком відповідних негативних явищ і умов піти в своєму розвитку аж до повстання чи революції.

Такий розвиток подій завжди, навіть в ретельно організованих суспільних змінах, супроводжується виникненням стихійних угруповань, які здійснюють свої плани наживи за рахунок мародерства і вандалізму серед населення, що в своєму подальшому розвитку закінчується тяжкими наслідками актів тероризму.

Необхідність усвідомлених знань розвитку соціальних небезпечних факторів пов'язана з розумінням — куди може привести сукупний їх розвиток і як може потерпіти населення від необачливих дій стихійного характеру.

Найбільше, від чого може потерпіти людина, це від помилок розуміння свого становища в суспільстві. Щоб орієнтуватися в цьому світі, щоб його розуміти, людина повинна визначити, які її дії будуть мати підтримку і схвалення, а які, навпаки, — будуть викликати недовіру і непорозуміння з боку суспільства. Визначена для себе система спілкування з суспільством

становить передумови подальшого прогнозу під час взаємодій з суспільством. Це вже робиться за набутим досвідом і становить систему самооцінки людини до своїх дій. Розуміння критеріїв самооцінки й оцінки вчинків інших людей дається завдяки усвідомленню ціннісного і нормативного змісту культури.

Найбільш суттєва характеристика системи цінностей складається з того, що якраз тут сконцентровані уявлення людей про смисл їх життя. Неадекватність системи оцінок, що застосовує людина, призводить до конфліктної ситуації її з суспільством. Неадекватність оцінок завжди викликає відповідну реакцію з боку людини — морального та психологічного походження. Накопичення таких реакцій у людини сприяє відчуттю відповідного дискомфорту і не-прогнозованій поведінці.

### **4.3 Висновок до четвертого розділу**

В четвертому розділі описані основні питання які стосуються охорони праці, а саме фактори, які впливають на наслідок ураження електричним струмом. А в підрозділі який стосується безпеки в надзвичайних ситуаціях види можливих соціальних небезпек.

## ВИСНОВКИ

В результаті написання кваліфікаційної роботи магістра було розроблено програму для сегментації зображень, яка може бути застосована як складова для сегментації зображень в задачах розпізнавання обличь.

Створена програма дозволяє виділяти (сегментувати) обличчя, які далі можуть бути опрацьовані алгоритмами розпізнавання.

- В роботі був проведений огляд методів, алгоритмів які використовуються для сегментації в задачах розпізнавання обличь.

- Проведено огляд та порівняння методів розпізнавання обличь.

- Розроблений алгоритм який реалізує кроки сегментації зображення для розпізнавання обличь.

- Реалізовано програмне забезпечення для сегментації зображені при розпізнаванні обличь.

- Написана у даній роботі програма може значно полегшити кроки сегментації зображень на предмет визначення обличь. В подальших дослідженнях даний програмний продукт можна розширити, застосувавши наступні кроки опрацювання пов'язані з розпізнаванням обличь.



**ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ**

1. Arulkumar Subramaniam, Jayesh Vaidya, Muhammed Abdul Majeed Ameen, Athira Nambiar, Anurag Mittal. Co-segmentation inspired attention module for video-based computer vision tasks, / Arulkumar Subramaniam, Jayesh Vaidya, Muhammed Abdul Majeed Ameen, Athira Nambiar, Anurag Mittal. // Computer Vision and Image Understanding. – 2022. – С. Volume 223.
2. 2. Анатомія ока. Методи дослідження в офтальмології: навч. посібник для студентів мед. фак.-тів / Н. Г. Завгородня, Л. Е. Саржевська, О. М. Івахненко [та ін]. – Запоріжжя, 2017. – 76 с.
3. 3. M. P. Segundo, L. Silva, O. R. P. Bellon and C. C. Queirolo, "Automatic face segmentation and facial landmark detection in range images", IEEE Trans. Syst. Man Cybern. B Cybern., vol. 40, no. 5, pp. 1319-1330, Oct. 2010.
4. 4. A. S. Jackson and M. V. G. Tzimiropoulos, "A CNN cascade for landmark guided semantic part segmentation", Proc. Eur. Conf. Comput. Vis., pp. 143-155, 2016.
5. 5. J. Warrell and S. J. D. Prince, "Labelfaces: Parsing facial features by multiclass labeling with an epitome prior", Proc. 16th IEEE Int. Conf. Image Process. (ICIP), pp. 2481-2484, Nov. 2009.
6. 6. M. Subašić, S. Lončarić and A. Heđi, "Segmentation and labeling of face images for electronic documents", Expert Syst. Appl., vol. 39, no. 5, pp. 5134-5143, Apr. 2012.
7. 7. S. Liu, X. Ou, R. Qian, W. Wang and X. Cao, "Makeup like a superstar: Deep localized makeup transfer network", arXiv:1604.07102, 2016, [online] Available: <http://arxiv.org/abs/1604.07102>.
8. 8. K. Khan, N. Ahmad, K. Ullah and I. Din, "Multiclass semantic segmentation of faces using CRFs", TURKISH J. Electr. Eng. Comput. Sci., vol. 25, no. 4, pp. 3164-3174, 2017. 44
9. 9. M. Dong, S. Wen, Z. Zeng, Z. Yan and T. Huang, "Sparse fully convolutional network for face labeling", Neurocomputing, vol. 331, pp. 465-472, Feb. 2019.

- 10.10.G. B. Huang, M. Narayana and E. Learned-Miller, "Towards unconstrained face recognition", Proc. IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit. Workshops, pp. 1-8, Jun. 2008.
- 11.11.K. Khan, M. Attique, R. U. Khan, I. Syed and T.-S. Chung, "A multi-task framework for facial attributes classification through end-to-end face parsing and deep convolutional neural networks", Sensors, vol. 20, no. 2, pp. 328, 2020.
- 12.12.J. Lin, H. Yang, D. Chen, M. Zeng, F. Wen and L. Yuan, "Face parsing with RoI tanh-warping", Proc. IEEE/CVF Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit. (CVPR), pp. 5654-5663, Jun. 2019.
13. Software for statistical processing and modeling of a set of synchronously registered cardio signals of different physical nature Lupenko, S., Lytvynenko, I., Sverstiuk, A., Horkunenko, A., Shelestovskyi, B. CEUR Workshop Proceedings, 2021, 2864, pp. 194–205
14. Methodology of the Formation of Sports Matches Statistical Information Using Neural Networks Sorokivska, O., Lytvynenko, I., Sorokivskyi, O., Kozbur, H., Strutynska, I. CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3628, pp. 389–403
15. Segmentation and Statistical Processing of Geometric and Spatial Data on Self-Organized Surface Relief of Statically Deformed Aluminum Alloy. // Iaroslav Lytvynenko, Pavlo Maruschak, Sergiy Lupenko, Sergey Panin // Applied Mechanics and Materials, 2015, Vol. 770, pp. 288-293.
16. Software for segmentation, statistical analysis and modeling of surface ordered structures // I.V. Lytvynenko, P.O. Maruschak, S.A. Lupenko, Yu. I. Hats, A. Menou, S.V. Panin // MECHANICS, RESOURCE AND DIAGNOSTICS OF MATERIALS AND STRUCTURES (MRDMS-2016): Proceedings of the 10th International Conference on Mechanics, Resource and Diagnostics of Materials and Structures. AIP Publishing, 2016, Vol. 1785, No.1, pp. 030012-1-030012-7.
17. Lupenko S, Lytvynenko I, Stadnyk N, Osukhivska H, Kryvinska N. Modification of the Software System for the Automated Determination of Morphological and Rhythmic Diagnostic Signs by Electrocardio Signals. IntelITSIS-2020, Proceedings of the 1st International Workshop on Intelligent Information

Technologies & Systems of Information Security Khmelnytskyi, Ukraine, June 10-12, 2020. pp. 36-46

18. The problem of segmentation of the cyclic random process with a segmental structure and the approaches to its solving / I.V. Lytvynenko / Journal of Hydrocarbon Power Engineering, Oil and Gas Measurement and Testing. 2016, Vol. 3, No. 1, pp. 30-37.
19. Method of the quadratic interpolation of the discrete rhythm function of the cyclical signal with a defined segment structure / I.V. Lytvynenko / Scientific Journal of the ternopil national technical university. 2016, Vol. 84, No. 4, pp. 131-138.
20. Lytvynenko. Method of segmentation of determined cyclic signals for the problems related to their processing and modeling/ I.V. Lytvynenko / Scientific Journal of the ternopil national technical university. 2017, Vol. 88, No. 4, pp. 153-169.
21. The method of segmentation of stochastic cyclic signals for the problems of their processing and modeling/ I.V. Lytvynenko / Journal of Hydrocarbon Power Engineering, Oil and Gas Measurement and Testing. 2017, Vol. 4, No. 2, pp. 93-103.
22. Литвиненко Я.В. Сегментація циклічного випадкового процесу із зонною часовою структурою та оцінка його функції ритму / Литвиненко Я.В. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій» ТНТУ. Тернопіль, 19-21 мая 2010 – Тернопіль, 2010. – С. 274.
23. Литвиненко Я. Програмне забезпечення для сегментації детермінованих циклічних функцій в задачах цифрової обробки даних/ Литвиненко Я., Яскілка В. // Тези доповідей III науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» (24 квітня). 2013. – С. 28.
24. Литвиненко Я. Сегментація циклічних сигналів в задачах цифрової обробки даних: детермінований підхід / Литвиненко Я., Марущак П., Лавренюк Т. // Тези доповідей III всеукраїнської науково-технічної конференції

- «Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки і приладобудування». Тернопіль, 8-9 червня 2017. Тернопіль, 2017. – С. 155-157.
25. П.А. Ониськів, Я.В. Литвиненко . Аналіз методів сегментації зображень// Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції „Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки, приладобудування і комп’ютерних технологій “присвячена 80-ти річчю з дня народження професора ЯІ Проця. 20-21 червня 2019. Тернопіль, 2019. С. 48-49.
26. Методи сегментації зображень в задачах розпізнавання облич. В.І. Гайдук, Я.В. Литвиненко. Тези доповідей XI науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» // Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, 13-14 грудня, 2023. – С. 28.
27. Труднощі які виникають під час побудови методів розпізнавання облич. В.І. Гайдук, Я.В. Литвиненко. Тези доповідей XI науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» // Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, 13-14 грудня, 2023. – С. 29.
28. Witkin A.P. Scale-space filtering, Proc. 8th Int. Joint Conf. Art. Intell., Karlsruhe, Germany, 1983. pp. 1019-1022.
29. Witkin A. Scale-space filtering: A new approach to multi-scale description, in Proc. IEEE Int. Conf. Acoust., Speech, Signal Processing (ICASSP), Vol. 9, San Diego, CA, Mar. 1984, pp. 150-153.
30. Wu Z. and Leahy R. (1993): «An optimal graph theoretic approach to data clustering: Theory and its application to image segmentation», IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 1993. Vol. 15, No. 11. pp. 1101-1113.
31. Zahn C.T. Graph-theoretical methods for detecting and describing gestalt clusters. IEEE Trans. Comput. 1971. Vol. 20. P. 68-86.

# ДОДАТКИ

**Приклад підготовки даних для задач розпізнавання обличь**

```
import cv2
import os

def prepare_images(input_folder, output_folder):
    # Створення папки для вихідних зображень, якщо вона ще не існує
    if not os.path.exists(output_folder):
        os.makedirs(output_folder)

    # Зчитування списку файлів у вхідній папці
    files = os.listdir(input_folder)

    for file in files:
        input_path = os.path.join(input_folder, file)
        output_path = os.path.join(output_folder, file)

        # Завантаження зображення
        image = cv2.imread(input_path)

        # Попередній аналіз зображення (наприклад, зменшення розміру,
        перетворення в чорно-біле)
        # Тут можна додати інші обробки, які необхідні для вашого
        конкретного завдання

        # Збереження підготовленого зображення
        cv2.imwrite(output_path, image)

    print(f'Зображення {file} оброблено.')
```

```
print('Підготовка зображень завершена.')

# Задати шляхи до вхідної та вихідної папок
input_folder = 'input_images'
output_folder = 'prepared_images'

# Виклик функції для підготовки зображень
prepare_images(input_folder, output_folder)
```

**Приклад застосування програми розпізнавання обличь (на базі класифікатора (Haar Cascade))**

```
import cv2

# Завантаження класифікатора для розпізнавання облич
face_cascade = cv2.CascadeClassifier(cv2.data.harcascades +
'haarcascade_frontalface_default.xml')

# Завантаження зображення
image = cv2.imread('test_image.jpg')

# Конвертація зображення у відтінки сірого (потрібно для методу
розпізнавання облич)
gray = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

# Пошук облич на зображенні
faces = face_cascade.detectMultiScale(gray, scaleFactor=1.1, minNeighbors=5,
minSize=(30, 30))

# Малювання прямокутників навколо облич та відображення результату
for (x, y, w, h) in faces:
    cv2.rectangle(image, (x, y), (x+w, y+h), (255, 0, 0), 2)

# Відображення зображення з розпізнаними обличчями
cv2.imshow('Detected Faces', image)
cv2.waitKey(0)

cv2.destroyAllWindows()
```



**Приклад застосування програми розпізнавання обличь (на базі класифікатора бібліотеки Dlib)**

```
import dlib
import cv2

# Завантаження моделі облич Dlib
detector = dlib.get_frontal_face_detector()

# Завантаження зображення або відео з веб-камери
cap = cv2.VideoCapture(0)

while True:
    # Зчитування кадру з відеопотоку
    ret, frame = cap.read()

    # Конвертація кадру у відтінки сірого
    gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

    # Знаходження облич на кадрі з використанням Dlib
    faces = detector(gray)

    # Малювання прямокутників навколо облич та відображення результату
    for face in faces:
        x, y, w, h = face.left(), face.top(), face.width(), face.height()
        cv2.rectangle(frame, (x, y), (x+w, y+h), (255, 0, 0), 2)

    # Відображення кадру з розпізнаними обличчями
    cv2.imshow('Face Recognition', frame)
```

```
# Вийти з циклу, натиснувши клавішу 'q'  
if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):  
    break
```

```
# Закриття відеопотоку та вікна зображення  
cap.release()  
cv2.destroyAllWindows()
```

## Скріншот опублікованих тез конференції

УДК 681.518.3

**В.І. Гайдук, д.т.н., проф.; Я.В. Литвиненко**

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

### МЕТОДИ СЕГМЕНТАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ В ЗАДАЧАХ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧ

**V.I. Hajduk, Dr., Prof.; Ia.V. Lytvynenko**

### METHODS OF IMAGE SEGMENTATION IN FACE RECOGNITION PROBLEMS

Сегментація зображень - це процес розділення зображення на окремі частини або "сегменти", які відповідають певним об'єктам чи областям із спільними характеристиками. Цей процес має велике значення в області комп'ютерного зору, обробки зображень та машинного навчання.

Дана теза стосується огляду методів сегментації зображень.

Розглянемо найпоширеніші методи сегментації зображень:

- Методи порогової сегментації. Глобальна порогова сегментація використовує одноразове встановлення порогу для всього зображення. Локальна порогова сегментація використовує різні порогові значення для різних частин зображення.

- Методи засновані на водневій ерозії та нарощуванні. Водяна ерозія застосовує віддалення пікселів з контуром об'єкта.

- Водяне нарощування: Додавання пікселів до контуру об'єкта.

- Методи кластеризації. К-середні дозволяє здійснити розділення зображення на К кластерів, де кожен піксель відноситься до кластера з найближчим середнім значенням.

- Сегментація на основі вибіркового марковських полів (Mean-Shift). Передбачає пошук максимуму густини в просторі кольорів та просторі текстур.

- Методи активних контурів (змішаних моделей). Метод кінцевих елементів використовується для позначення контурів об'єктів на зображенні та їх сегментації.

- Метод рівнянь кривизни (Snakes). Моделі активних контурів, які пристосовуються до зображення, визначаючи контур об'єкта.

- Методи розмаїтих моделей (MRF, CRF). Марковські моделі розмаїтих полів (MRF) використовують ймовірнісний підхід для сегментації.

- Моделі розмаїтих полів на основі факторів (CRF) застосовуються в контексті сегментації зображень у машинному навчанні.

- Глибокі методи нейронної мережі. Споживчі нейронні мережі (CNN): Використовуються для сегментації на основі зображень та векторів ознак. Мережі на основі уваги (Attention-based networks): Дозволяють моделі віддавати увагу важливим частинам зображення під час сегментації.

- Методи розпізнавання кольорів та текстур: Кольорові індекси використовують інформацію про кольори для сегментації.

- Методи текстурного аналізу застосовують аналіз текстури для виділення об'єктів.

Ці методи можуть застосовуватися окремо або комбінуватися в залежності від конкретних завдань сегментації та особливостей зображень. Застосування глибокого навчання у сучасних методах сегментації значно підвищило точність та ефективність цих процесів.

## Скріншот опублікованих тез конференції

УДК 681.518.3

**В.І. Гайдук, д.т.н., проф.; Я.В. Литвиненко**

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

### **ТРУДНОЩІ ЯКІ ВИНИКАЮТЬ ПІД ЧАС ПОБУДОВИ МЕТОДІВ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧ**

**V.I. Hajduk, Dr., Prof.; Ia.V. Lytvynenko**

### **DIFFICULTIES ARISING DURING THE CONSTRUCTION OF FACE RECOGNITION METHODS**

Побудова методів розпізнавання облич стикається з рядом труднощів і викликів через складність самого завдання та різноманітністю умов і змінних, які можуть впливати на якість розпізнавання.

Дана теза стосується огляду проблем які виникають під час побудови алгоритмів та методів розпізнавання облич.

Розглянемо основні труднощі у цьому контексті:

**Варіативність зовнішнього вигляду:** Зміна вигляду облич людей залежно від кута огляду, освітлення, волосся, зачісок, виразів обличчя та інших факторів.

**Афективні стани та емоції:** Спонтанні емоції та вирази облич можуть значно змінювати вигляд особи, що ускладнює завдання розпізнавання.

**Вік та зміни в часі:** Зміна зовнішнього вигляду людини з віком, а також можливі зміни через різні етапи життя.

**Різноманітність етнічних груп:** Розпізнавання облич може стикатися з різноманітністю фізіономій та морфологій облич в залежності від етнічної групи.

**Затемнення облич:** Труднощі в розпізнаванні при недостатньому або занадто яскравому освітленні, а також при наявності тіней на обличчі.

**Проблеми конфіденційності та безпеки:** Підвищення питань стосовно конфіденційності та безпеки даних облич.

**Труднощі з розпізнаванням при використанні масок або інших приховувальних засобів.** Зміни у вигляді обличчя, обумовлені носінням масок чи інших аксесуарів, можуть впливати на ефективність систем розпізнавання облич.

**Різні погодні умови:** Зовнішні умови, такі як дощ, сніг, сонячне світло, можуть впливати на здатність системи до розпізнавання облич.

**Класовий дисбаланс:** Нерівномірний розподіл даних по різних класах може призводити до недостатньої ефективності для менше представлених класів.

**Системні обмеження:** Особливості обладнання, алгоритмів та обмеження в обчисленнях можуть впливати на продуктивність систем розпізнавання облич.

Для подолання цих труднощів використовуються різні методи, такі як використання глибокого навчання, ансамблевих моделей, алгоритмів рекурентних нейронних мереж, а також збалансоване збирання та аугментація даних.