

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Комп'ютерні технології і системи»
(назва факультету)

Кафедра «Електронні обчислювальні машини»
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
бакалавра
(ступінь вищої освіти)

Do
21.06.2022

на тему: Розробка засобів демонстрації біометричної ідентифікації та аутентифікації за обличчям

за освітньою програмою Кібербезпека

зі спеціальності: 125 Кібербезпека
(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: КБ1811

[Signature]
(підпис студента)

/ Олександр ЮДІН /
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник:

[Signature]
(підпис)

/ доцент, Денис ОСТАПЕЦЬ /
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:

[Signature]
(підпис)

/ ст. викладач, Володимир ДЗЮБА /
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультанти:

(назва розділу)

(підпис)

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(назва розділу)

(підпис)

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(назва розділу)

(підпис)

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(назва розділу)

(підпис)

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

[Signature]
(підпис)

Дніпро – 2022 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Computer Technologies and Systems
(faculty)

Electronic Computers
(department)

Explanatory Note
to Bachelor's Thesis
(higher education degree)

on the topic: Development of tools for demonstration of biometric identification and authentication by face

according to educational curriculum Cybersecurity

in the Speciality: 125 Cybersecurity

(speciality and its code)

Done by the student of the group: KB1811 AY / Oleksandr Yudin /
(name, surname)

Scientific Supervisor: DO / Associate Professor, Denis Ostapets /
(position, name, surname)

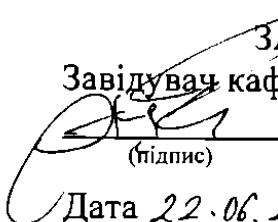
Normative controller: VD / Senior lecturer, Volodymyr Dziuba /
(position, name, surname)

Supervisors

_____	/	/
(Chapter title heading)	(position, name, surname)	
_____	/	/
(Chapter title heading)	(position, name, surname)	
_____	/	/
(Chapter title heading)	(position, name, surname)	
_____	/	/
(Chapter title heading)	(position, name, surname)	

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: Комп'ютерні технології і системи
Кафедра: Електронні обчислювальні машини
Рівень вищої освіти: Перший (бакалаврський)
Освітня програма: Кібербезпека
Спеціальність: 125 Кібербезпека
(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ЕОМ
 Ігор ЖУКОВИЦЬКИЙ
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
Дата 22.06.2022

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

бакалавра

(ступінь вищої освіти)

студенту Юдіну Олександр Сергійовичу

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: Розробка засобів демонстрації біометричної ідентифікації та аутентифікації за обличчям

Керівник роботи: Остапець Денис Олександрович, к.т.н., доцент

(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від

"07" грудня 2021 р. № 67ст

2. Строк подання студентом роботи: 13.06.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи:

Методики біометричної ідентифікації та аутентифікації користувачів

Структура системи біометричної ідентифікації та аутентифікації

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

4.1 Аналітична частина:

Аналіз методик біометричної ідентифікації та аутентифікації користувачів

4.2 Основна частина:

- Огляд біометричних методик
- Режими роботи та функціонування системи
- Розробка програмного забезпечення

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

- Характеристика біометричних систем
- Склад та функціонування системи

- Інформаційна структура системи
- Основні алгоритми програми
- Приклади роботи системи


6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прим.
1	Огляд біометричних методик	25.04.2022	20'
2	Режими роботи та функціонування системи	11.05.2022	30'
3	Розробка та налагодження програмного забезпечення	06.06.2022	45'
4	Реферат, вступ, висновки	13.06.2022	5'
5	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	13.06.2022	
6	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	23.06.2022	

Студент


(підпис)

Олександр ЮДІЙ
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи


(підпис)

Денис ОСТАПЕНКО
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра:
47с., 26 рис., 1 табл., 3 додатки, 17 джерел.

Об'єкт розробки – засоби біометричної ідентифікації та аутентифікації за обличчям.

Мета роботи – розробка програмного комплексу, що реалізує та демонструє біометричну ідентифікацію та аутентифікацію за обличчям.

Здійснено огляд та аналіз засобів біометричної ідентифікації та аутентифікації за обличчям. Обрано метод глибокого навчання. Представлено режими роботи та функціонування системи. Показано алгоритми роботи режимів програми. Розроблено програмне забезпечення системи біометричної ідентифікації та аутентифікації за обличчям. Виконано перевірку працездатності на конкретних прикладах.

Розроблене програмне забезпечення може бути використано як в практичних цілях для розпізнавання облич, так і в навчальному процесі студентів при проведенні лабораторних або практичних робіт.

Ключові слова: **БИОМЕТРИЯ, БИОМЕТРИЧНИ МЕТОДИКИ, ГЛИБОКЕ НАВЧАННЯ, ІДЕНТИФІКАЦІЯ, АУТЕНТИФІКАЦІЯ, ГЕОМЕТРИЯ ОБЛИЧЧЯ, C#, AWS.**

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ОГЛЯД БІОМЕТРИЧНИХ МЕТОДИК	9
1.1 Загальні відомості	9
1.2 Порівняльна характеристика біометричних методик.....	10
1.3 Огляд методик геометрії обличчя	10
1.3.1 Етапи розпізнавання за геометрією обличчя	10
1.3.2 Розпізнавання обличчя за допомогою використання Нагг каскадів та алгоритму AdaBoost.....	11
1.3.3 Машинне навчання	12
1.3.4 Глибоке навчання	13
1.4 Висновки за розділом	14
2 РЕЖИМИ РОБОТИ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ.....	15
2.1 Режим знаходження обличч	15
2.2 Режим розпізнавання обличч.....	16
2.3 Структура бази даних.....	17
2.4 Функціонування системи	18
2.5 Висновки за розділом	19
3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	20
3.1 Вибір середовища та засобів розробки.....	20
3.2 Розробка основних алгоритмів програми	20
3.3 Перевірка працездатності.....	24
3.3.1 Режим знаходження обличч	24
3.3.2 Режим розпізнавання обличч.....	26
3.4 Розробка інструкції користувача	28

3.4.1 Пошук обличчя.....	28
3.4.2 Розпізнавання обличчя	32
3.5 Висновки за розділом	35
ВИСНОВКИ	36
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	37
ДОДАТОК А – ВИХІДНИЙ КОД ЗАВАНТАЖЕННЯ ЗОБРАЖЕННЯ	Помилка! Закладку не визначено.
ДОДАТОК Б – ВИХІДНИЙ КОД ЗНАХОДЖЕННЯ ОБЛИЧ	Помилка! Закладку не визначено.
ДОДАТОК В – ВИХІДНИЙ КОД РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧ	Помилка! Закладку не визначено.
ДОДАТОК Г – ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	Помилка! Закладку не визначено.

ВСТУП

На сьогодні проблема ідентифікації та аутентифікації актуальна як ніколи. Для вирішення цієї проблеми створено безліч біометричних методик. Для кожної методики створюються все нові алгоритми, які дозволяють проводити ідентифікацію та аутентифікацію на високому рівні. Якість алгоритмів підвищується за рахунок розвитку штучного інтелекту, який дозволяє аналізувати параметри користувача та приймати важливі рішення. Технологія штучного інтелекту має великі перспективи у ролі інструменту для автоматизації процесів та покращення точності виконання різних процесів.

Галузь біометричної ідентифікації та аутентифікації постійно розвивається та використовується повсякчас. Дана робота пов'язана з біометричною ідентифікацією та аутентифікацією за обличчям, тому її тема є актуальною.

Метою роботи є розробка програмного комплексу, що реалізує та демонструє біометричну ідентифікацію та аутентифікацію за обличчям.

Представлена робота складається зі вступу, трьох розділів та висновків.

У першому розділі проведено огляд біометричних методик. Приведено загальні відомості та зроблено порівняльну характеристику біометричних методик.

В другому розділі представлено режими роботи та функціонування системи. Розглянуто структуру бази даних.

В третьому розділі обрано середовище та засоби розробки. Показано основні алгоритми програми. Проведено перевірку працездатності на конкретних прикладах. Для кожного з режимів роботи представлено інструкцію користувача.

1 ОГЛЯД БІОМЕТРИЧНИХ МЕТОДИК

1.1 Загальні відомості

Ідентифікація – це процес визначенні особистості людини [1].

Аутентифікація — це можливість довести, що користувач або програма дійсно є тим, за кого себе видає [1].

Для того, щоб ідентифікувати та аутентифікувати користувача, використовуються фактори аутентифікації [2]:

- знання, щось що ми знаємо – пароль
- володіння, щось, що ми маємо – пристрій аутентифікації
- властивість – щось, що є частиною нас - біометрія.

Біометричний фактор розподіляється на два основних види біометричних методик [3]:

- вимірювання відмінних фізичних рис(статичний) – методи, засновані на аналізі незмінних фізіологічних особливостей людини
- аналіз поведінкових особливостей(динамічний) – методи, які базуються на аналізі поведінкових особливостей людини - характеристик, властивих кожній людині в процесі здійснення дії.

До статичних методик відносяться:

- геометрія обличчя
- відбитки пальців
- сітківка ока та райдужна оболонка
- геометрія долоні, кисті або пальця

○

Поведінковими методиками розпізнавання являються:

- підпис
- динаміка натискання клавіш
- голос
- хода

1.2 Порівняльна характеристика біометричних методик

Для того, щоб в'яснити, які переваги має кожен з методів, проведемо порівняльний аналіз за різними критеріями [4]. Порівняння біометричних методик представлено в табл.1.

Таблиця 1 - Порівняння біометричних методик

Біометрична методика	Відносна точність розпізнавання	Відносна ймовірність підробки	Відносна Унікальність	Відносна складність реалізації
Відбитки пальців	Середня	Висока	Середня	Низька
Геометрія обличчя	Середня	Середня	Середня	Середня
Геометрія долоні	Середня	Низька	Середня	Висока
Райдужна оболонка і сітківка ока	Висока	Низька	Висока	Дуже висока
ДНК	Висока	Низька	Висока	Дуже висока

Виходячи з результатів порівняльної характеристики різних біометричних методик, найдоступнішими методиками з високими показниками є відбитки пальців та геометрія обличчя. Якщо потрібна більш висока точність, то релевантними методиками являються райдужна оболонка та ДНК, але вони потребують набагато більших ресурсних затрат.

У цій роботі розглядається методика геометрії обличчя.

1.3 Огляд методик геометрії обличчя

1.3.1 Етапи розпізнавання за геометрією обличчя

Розпізнавання обличчя складається з двох основних етапів:

- знаходження обличчя
- валідація

Знаходження обличчя — це процес визначення присутності людського обличчя на зображенні або відео [5].

Для того, щоб визначити, що на зображенні знаходиться людське обличчя, використовуються характерні риси, присутні кожному. Після цього вже для кожного знайденого обличчя аналізуються конкретні, відмінні деталі обличчя людини, такі як відстань між очима або форма підборіддя.

Як тільки обличчя знайдене та всі необхідні дані зафіксовані, відбувається його аналіз з існуючими обличчями з бази даних.

Деякі системи розпізнавання облич замість того, щоб точно ідентифікувати невідому особу, призначені для обчислення оцінки ймовірності відповідності між невідомою особою та конкретними шаблонами обличчя, що зберігаються в базі даних [6].

1.3.2 Розпізнавання обличчя за допомогою використання Хаар каскадів та алгоритму AdaBoost

Одним із способів розпізнавання є використання алгоритму каскадів хаару [7].

Каскади хаару - це алгоритм виявлення об'єктів, який використовується для ідентифікації облич на зображенні або відео в реальному часі. Алгоритм використовує функції виявлення країв або ліній та був запропонований Віолою і Джонсом у їхній дослідницькій роботі «Швидке виявлення об'єктів з використанням посиленого каскаду простих ознак», який був опублікований у 2001 році [8]. Алгоритм надає багато позитивних зображень, що складаються з облич, а також багато негативних, які не містять жодного обличчя.

Основна ідея алгоритму складається з того, що програма безперервно проходить від верхнього лівого краю зображення до правого нижнього кута по пікселям і шукає певні особливості, притаманні кожному обличчю. Оскільки сам

по собі цей алгоритм не є ефективним, тому була створена спеціальна техніка для покращення результатів та названа AdaBoost.

Навчання AdaBoost у поєднанні з обчисленнями, подібними до Хаара, є одним із найбільш використовуваних алгоритмів для виявлення обличчя [9]. Скануюче вікно розташовується над вхідним зображенням у різних місцях з різним розміром, після чого виконується каскад розрахунків і отримується результат, чи являється зображення потенційним обличчям, чи ні. Функції, подібні до Хаара, широко використовуються в пошуку облич, і численні прототипи були навчені для точного відображення людських облич за допомогою алгоритму навчання AdaBoost.

1.3.3 Машинне навчання

Машинне навчання - це галузь штучного інтелекту (ШІ) та інформатики, яка зосереджується на використанні даних і алгоритмів для імітації того, як люди навчаються, поступово підвищуючи його точність [10].

Машинне навчання є важливим компонентом зростаючої галузі науки про дані. Завдяки використанню статистичних методів алгоритми навчаються робити класифікації або прогнози, відкриваючи ключові ідеї в рамках проектів аналізу даних. Ці ідеї згодом сприяють прийняттю рішень у додатках і підприємствах, ідеально впливаючи на ключові показники зростання. Оскільки великі дані продовжують розширюватися та зростати, ринковий попит на науковців з даних буде зростати, що вимагатиме від них допомоги у визначенні найбільш релевантних бізнес-питань і згодом даних, щоб на них відповісти.

Машинне навчання зазвичай поділяється на дві основні категорії: навчання з наглядом та без нього.

Навчання з наглядом в основному навчає штучний інтелект на прикладах. Під час навчання для навчання системи піддаються впливу великої кількості даних,

За наявності достатньої кількості прикладів система навчання під наглядом навчиться розпізнавати кластери пікселів і фігур, пов'язані з кожним числом, і зрештою зможе розпізнавати рукописні числа.

Однак навчання цих систем, як правило, вимагає величезної кількості даних, а деяким системам потрібно ознайомитися з мільйонами прикладів, щоб навчитися точному розпізнаванню.

На відміну від першого типу, навчання без нагляду використовує алгоритми з визначенням закономірностей у даних, намагаючись виявити схожість, яка розбиває ці дані на категорії.

Алгоритми навчання без нагляду не призначені для виділення конкретних типів даних, вони просто шукають дані, які можна згрупувати за схожістю, або аномалії, які виділяються.

1.3.4 Глибоке навчання

Глибоке навчання – це тип машинного навчання та штучного інтелекту (ШІ), який імітує спосіб отримання людьми певних знань [11].

У найпростішому випадку глибоке навчання можна розглядати як спосіб автоматизації прогнозу аналітики. У той час як традиційні алгоритми машинного навчання є лінійними, алгоритми глибокого навчання складаються в ієрархію зростаючої складності та абстракції.

Глибоке навчання усуває частину попередньої обробки даних, яка зазвичай пов'язана з машинним навчанням.

Алгоритми глибокого навчання можуть визначити, які особливості є найважливішими, щоб відрізнити один об'єкт від іншого.

Потім, за допомогою процесів градієнтного спуску та зворотного поширення, алгоритм глибокого навчання налаштовується на точність, дозволяючи робити прогнози щодо нової фотографії з підвищеною точністю.

Оскільки глибоке навчання дозволяє дуже ефективно виконувати складні задачі на основі створених алгоритмів, тому саме цей метод розглядатимемо у цій роботі.

Саме цей алгоритм будемо далі використовувати для пошуку та розпізнавання облич.

1.4 Висновки за розділом

В розділі проведено огляд різних біометричних методик. Дано загальні поняття в сфері ідентифікації та аутентифікації, приведено класифікацію біометричних методик. Проведено порівняльний аналіз та обґрунтовано використання біометрії обличчя. Розглянуто основні методи розпізнавання обличчя та вибрано метод глибокого навчання.

2 РЕЖИМИ РОБОТИ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ

2.1 Режим знаходження облич

Одним із режимів роботи програми є розпізнавання облич. Основною метою цього режиму являється виявлення облич з вихідного зображення. У результаті отримується ряд нових зображень з виділеними особливостями для кожного з них. Основний принцип роботи програми представлено на рис. 2.1.

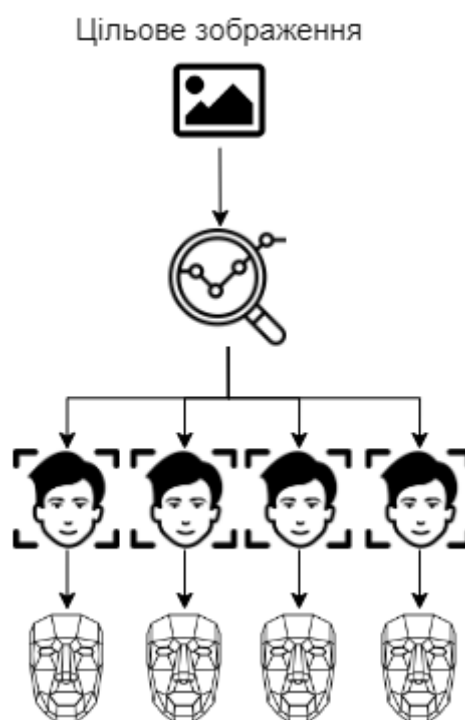
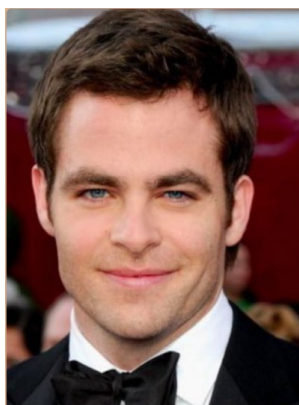


Рисунок 2.1 – Принцип роботи пошуку облич

Результати знаходження базуються на отриманих деталях. Збір всіх деталей в одне ціле і дозволяє штучному інтелекту знаходити обличчя. На рис. 2.2 представлено приклад отриманих деталей після знаходження обличчя.




Face	Confidence	Gender	Estimated age	Sunglasses	Eyeglasses	Beard	Mustache	MouthOpen
	99.999954	Male 99.87328	25 - 35	False 99.99674	False 97.73523	True 89.43611	False 98.25659	False 95.20994

Рисунок 2.2 – Приклад знаходження деталей обличчя

2.2 Режим розпізнавання облич

Іншим режимом роботи програми є режим розпізнавання обличчя. У цьому режимі на вхід подається зображення, яке містить в собі обличчя з певними деталями. Друге обличчя береться з бази даних, яке також містить унікальні особливості. Після порівняння двох зображень отримуємо результат про ідентичність двох облич на цих зображеннях. Принцип роботи показано на рис. 2.3.

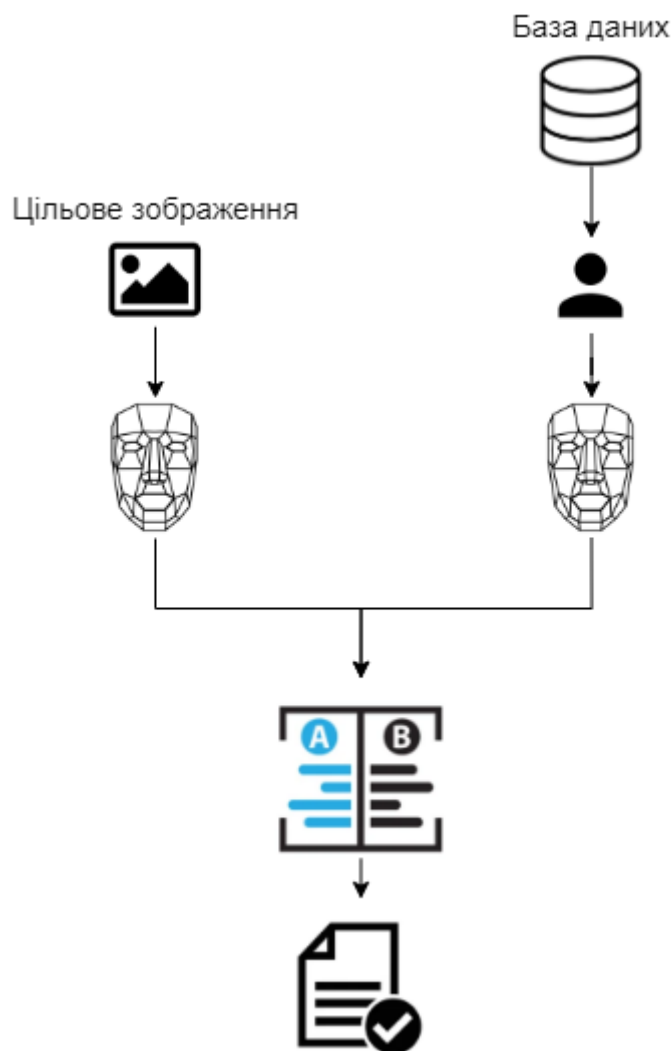


Рисунок 2.3 – Принцип роботи розпізнавання

2.3 Структура бази даних

У якості бази даних використовується MSSQL. Microsoft SQL Server — це система керування реляційною базою даних (RDBMS), яка підтримує широкий спектр додатків для обробки транзакцій, бізнес-аналітики та аналітики в корпоративних ІТ-середовищах [12]. Програма має декілька таблиць: Person — основна ентиті, яка зберігає дані обличчя. PersonLandmark — ентиті, яка зберігає особливості обличчя конкретного обличчя. FaceBoudingBox — дані для знаходження області обличчя на зображенні. Структура бази даних представлена на рис. 2.4.

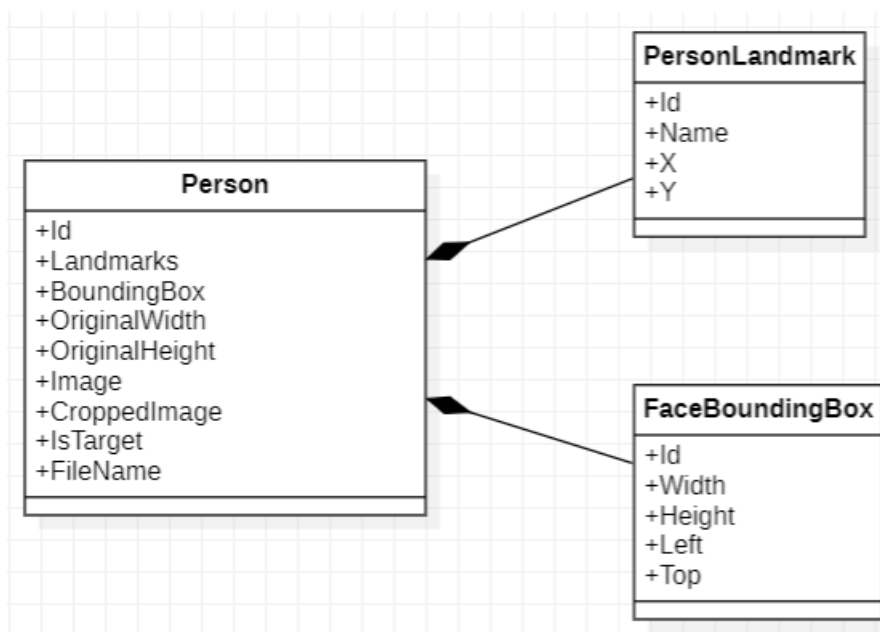


Рисунок 2.4 - Структура бази даних

2.4 Функціонування системи

Для знаходження та розпізнавання облич використовується один із веб-сервісів Амазон(AWS) – AWS Rekognition [13]. В основі розпізнавання використовуються глибокі моделі нейронної мережі для виявлення та позначення об'єктів на зображеннях. Вихідні зображення зберігаються на AWS S3 [14]. Амазон S3 дозволяє зберігати велику кількість даних та служить гарним контейнером. На рис. 2.5 Показано процес взаємодії з AWS.

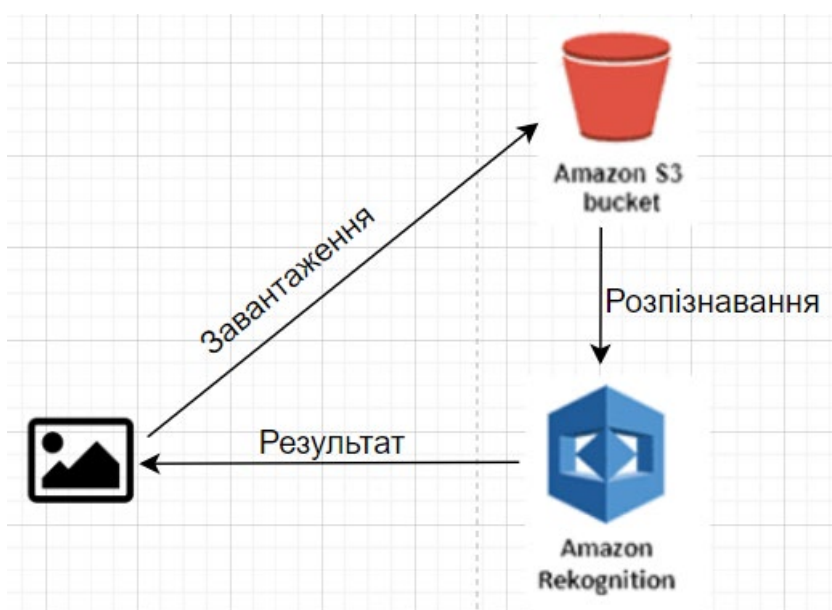


Рисунок 2.5 – Процес взаємодії з AWS

2.5 Висновки за розділом

Описано режими роботи системи. Розроблено структуру бази даних. Наведено принципи функціонування системи з використанням веб-сервісу Амазон (AWS).

3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

3.1 Вибір середовища та засобів розробки

У якості середовища розробки обрано Visual Studio 2022 [15]. Visual Studio має низку інструментів, які допомагають при розробці та доречні до створення нашого додатку. В якості мови розробки використовується C# [16]. C# — це об'єктно-орієнтована, компонентно-орієнтована мова програмування, яка надає мовні конструкції для зручної розробки, роблячи C# природною мовою для створення та використання програмних компонентів. З моменту свого зародження C# додав функції для підтримки нових робочих навантажень і нових методів проектування програмного забезпечення, які мають позитивний вплив на розробку. В якості основної технології використовується .NET 6 [17]. Ця технологія є мультиплатформеною та підтримує десктопну, мобільну або веб розробку. У якості бази даних обрано MSSQL.

3.2 Розробка основних алгоритмів програми

Для кожного з режимів роботи програми використовується завантаження зображення. Блок-схема завантаження зображення представлена на рис. 3.1. Код програми наведено в додатку А.

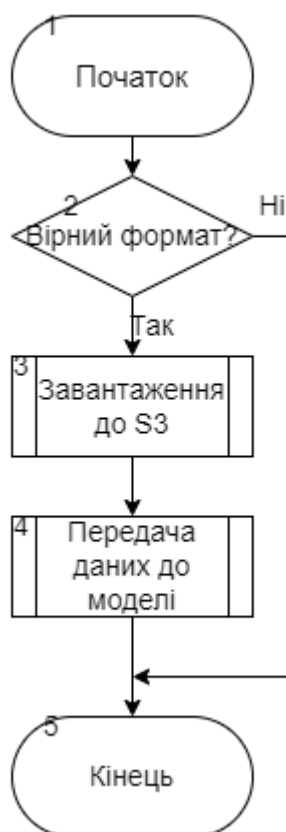


Рисунок 3.1 – Узагальнена блок-схема алгоритму завантаження зображення

Блок 1 – Початок роботи алгоритму

Блок 2 – Валідація вихідного зображення на вірний формат. Програма приймає зображення у форматі jpg.

Блок 3 – Завантаження зображення на AWS S3.

Блок 4 – Створення нової моделі на основі отриманого зображення та передача її на UI.

Блок 5 – Вихід з алгоритму

Одним із розроблюваних режимів програми є знаходження облич. Блок-схема функціонування цього режиму представлено на рис. 3.2. Реалізацію алгоритму наведено в додатку Б.

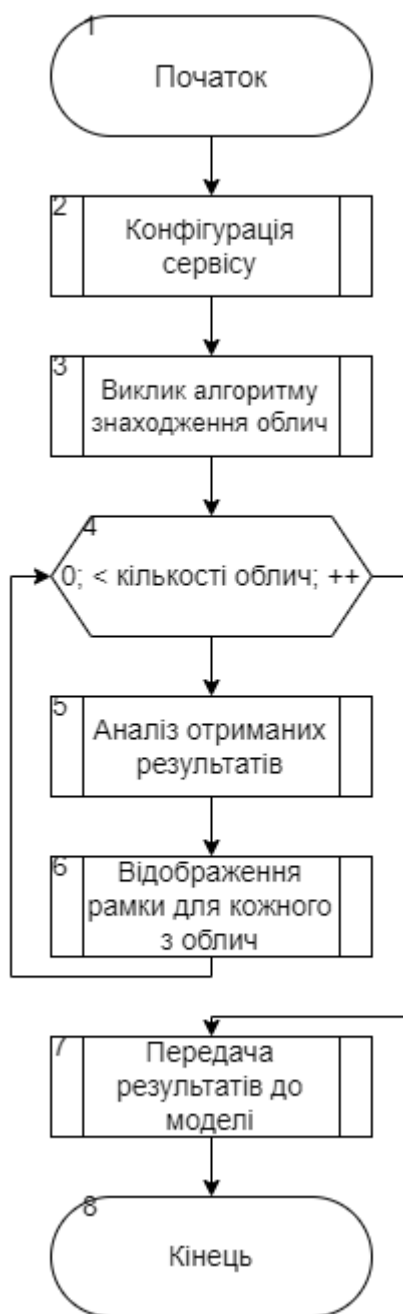


Рисунок 3.2 – Узагальнена блок-схема алгоритму знаходження облич

Блок 1 – Початок роботи алгоритму

Блок 2 – Виклик AWS сервісу з заданою конфігурацією

Блок 3 – Запуск алгоритму знаходження облич та отримання результатів

Блок 4 – Ітерування по знайденим обличчям

Блок 5 – Аналіз отриманих результатів після знаходження облич

Блок 6 – Створення кольорової рамки для кожного із знайдених облич

Блок 7 – Передача результатів на UI

Блок 8 – Завершення алгоритму

Іншим режимом роботи є режим розпізнавання облич. Блок-схема функціонування такого режиму показано на рис. 3.3. Вихідний код для даного алгоритму приведено в додатку В.

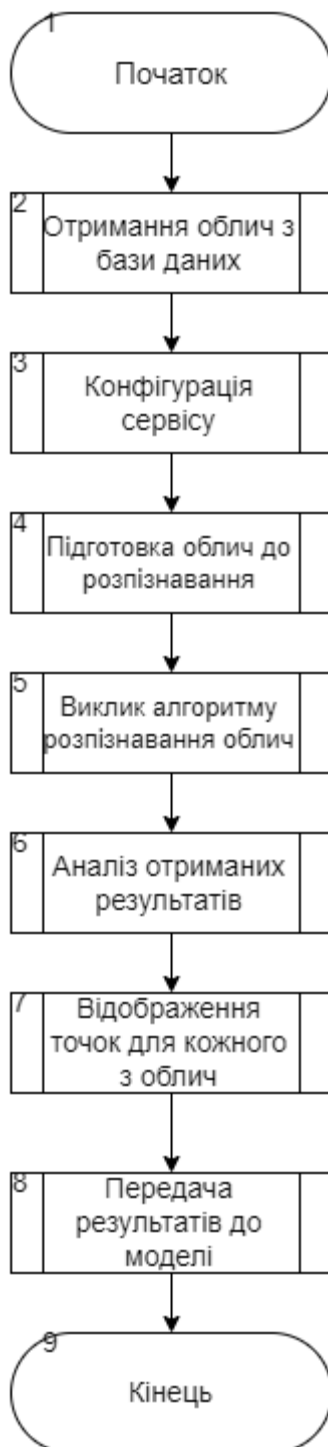


Рисунок 3.3 – Узагальнена блок-схема алгоритму розпізнавання облич

Блок 1 – Початок роботи алгоритму

Блок 2 – Отримання існуючого обличчя із бази даних

Блок 3 – Виклик AWS сервісу з заданою конфігурацією

Блок 4 – Конвертація зображень до потрібного формату

Блок 5 – Виклик алгоритму розпізнавання обличчя

Блок 6 – Аналіз отриманих результатів після розпізнавання

Блок 7 – Відображення унікальних кольорових точок на кожному з облич

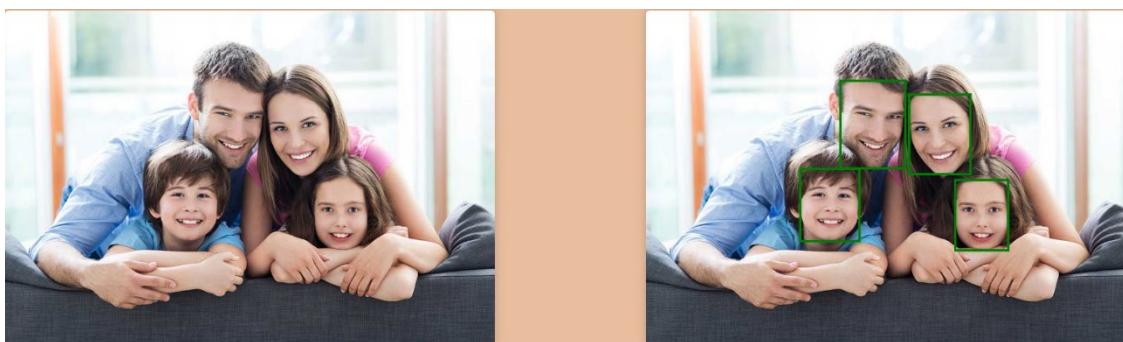
Блок 8 – Передача результатів на UI

Блок 9 – Завершення алгоритму

3.3 Перевірка працездатності

3.3.1 Режим знаходження облич

Перевіримо знаходження обличчя без ніяких перешкод. Така перевірка представлена на рис. 3.4.







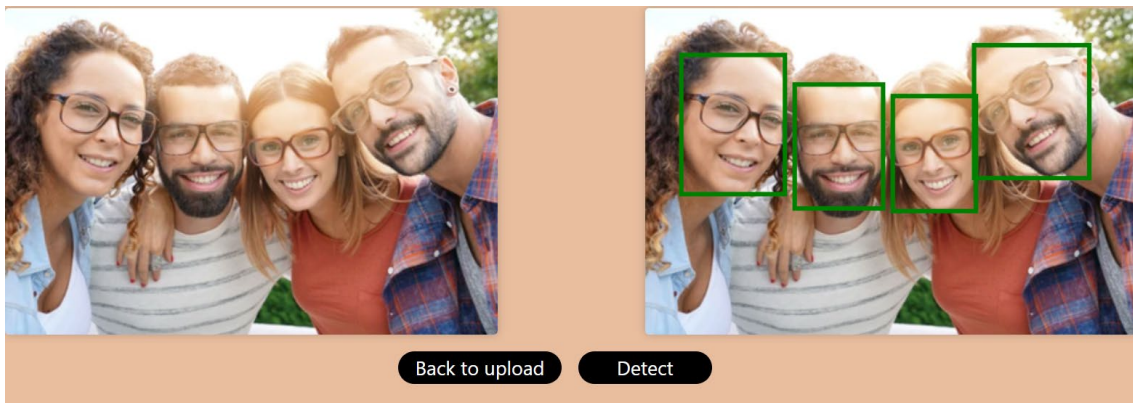
Face	Confidence	Gender	Estimated age	Sunglasses	Eyeglasses	Beard	Mustache	MouthOpen
	99.9992	Male 97.36713	22 - 30	False 99.996635	False 97.49203	True 99.829796	False 87.000885	True 94.10665
	99.996796	Female 99.999435	26 - 36	False 99.996315	False 96.5895	False 95.79599	False 98.49811	True 94.89019
	99.99506	Male 99.99112	6 - 14	False 99.99666	False 97.54441	False 87.75467	False 98.06795	True 93.262634
	99.997986	Female 99.98582	6 - 16	False 99.990074	False 65.48646	False 91.73313	False 98.036255	True 88.90802

Рисунок 3.4 – Знаходження облич без жодних перешкод

Всі обличчя знайдено та характеристики визначено вірно. Наступна перевірка буде вже з деякими ускладненнями. На зображенні знаходяться люди в окулярах та дуже яскравим світлом. Такий випадок представлено на рис. 3.5.







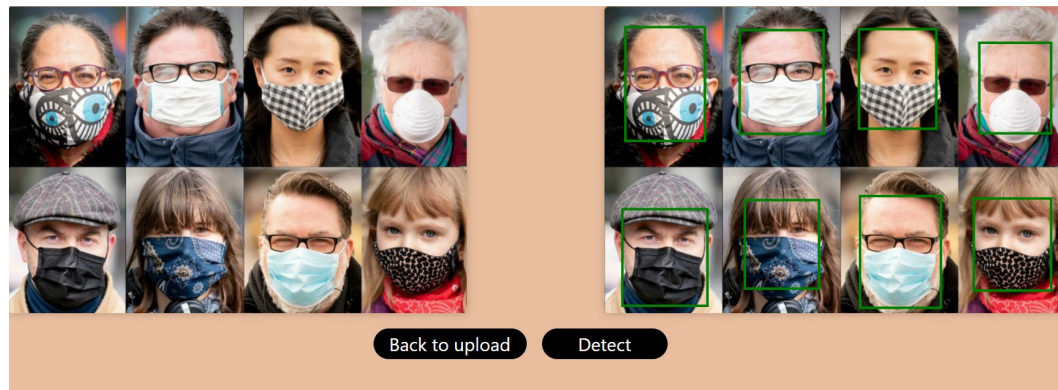
Face	Confidence	Gender	Estimated age	Sunglasses	Eyeglasses	Beard	Mustache	MouthOpen
	99.999855	Male 99.60054	23 - 33	False 99.980064	True 99.99999	True 91.86226	False 89.82247	True 90.503624
	99.999405	Female 99.99444	23 - 33	False 99.91958	True 99.99999	False 94.45106	False 98.227	True 94.46581
	99.99714	Male 99.895645	26 - 36	False 99.98708	True 99.999985	True 98.86518	False 80.9867	True 93.960014
	99.99815	Female 99.9983	23 - 31	False 99.7378	True 99.99999	False 94.706635	False 98.24268	True 94.67234

Рисунок 3.5 – Перевірка знаходження облич в окулярах

Перевіримо випадок, коли обличчя прикрите маскою. Результати відповідної перевірки наведено на рис. 3.6.



Face	Confidence	Gender	Estimated age	Sunglasses	Eyeglasses	Beard	Mustache	MouthOpen
	99.99822	Male 98.56944	40 - 48	False 97.204796	True 99.99974	True 61.50918	False 90.60671	False 78.229645
	99.99966	Male 99.766304	39 - 47	False 99.978165	True 99.66181	True 50.564545	False 86.523186	False 70.397194
	99.998924	Male 99.86757	38 - 46	False 99.98904	True 99.95867	True 51.181557	False 90.15097	False 63.69493
	99.999725	Male 99.996796	45 - 51	False 99.99578	False 95.74014	True 62.92063	False 95.43966	False 90.50168
	99.99933	Female 99.95732	18 - 26	False 99.993904	False 91.00412	False 73.23297	False 95.25519	False 67.22166
	99.998024	Female 99.9875	2 - 8	False 99.94641	True 72.594246	False 75.952576	False 95.7079	True 52.160717
	99.98659	Female 99.95713	22 - 30	False 99.85432	True 91.650024	False 81.04781	False 96.08078	False 79.65901
	99.998856	Female 53.501724	57 - 65	True 99.82478	True 99.99999	False 53.67774	False 94.984314	False 73.40525

Рисунок 3.6 – Результати знаходження обличч в масках

У результаті перевірки видно, що знайдено всі обличчя та більшість з результируючих характеристик відповідає дійсності, але існують і погрішності.

3.3.2 Режим розпізнавання обличч

У цьому режимі проведемо декілька перевірок розпізнавання обличч та порівняємо результати залежно від вихідних даних. На рис. 3.7 показано випадок з однаковими обличчями.

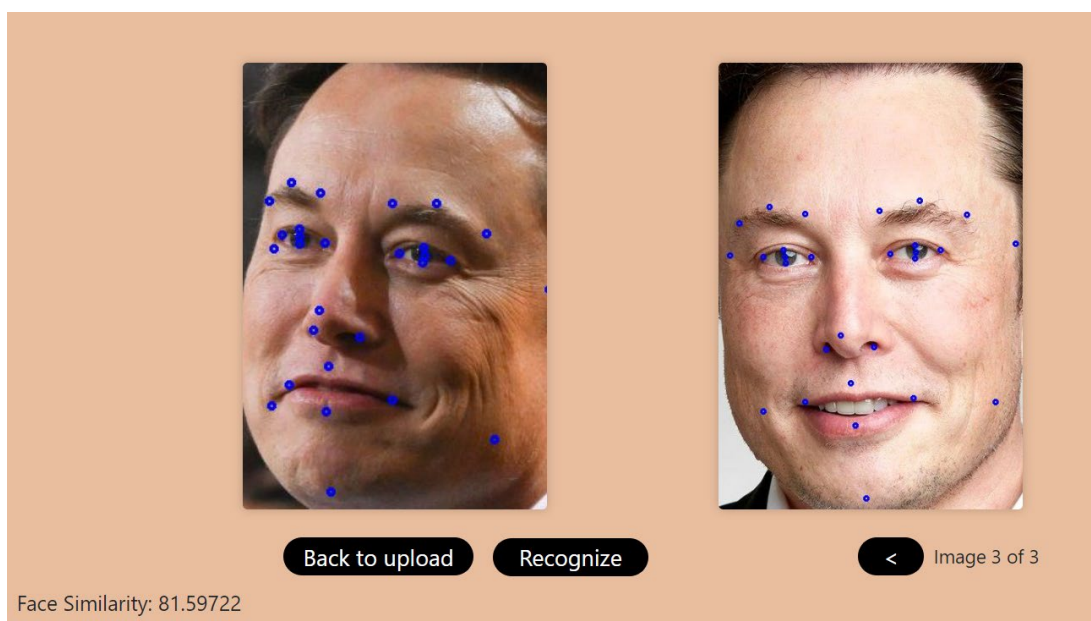


Рисунок 3.7 – Розпізнавання однакових облич

У результаті побачили, що програма змогла ідентифікувати, що це одне й те саме обличчя з доволі високою вірогідністю.

На рис. 3.8 представлено розпізнавання різних облич.

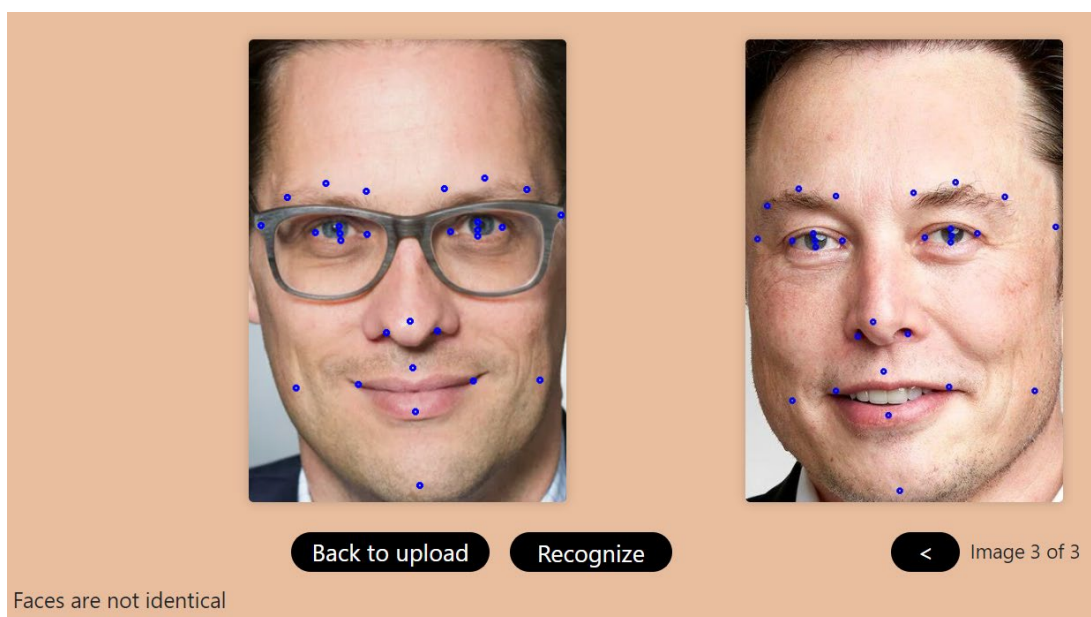


Рисунок 3.8 – Розпізнавання різних облич

У результаті виявлено, що обличчя не співпадають, що відповідає дійсності. Розпізнавання одного обличчя в різному віці показано на рис. 3.9.

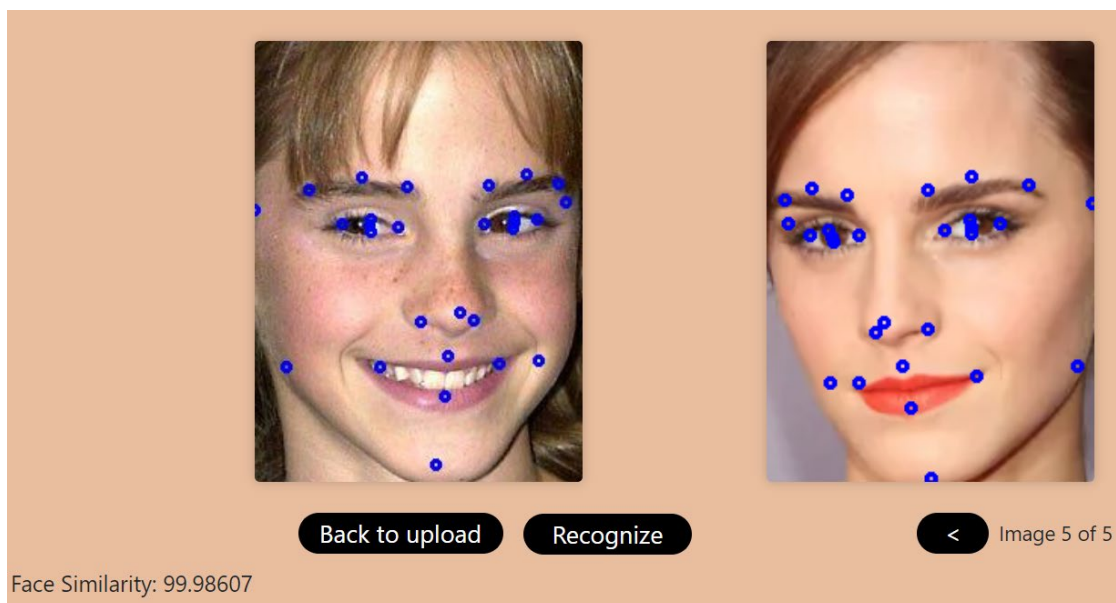


Рисунок 3.9 – Розпізнавання одного обличчя в різному віці

Хоча вік різний, але програма змогла точно виявити, що на зображеннях знаходиться одна й та сама людина.

3.4 Розробка інструкції користувача

3.4.1 Пошук обличчя

При запуску додатку користувач потрапляє на головну сторінку та має на вибір один із двох режимів: пошук обличчя та розпізнавання обличчя. Для того, щоб перейти до режиму знаходження обличчя, зліва необхідно натиснути кнопку Navigate. На рис. 3.10 показано головну сторінку додатку.

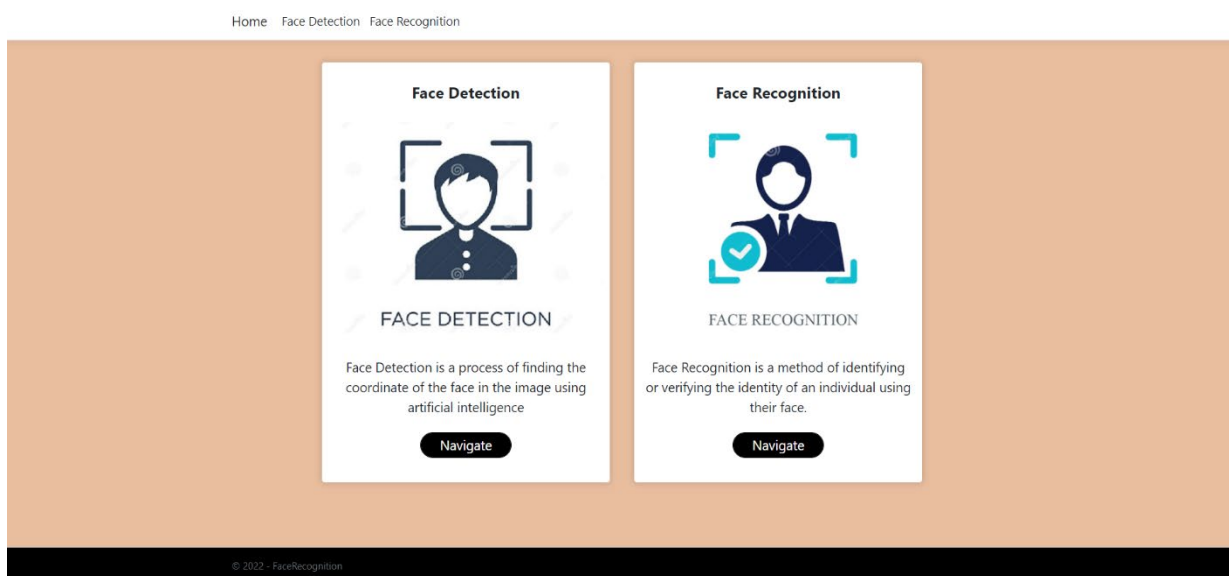


Рисунок 3.10- Головна сторінка додатку

Після натискання кнопки **Navigate** відкривається наступне вікно (рис. 3.11), де необхідно вибрати зображення у форматі **jpg**, яке в подальшому буде аналізуватися.

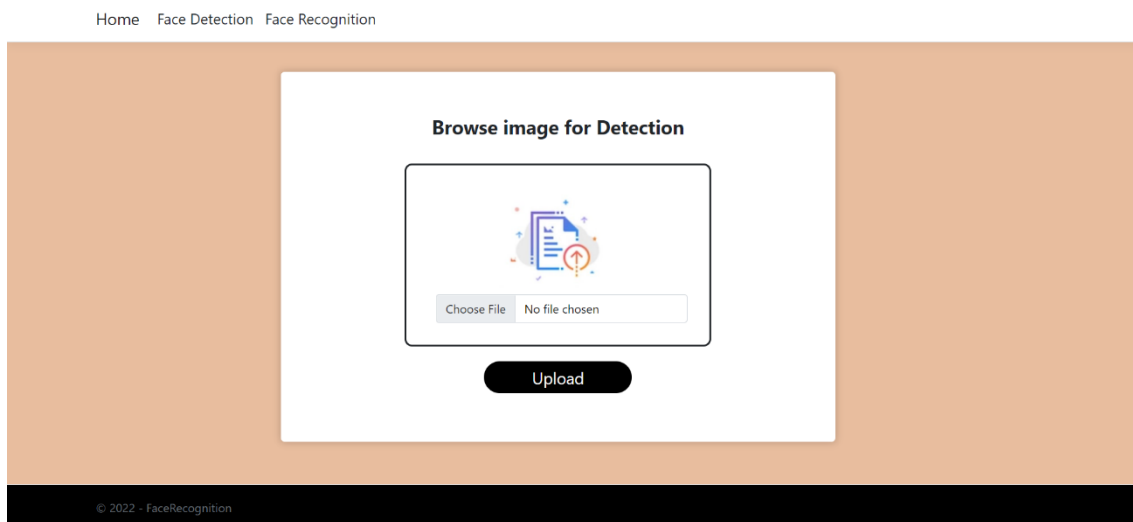


Рисунок 3.11 – Вибір зображення для знаходження обличчя

Як тільки зображення вибране, необхідно натиснути кнопку **Upload** для переходу на наступний екран. На рис. 3.12 показано приклад вибраного зображення.

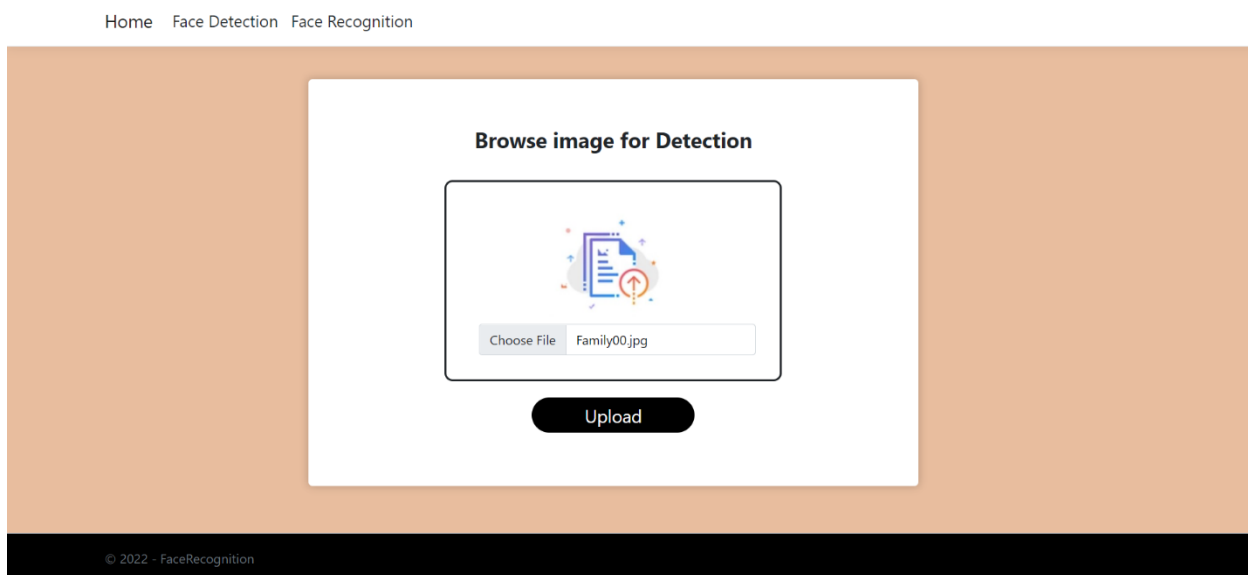


Рисунок 3.12 – Приклад вибраного зображення

Після переходу на наступний екран, відобразиться вибране зображення (рис. 3.13).

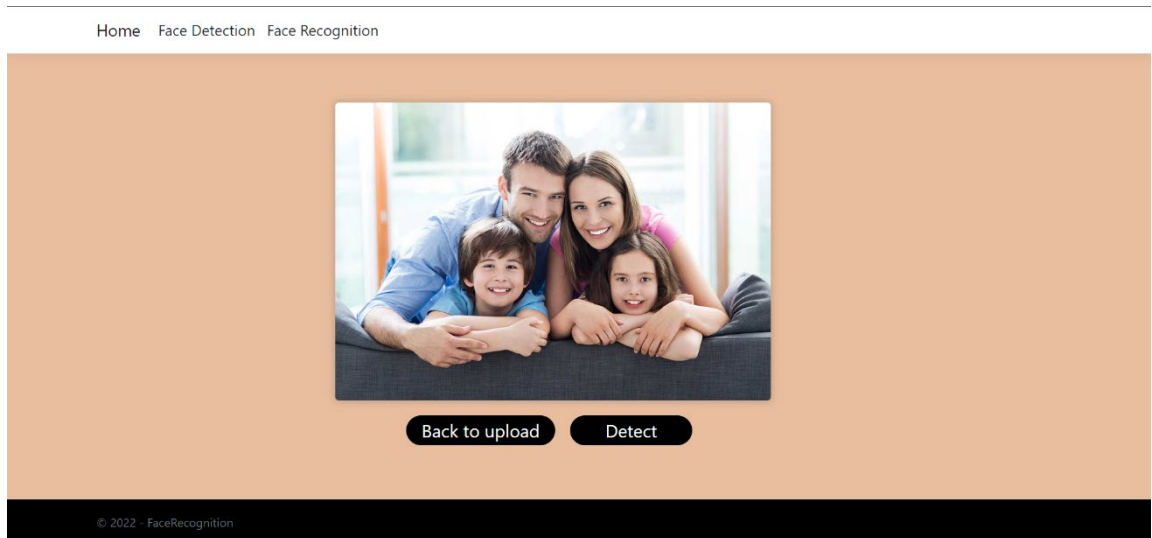


Рисунок 3.13 – Стартовий екран для знаходження обличчя

У разі необхідності зміни зображення, створена кнопка Back to Upload. Після її натискання, користувача буде перенаправлену на екран вибору зображення(рис. Рисунок 3.11).

Якщо зображення задовольняє користувача і він хоче знайти обличчя на ньому, необхідно натиснути кнопку Detect.

Усі знайдені обличчя будуть виділені зеленим прямокутником на сусідньому зображенні. У результаті буде отримано 2 зображення, одне початкове, а інше з відокремленими обличчями. На рис. 3.14 показано результати роботи знаходження облич.

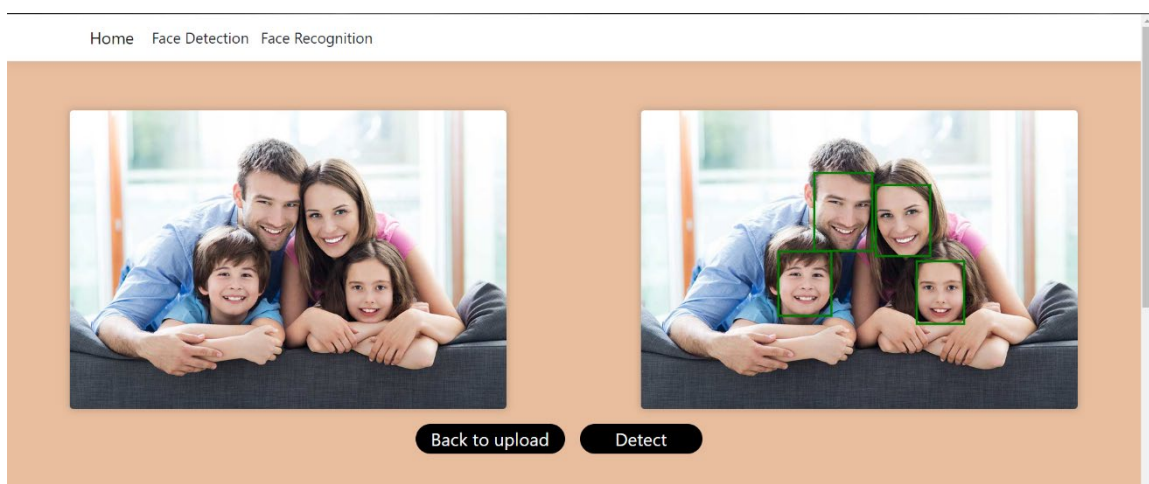






Рисунок 3.14 – Результат виділення облич із зображення

Крім намальованих прямокутників, також присутні отримані деталі для кожного з облич. Для того, щоб побачити деталі, необхідно прокрутити сторінку до низу. На рис. 3.15 відображено отримані деталі для виділених облич.

Face	Confidence	Gender	Estimated age	Sunglasses	Eyeglasses	Beard	Mustache	MouthOpen
	99.9992	Male 97.36713	22 - 30	False 99.996635	False 97.49203	True 99.829796	False 87.000885	True 94.10665
	99.996796	Female 99.999435	26 - 36	False 99.996315	False 96.5895	False 95.79599	False 98.49811	True 94.89019
	99.99506	Male 99.99112	6 - 14	False 99.99666	False 97.54441	False 87.75467	False 98.06795	True 93.262634
	99.997986	Female 99.98582	6 - 16	False 99.990074	False 65.48646	False 91.73313	False 98.036255	True 88.90802

© 2022 - FaceRecognition

Рисунок 3.15 – Деталі для знайдених облич

Кожне з найдених облич має низку параметрів та вірогідність того, що вони правдиві. Існують наступні параметри:

- Face – відокремлене обличчя із загального обличчя
- Confidence – вірогідність того, що знайдено дійсно обличчя
- Gender - стать
- Estimated age - оцінюваний вік
- Sunglasses – наявність сонцезахисних окулярів
- Eyeglasses- наявність окулярів
- Beard – присутність бороди
- Moustache – присутність вусів
- MouthOpen – перевірка відкритості рота

Для переходу на головну сторінку або на інший режим, необхідно зверху на панелі навігації натиснути відповідну кнопку.

3.4.2 Розпізнавання обличчя

Подібно до методу знаходження облич, при запуску програми, користувач потрапляє на головну сторінку(рис. 3.10). Як тільки головна сторінка завантажилася, користувач може справа натиснути кнопку Navigate та перейти до наступного вікна розпізнавання. Після натискання клавіші Navigate, відкриється вікно вибору зображення. Таке вікно показано на рис. 3.16.

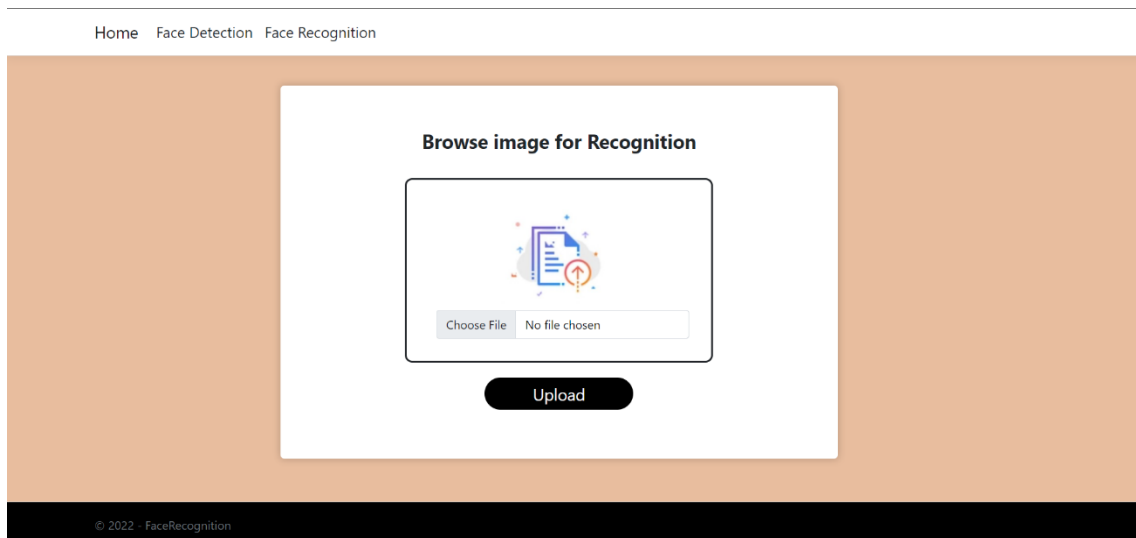


Рисунок 3.16 – Вікно вибору зображення для розпізнавання

На цій сторінці необхідно вибрати зображення у форматі jpg, яке буде далі співставлятися з іншим зображенням, яке зберігається в базі даних. На рис. 3.17 показано приклад обраного файлу для розпізнавання.

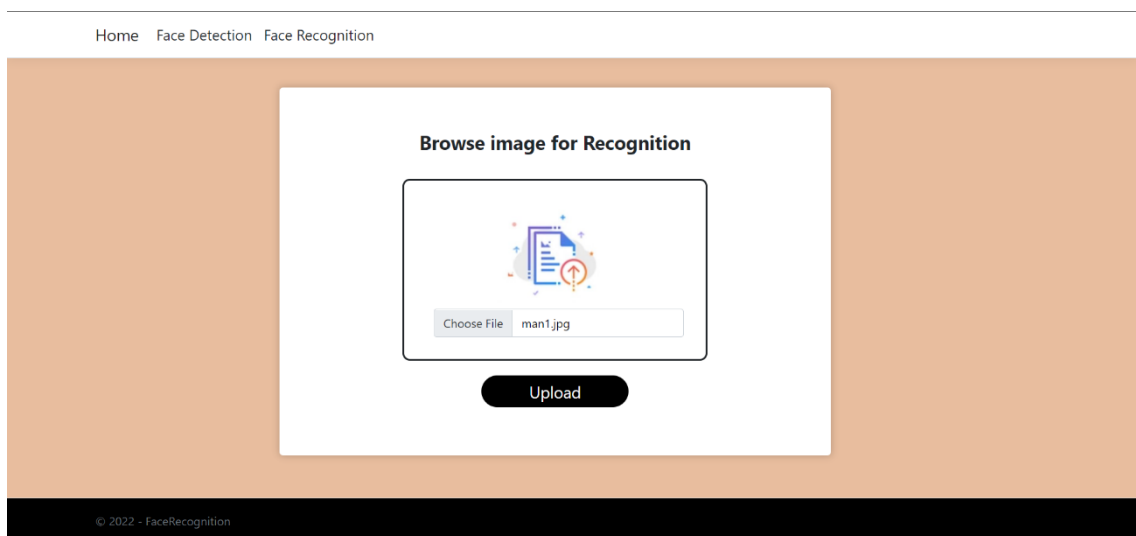


Рисунок 3.17 – Приклад обраного файлу для розпізнавання

Після обрання вірного файлу, потрібно натиснути кнопку Upload для переходу до наступного екрану, який показано на рис. 3.18.

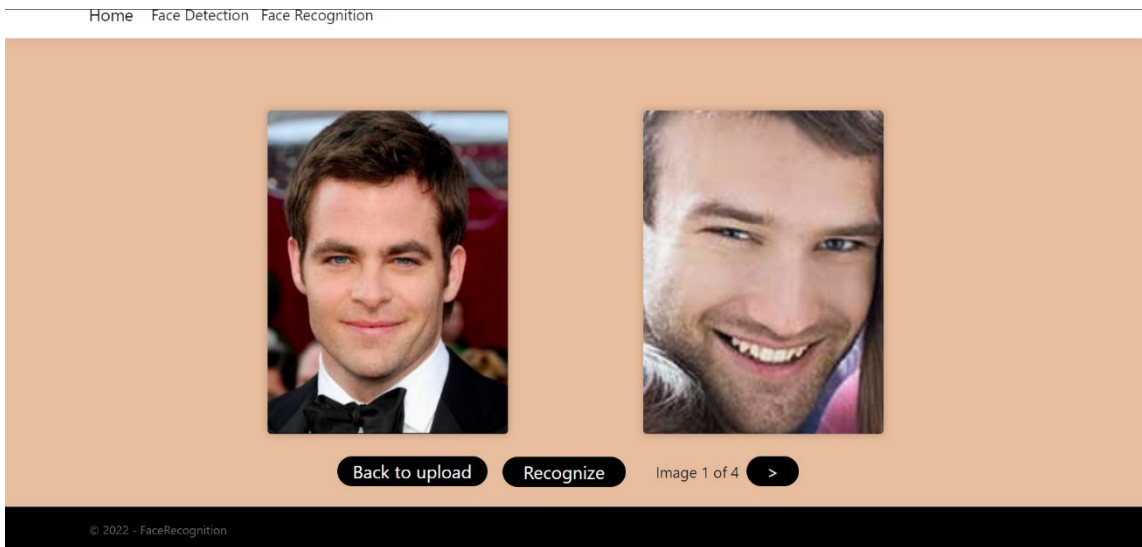


Рисунок 3.18 – Екран розпізнавання обличчя

Після переходу до екрану розпізнавання, користувач має побачити завантажене зображення зліва та перше із зображень, які зберігаються в базі даних. Існує декілька активних кнопок. Якщо користувач бажає вибрати інше зображення, то необхідно натиснути кнопку Back to Upload для переходу на попередню вкладку (рис. 3.16). Для вибору наступного зображення з бази даних, потрібно натиснути кнопку > на екрані, після чого завантажиться інше зображення. Приклад зміни зображення із бази даних представлено на рис. 3.19.

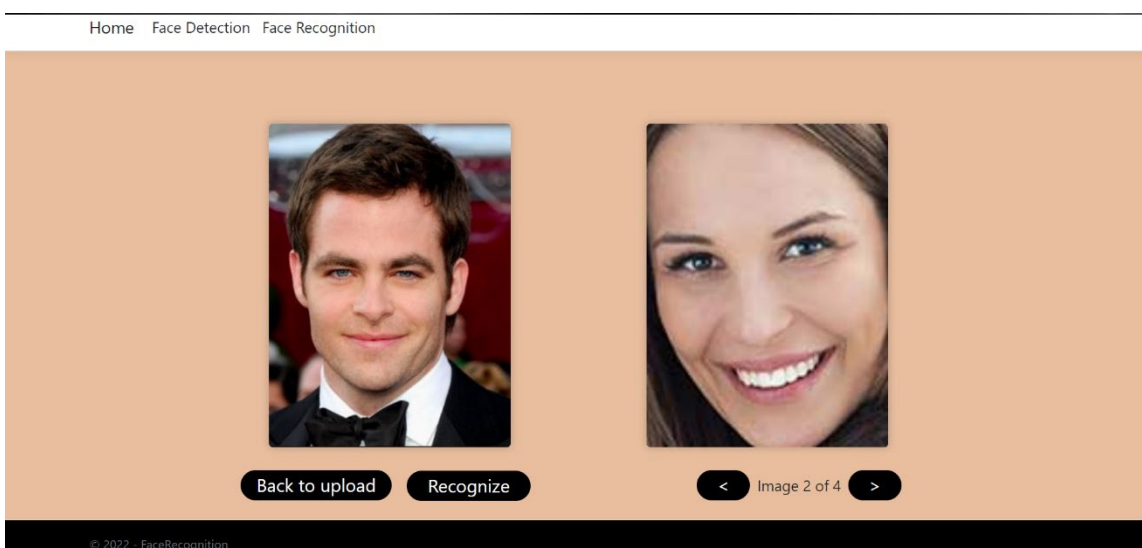


Рисунок 3.19 – Зміна зображення із бази даних

Після вибору іншого зображення з бази даних, яке не є останнім, з'являється ще одна кнопка, яка дозволяє вибирати попередні зображення. Якщо зображення є першим або останнім, то вибір доступний лише в одному напрямку. Якщо ж в базі даних зображення лише одне, то переходу до наступних зображень взагалі не буде. Приклад зберігання лише одного зображення в базі даних представлено на рис. 3.20.

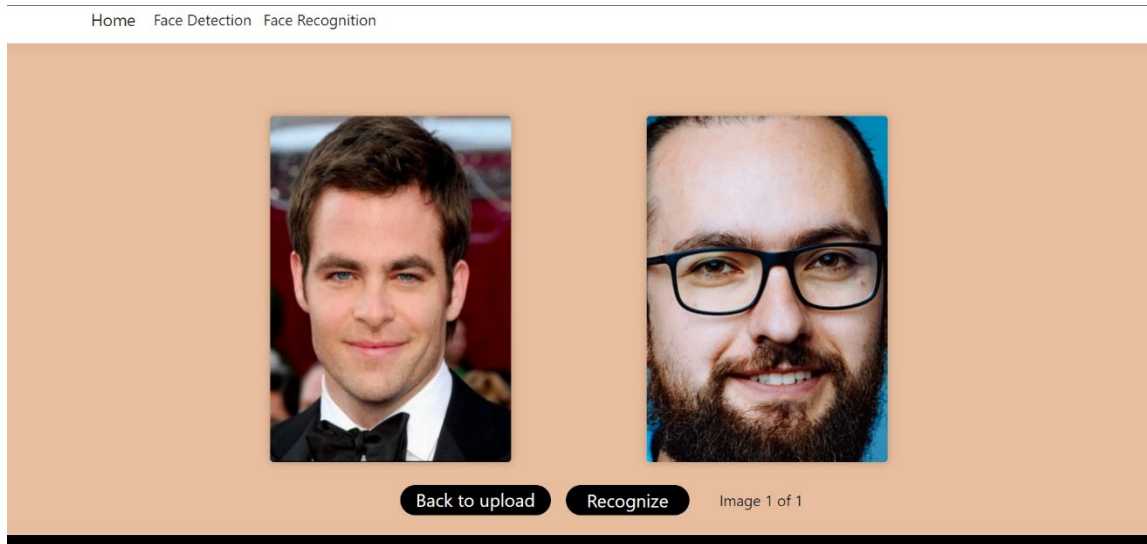


Рисунок 3.20 – Приклад зберігання одного обличчя в базі даних

Коли вибрано підходящі зображення, необхідно натиснути кнопку Recognize для запуску процесу розпізнавання. Результат розпізнавання представлено на рис. 3.21.

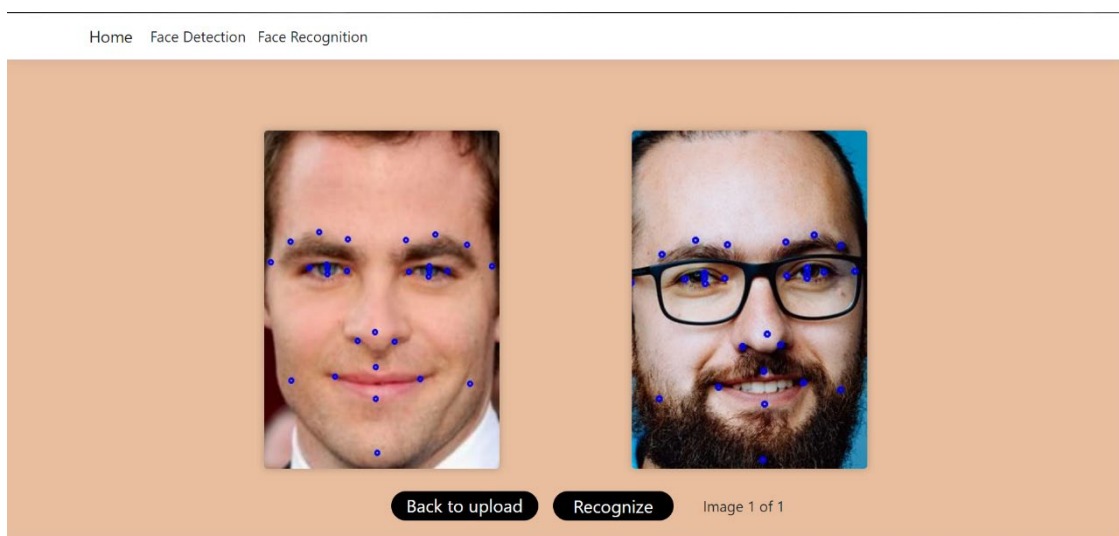


Рисунок 3.21 – Результат розпізнавання обличчя

У результаті розпізнавання отримуємо 2 зображення з точками деталей кожного з облич та вірогідність того, що обличчя ідентичні.

Для повернення на головну сторінку або вибору іншого режиму зверху присутня панель навігації.

3.5 Висновки за розділом

Обрано середовище розробки Visual Studio 2022. У якості мови програмування використовується С#. Підключено базу даних MSSQL. Розроблено основні програмні алгоритми. Проведено перевірку працездатності. Створено інструкцію користувача для кожного з режимів роботи програми. Показано результати виконання програми.

ВИСНОВКИ

В роботі розроблено програмний комплекс, що реалізує та демонструє біометричну ідентифікацію та аутентифікацію за обличчям.

Проведено огляд біометричних методик. Порівняно біометричні методики та обрано геометрію обличчя. Розглянуто методики обличчя та вибрано глибоке навчання.

Визначено режими роботи. Представлено схему функціонування режиму пошуку та розпізнавання облич. Показано структуру бази даних.

Створено програмний комплекс, який включає в себе режим пошуку обличчя та розпізнавання. Здійснено вибір середовища та мови програмування. Для кожного з режимів приведено блок-схему алгоритму. Перевірено працездатність системи на конкретних прикладах. Додано інструкцію користувача для створеного програмного забезпечення.

Розроблене програмне забезпечення може бути використано як в практичних цілях для розпізнавання облич, так і в навчальному процесі студентів при проведенні лабораторних або практичних робіт.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. What is biometric? [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://www.thalesgroup.com/en/markets/digital-identity-and-security/government/inspired/biometrics>
2. Authentication at Scale [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://web.archive.org/web/20180427183929/https://www.computer.org/cms/Computer.org/ComputingNow/pdfs/AuthenticationAtScale.pdf>
3. Types of Biometrics [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://recfaces.com/articles/types-of-biometrics>
4. Comparison of biometric identification methods [Електронний ресурс] – Режим доступу:
https://www.researchgate.net/publication/306064545_Comparison_of_biometric_identification_methods
5. Face detection vs Face Recognition [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://www.facefirst.com/blog/face-detection-vs-face-recognition/>
6. Face recognition all there is to know [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://www.incognia.com/the-authentication-reference/face-recognition-all-there-is-to-know>
7. Face Detection with Haar Cascade [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://towardsdatascience.com/face-detection-with-haar-cascade-727f68dafd08>
8. Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://www.cs.cmu.edu/~efros/courses/LBMV07/Papers/viola-cvpr-01.pdf>
9. Implementing face detection using the Haar Cascades and AdaBoost algorithm [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://hub.packtpub.com/implementing-face-detection-using-haar-cascades-adaboost-algorithm/>
10. Machine Learning [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/machine-learning-ML>
11. Deep Learning [Електронний ресурс] – Режим доступу:

<https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/deep-learning-deep-neural-network>

12. Microsoft SQL Server [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<https://www.techtarget.com/searchdatamanagement/definition/SQL-Server>

13. What is Amazon Rekognition? [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<https://docs.aws.amazon.com/rekognition/latest/dg/what-is.html>

14. Data Lake Storage [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<https://aws.amazon.com/products/storage/data-lake-storage/>

15. Visual Studio IDE [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<https://docs.microsoft.com/en-us/visualstudio/get-started/visual-studio-ide?view=vs-2022>

16. A tour of the C# language [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/tour-of-csharp/>

17. What's new in .NET 6 [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/core/whats-new/dotnet-6>