

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 систем та мереж

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Комп'ютеризована система для визначення емоційного стану
людини на основі відеоаналізу обличчя**

Виконав: студент **IV** курсу, групи **СІЗс-42**
спеціальності **123 Комп'ютерна інженерія**

(шифр і назва спеціальності)

_____ **Домарецький М.В.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ **Гащин Н.Б.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ **Тиш Є.В.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____ **Осухівська Г.М.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль - 2021

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 систем та мереж
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Осухівська Г.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«__» _____ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія
(шифр і назва спеціальності)

Студенту Домарецькому Максиму Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Комп'ютеризована система для визначення емоційного стану людини
на основі відеоаналізу обличчя

Керівник роботи Гацин Надія Богданівна, к.т.н., доц. каф. ММ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «01» 02 2021 року № 4/7-59

2. Термін подання студентом завершеної роботи 16.06.2021р.

3. Вихідні дані до роботи Технічне завдання

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

Вступ. 1. Теоретична частина. 1.1 Огляд систем розпізнавання емоцій. 1.2. Огляд методів
розпізнавання емоцій. 2. Проектно-практична частина. 2.1. Ефективність методів
розпізнавання емоцій. 2.2. Реалізація системи розпізнавання емоцій

3. Апробація системи розпізнавання емоцій. 3.1. Визначення точності розпізнавання емоцій

3.2. Апробація роботи системи на реальних даних.

4. Безпека життєдіяльності, основи хорони праці.

Висновки. Список використаних джерел

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

1. Інтерфейси програм

2. Загальна схема процесу розпізнавання зображення особи_ Матриця помилок

3. Діаграма класів системи

4. Відсоток вірного розпізнавання емоції системою

5. Рівень та розподіл емоцій упродовж заняття

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи хорони праці	Пилипець М.І., проф. кафедри МТ		

7. Дата видачі завдання 28 квітня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Ознайомлення з завданням до кваліфікаційної роботи	01.02 – 03.02	Виконано
2.	Підбір джерел про існуючі системи для визначення емоційного стану людини	04.02 – 28.02	Виконано
3.	Опрацювання джерел про існуючі системи для визначення емоційного стану людини	01.03 – 15.03	Виконано
4.	Розроблення програмного коду	17.03 – 09.04	Виконано
5.	Оформлення розділу «Теоретична частина»	17.03 – 09.04	Виконано
6.	Оформлення розділу «Проектно-практична частина»	10.04 – 07.05	Виконано
7.	Оформлення розділу «Апробація системи розпізнавання емоцій»	03.04 – 08.05	Виконано
8.	Виконання завдання до підрозділу «Безпека життєдіяльності, основи хорони праці»	10.05 – 15.05	Виконано
9.	Оформлення кваліфікаційної роботи	15.05 – 03.06	Виконано
10.	Нормоконтроль	04.06 – 06.06	Виконано
11.	Перевірка на плагіат	07.06 – 09.06	Виконано
12.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	09.06 – 12.06	Виконано
13.	Захист кваліфікаційної роботи	16.06	

Студент

(підпис)

Домарецький М.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Гащин Н.Б.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Комп'ютеризована система для визначення емоційного стану людини на основі відеоаналізу обличчя // Кваліфікаційна робота бакалавра // Домарецький Максим Володимирович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних систем та мереж, група СІзс-42 // Тернопіль, 2021 // с. – 51, рис. – 28, табл. – 2, аркушів А1 – 5, бібліогр. – 30.

Ключові слова: ВІДЕОАНАЛІЗ, РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ, ЕМОЦІЇ, МЕТРИКИ ЯКОСТІ, OPEN CV, LDA

Кваліфікаційна робота присвячена розробці системи, що дозволяє розпізнавати базові емоції студентів з метою моніторингу їх емоційного ставлення до матеріалу, який викладається. Проведено аналізу існуючих методів і систем розпізнавання емоцій, обґрунтовано максимально ефективний метод і алгоритм розпізнавання емоцій. Система створена написана на мові програмування Python 3.6 з використанням фреймворку Django. Система є веб-додатком, який дозволяє користувачам по завантажених відеозаписах лекції та презентації визначати емоційне ставлення присутніх на відеозаписі слухачів до матеріалу, який викладається користувачам.

Розроблювана система була протестована на реальних даних для визначення емоційного стану студентів. Отримані практичні результати дозволяють стверджувати про ефективність використання розробки для розпізнавання базових емоцій людини.

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ANNOTATION

Computer-aided system for a person emotional state identification based on face video analysis // Bachelor thesis // Domaretskiy Maksim // Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Faculty of Computer Information Systems and Software Engineering, Department of Computer Systems and Nets // Ternopil, 2021 // p.- 51, fig. – 28, table. – 2, Sheets A1 – 5, Ref. – 30.

Keywords VIDEO ANALYSIS, IMAGE RECOGNITION, EMOTIONS, QUALITY METRICS, OPEN CV, LDA

The qualification work deals with the development of a system that allows to recognize the basic emotions of students in order to monitor their emotional attitude to the material being taught. The analysis of existing methods and systems of emotion recognition is carried out, the most effective method and algorithm of emotion recognition is substantiated. The system was created written in the Python 3.6 programming language using the Django framework. The system is a web application that allows users to determine the emotional attitude of the listeners present in the video to the material taught to users from the downloaded videos of lectures and presentations.

The developed system was tested on real data to determine the emotional state of students. The obtained practical results allow us to assert the effectiveness of using development to recognize basic human emotions.

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

API (Application Programming Interface) – набір готових класів, процедур, функцій, структур і констант, наданих додатком (бібліотекою, сервісом) або операційною системою для використання у зовнішніх програмних продуктах.

JSON (JavaScript Object Notation) – текстовий формат обміну даними, заснований на JavaScript.

LDA (Linear Discriminant Analysis) – лінійний дискримінантний аналіз. Метод пошуку лінійної комбінації змінних, найкращим чином розділяє два або більше досліджуваних класи.

LeNet5 – фундаментальна модель згорткової нейронної мережі, має 60 000 навчальних параметрів з 345 308 з'єднань.

PCA (Principal Component Analysis) – метод головних компонент. Метод, що дозволяє переводити велику кількість пов'язаних між собою (залежних, таких, що корелюються) змінних в меншу кількість незалежних змінних.

SDK (Software development kit) – комплект засобів розробки, який дозволяє фахівцям з ПЗ створювати додатки для певного пакета програм, ПЗ базових засобів розробки, апаратної платформи, комп'ютерної системи, ігрових консолей, ОС і інших платформ.

Власні особи – ортонормовані базисні вектори або власні вектори коваріаційної матриці набору осей.

Ефективні обчислення (Affective computing) – дослідження і розробка систем та пристроїв, здатних розпізнавати, інтерпретувати, обробляти і імітувати людські емоції

БД – база даних.

ЗНМ (convolutional neural network - CNN) – згорткова нейронна мережа

Класифікатор – метод (алгоритм) машинного навчання, здатний довільному об'єкту з початкової множини об'єктів призначити відповідний йому клас з наявної безлічі класів.

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

КЗ – комп'ютерний зір

Модель – результат алгоритму машинного навчання на навчальних даних.

ОС – операційна система.

ПЗ – програмне забезпечення.

СУБД – система управління базами даних

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	5
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	11
1.1 Огляд систем розпізнавання емоцій.....	11
1.1.1 Affectiva SDK & API	11
1.1.2 FaceReader Noldus Information Technology	12
1.1.3 Microsoft Cognitive Services Emotion API	15
1.2 Огляд методів розпізнавання емоцій	16
РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТНО-ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	23
2.1 Ефективність методів розпізнавання емоцій.....	23
2.1.1 Чисельні метрики якості.....	23
2.1.2 Порівняння моделей розпізнавання емоцій за допомогою чисельних метрик якості.....	26
2.2 Реалізація системи розпізнавання емоцій.....	27
2.2.1 Використовувані технології	27
2.2.2 Опис системи	28
2.2.3 Сутності системи.....	29
2.2.4 Додавання відеоматеріалів для розпізнавання емоцій	32
2.2.5 Реалізація модуля виявлення осіб	33
2.2.6 Реалізація модуля розпізнавання емоцій	34
2.2.7 Реалізація модуля обробки результатів розпізнавання	35
РОЗДІЛ 3 АПРОБАЦІЯ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ЕМОЦІЙ.....	38
3.1 Визначення точності розпізнавання емоцій	38
3.2 Апробація роботи системи на реальних даних	40

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Домарецький М.				Лім.	Арк.	Аркуші		
Керівник.	Гашин Н.Б.								
Реценз.					ТНТУ, каф. КС, гр. СІзс-42				
Н. Контр.									
Затверд.									

РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ...	43
4.1 Вимоги ергономіки до організації робочого місця оператора ПК.....	43
4.2 Заходи захисту від випромінювань оптичного діапазону.....	46
ВИСНОВКИ.....	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	49
ДОДАТКИ	
Додаток А. Технічне завдання	

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ВСТУП

Людина висловлює своє ставлення до зовнішнього, навколишнього світу через емоції. Емоції описують почуття людей в різних ситуаціях.

Дослідження показали, що людина може за допомогою мімічних виразів невербально проявляти 7 базових емоцій: радість, смуток, страх, здивування, огида, сором, гнів (модель базових емоцій П. Екмана) [1]. Людська особа є видатним і спонтанним каналом спілкування людини і людини: вона хмурить брови, коли розсерджена, закриває очі, коли перелякана, і посміхається, коли відчуває радість. У процесі спілкування людина інтуїтивно по міміці визначає, які емоції відчуває його співрозмовник на даний момент. Але чи можливо навчити комп'ютер визначати, які емоції відчуває людина при взаємодії з ним?

Ефективні обчислення отримали величезний дослідницький інтерес в області розвитку взаємодії комп'ютера і людини за останні десятиліття. Розпізнаючи емоції, інтелектуальна комп'ютерна система може забезпечити більш дружні та ефективні засоби спілкування з користувачами в різних областях: медицині, освіті, маркетингу, інтелектуальних автомобільних системах, інтерактивних розвагах тощо.

На сьогоднішній день розроблено безліч алгоритмів і систем для розпізнавання емоцій по особам на зображеннях і відеофайли, які, як правило, засновані на відомих методах машинного навчання. Кожна емоція відповідає унікальному виразу обличчя, характеристики якого служать входом в систему класифікації, а вихід видає стан емоцій, котрий сприймається машиною. Системи розпізнавання активно використовуються в прикладних задачах, однак багато проблем все ще залишаються. Оклюзія і світлові перекручування, а також умови освітлення можуть змінити загальний вигляд особи, тим самим алгоритми не можуть визначити вирази обличчя.

Розпізнавання емоцій широко застосовується і в сфері освіти. Зараз немає дієвих способів визначення відношення студентів до освітнього процесу. На лекціях, семінарах і конференціях з великою кількістю слухачів (понад 50 осіб)

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

викладачеві неможливо самотійно визначити залученість учасників до процесу навчання. Найчастіше викладач оцінює реакцію тільки тих студентів, з якими він знаходить зоровий контакт. Як правило, це студенти, які сидять в перших рядах аудиторії. Таким чином, викладачеві неможливо скласти об'єктивну емоційну картину, орієнтуючись тільки на свої спостереження, і, отже, неможливо визначити ефективність матеріалу, який їм викладається. Тим самим є необхідність автоматизувати можливість визначати емоційний стан студентів під час академічних і науково-популярних занять.

Метою роботи є розробка системи, що дозволяє розпізнавати 7 базових емоцій студентів з метою моніторингу їх емоційного ставлення до матеріалу для підвищення якості та ефективності занять, а також своєчасного реагування у випадках виявлення несприятливої емоційної обстановки.

Для досягнення визначеної мети служать наступні завдання:

- проведення аналізу існуючих методів і систем розпізнавання емоцій;
- обґрунтування максимально ефективного методу і алгоритму розпізнавання емоцій;
- вибір програмних компонентів для реалізації системи;
- розробка системи розпізнавання емоцій по відеоданих;
- апробація системи на зібраних даних.

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.1 – Інтерфейс Affectiva

Однак продукти Affectiva не перебувають у вільному доступі і використовуються в вузькій предметній області.

1.1.2 FaceReader Noldus Information Technology

FaceReader [3] - програмний інструмент для автоматичного аналізу виразів обличчя і емоцій людини, розроблений компанією Noldus. Дана система може розпізнавати 6 базових емоцій (радість, смуток, злість, здивування, страх і огиду), а також визначити стать, вік, расову приналежність людини на відео або зображенні.

Програма FaceReader виявляє особу на зображенні або відео з допомогою алгоритму Віюлі-Джонса, в першу чергу, визначаючи місце розташування очей на обличчі. Після цього будується геометрична модель особи методом активної моделі зовнішнього вигляду. Система намагається створити якомога точнішу модель особи, описуючи всі текстури, тому що текстура дає додаткову інформацію про стан особи.

Метод Віюлі-Джонса дозволяє детектувати різні об'єкти на зображеннях в режимі реального часу. Застосовуються атрибути, подібні до ознак Хаара (рис. 1.2), за допомогою яких власне і проводиться пошук необхідного об'єкта (в

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

даному випадку, особливостей обличчя). Він дає добрі результати при спостереженні об'єкта, який знаходиться під кутом , меншим за 30°. Точність розпізнавання частково становить більше 90 відсотків, що є добрим результатом. Проте, коли відхилення становить більше 30° точність розпізнавання відразу значно падає. Тому визначення особи під довільним кутом не є можливим.

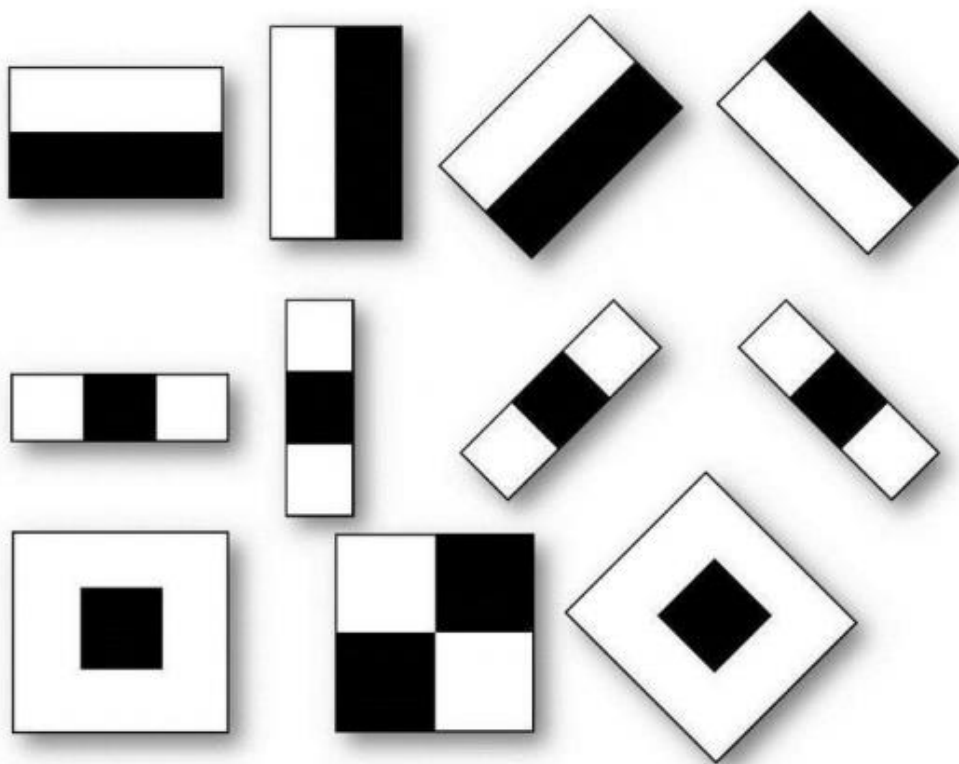


Рисунок 1.2 – Ознаки Хаара

При використанні розширеного методу Віоли-Джонса, котрий також міститься в бібліотеці OpenCV, та власне і застосовується у розроблюваній системі, застосовуються також додаткові ознаки, наведені на рис 1.3.

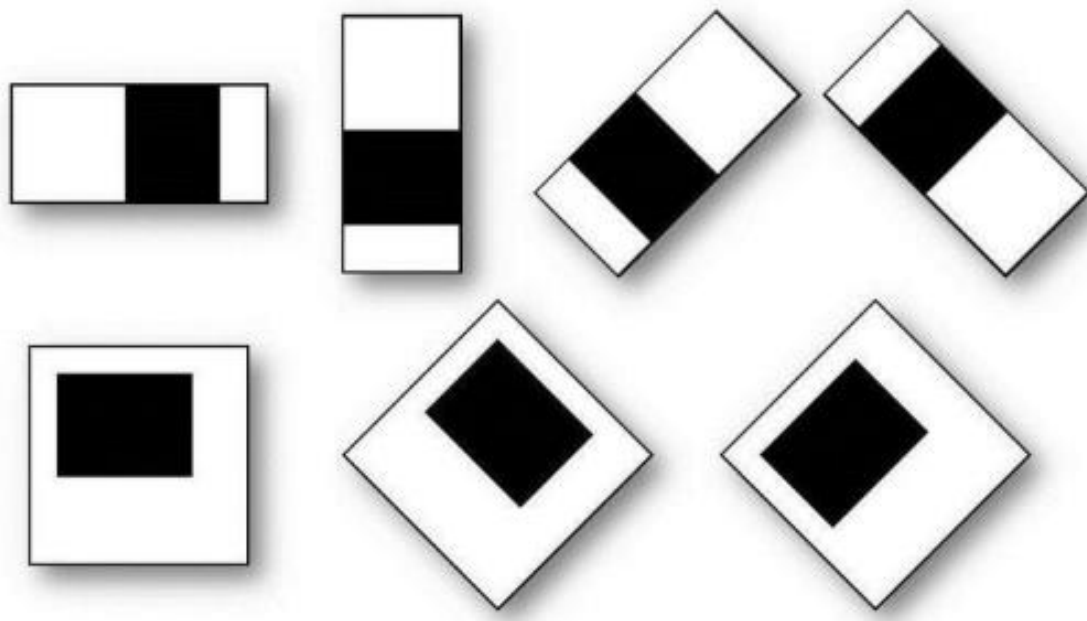


Рисунок 1.3 – Додаткові ознаки Хаара

Класифікація емоцій виконується шляхом навчання штучної нейронної мережі на змодельованій моделі. Для навчання системи використовувалися понад 10 000 анотованих зображень.

Результат класифікації надається користувачеві в зручному форматі, у вигляді графіків, діаграм і докладних описів (рис. 1.4). Варто відзначити, що програма FaceReader стійка до змін у висвітленні та оточенні людини, тим самим має перевагу над іншими системами розпізнавання.

Недоліки додатки FaceReader:

- працює тільки з завантаженими в систему зображеннями і відео, не використовується в режимі реального часу;
- алгоритм неефективний при розпізнаванні емоцій у дітей;
- здатний аналізувати тільки одну особу на відео.

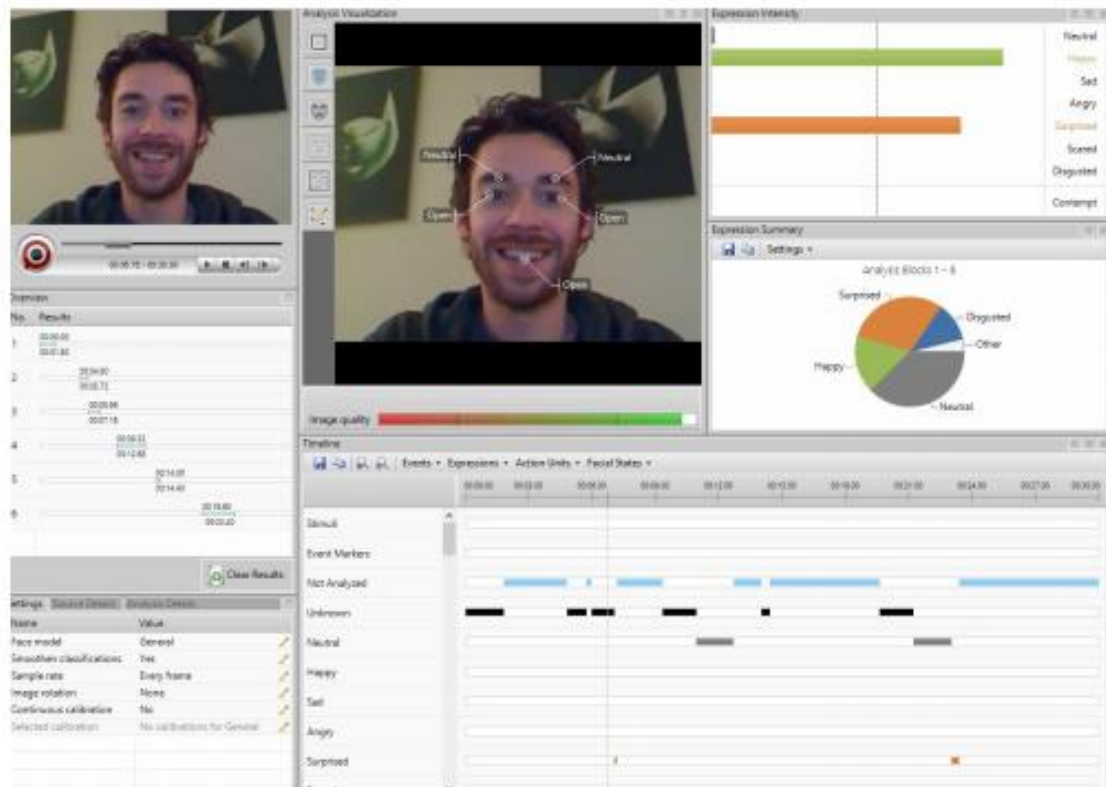
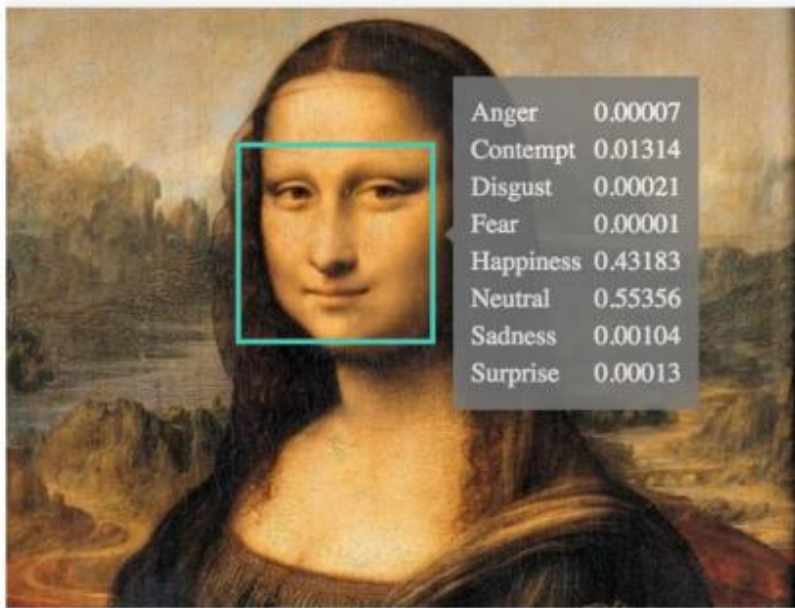


Рисунок 1.4 – Інтерфейс FaceReader

1.1.3 Microsoft Cognitive Services Emotion API

Cognitive Services - набір алгоритмів машинного навчання, розроблених Microsoft, здатних вирішувати завдання штучного інтелекту в різних областях: КЗ, розпізнавання мови, обробка природної мови, розробка систем рекомендацій та ін.

Cognitive Services Emotion API [4] (рис. 1.5) забезпечує доступ до алгоритмів машинного навчання, здатних виконувати завдання розпізнавання емоцій. Програмний інтерфейс аналізує завантажений потік зображень або відео і повертає процентне співвідношення присутності 8 емоцій в цьому потоці.



```
Detection Result:
JSON:
[
  {
    "faceRectangle": {
      "left": 1225,
      "top": 517,
      "width": 688,
      "height": 688
    },
    "scores": {
      "anger": 0.09133481,
      "contempt": 0.628420532,
      "disgust": 0.201277882,
      "fear": 0.00000545683133,
      "happiness": 0.000405620551,
      "neutral": 0.05462601,
      "sadness": 0.0238524359,
      "surprise": 0.00007724943
    }
  }
]
```

Рисунок 1.5 – Приклад роботи Cognitive Services Emotion API

1.2 Огляд методів розпізнавання емоцій

На сьогоднішній день існує безліч алгоритмів і методів, дозволяють програмам виявляти і розпізнавати обличчя і емоції людини. Однак всі алгоритми розпізнавання дотримуються загальної структури: в першу чергу всі алгоритми повинні виявити і локалізувати особи на зображеннях або відеофайли; після цього на етапі розпізнавання емоцій відбувається вирівнювання стану особи і виявлення ознак для детекції. Відмінністю алгоритмів один від одного є метод, що лежить в основі обчислення ознак і навчання алгоритму на тренувальних даних [5].

Нижче представлені широко відомі та ефективні методи для вирішення завдання класифікації емоцій.

Метод головних компонент (PCA), який базується на перетворенні Карунена-Лоєва. Особа є складною багатовимірну структуру і потребує хороших обчислювальних методах для розпізнавання емоцій. Головна ідея методу головних компонент полягає в тому, щоб знайти ортонормальну множину осей (головних компонент), що вказують в напрямку максимальної коваріації даних.

Спочатку PCA застосовувався в статистичних підрахунках для зменшення простору ознак без значної втрати інформації. У задачах розпізнавання осіб цей метод береться, в основному, для інтерпретації зображення особи вектором малої розмірності (головних компонент), котрий порівнюється пізніше з еталонними векторами, які містяться в БД.

У термінах розпізнавання осіб і емоцій ідея полягає в знаходженні ортонормованих базисних векторів або власних векторів коваріаційної матриці набору осіб, причому кожне зображення обличчя розглядається як одна точка в просторі з високою розмірністю. Кожне зображення вносить своє значення в власні вектори, ці вектори при візуалізації є розмитими зображеннями особи, власні особи (рис. 1.6), а нова система координат називається лицьовим простором [6] [7]. Окремі зображення можна проектувати на лицьовий простір і представляти як зважені комбінації компонент власних осіб.



Рисунок 1. 6 – Приклад зображення «власних осіб»

Отриманий вектор ваг, який описує кожну особу, може використовуватися при стисненні даних і класифікації емоцій на обличчі. Класифікація здійснюється шляхом проектування нового зображення особи на лицьовий простір і порівняння отриманого вагового вектора з ваговими векторами класу окремих емоцій.

Метод головних компонент добре працює тільки в умовах стабільної освітленості і відсутності на обличчі випробуваного будь-яких додаткових елементів (окуляри, борода, вуса та ін.). При зміні освітленості ефективність методу знижується. Це обумовлюється тим, що метод головних компонентів визначає підпростір з такою метою, щоб максимально усереднити вхідний набір даних, а не виконати дискримінацію між класами емоцій [8].

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Лінійний дискримінантний аналіз (LDA). Особи Фішера. LDA є посиленням методу головних компонент. LDA використовує ортонормований вектор для обчислення матриць розсіювання між класами емоцій і всередині кожного класу. Критерієм є проектування зображень на підпростір, яке максимізує розкид між класами і мінімізує розкид прогнозованих даних всередині класу [7].

Проілюстрована матриця розсіювання, вектор осіб Фішера, відновлює проєктоване зображення, тим самим дозволяє ефективно навчити модель розпізнавати емоції на зображеннях осіб (рис. 1.7).



Рисунок 1.7 – Особи Фішера для нейтрального виразу обличчя

У той час як метод головних компонент розглядає лінійну комбінацію рис обличчя, щоб максимізувати загальну дисперсію даних, таким чином представляючи дані потужним, але безкласовим способом, алгоритм осіб Фішера застосовує підхід LDA, в якому виконується зниження розмірності для класу, тому враховується комбінація функцій, що відокремлюють кращі класи. Якщо на обличчя впливає будь-якої зовнішній фактор, наприклад, відсутність світла або надлишкове освітлення, які впливають на представлення зображення особи, метод власних осіб не може точно класифікувати емоції. Цей фактор не впливає на метод осіб Фішера [9].

Приховані Марковські моделі. Є набором статистичних моделей, що використовуються для характеристики статистичних властивостей, і складаються з двох взаємопов'язаних елементів: що лежить в основі

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спостережуваної ланцюга Маркова з кінцевим числом станів матриці ймовірності переходу стану і розподілу ймовірності початкового стану і набору функцій щільності ймовірності, пов'язаних з кожним станом.

Для фронтальних лицьових зображень значущі області особи (волосся, лоб, очі, ніс, рот) надходять в природному порядку зверху вниз, навіть якщо зображення повернені під невеликим кутом [10]. Кожній з цих областей особи присвоюється стан зліва направо для одновимірної безперервної прихованої Марковської моделі.

При розпізнаванні емоції порівнюються згенеровані для наявної бази прикладів Марковські моделі і обчислюється максимальна зі спостережуваних ймовірність того, що послідовність спостережень для даного об'єкта згенерована відповідною моделлю [11].

ЗНМ. Така мережа є мережею з прямим зв'язком, здатна витягати топологічні властивості з вхідного зображення. Вона витягує ознаки з необробленого зображення, а класифікатор визначає їх приналежність до того чи іншого класу. Мережі є інваріантними до спотворень і простим геометричним перетворенням, таким як масштабування, стиснення і обертання (рис. 1.8).

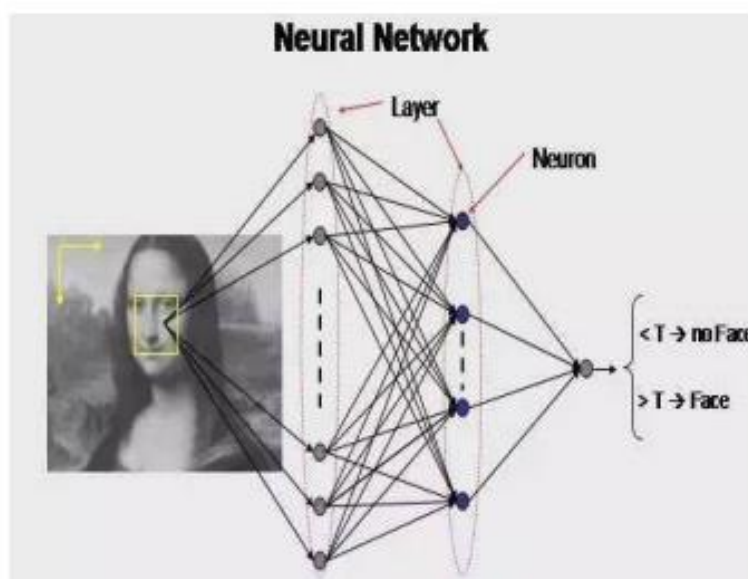


Рисунок 1.8 – Приклад роботи нейромережі

ЗНМ об'єднують три архітектурні ідеї: локальні сприйнятливі поля, загальні ваги і просторову або тимчасову підвибірку [12].

Шар, який згортається, використовується для вилучення ознак з локальних сприйнятливих полів в попередньому шарі моделі (рис. 1.9).

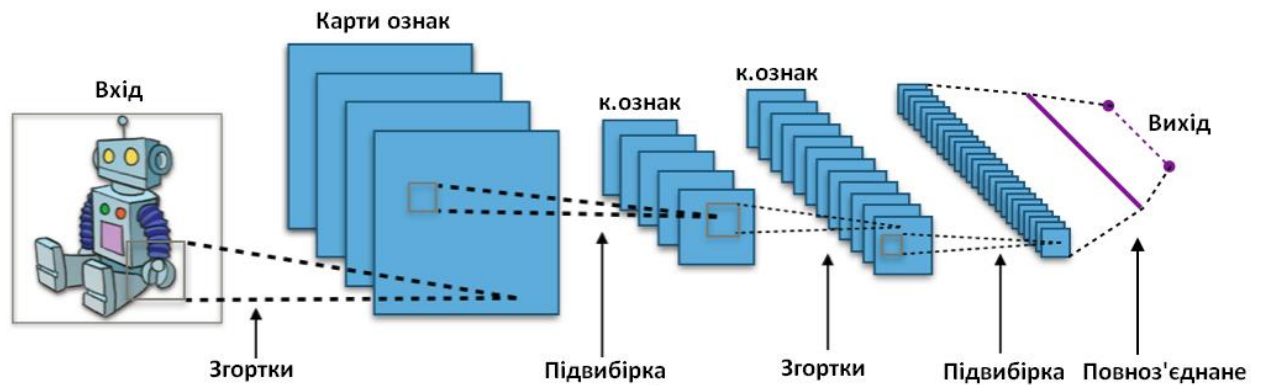


Рисунок 1.9 – Типова структура ЗНМ

Для вилучення різних типів локальних ознак такий шар організований в площинах нейронів, які називаються картами ознак, які відповідають за виявлення певного параметра. Так, наприклад, в мережі з ядром згортки 5×5 кожен блок має 25 входів, підключених до області 5×5 у попередньому шарі, який є локальним сприйнятливим полем. Кожному з'єднанню присвоюється навчальна вага, але всі одиниці однієї карти ознак мають однакові ваги. Функція, що дозволяє зменшити кількість навчальних параметрів, називається методом розподілу ваги і застосовується у всіх шарах нейронної мережі, яка згортається [13, 14].

Основою ЗНМ виступає згортковий шар (англ. convolutional layer). Власне параметрами цього шару є набір навчальних ядер (чи фільтрів), що володіють невеликим рецептивним полем, проте проходять через усю можливу глибину вхідного об'єму. Упродовж прямого проходження кожне ядро виконує згортку за шириною та висотою вхідного об'єму, вираховуючи скалярний добуток даних ядра та входу, а також будуючи двовимірну карту активації цього ядра. Результатом є процес навчання мережі тому, власне які ядра активуються при

тому, коли вони помічають визначений тип ознаки у визначеному положенні в просторі на вході.

Властиво формування таких активаційних карт усіх ядер уздовж виміру глибини якраз і забезпечує формування повного вихідного об'єму згорткового шару. Тому, кожен запис у такому вихідному об'ємі може бути трактованим як вихід нейрону, котрий дивиться на невелику вхідну область, та виконує поділ параметрами з нейронами, котрі належать до тієї самої активаційної карти.

LeNet5, фундаментальна модель CNN, має 60 000 навчальних параметрів з 345 308 з'єднань. LeNet5 як дані для входу бере необроблене зображення [15]. Вона складається з декількох шарів: С-шарів (згортальних), S-шарів (підвибірки), повністю пов'язаного шару (F-шар) і вихідного шару (рис. 1.10).

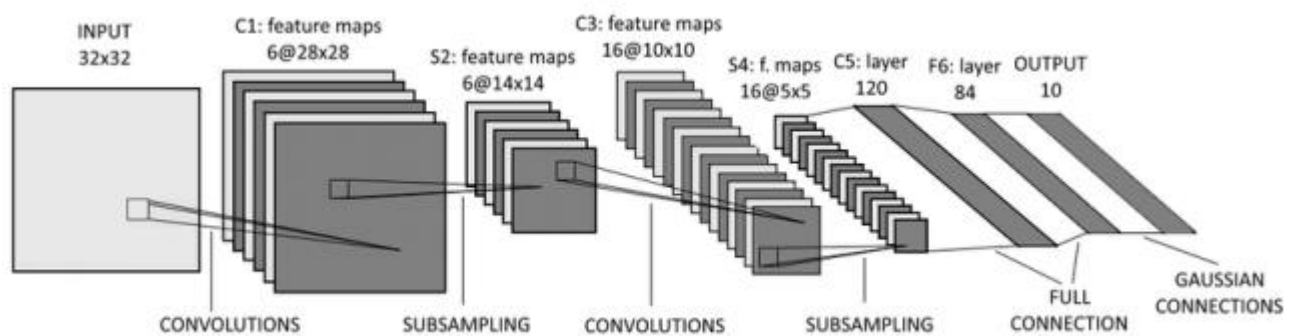


Рисунок 1.10 – Приклад архітектури LeNet5

Саме ЗНМ показують найкращі результати в області розпізнавання осіб і емоцій. Проведене тестування ЗНМ на БД, що містить зображення осіб з малими змінами освітлення, масштабу, просторових поворотів, положення та різноманітними емоціями, показало практично 96% ефективність розпізнавання. Це обумовлено можливістю обліку двовимірної топології зображення особи і забезпечує стійкість до змін масштабу, зсувів, зміні ракурсу, поворотів і інших спотворень.

Однак якщо в модель додати нову емоцію, то потрібно повне перенавчання мережі на всьому наборі даних, що займає багато часу (від декількох годин до декількох днів). Також наявні математичні проблеми пов'язані з навчанням:

попадання в локальний екстремум, вибір оптимального кроку оптимізації, перенавчання, тощо.

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТНО-ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

2.1 Ефективність методів розпізнавання емоцій

Незважаючи на значну різноманітність описаних у розділі 1 методів, можна виділити загальну структуру процесу розпізнавання осіб, наведену на рис. 2.1.

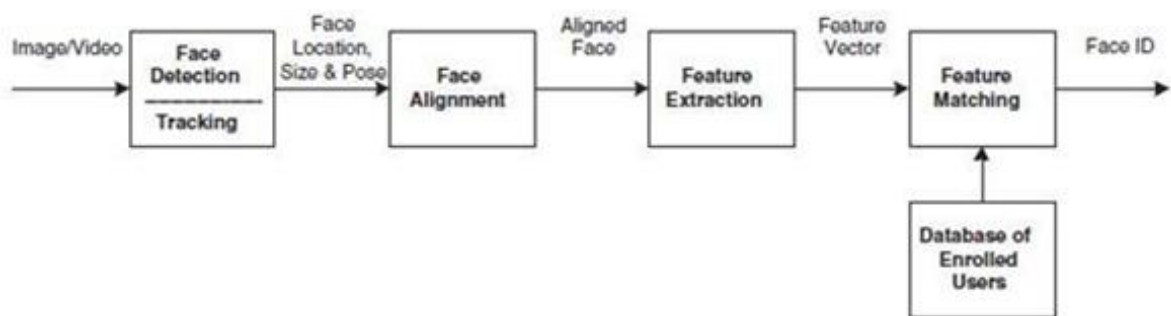


Рисунок 2.1 – Загальна схема процесу розпізнавання зображення особи

На першому етапі необхідно виконати детектування і локалізацію особи на зображенні. На етапі розпізнавання треба провести вирівнювання зображення особи (геометричне і за яскравістю), обрахування ознак і безпосередньо саме розпізнавання - порівняння обрахованих ознак із закладеними в БД еталонами. Основною відмінністю всіх представлених способів буде обчислення ознак і порівняння їх сукупностей між собою.

2.1.1 Чисельні метрики якості

У задачах класифікації машинного навчання для оцінки якості використовуваних моделей застосовуються чисельні характеристики - метрики. Дані метрики розраховуються на основі матриці помилок – таблиці, котра

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ				
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Розроб.</i>		Домарецький М.							
<i>Керівник.</i>		Гащин Н.Б.							
<i>Реценз.</i>									
<i>Н. Контр.</i>									
<i>Затверд.</i>									ТНТУ, каф. КС, гр. СІзс-42

використовується для опису точності класифікатора (рис. 2.2).

		Prediction outcome		
		positive	negative	
Actual value	positive	<i>TP</i>	<i>FN</i>	<i>TP + FN</i>
	negative	<i>FP</i>	<i>TN</i>	<i>FP + TN</i>
		<i>TP + FP</i>	<i>FN + TN</i>	

Рисунок 2.2 – Матриця помилок для двокласового класифікатора

Матриця помилок складається з:

- істинно додатних (True Positive, *TP*) і істинно від’ємних значень (True Negative, *TN*) - значення (належить або НЕ належить), які класифікатор правильно визначив для наявного класу;
- хибно додатних значень (Помилка I роду, False Positive, *FP*) - значення, які не належать даному класу, які класифікатор помилково визначив як належні до нього;
- помилково від’ємних значень (Помилка II роду, False Negative, *FN*) - значення, що належать даному класу, які класифікатор помилково визначив що не належать до нього [16].

За допомогою даних значень обчислюються різні характеристики якості моделі класифікації.

Частка правильних відповідей. Базовою метрикою завдань класифікації є частка правильних відповідей (Accuracy) (формула 1.1) - частка правильно класифікованих об’єктів моделі щодо їх загального числа [17].

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (1.1)$$

Точність не використовується для оцінки якості роботи алгоритму, тому що помилково надає високий показник в задачах з нерівним обсягом кожного класу. Дану проблему дозволяє вирішити перехід від загальної для всіх класів характеристики до окремими показниками якості класів.

Точність і повнота. Точність (Precision) (формула 1.2) - характеристика, яка вказує, скільки об'єктів з всіх вибірок, які класифікуються як належать до класу, дійсно є такими, що належать до даного класу щодо загальної кількості отриманих від моделі позитивних міток.

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (1.2)$$

Характеристика повнота (Recall) (формула 1.3) описує число об'єктів, які модель змогла правильно класифікувати з міткою «належить» з усієї множини об'єктів, які належать класу.

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (1.3)$$

Дані характеристики не залежать від співвідношення класів, тому що точність забороняє відносити всі об'єкти до одного класу і дозволяє відрізнити наявний клас від інших класів, а повнота характеризує здатність моделі виявляти даний клас серед всіх інших. Таким чином, метрики можна ефективно застосовувати в задачах з незбалансованими класами [18].

F-міра. Очевидно, що модель є найбільш ефективною при високих показниках метрик точності і повноти. Однак на реальних даних неможливо одночасно досягти максимальних показників характеристик. Вирішити цю проблему дозволяє використання метрики F-міра.

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

F-міра (формула 1.4) є гармонійним середнім точності і повноти [17]. Вона однаково залежить відразу від двох параметрів, приймає максимальне значення, якщо повнота і точність рівні одиниці, і близька до нуля, якщо хоча б один з параметрів прагне до нуля.

$$F = 2 * \frac{Precision * Recall}{Precision + Recall} \quad (1.4)$$

2.1.2 Порівняння моделей розпізнавання емоцій за допомогою чисельних метрик якості

Оцінка ефективності роботи алгоритмів здійснювалася з застосуванням найбільш оптимальних чисельних метрик якості, таких як точність (precision), повнота (recall), F-міра. Крім цього, слід враховувати час навчання алгоритму, так як даний показник також є критерієм оцінки якості роботи системи в цілому.

Таблиця 2.1 – Значення чисельних метрик якості моделей розпізнавання емоцій

Назва моделі	Precision	Recall	F-міра	Час навчання, с
PCA&SVM	0,67	0,53	0,59	376,85
LDA	0,93	0,94	0,94	11,95
СММ	0,84	0,72	0,77	17,1
ЗНМ	0,92	0,93	0,92	29,65

Згідно з представленими в таблиці 2.1 значеннями чисельних метрик якості моделей розпізнавання емоцій найбільш високі показники характерні для двох методів: LDA і ЗНМ. Однак час навчання першого методу в кілька разів менше, ніж другого, отже, для вирішення поставленого завдання застосування методу LDA є найбільш оптимальним.

2.2 Реалізація системи розпізнавання емоцій

2.2.1 Використовувані технології

Система написана на мові програмування Python 3.6 [19] з використанням фреймворку Django 1.9 [20] і застосуванням додаткових допоміжних бібліотек OpenCV, Mathplotlib, Numpy, Pandas.

Python - високорівнева, об'єктно-орієнтована, скриптова, розширювана мова програмування. Вагомою перевагою мови Python є те, що її інтерпретатор реалізований для великого числа платформ і ОС. Крім того, Python має змогу підключати до програми додаткові модулі і бібліотеки, тим самим забезпечуючи додаткові можливості, що є характерним плюсом в її використанні [21]. Ще одним значим плюсом мови Python повна стандартна бібліотека, що задовольняє різноманітні вимоги користувачів. Зокрема завантажити будь-який файл з Інтернету, здійснити розпаковування архіву або скомпонувати веб-сервер із застосування програми на кілька рядків коду. Окрім наведеного вище, існують багато додаткових бібліотек інших розробників, які надають складніші та потужніші можливості, як то, Twisted (організація мережових взаємодій), Numpy (виконання обчислювальних завдань), Simpy (пакет моделювання). Важливо, що більшість з цих додаткових бібліотек можна взяти напряму в Інтернеті.

Зберігання даних системи здійснювалося з використанням вбудованої реляційної СУБД SQLite [22]. Переваги використання цієї СУБД:

- на відміну від більшості існуючих систем, SQLite не має окремого процесу-сервера, а є бібліотекою, що взаємодіє з програмою за допомогою виклику функцій, що дозволяють читати і записувати дані безпосередньо в файл проекту;
- багатоплатформовий формат файлу БД можна копіювати БД між різними ОС або архітектурою великого і молодшого порядку без виникнення труднощів;
- крім того, SQLite є надійною СУБД, тому кожна транзакція в системі задовольняє вимогам ACID.

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

OpenCV [23] - бібліотека з відкритим вихідним кодом, розроблена корпорацією Intel, широко використовується в задачах КЗ і машинного навчання, таких як обробка зображень, розпізнавання зображень в реальному часі і розпізнавання осіб і емоцій. Завдяки більш ніж 2500 оптимізованим алгоритмам, ця бібліотека широко використовується в дослідницьких і комерційних глобальних і дрібних проектах. OpenCV містить оптимізований набір бібліотек, написаних на мові C, з прив'язками до інших мов і технологій, включаючи Python, Android, iOS і CUDA (для швидкої обробки GPU) і обгортки на інших мовах, таких як C#, Perl, Haskell, і ін. Також має засоби для Python, Java та ін., та обгортку для .NET мов. Підтримує Windows, Linux, Mac OS, iOS і Android. OpenCV має алгоритми для опрацювання, реконструкції і очистки зображень, розпізнаванню образів, захвату відео, спостереженням за об'єктами, калібровки камер і інший. Дане ПЗ розповсюджується по спеціалізованій ліцензійній угоді BSD, а значить, може бути вільно використаним. Володіння багатьма реалізованими алгоритмами КЗ, а також достатньо великий набір теоретичного матеріалу по їх використанню власне і роблять бібліотеку OpenCV практично ідеальним вибором для застосування в проектах, котрі присвячених рішенням проблем КЗ.

Серед усіх його можливостей OpenCV містить клас FaceRecognizer, який, як випливає з назви, корисний для завдань розпізнавання осіб, проте методи даного класу можна застосувати й для завдання розпізнання емоцій [24, 25].

2.2.2 Опис системи

В межах даної роботи була розроблена система розпізнавання емоцій. Дана система являє собою веб-додаток, що дозволяє користувачам по завантажених відеозаписах лекції та презентації визначати емоційне ставлення присутніх на відеозаписі слухачів до матеріалу, який викладається користувачам. Система складається з чотирьох основних модулів:

- додавання відеоматеріалів для розпізнавання;
- виявлення осіб на відеоматеріалі;

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

- розпізнавання емоції на кожному зображенні особи;
- обробка отриманих результатів розпізнавання в форматі графіків і діаграм відповідно до презентацією заняття.

2.2.3 Сутності системи

Для реалізації системи розпізнавання емоцій на основі відеоаналізу були виділені наступні сутності:

- Викладач (Speaker) визначає основну інформацію (ПІБ, контакти, посада) про користувача системи;
- Лекція (Lecture) характеризує об'єкт для розпізнавання системи;
- Відеозапис (Video) містить відносний шлях до розташування в системі відеофайлу із записом реакції студентів і інформацію про його тривалість;
- Презентація (Presentation) зберігає відносний шлях до розташування в системі відеофайлу із записом презентації матеріалу, який викладається;
- Результат розпізнавання (Prediction Result) містить дані про розпізнаних емоціях.

Атрибути і взаємодія сутностей представлено на діаграмі класів (рис. 2.3).

Клас сутності Викладач (Speaker) в системі успадкований від реалізованого в Django класу User. Таким чином, екземпляри класу Speaker, крім певних безпосередньо в даному класі атрибутів, додатково мають стандартні поля і методи класу User.

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

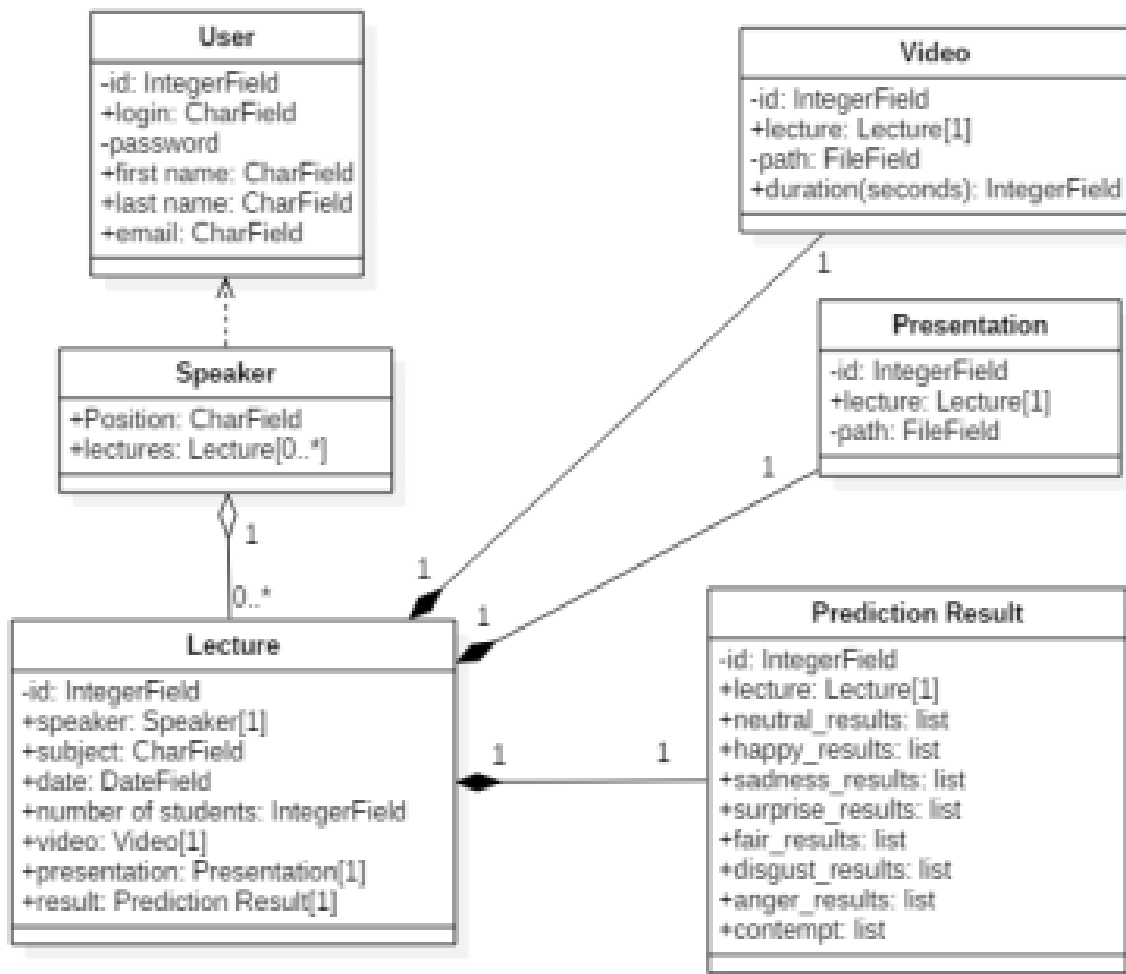


Рисунок 2.3 – Діаграма класів системи

Для отримання екземпляру класу `Speaker` замість `User` при виклику `request.user` був перевизначений стандартний модуль аутентифікації (рис. 2.4) і в конфігураційний файл `settings.py` системи (рис. 2.5) додані відповідні змінні `AUTHENTICATION_BACKENDS` і `CUSTOM_USER_MODEL`.

```

class CustomUserModelBackend (ModelBackend):
def authenticate (self, username = None, password = None):
try:
user = self.user_class.objects.get (username = username)
if user.check_password (password):
return user
except self.user_class.DoesNotExist:
return None

def get_user (self, user_id):
try:
return self.user_class.objects.get (pk = user_id)
except self.user_class.DoesNotExist:
return None

@property
def user_class (self):
if not hasattr (self, '_user_class'):
self._user_class = get_model (* settings.CUSTOM_USER_MODEL.split (
'.' , 2))
if not self._user_class:
raise ImproperlyConfigured ( 'Could not get custom user model')
return self._user_class

```

Рисунок 2.4 – Лістинг коду для перевизначення стандартного модуля аутентифікації

```

import os
BASE_DIR = os.path.dirname (os.path.dirname
os.path.abspath (__ file__ ))
SECRET_KEY = '0 $ - + h! Vgap3 @ ezjyx (3w (p39xap) y_y & w @
fb311 + ^ # @ + v62jeh'
DEBUG = True
ALLOWED_HOSTS = []
AUTHENTICATION_BACKENDS = (
'Er.auth_backends.SpeakerModelBackend',
'Django.contrib.auth.backends.ModelBackend',
)
CUSTOM_USER_MODEL = 'er.models.Speaker'
INSTALLED_APPS = [
'Er.apps.ErConfig',
'Django.contrib.admin',
'Django.contrib.sessions',
]
MIDDLEWARE = [
'Django.middleware.security.SecurityMiddleware',
'Django.contrib.sessions.middleware.SessionMiddleware',
]
ROOT_URLCONF = 'web_app.urls'

```

Рисунок 2.5 – Лістинг фрагменту вихідного коду конфігураційного файлу settings.py

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Додавання екземплярів класу Викладач, а також управління іншими сутностями системи здійснюється через підключену до проекту панель адміністратора, що поставляється автоматично фреймворком Django (рис. 2.6).



Рисунок 2.6 – Панель адміністратора системи

2.2.4 Додавання відеоматеріалів для розпізнавання емоцій

Користувач, зареєстрований в системі, має можливість додавати відеозаписи своїх занять через особистий кабінет для отримання інформації про емоційне відношення присутніх на відео людей до матеріалу, який викладається. Для цього користувач додає об'єкт сутності Лекція в систему. Програмний код метод додавання сутності Лекція (Lecture) представлений на рис. 2.7.

```

def newLectureView (request):
if request.user.is_authenticated ():
if request.method == 'POST':
form = NewRecognitionForm (request.POST, request.FILES)
if form.is_valid ():
lecture = Lecture ()
lecture.speaker = request.user
lecture.subject = form.cleaned_data [ 'subject']
lecture.student_num = form.cleaned_data [ 'student_num']
lecture.save ()
video = Video (lecture)
video.path = str (request.FILES [ 'video']) [10:]
video.save ()
presentation = Presentation (lecture)
presentation.path = request.FILES [ 'presentation']
presentation.save ()
return redirect ( 'recognition')
else:
form = NewRecognitionForm ()
return render (request, 'er / new.html', { 'form': form})

```

Рисунок 2.7 – Лістинг коду методу newLectureView (...) views.py

2.2.5 Реалізація модуля виявлення осіб

Для розпізнавання емоцій спочатку системою виявляються всі наявні на відеофайлі особи. На рис. 2.8 наведено приклад реалізації методу виявлення осіб на відеозаписі.

```

cascPath = "er / static / haarcascade_frontalface_alt.xml"
faceCascade = cv2.CascadeClassifier (cascPath)
def detectFaces (faceCascade, frame):
gray = cv2.cvtColor (frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
faces = faceCascade.detectMultiScale (
gray,
scaleFactor = 1.1,
minNeighbors = 5,
minSize = (5, 5),
flags = cv2.cv.CV_HAAR_SCALE_IMAGE
)
return faces

```

Рисунок 2.8 – Лістинг коду методу detectFaces (...) views.py

Метод detectMultiScale (...) вбудованого в бібліотеку OpenCV класу CascadeClassifier виявляє особи у вхідному потоці відеокадрів, ґрунтуючись на отриманих з документа haarcascade_frontalface_alt.xml ознаках Хаара для

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

розпізнавання фронтального образу особи, застосовуючи метод Віоли-Джонса (див. п. 1.1.2). Параметри даного методу визначають якість виявлення осіб на відеокадрах.

2.2.6 Реалізація модуля розпізнавання емоцій

Реалізація модуля розпізнавання емоцій (рис. 2.9), як було сказано раніше, здійснювалася з застосуванням вбудованого в бібліотеку OpenCV класу FaceRecognizer. Використовуючи алгоритм LDA для виявлення осіб Фішера, об'єкт даного класу fishface перш за все навчається на наявних в системі даних за допомогою методу fishface.train (...), а потім застосовує навчену модель на кожному виявленому системою зображенні особи учасників відеозапису методом fishface.predict (...).

```
def recognizeView (request, lecture_id):
    try:
        lecture = Lecture.objects.get (pk = lecture_id)
    except Lecture.DoesNotExist:
        raise Http404 ( "Lecture does not exist")
    cascPath = "er / static / haarcascade_frontalface_alt.xml"
    faceCascade = cv2.CascadeClassifier (cascPath)
    emotions = [ "neutral", "happy", "sadness", "surprise", "anger",
        "contempt", "disgust", "fear"]
    predicted_emotions = pd.DataFrame (columns = emotions)
    fishface = cv2.createFisherFaceRecognizer ()
    def get_files (emotion):
        training = glob.glob ( "er / static / dataset /% s / *"% emotion)
        return training
    def make_sets ():
        training_data = []
        training_labels = []
        prediction_data = []
        for emotion in emotions:
            training = get_files (emotion)
            for item in training:
                image = cv2.imread (item) #open image
                gray = cv2.cvtColor (image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
                training_data.append (gray)
                training_labels.append (emotions.index (emotion))
        return training_data, training_labels
    training_data, training_labels = make_sets ()
    ...
```

Рисунок 2.9 – Лістинг фрагменту коду методу View(...) views.py

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Для більш точного розпізнавання емоцій, система встановлює масштаб одержуваних зображень осіб і перетворює їх колір в 8-бітові значення за шкалою сірого. Даний механізм здійснюється за допомогою методів `cv2.resize (...)` і `cv2.cvtColor (...)` бібліотеки OpenCV відповідно.

Поля моделі Result не можуть зберігати інформацію розпізнавані емоції у вигляді списку, тому кожне поле даної моделі представлено класом TextField. Кількість виявлених на кожному кадрі емоцій записується в список і при завершенні розпізнавання емоцій на відео отримані дані для кожної емоції окремо конвертуються в JSON-рядок і присвоюються відповідним полю класу Result для подальшого відображення інформації користувачеві.

2.2.7 Реалізація модуля обробки результатів розпізнавання

Інформацію про результати розпізнавання користувач за бажанням може отримати як в короткому, так і в докладному вигляді зі свого особистого кабінету. Даний модуль був реалізований із застосуванням допоміжної бібліотеки Python Matplotlib, що дозволяє на основі наявних даних будувати діаграми і графіки.

Коротка інформація про результати розпізнавання представляється у вигляді гістограми, на якій у відсотковому співвідношенні відображається кількість 7 базових емоцій і нейтрального стану, розпізнаних системою.

Фрагмент коду реалізації надання короткої інформації наведений на рис. 2.10.

Повна інформація про розпізнавання являє собою графік для кожної емоції, що відображає в кожному секунду часу рівень даної емоції відповідно до відеозапису презентації (рис.2.11). Детальний звіт надає інформацію про описових статистиках для кожної емоції: середнє значення, дисперсія, максимум і мінімум.

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

def resultView (request, lecture_id):
try:
lecture = Lecture.objects.get (pk = lecture_id)
except Lecture.DoesNotExist:
raise Http404 ( "Lecture does not exist")
result = lecture.result
jsonDec = json.decoder.JSONDecoder ()
neutral_results = jsonDec.decode (result.neutral_results)
happy_results = jsonDec.decode (result.happy_results)
sadness_results = jsonDec.decode (result.sadness_results)
surprise_results = jsonDec.decode (result.surprise_results)
anger_results = jsonDec.decode (result.anger_results)
contempt_results = jsonDec.decode (result.contempt_results)
disgust_results = jsonDec.decode (result.disgust_results)
fear_results = jsonDec.decode (result.fear_results)
sadness_results}, { 'surprise': surprise_results}, { 'anger':
anger_results}, { 'contempt':
contempt_results}, { 'disgust': disgust_results}, { 'fear':
fear_results})

```

Рисунок 2.10 – Лістинг фрагменту коду методу resultView(...) views.py

```

def detailedResultView (request, lecture_id):
try: lecture = Lecture.objects.get (pk = lecture_id)
except Lecture.DoesNotExist:
raise Http404 ( "Lecture does not exist")
result = lecture.result
jsonDec = json.decoder.JSONDecoder ()
neutral_results = jsonDec.decode (result.neutral_results)
happy_results = jsonDec.decode (result.happy_results)
sadness_results = jsonDec.decode (result.sadness_results)
surprise_results = jsonDec.decode (result.surprise_results)
anger_results = jsonDec.decode (result.anger_results)
contempt_results = jsonDec.decode (result.contempt_results)
disgust_results = jsonDec.decode (result.disgust_results)
fear_results = jsonDec.decode (result.fear_results)
data = pd.DataFrame ({ 'neutral': neutral_results}, { 'happy':
happy_results}, { 'sadness':
sadness_results}, { 'surprise': surprise_results}, { 'anger':
anger_results}, { 'contempt':
contempt_results}, { 'disgust': disgust_results}, { 'fear':
fear_results})
f, axes = plt.subplots (8,1, sharey = 'col', figsize = (15,10))
for i in range (8): plt.sca (axes [i])
plt.plot (range (lecture.video.duration), df [emotions [i]], 'o-',
color = numpy.random.random (3), linewidth = 2)
plt.xticks ([])
graph_path = 'graphs /% d.png'% lecture_id
plt.savefig (graph_path)
return render (request, 'er / detailed_result.html', { 'lecture':
lecture, 'graph_path':
graph_path})

```

Рисунок 2.11 – Лістинг коду методу detailedResultView(...) views.py

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Вихідний код файлу urls.py системи розпізнавання емоцій наведено на рис.

2.12.

```
from django.conf.urls import url
from . import views
urlpatterns = [
    url (r '^ / lk', views.LkView.as_view (), name = 'lk'),
    url (r '^ / new', views.newLectureView, name = 'new'),
    url (r '^ (? P <lecture_id> [0-9] +) /', views.recognizeView, name
= 'recognition'),
    url (r '^ (? P <lecture_id> [0-9] +) / resut', views.resultView,
name = 'results'),
    url (r '^ (? P <lecture_id> [0-9] +) / detailed_resut',
views.detailedResultView,
name = 'detailed_results'),
]
```

Рисунок 2.12 – Лістинг коду файлу urls.py

Вихідний код файлу forms.py системи розпізнавання емоцій наведено на рис. 2.13.

```
from django import forms
class NewRecognitionForm (forms.Form):
    speaker = forms.CharField (max_length = 200)
    subject = forms.CharField (max_length = 200)
    course = forms.IntegerField ()
    student_num = forms.IntegerField ()
    video = forms.FileField ()
    presentation = forms.FileField ()
```

Рисунок 2.13 – Лістинг коду файлу forms.py

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 АПРОБАЦІЯ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ЕМОЦІЙ

Для досягнення мети випускної кваліфікаційної роботи було проведено дослідження для визначення точності розпізнавання емоцій системою, а також робота системи була перевірена на реальних даних. Для цього упродовж 2 семестру 2020/2021 навчального року проводився вибірковий відеозапис лекційних та практичних занять у Фаховому коледжі університету.

3.1 Визначення точності розпізнавання емоцій

Визначення точності передбачення емоцій проводилося з використанням розширеної бази емоцій Cohn-Kanade (СК +) [26]. База містить набір з 593 зображень 210 респондентів у віці від 18 до 50 років, для кожного з яких реєструвалася серія зображень з переходом від нейтрального стану до однієї з 7 емоцій (радість, смуток, здивування, злість, презирство, відраза, страх). Кожна емоція позначається міткою (1 ... 7) відповідно. Нейтральний стан (відсутність емоцій) характеризується міткою 0. Перед безпосереднім розпізнаванням емоцій кожне зображення нормувалося, масштабувати до рівного розміру і перетворювалося в 8-бітові значення по шкалі сірого.

Розпізнавання емоцій відноситься до класу задач навчання з учителем. Даний клас задач характеризується наявністю наперед визначеної множини прецедентів - пари «об'єкт, відповідь» і невідомою залежністю, що існує між об'єктом відповіддю. Рішенням завдань навчання з учителем є відновлення залежності, тобто побудова алгоритму, здатного для будь-якого об'єкта розрахувати точну відповідь [27].

Таким чином, отриманий набір даних випадковим чином був розділений на тренувальну і тестову вибірки в співвідношенні 70% і 30%. Тренувальний

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Домарецький М.				<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник.</i>		Гащин Н.Б.						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								
						ТНТУ, каф. КС, гр. СІзс-42		

набір, є в даному випадку «учителем», використовується для навчання системи розпізнавати емоцію за наявними зображень, тестова вибірка дозволяє оцінити якість роботи класифікатора на невивчених раніше даних.

Результат тестування представлений в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Відсоток вірного розпізнавання емоції системою

Передбачена емоція	Розпізнавана емоція							
	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
(0) Нейтральність	0,90	0,00	0,01	0,00	0,02	0,04	0,03	0,00
(1) Радість	0,00	0,95	0,00	0,07	0,03	0,005	0,00	0,02
(2) Смуток	0,03	0,00	0,92	0,005	0,01	0,08	0,04	0,005
(3) Здивування	0,005	0,03	0,03	0,84	0,06	0,005	0,005	0,08
(4) Злість	0,05	0,01	0,02	0,02	0,83	0,06	0,07	0,01
(5) Зневага	0,01	0,00	0,005	0,005	0,01	0,79	0,03	0,005
(6) Огида	0,005	0,00	0,01	0,01	0,03	0,02	0,82	0,01
(7) Страх	0,00	0,01	0,005	0,05	0,01	0,00	0,005	0,87
Загальний відсоток правильного розпізнавання емоцій						0,86		

В результаті тестування системи точність розпізнання емоцій склала 86%. Даний показник означає, що для 10 досліджуваних зображень особи система правильно визначить емоційний стан для 8 зображень. Однак розкид точності розпізнавання емоцій окремо вказує або на те, що обсяг тренувальної вибірки малий для навчання завдання такого роду, або що неможливо побудувати оптимальний алгоритм для вирішення даного завдання.

Очевидно, розпізнавання емоцій по зображеннях або відео є складним завданням для реалізації в обчислювальних системах. Людина достовірно розпізнає 99,8% емоцій в результаті аналізу контексту, в якому та чи інша емоція виникає і виражається [9]. Такий контекст відсутній при класифікації емоційних станів системою, тим самим існує похибка в точності розпізнавання емоції.

На рис. 3.1 представлені приклади помилкової класифікації емоцій системою.



Рисунок 3.1 – Приклади помилкової роботи системи

Перше зображення на рис. 3.1 в наборі даних було відзначено емоцією «Здивування», друге - емоцією «Відраза». Розроблена система розпізнала на першому зображенні емоцію «Радість», а на другому зображенні - емоцію «Смуток». Очевидно, що в умовах відсутності контексту виникнення емоції, неможливо об'єктивно визначити розпізнавану на зображенні емоцію. Виходячи з цього, результат точності передбачення, рівний 86%, є показником ефективної роботи системи розпізнавання емоцій.

3.2 Апробація роботи системи на реальних даних

Розроблювана система була протестована на реальних даних для визначення емоційного стану студентів Фахового коледжу університету до дисциплін, які їм викладаються. Для цього протягом семестру проводився відеозапис лекційних та практичних занять. У дослідженні взяли участь студенти 2, 3 і 4 курсу. На кожному відеозапису були присутні в середньому 20 - 35 чоловік у віці від 16 до 20 років (рис. 3.2).

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.2 – Фрагмент відеозапису заняття

Графік на рис. 3.3 наочно ілюструє рівень кожної емоції упродовж заняття.

На графіку рис. 3.4 представлено співвідношення кількості емоцій, які відчувають студенти упродовж усього заняття.

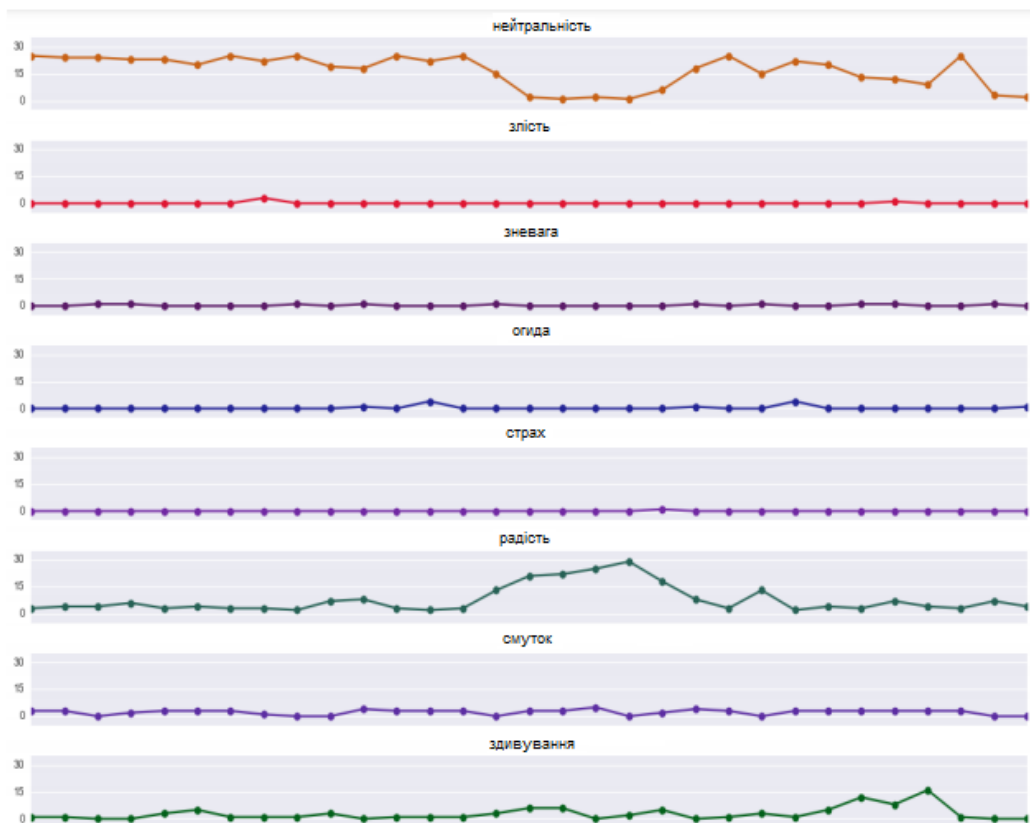


Рисунок 3.3 – Рівень емоцій упродовж заняття

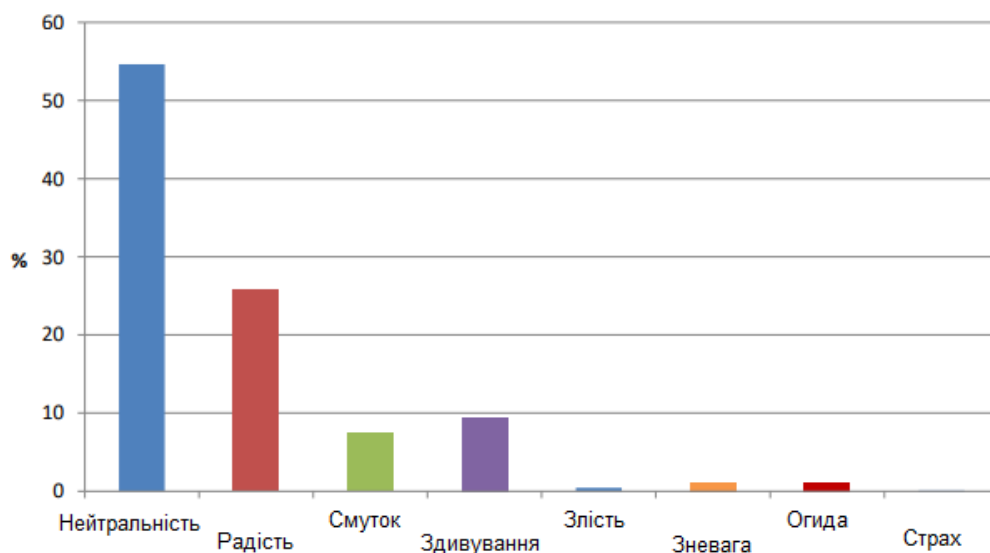


Рисунок 3.4 – Розподіл кількості емоцій під час заняття

З представлених графіків випливає, що найбільш часто зустрічається стан нейтральності (відсутність емоцій). Радість і здивування є ламаними кривими, що свідчить про ставлення студентів до певного моменту заняття.

На представлених графіках також чітко видно, що такі емоції, як страх, презирство і відраза протягом усього відеопотоку зустрічаються в середньому тільки в одиничному випадку. Даний результат може свідчити про помилкове визначення емоції системою. Таким чином, напрошується висновок, що для збільшення загального відсотка точності розпізнавання емоцій необхідно враховувати тільки характерно виражені емоційні стани під час навчального процесу (радість, здивування, смуток, злість або відсутність емоцій).

РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Вимоги ергономіки до організації робочого місця оператора ПК

Робоче місце — це зона простору, що оснащена необхідним устаткуванням, де відбувається трудова діяльність одного працівника чи групи працівників [28]. Раціональне планування робочого місця має забезпечувати: найкраще розміщення знарядь і предметів праці, не допускати загального дискомфорту, зменшувати втомлюваність працівника, підвищувати його продуктивність праці. Площа робочого місця має бути такою, щоб працівник не робив зайвих рухів і не відчував незручності під час виконання роботи. Важливо мати також можливість змінити робочу позу, тобто положення корпусу, рук, ніг. Проте доцільно виключати або мінімізувати всі фізіологічно неприродні і незручні положення тіла. Проведені дослідження показують, що при раціональній організації робочих місць продуктивність праці зростає на 15–25% [29].

Організація робочого місця користувача ПК має відповідати ергономічним вимогам ДСТУ 8604:2015 «Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги», ДСан ПіН 3.3.2.007-98, характеру та особливостям трудової діяльності.

Площа одного робочого місця користувача ПК повинна складати не менше 6 м², а об'єм – не менше 20 м³. Конструкція робочого місця користувача ПК повинна відповідати сучасним вимогам ергономіки, характеру виконуваної роботи і забезпечити оптимальне розміщення на робочій поверхні документів та обладнання ПК (монітора, системного блоку, клавіатури, мишки та інших периферійних пристроїв. Монітор на робочому місці встановлюється так, щоб верхній край екрана знаходився на рівні очей.

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Домарецький М.			ТНТУ, каф. КС, гр. СІзс-42		
Керівник.		Гащин Н.Б.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.							

Розташування монітора ПК має забезпечувати: безпечність роботи в цілому; зручність та ефективність зорової роботи з екраном в вертикальній площині під кутом 300 від лінії зору, площа екрана при цьому має бути перпендикулярною нормальній лінії зору користувача.

Клавіатура розміщується на поверхні столу або висувній полиці на відстані 100-300мм від краю, ближчого до користувача. Кут нахилу клавіатури має бути в межах 5-150. Поверхня клавіатури повинна бути матовою з коефіцієнтом відбиття 0,4. клавiші клавіатури мають бути зручними в роботі і м'якими при натисканні (хід всіх клавiш має бути однаковим з мінімальним опором натискання 0,25Н та максимальним – не більше 1,5Н) [30].

При розміщенні робочих місць з ПК слід дотримуватися вимог, зазначених в ДНАОП 0.00-1.31-99: робочі місця розміщуються на відстані не менше 1м від стін з світловими прорізами; відстань між бічними поверхнями моніторів ПК має бути не менше 1,2м; відстань між тильною поверхнею монітора одного ПК та екраном монітора іншого ПК має бути не меншою 2,5 м.

Вимоги двох останніх пунктів враховуються також при розміщенні робочих місць з ПК в суміжних приміщеннях з урахуванням конструктивних особливостей стін та перегородок.

Загальні принципи організації робочого місця:

- на робочому місці не повинно бути нічого зайвого. Усі необхідні для роботи предмети мають бути поряд із працівником, але не заважати йому;
- ті предмети, якими користуються частіше, розташовуються ближче, ніж ті предмети, якими користуються рідше;
- предмети, які беруть лівою рукою, повинні бути зліва, а ті предмети, які беруть правою рукою – справа;
- якщо використовують обидві руки, то місце розташування пристосувань вибирається з урахуванням зручності захоплення його двома руками;
- робоче місце не повинно бути захаращене;
- організація робочого місця повинна забезпечувати необхідну оглядовість.

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Статичні напруження працівника в процесі праці пов'язані з підтриманням у нерухомому стані предметів і знарядь праці, а також підтриманням робочої пози.

Робоча поза – це основне положення працівника у просторі: зручна робоча поза має забезпечувати стійкість положення корпусу, ніг, рук, голови працівника під час роботи, мінімальні затрати енергії та максимальну результативність праці. Неправильна сидяча поза може викликати застій крові в ногах, а якщо виконується великий обсяг роботи для пальців рук – запалення суглобів.

Організація робочого місця користувача комп'ютера повинна забезпечувати відповідність усіх елементів робочого місця та їх взаємного розташування ергономічним вимогам (рисунок 4.1).

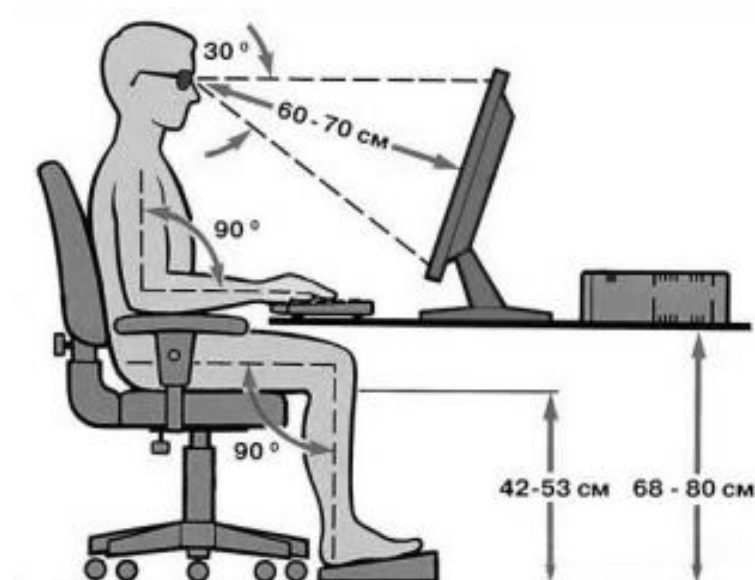


Рисунок 4.1 – Робоче місце і робоча поза користувача ПК

Найпоширенішими у процесі праці є пози сидячи і стоячи. Проектуючи робоче місце, потрібно враховувати, що при виконанні роботи з фізичним навантаженням бажана поза стоячи, а при малих зусиллях – сидячи. Робоча поза стоячи втомлює людину більше, ніж сидяча. Вона вимагає на 10% більше енергії, спричиняє підвищення артеріального і венозного тиску крові, розширення вен на ногах, пошкодження ступень, викривлення хребта [30].

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

4.2 Заходи захисту від випромінювань оптичного діапазону

До випромінювання оптичного діапазону відносяться інфрачервоні й ультрафіолетові хвилі, видиме світло, лазерне випромінювання.

По фізичній природі інфрачервоні промені мають хвильові (довжина хвилі 0,78-540 мкм) і квантові властивості. Генератором випромінювання є будь-яке тіло, температура якого вище абсолютного нуля. За законом Стефана-Больцмана інтегральна густина випромінювання, Вт/м², абсолютно чорного тіла пропорційна четвертому ступеню його абсолютної температури [28]. З підвищенням температури тіла змінюється спектральний склад його випромінювання. Чим вища температура тіла, тим коротша довжина хвилі, максимального випромінювання.

Інфрачервона енергія, яка потрапляє на тіло людини, діє передусім на незахищені його частини (лице, руки, шию, груди), причому конвективне тепло впливає на зовнішній шкіряний покрив, тоді як інфрачервоне випромінювання може проникнути на деяку глибину в тканину. При довготривалому перебуванні людини в зоні інфрачервоного випромінювання, як і при систематичній високій температурі настає різке порушення теплового балансу в організмі. Для вимірювання густини потоку випромінювання на робочому місці застосовують актинометр – прилад, який дозволяє вимірювати густину потоку інфрачервоного випромінювання у діапазоні від 0 до 14кВт/м². Основні види захисту від інфрачервоного випромінювання–захист часом, захист віддалю, усунення джерела тепловиділення, теплоізоляція, охолодження гарячої поверхні, забезпечення тепловіддачі тіла людини та індивідуальні засоби захисту. Потужність випромінювання можна знизити за рахунок конструкторських і технологічних рішень (змінюючи нагрівання виробів у нагрівальних пічках індукційним нагріванням та ін.) і за рахунок покриття поверхні, яка нагрівається, тепло ізолювальним матеріалом. Для захисту очей застосовують світлофільтри зі спеціального жовто-зеленого або синього скла.

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ультрафіолетове випромінювання змінює склад виробничої атмосфери. Утворюється озон, оксиди азоту і пероксид водню. Короткохвильове випромінювання іонізує повітря, утворює в атмосфері ядра конденсації, які зменшують освітленість робочих місць і призводять до утворення туманів.

Основні засоби захисту. Першочергові заходи – це конструкторські і технологічні рішення, які виключають генерацію або понижують інтенсивність випромінювання. Спеціальні засоби захисту (екранування джерел випромінювання, фарбування стін у світлі кольори) попереджують розповсюдження і знижують інтенсивність цих випромінювань у виробничих приміщеннях. Очі захищають окулярами або щитками зі склом – світлофільтром. Для захисту шкіри використовують мазі з речовинами – світлофільтрами для цих променів (салол, саліцилово-метиловий ефір та ін.), а також спецодяг з бавовняних тканин і грубововняного сукна. Руки захищають рукавицями [29].

Діапазон довжин хвиль які випромінюють оптичні квантові генератори (ОКГ) – лазери, охоплює видимий спектр і розповсюджується в інфрачервоній і ультрафіолетовій областях. Найбільш чутливими до дії випромінювання ОКГ є очі. Випромінювання викликають опіки і пошкодження сітківки ока, це може призвести до сліпоти. небезпечно не тільки пряме випромінювання, але й відбите від стін, обладнання. Існують спеціальні норми, до яких ввійшли організаційні та інженерно-технічні заходи, які можуть забезпечити зменшення густини потоків енергії (потужності) на робочих місцях до величин, значно менших від допустимих. ОКГ розміщують в окремих або відгороджених приміщеннях. Саме приміщення і обладнання не повинні мати дзеркальної поверхні. Стіни, стелі, обладнання й інші предмети фарбують матовою фарбою з малою сорбційною здатністю. Приміщення повинно мати високу освітленість, а також припливно-втяжну вентиляцію. При розміщенні в одному приміщенні декількох ОКГ їх огорожують ширмами, шторами або екранами, що не пропускають випромінювання. Надійним захистом від випадкового попадання випромінювання на людину є світловод, який екранує промінь на усьому шляху його дії (від ОКГ до мішені) [29].

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В ході виконання даної роботи був проведений аналіз існуючих систем і методів розпізнавання емоцій, в результаті якого був обраний найбільш ефективний метод розпізнавання – LDA.

На основі обраного методу була розроблена система розпізнавання емоцій, що дозволяє розпізнавати 7 базових емоцій студентів з метою моніторингу їх емоційного ставлення до матеріалу, що викладається, для підвищення якості та ефективності занять, а також своєчасного реагування у випадках виявлення несприятливої емоційною ситуації.

В майбутньому розроблену систему можливо застосовувати не тільки в сфері освіти, а й адаптувати її для використання в інших сферах діяльності (медицина, маркетинг, інтелектуальні транспортні мережі, робототехніка, інтерактивні розваги та ін.) для забезпечення більш якісних і ефективних зв'язків при взаємодії інтелектуальних комп'ютерних систем з людиною.

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Экман П. Психология эмоций — СПб.: Питер. - 2010. — 336 с.
2. Affectiva SDK&API. URL: <https://www.affectiva.com/product/emotion-sdk/> (дата звернення: 28.03.2021).
3. FaceReader Noldus Information Technology. URL: <https://www.noldus.com/human-behaviorresearch/products/facereader> (дата звернення: 28.03.2021).
4. Microsoft Cognitive Services Emotion API. URL: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/services/cognitiveservices/emotion/> (дата звернення: 13.04.2021).
5. Konar A., Chakraborty A. Emotion recognition. A Pattern Analysis Approach // Wiley, 2014. – 583 p.
6. Maben P., Meher N., Sagarika S. Face recognition and facial expression identification using PCA. *Advance Computing Conference, 2014.* - pp.1093- 1098.
7. Salih H., Kulkarni L. Study of video based facial expression and emotions recognition methods. *I-SMAC, 2017.* – pp. 84 – 92.
8. Batlett M.S., Haget J.C., Ekman P., Sejnowskie T.J. Measuring facial expressions by computer image analysis // Cambridge University Press, 2000. - pp. 254–265.
9. Aswin K.M., Vasudev K., Shanty K. HERS: Human emotion recognition system. *Information Science (ICIS), 2016.* – pp. 73 – 105.
10. Uddin Md., Almogren A., Fortino G., Torresen J. A facial expression recognition system using robust face features from depth videos and deep learnin. *Computers & Electrical Engineering, 2017.* – pp. 114 – 125.
11. Nefian A.V., Hayes M.H. Hiddden Markov Models For Face Recognition // Computer Engineering Georgia Institute of Technology. -2009. - 41 p.
12. Duffner S. Face Image Analysis With Convolutional Neural Networks //University of Freiburg. -2007. – 191 p.
13. Picard R. W. Affective computing // MIT Press, 2000. - p. 292.

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

14. Chetty G., Wagner M. A multilevel fusion approach for audiovisual emotion recognition. *AVSP, 2008.* – pp. 123 – 130.

15. Mansouri M., Teshnehlab M. Face recognition using Convolutional Neural Network. *Conference on Soft Computing in Industrial Applications, 2012.* – pp. 64 – 74.

16. Методы оценки ошибок классификации. URL: <https://poisk-ru.ru/s11757t5.html> (дата звернення: 18.04.2021).

17. Соколов Е. Выбор моделей и критерии качества. URL: http://www.machinelearning.ru/wiki/images/1/1c/Sem06_metrics.pdf (дата звернення: 20.03.2021).

18. Мищенко Е.С. Сравнительный анализ алгоритмов распознавания лиц // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 9: Исследования молодых ученых. 2015. - № 11. - с. 75-78.

19. Python Software Foundation. URL: <https://www.python.org/> (дата звернення: 29.03.2021).

20. Официальный сайт фреймворка Django. URL: <https://www.djangoproject.com/> (дата звернення: 29.03.2021).

21. Лутц М. Программирование на Python // Пер. с англ. – 4-е изд. – Спб.: СимволПлюс. - 2011. – 992 с.

22. SQLite. URL: <http://www.sqlite.org/index.html> (дата звернення: 12.04.2021).

23. OpenCV library. URL: <https://opencv.org/> (дата звернення: 19.04.2021).

24. Prieto L.A., Kominkova-Oplatkova Z. A performance comparison of two emotion-recognition implementations using OpenCV and Cognitive Services API. *CSSS, 2017.* – pp. 125 – 131.

25. Полякова А.С., Кобер В.И. О применении библиотеки OpenCV в задаче распознавания лиц по их изображению // *Актуальные проблемы авиации и космонавтики.* 2017. - Т. 1. № 12. - с. 559- 590.

26. Cohn-Kanade (CK and CK+) database download site. URL: <http://www.consortium.ri.cmu.edu/ckagree/> (дата звернення: 29.04.2021).

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

27. Мавлетова А. Машинное обучение с учителем. URL: https://www.hse.ru/data/2016/09/24/1123730671/Mavletova_2016_Krysht_Conf.pdf (дата звернення: 16.05.2021).

28. Толок А.О. Крюковська О.А. Безпека життєдіяльності: Навч. посібник. – 2011. – 215 с.

29. Яремко З. М. Безпека життєдіяльності: Навч. посіб. — Львів., 2005. – 301 с.

30. Желібо Є. П. Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. / Є. Желібо Є.П., Н.М. Заверуха П., В.В. Зацарний. – К.; Каравела, 2004. -328 с.

					КС КРБ 123.336.00.00 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

“Затверджую”

Завідувач кафедри КС

_____ Осухівська Г.М.

« ____ » _____ 2021 р

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕМОЦІЙНОГО
СТАНУ ЛЮДИНИ НА ОСНОВІ ВІДЕОАНАЛІЗУ ОБЛИЧЧЯ

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на 9 листках

Вид робіт:

Кваліфікаційна робота

На здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

«УЗГОДЖЕНО»

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Керівник кваліфікаційної роботи

Студент групи СІзс-42

_____ к.т.н., доц. Гашин Н.Б.

_____ Домарецький М.В.

« ____ » _____ 2021 р.

« ____ » _____ 2021 р.

Тернопіль 2021

1 Загальні відомості

1.1 Повна назва та її умовне позначення

Повна назва теми кваліфікаційної роботи: «Комп'ютеризована система для визначення емоційного стану людини на основі відеоаналізу обличчя».

Умовне позначення кваліфікаційної роботи: КС КРБ 123.336.00.00

1.2 Виконавець

Студент групи СІзс-44, факультету комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедри комп'ютерної інженерії, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Домарецький Максим Володимирович.

1.3 Підстава для виконання роботи

Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ по університету (№ 4/7-59 від 01.02.2021 р.)

1.4 Планові терміни початку та завершення роботи

Плановий термін початку виконання кваліфікаційної роботи – 01.02.2021 р.

Плановий термін завершення виконання кваліфікаційної роботи – 16.06.2021 р.

1.5 Порядок оформлення та пред'явлення результатів роботи

Порядок оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу здійснюється у відповідності до чинних норм та правил ІСО, ГОСТ, ЕСКД, ЕСПД та ДСТУ.

Пред'явлення проміжних результатів роботи з виконання кваліфікаційної роботи здійснюється у відповідності до графіку, затвердженого керівником роботи.

Попередній захист кваліфікаційної роботи відбувається при готовності роботи на 90% , наявності пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Пред'явлення результатів кваліфікаційної роботи відбувається шляхом захисту на відповідному засіданні ЕК, ілюстрацією основних досягнень за допомогою графічного матеріалу.

2 Призначення і цілі створення системи

2.1 Призначення системи

Комп'ютеризована система для визначення емоційного стану людини на основі відеоаналізу обличчя призначена є веб-додаток, що дозволяє користувачам по завантажених відеозаписах лекції та презентації визначати емоційне ставлення присутніх на відеозаписі слухачів до матеріалу, який викладається користувачам.

Система складається з чотирьох основних модулів:

- додавання відеоматеріалів для розпізнавання;
- виявлення осіб на відеоматеріалі;
- розпізнавання емоції на кожному зображенні особи;
- обробка отриманих результатів розпізнавання в форматі графіків і діаграм відповідно до презентацією заняття.

Доцільність створення комп'ютеризованої системи для визначення емоційного стану людини на основі відеоаналізу обличчя полягає у чіткому визначення емоцій на обличчі людини для підвищення якості та ефективності проведення занять, а також своєчасного прийняття рішень. Користувачами комп'ютеризованої системи є працівники ЗВО.

2.2 Мета створення системи

Основна мета проектування комп'ютеризованої системи для визначення емоційного стану людини на основі відеоаналізу обличчя полягає в розпізнаванні семи базових емоцій студентів з метою моніторингу їх емоційного ставлення до матеріалу для підвищення якості та ефективності занять, а також своєчасного реагування у випадках виявлення несприятливої емоційної обстановки.

Для того, щоб досягти поставленої мети роботи, необхідно розв'язати наступні задачі:

- провести аналіз існуючих методів і систем розпізнавання емоцій;
- обґрунтувати максимально ефективний метод і алгоритм розпізнавання емоцій;
- виконати машинне навчання;
- здійснити вибір програмних компонентів для реалізації системи;
- розробити складові системи розпізнавання емоцій по відеоданих;
- виконати апробацію системи на зібраних даних

2.3 Характеристика об'єкту

2.3.1 Основні задачі та функції об'єкту

Комп'ютеризована система для визначення емоційного стану людини на основі відеоаналізу обличчя може використовуватись ЗВО державної та приватної форм власності.

Автоматизація визначення емоційного стану студентів під час академічних і науково-популярних занять передбачає використання на рівні апаратного забезпечення:

- Wi-Fi відеокамери;
- середовища передачі даних;
- станцію обробки даних.

На рівні програмного забезпечення, комп'ютеризована система повинна мати модулі:

- додавання відеоматеріалів для розпізнавання;
- виявлення осіб на відеоматеріалі;
- розпізнавання емоції на кожному зображенні особи;
- обробка отриманих результатів розпізнавання в форматі графіків і діаграм відповідно до презентацією заняття.

При проектуванні складових комп'ютеризованої системи, зокрема апаратного і програмного забезпечення, необхідно проаналізувати предметну область та розробити концептуальні схеми взаємодії та розподілу прав доступів до даних.

3 Вимоги до системи

3.1 Вимоги до системи в цілому

Комп'ютеризована система для визначення емоційного стану людини на основі відеоаналізу обличчя повинна забезпечувати можливість розпізнавання семи базових емоцій, швидко та надійно реагувати на не авторизоване проникнення сторонніх. В цілому, у проектуваній системі повинні бути забезпечені:

- надійність роботи апаратної частини;
- продуктивність роботи програмного забезпечення;
- паралельний доступ до бази даних різним користувачам;
- розмежування прав доступу до бази даних;
- часова ефективність та ефективність використання ресурсів комп'ютеризованої системи;
- надання зручного користувацького інтерфейсу для роботи.

3.1.1 Вимоги до структури та функціонування системи

До структури та функціонування комп'ютеризованої система для визначення емоційного стану людини на основі відеоаналізу обличчя входять:

- набір відеофайлів;

- прикладне програмне забезпечення;
- сервер баз даних.

Функціональні вимоги, що висуваються до комп'ютеризованої системи, виглядають наступним чином:

- можливість зчитування та запису даних;
- можливість вводу, редагування та знищення даних;
- можливість запобігання неавторизованому доступу (логічного);
- можливість формування звітів (у графічній формі) по правильному розпізнаванні емоцій;
- можливість керування правами доступу до інформаційних ресурсів;
- розподіл прав доступу;
- масштабованість програмної та апаратної складових системи.

3.1.2 Вимоги по діагностуванню системи

Діагностика комп'ютеризованої системи для визначення емоційного стану людини на основі відеоаналізу обличчя відбувається у відповідності до затвердженого розкладу профілактичних заходів.

3.1.3 Перспективи розвитку

В майбутньому розроблену систему можливо застосовувати не тільки в сфері освіти, а й адаптувати її для використання в інших сферах діяльності (медицина, маркетинг, інтелектуальні транспортні мережі, робототехніка, інтерактивні розваги та ін.) для забезпечення більш якісних і ефективних зв'язків при взаємодії інтелектуальних комп'ютерних систем з людиною.

3.1.4 Вимоги до надійності системи

Комп'ютеризована система для визначення емоційного стану людини на основі відеоаналізу обличчя повинна бути захищена на кількох рівнях: логічному, операційної системи та на рівні доступу до бази даних. Логічний рівень захисту

повинен забезпечувати надійність щодо доступу до системи через пароль та розмежування прав доступу.

На рівні операційної системи повинен бути організований доступ на основі визначених прав доступу до використання спеціалізованого програмного забезпечення.

Доступ до інформації, що зберігається у базі даних, повинен бути авторизованим на рівні системи керування базами даних. Лише користувачі з наділеним правом доступу та адміністратори мають можливість вносити зміни у базу даних в межах їхньої компетенції.

3.1.5 Вимоги до функцій та задач, які виконує система

Функціональні вимоги та задачі, які повинна реалізовувати комп'ютеризована система для визначення емоційного стану людини на основі відеоаналізу обличчя полягають в наступному:

- формування зворотного зв'язку при успішній чи невдалій аутентифікації;
- забезпечення зв'язку з базою даних;
- надання точних та адекватних результатів на запит користувачів;
- забезпечення зручності використання програмного продукту;
- формування статистики відвідуваності та можливості фільтрування даних;
- візуалізація графіків відображення результатів розпізнавання емоцій;
- можливість розгортання та створення резервних копій бази даних.

3.1.6 Вимоги до апаратного забезпечення

- процесор – 2,2 ГГц або більш потужний з кількістю логічних ядер >8;
- RAM – 16 ГБ або більше;
- об'єм дискового простору – 1 Тб.

3.1.7 Вимоги до програмного забезпечення

Код системи – мові апрограмування Python 3.6 з використанням фреймворку Django 1.9 і застосуванням додаткових допоміжних бібліотек OpenCV, Mathplotlib, Numpy, Pandas.

Зберігання даних системи здійснювалося з використанням вбудованої реляційної СУБД SQLite.

4 Вимоги до документації

Документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ

Комплект документації повинен складатись з:

- пояснювальної записки;
- графічного матеріалу:
 - 1 Інтерфейси існуючих програм розпізнавання емоцій.
 - 2 Загальна схема процесу розпізнавання зображення особи
 - 3 Діаграма класів системи.
 - 4 Відсоток вірного розпізнавання емоції системою.
 - 5 Рівень та розподіл емоцій упродовж заняття.

*Примітка: У комплект документації можуть вноситися міни та доповнення в процесі розробки.

5 Техніко-економічні показники

Планована собівартість комп'ютеризованої системи для визначення емоційного стану людини на основі відеоаналізу обличчя повинна становити не більше 40 000 грн.

*Примітка: собівартість системи може змінюватись під час розрахунку в процесі розробки.

6 Стадії та етапи проектування

Таблиця 1 – Стадії та етапи виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

№ етапу	Назва етапу виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання
1	Розробка технічного завдання	01.02-15.02.2021
2	Аналіз технічного завдання	16.02-28.02.2021
3	Опрацювання джерел про існуючі системи для визначення емоційного стану людини	01.03-15.03.2021
4	Проектування схеми комп'ютерної системи	16.03-04.04.2021
5	Обґрунтування вибору апаратного забезпечення комп'ютерної системи	
6	Проектування та реалізація програмного забезпечення комп'ютерної системи	04.04-02.05.2021
7	Розробка інструкцій із встановлення та налаштування параметрів комп'ютеризованої системи	02.05-22.05.2021
8	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	23.05-31.05.2021
9	Оформлення кваліфікаційної роботи	01.06-10.06.2021
10	Попередній захист кваліфікаційної роботи	09.06-12.06.2021
11	Захист кваліфікаційної роботи	16.06.2021

7 Додаткові умови виконання кваліфікаційної роботи

Під час виконання кваліфікаційної роботи у дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.