

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра комп'ютерних наук

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«Інформаційна технологія розпізнавання емоцій учасників
відеоконференцій в Microsoft Teams»**

Виконав: студент 2-го курсу, групи 2КН-21м
спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Пастух І. П.

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент каф. КН

Савчук Т. О.

(прізвище та ініціали)

« 15 » 12 2022 р.

Опонент: к.т.н., професор каф. АІТ

Паламарчук Є.А.

(прізвище та ініціали)

« 15 » 12 2022 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри КН

д.т.н., проф. Яровий А.А.

(прізвище та ініціали)

« 16 » 12 2022 р.

Вінницький національний технічний університет
 Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації
 Кафедра комп'ютерних наук
 Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
 Галузь знань – 12 “Інформаційні технології”
 Спеціальність – 122 “Комп'ютерні науки”
 Освітньо-професійна програма – “Системи штучного інтелекту”

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри КН
 д.т.н. проф. Яровий А.А.

“14” 09 (підпис) 2022 року


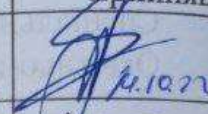


**ЗАВДАННЯ
 НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
 СТУДЕНТУ**

Пастуху Ігорю Петровичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Інформаційна технологія розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams
 керівник роботи професор кафедри комп'ютерних наук Савчук Т. О.
 затверджені наказом вищого навчального закладу від 14.09 2022 року № 203
2. Строк подання студентом роботи 18 листопада 2022 року
3. Вихідні дані:
 відеопотік із швидкістю зміни кадрів не менше 1 кадр/с;
 кадри із роздільною здатністю до 1920×1080 пікселів;
 об'єктно-орієнтована мова програмування;
 кількість учасників відеоконференції не більше 100;
 кількість класів розпізнавання емоцій не більше 6;
 формат зображень для нейронної мережі - .jpg.;
4. Зміст текстової частини: вступ, сучасний рівень розвитку технологій розпізнавання емоцій в Microsoft Teams, розробка методу та структури розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams, розробка модулів технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams, економічна частина, висновки, список використаних джерел, додатки
5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень).
 Схема удосконаленого методу розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій у Microsoft Teams структура інформаційної технології

відеоконференції, отримані дані з опрацьованих фреймів одного з учасників відеоконференції

6. Консультативні розділи роботи

Розділ	Прізвище, ініціалита посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
1-3	Савчук Т. О., професор кафедри комп'ютерних наук	 14.09.22	 14.09.22
4	Буреннікова Н.В., д. е. н., проф. каф. ЕПВМ	 14.09.22	 14.09.22

7. Дата видачі завдання 14.09.2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Сучасний рівень розвитку технологій розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams	01.09.2022 - 07.09.2022	
2	Розробка методу та структури розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams	07.09.2022 - 15.09.2022	
3	Розробка модулів технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams	15.09.2022 - 20.10.2022	
4	Економічна частина	20.01.2022 - 20.11.2022	
5	Апробація та/або впровадження результатів дослідження	20.11.2022 - 01.12.2022	
6	Оформлення пояснювальної записки, графічного матеріалу та презентації	01.12.2022 - 16.12.2022	

Студент

Керівник роботи

(підпис)

Пастух І. П.

Савчук Т. О.

АНОТАЦІЯ

УДК 004.8

Пастух І.П. Інформаційна технологія розпізнавання емоцій учасників відеоконференції в Microsoft Teams. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 122 – компютерні науки, освітня програма – компютерні науки. Вінниця: ВНТУ, 2022, 94 с. На укр. мові. Бібліогр.: 20 назв; рис.: 21; табл.: 15.

Дана магістерська кваліфікаційна робота призначена розробці інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференції в Microsoft Teams. У роботі розглянуто та проаналізовано існуючі методи розпізнавання емоцій та обрано метод розпізнавання за допомогою нейронних згорткових мереж. Проаналізовано засоби аналогії та виявлено їх переваги і недоліки. Розроблено метод та структуру інформаційної технології, обрано мову та середовище розробки. Розроблено модулі інформаційної технології та проведено аналіз результатів.

Графічна частина складається з 5 плакатів.

В економічній частині проведено комерційний та технологічний аудит науково-технічної розробки, оцінено рівень новизни та розраховано витрати на проведення науково-дослідної роботи.

Ключові слова: розпізнавання емоцій, хмарні технології, згорткові нейронні мережі, Microsoft Teams, Azure, відеоконференції.

ABSTRACT

Pastukh I.P. Information technology for recognizing the emotions of participants in a video conference in Microsoft Teams. Master's qualification thesis on specialty 122 - computer science, educational program - computer science. Vinnytsia: VNTU, 2022, 94 p. In Ukrainian language: Bibliography: 20 titles; fig.: 21; tab.: 15.

This master's thesis is designed to develop information technology for recognizing the emotions of participants in a video conference in Microsoft Teams. In the paper, the existing methods of emotion recognition were considered and analyzed, and the method of recognition using neural convolutional networks was chosen. Analogues were analyzed and their advantages and disadvantages were identified. The algorithm and structure of information technology were developed, the language and development environment were selected. Information technology modules were developed and results were analyzed.

The graphic part consists of 5 posters.

In the economic part, a commercial and technological audit of the scientific and technical development was carried out, the level of innovation was assessed and the costs of scientific research were calculated.

Keywords: emotion recognition, cloud technologies, convolutional neural networks, Microsoft Teams, Azure, video conferences.

Зміст

ВСТУП.....	8
1 СУЧАСНИЙ РІВЕНЬ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗПІЗНАВАННЯ ЕМОЦІЙ УЧАСНИКІВ ВІДЕОКОНФЕРЕНЦІЙ В MICROSOFT TEAMS	11
1.1 Аналіз сучасних методів розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій ..	11
1.2 Аналіз сучасних засобів розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій ...	21
1.3 Постановка задачі.....	24
1.4 Висновок	25
2 РОЗРОБКА МЕТОДУ ТА СТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ ЕМОЦІЙ УЧАСНИКІВ ВІДЕОКОНФЕРЕНЦІЙ В MICROSOFT TEAMS.....	26
2.1 Розробка удосконаленого методу розпізнавання учасників відеоконференцій в Microsoft Teams.....	26
2.2 Розробка структури інформаційної технології розпізнавання учасників відеоконференцій в Microsoft Teams	29
2.3 Висновок	32
3 РОЗРОБКА МОДУЛІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ ЕМОЦІЙ УЧАСНИКІВ ВІДЕОКОНФЕРЕНЦІЙ В MICROSOFT TEAMS	33
3.1 Обґрунтування вибору мови та середовища програмування	33
3.2 Програмна реалізація модуля взаємодії з користувачем.....	38
3.3 Програмна реалізація контролера.....	38
3.4 Програмна реалізація модуля взаємодії зі сховищем даних	39
3.5 Програмна реалізація модуля розпізнавання емоцій.....	40
3.6 Аналіз результатів роботи інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams	40
3.7 Висновок.....	43
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	45
4.1 Проведення комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки ...	45
4.2 Оцінювання рівня новизни розробки	49
4.3 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи	52
4.3.1 Витрати на оплату праці	53
4.3.2 Відрахування на соціальні заходи	55
4.3.3 Сировина та матеріали	55

	7
4.3.4 Розрахунок витрат на комплектуючі	57
4.3.5 Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт	57
4.3.6 Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт	57
4.3.7 Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщень	58
4.3.8 Паливо та енергія для науково-виробничих цілей.....	59
4.3.9 Службові відрядження	60
4.3.10 Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації.....	61
4.3.11 Інші витрати	61
4.3.12 Накладні (загальновиробничі) витрати	61
4.4 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки при її можливій комерціалізації потенційним інвестором.....	62
4.5 Висновок	66
ВИСНОВКИ	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	70
ДОДАТКИ	73
ДОДАТОК А (обов'язковий)	74
Результат перевірки на плагіат в онлайн-системі UNICHECK	74
Додаток Б (обов'язковий)	75
Лістинг програми.....	75
Додаток В (обов'язковий) ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА.....	81
Додаток Г (довідниковий).....	85
Інструкція користувача	85

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. У наслідок переходу багатьох компаній та установ на дистанційну форму роботи, більшість з них переходить на відеоконференції у форматі онлайн замість живих зустрічей, що відкриває додаткове джерело інформації, яке можна вивчати та аналізувати. На сьогоднішній день Microsoft Teams є одним з найпопулярніших додатків для проведення відеоконференцій. Кількість щомісячно активних користувачів програмного засобу станом на початок 2022 року становить 270 мільйонів, що на 20 мільйонів більше за показники минулого року. Щодня на платформі Microsoft Teams користувачі роблять понад 2.7 мільярди хвилин дзвінків, більш ніж 43% з яких відбуваються з відеокамерами. Запропонований метод надасть можливість отримання даних про емоційний стан учасників відеоконференції для подальшого аналізу. Результат роботи технології може використовуватись для аналізу емоційної реакції учасників відеоконференцій на певні новини, оголошення, теми дискусій, для оцінки здібностей ораторів, виявлення емоційно негативних моментів відеоконференцій з метою подальшого виявлення причин їх виникнення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Магістерська робота виконана відповідно до напрямку наукових досліджень кафедри комп'ютерних наук Вінницького національного технічного університету 22 К1 «Моделі, методи, технології та пристрої інтелектуальних інформаційних систем управління, економіки, навчання та комунікацій» та плану наукової та навчально-методичної роботи кафедри.

Мета та завдання дослідження. Метою дослідження є розширення функціональних можливостей програмних засобів для розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams, що дасть можливість отримання даних про емоції кожного окремого учасника для подальшого аналізу.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

- проаналізувати сучасний рівень розвитку технологій розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams;
- розробити метод розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams;

- розробити структуру запропонованої інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams;
- розробити модулі інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams;
- провести аналіз функціонування запропонованої інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams;
- Оцінити економічну ефективність роботи.

Об'єкт дослідження – процес розпізнавання емоцій.

Предмет дослідження – програмне забезпечення для розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams.

Методи дослідження – методи та підходи до розпізнавання емоцій, методи та підходи до розробки інформаційних технологій, методи об'єктно-орієнтованого програмування, теорія штучних нейронних мереж.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

- удосконалено метод розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій у Microsoft Teams за рахунок використання бібліотеки Graph API та засобів хмарної технології Azure, що дало можливість автоматизувати процес отримання даних про емоційний стан учасників відеоконференцій з метою аналізу емоційної реакції учасників відеоконференцій на певні новини, оголошення, теми дискусій, для оцінки здібностей ораторів, виявлення емоційно негативних моментів відеоконференцій та причин їх виникнення.
- удосконалено інформаційну технологію розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій у Microsoft Teams за рахунок використання нейронної згорткової мережі та засобів технології Azure.

Практичне значення одержаних результатів полягає у наступному:

Розроблено структуру інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams, структуру компонентів платформи Azure. Розроблено алгоритм функціонування модуля взаємодії з користувачем, алгоритм функціонування контролера, алгоритм функціонування модуля взаємодії зі сховищем даних та алгоритм функціонування модуля розпізнавання емоцій.

Достовірність теоретичних положень магістерської кваліфікаційної роботи підтверджується строгістю постановки задач, коректним застосуванням математичних методів під час доведення наукових положень, строгим виведенням аналітичних співвідношень, порівнянням результатів з відомими, та збіжністю результатів математичного моделювання з результатами, що отримані під час впровадження розроблених програмних засобів.

Особистий внесок магістранта. Усі результати, наведені у магістерській кваліфікаційній роботі, отримані самостійно.

Апробація результатів роботи. Результат роботи апробовано на X Міжнародній науково-практичній конференції INNOVATIONS AND PROSPECTS OF WORLD SCIENCE (Ванкувер, Канада, 2022) [1], I Міжнародній науково-практичній конференції PROGRESSIVE RESEARCH IN THE MODERN WORLD (Бостон, 2022) [2].

Публікації. За результатами дослідження опубліковано дві тези доповідей конференцій INNOVATIONS AND PROSPECTS OF WORLD SCIENCE (Ванкувер, Канада, 2022), PROGRESSIVE RESEARCH IN THE MODERN WORLD (Бостон, 2022), отримано свідоцтво на реєстрацію авторського права на комп'ютерну програму [3], а також подано статтю до фахового видання Таврійський науковий вісник [4].

1 СУЧАСНИЙ РІВЕНЬ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗПІЗНАВАННЯ ЕМОЦІЙ УЧАСНИКІВ ВІДЕОКОНФЕРЕНЦІЙ В MICROSOFT TEAMS

1.1 Аналіз сучасних методів розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій

Розпізнавання емоцій є типовою задачею класифікації, яка в якості вхідних даних приймає зображення у вигляді матриці пікселів та на виході видає клас до якого з найбільшою ймовірністю відноситься зображення. Найчастіше виділяють сім класів емоцій, які являють собою основні людські емоції: радість, здивування, гнів, страх, смуток, огида та зневага. Загальна схема розв'язання задачі класифікації емоцій зображена на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Загальна схема розв'язання задачі класифікації зображень

Перш за все, перед задачею розпізнавання емоції людини потрібно вирішити задачу виявлення обличчя. Розглянемо найпопулярніший та найточніший метод.

Метод Віоли-Джонса (Viola-Jones object detection) - алгоритм виявлення об'єктів на зображеннях в реальному часі, розроблений в 2001 Полом Віолою і Майклом Джонсом. Незважаючи на те, що головним завданням при розробці цього методу було знаходження осіб, цей метод використовується для розпізнавання інших різних предметів. Існує безліч реалізацій, у тому числі у складі бібліотеки комп'ютерного зору OpenCV (функція `cvHaarDetectObjects()`). Ознаки, які застосовують алгоритм, використовують підсумовування пікселів з прямокутних регіонів. Самі ознаки нагадують ознаки Хаара, які також використовуються для пошуку об'єктів на зображеннях. Однак ознаки, які використовували Віола та Джонс складніше і містять у собі більше однієї прямокутної області [7].

Ознаками Хаара є прямокутні області, що складаються з декількох суміжних частин. Класи об'єктів мають індивідуальні ознаки, які можна виразити у вигляді розподілу ознак Хаара [8].

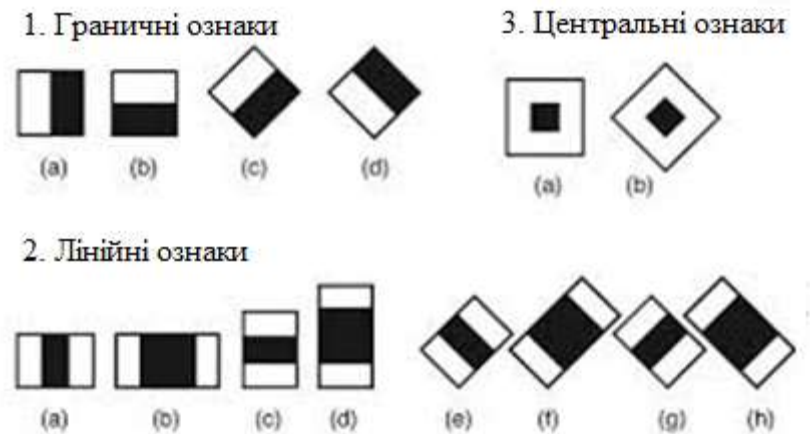


Рисунок 1.2 – Приклад ознак Хаара

Переваги даного методу:

1. Швидке обчислення значень ознак.
2. Ефективний набір ознак.
3. Замість масштабування зображення, відбувається масштабування ознак.

Таким чином алгоритм знаходить обличчя з високою точністю, тобто низьким відсотком помилкових спрацьовувань і високим відсотком вірного виявлення. До недоліків відноситься неможливість розпізнати шуканий об'єкт при його повороті на 45 і більше градусів, чутливість до куту падіння світла, а також тривалий час навчання класифікаторів [8].

Розглянемо основні методи розпізнавання емоцій.

Спосіб зіставлення з еталоном – у цьому підході процес розпізнавання розбивається на частини, відповідні окремим характеристикам обличчя. Кожна фотографія, що надходить на вхід засобу для розпі, має бути фронтальним зображенням обличчя з певним для конкретної бази даних кількістю масок, що становлять основні для ідентифікації регіони обличчя (наприклад, очі, ніс, рот та нижня частина обличчя). Крім того, розташування даних масок повинні бути однаково нормалізовані (наприклад, щодо положення очей) для всіх зображень у базі даних. Під час процесу розпізнавання,

коли частини вхідного зображення черги порівнюються з частинами зображення, що зберігається в базі, використовується вектор, що відображає результат порівняння в балах (один бал за кожну рису обличчя) і обчислюваний шляхом нормалізованої взаємної кореляції (втім, методи порівняння можуть бути різними). Після чого вхідне зображення класифікується відповідно до максимально набраними балами.

Метод на основі ключових точок - алгоритм поділено на два етапи: отримання координат ключових точок та класифікація емоцій на їх основі. Вхідними даними методу є набір зображень осіб, у якому кожному зображенню відповідає файл розмітки, що містить координати ключових точок, вибраних людиною [9]. За цими даними будується дві статистичні моделі:

1. Модель форми – параметрична лінійна модель, що описує можливі варіанти становища ключових точок. Формою називається вектор координат ключових точок.
2. Модель текстури – подібна модель, але описує вже можливі варіації інтенсивності пікселів. Відповідно текстурою називається вектор всіх пікселів всередині зовнішнього контуру форми.

Оскільки на різних зображеннях кількість пікселів усередині зовнішнього контуру форми може бути різною, перед створенням моделі текстури всі зображення осіб призводять до єдиної усередненої форми за допомогою шматково-афінного перетворення: безліч точок форми триангулюється, а потім кожен симплекс звичайним афінним перетворенням транслюється в нові координати. Ефективність методу – 89,4% [9].

Метод розпізнавання за допомогою згорткових нейронних мереж - являє собою особливий клас багат шарового перцептрона, який має двовимірну структуру і добре підходить для обробки зображень з високим ступенем інваріантності до зміщення, поворотів, масштабування та інших спотворень вхідних даних [10]. Згорткові нейронні мережі надають вищу точність розпізнавання об'єктів на зображенні порівнянно з іншими алгоритми завдяки застосуванню спеціального шару згортки. Загальний вигляд багат шарового перцептрону наведено на рисунку 2. Функціонування перцептрону може бути визначено як:

$$y = f^{(k)}[w^{(k)} \dots f^{(2)}[w^{(2)} f^{(1)}[w^{(1)} x + b^{(2)}] + b^{(2)}] \dots + b^{(k)}], \quad (1.1)$$

де $w^{(i)}$ – матриця ваг i -го шару; $b^{(i)}$ – вектор зсувів i -го шару; k – кількість шарів; y – вихід перцептрон.

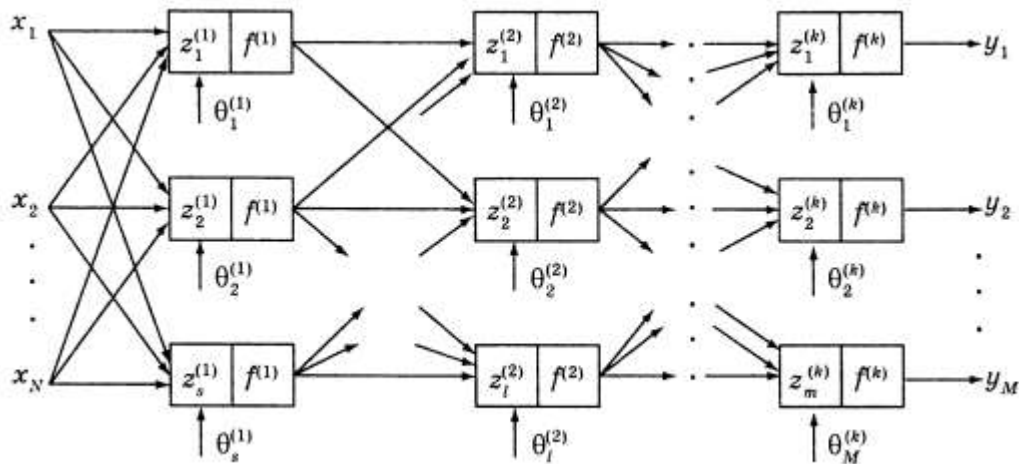


Рисунок 1.3 – Багатошаровий перцептрон

Структура СНС являє собою послідовність із двох типів шарів: згорткові та підвибіркові. Кожен шар складається з набору площин (карток характеристик), які у свою чергу складаються з нейронів. На рисунку 1.4 наведено схему нелінійної моделі нейрона. Функціонування нейрону k можна описати наступними рівняннями [9]:

$$u_k = \sum_{j=0}^p w_{kj} x_j, \quad (1.2)$$

де x_1, x_2, \dots, x_p – вхідні сигнали; w_1, w_2, \dots, w_p – синаптичні ваги нейрону k ; u_k – лінійна комбінація вхідних взаємодій; p – кількість нейронів.

$$\varphi_k = \frac{1}{1 + \exp(-au)}, \quad (1.3)$$

де a – параметр нахилу сигмоїдної функції; φ_k – нелінійна сигмоїдна функція активації.

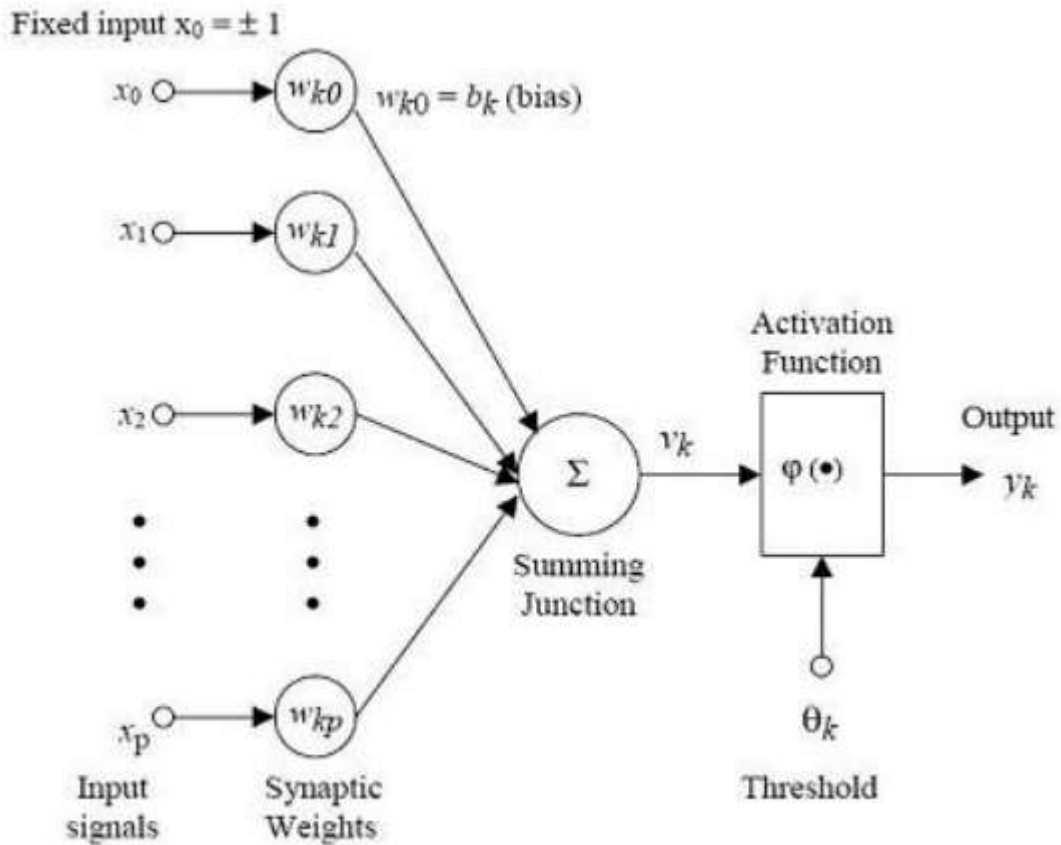


Рисунок 1.4 – Нелінійна модель нейрона

Кожен нейрон згорткового шару має зв'язок із невеликою групою нейронів попереднього шару (локальне рецептивне поле). Приклад згорткового шару представлено на рисунку 1.5. Фільтр згорткового шару рухається по вхідному зображенню і виконує поелементне множення з послідуочим сумуванням результатів, що визначається наступною формулою:

$$Z = X * f, \quad (1.4)$$

де Z – вихідна матриця; X – вхідне зображення; f – фільтр.

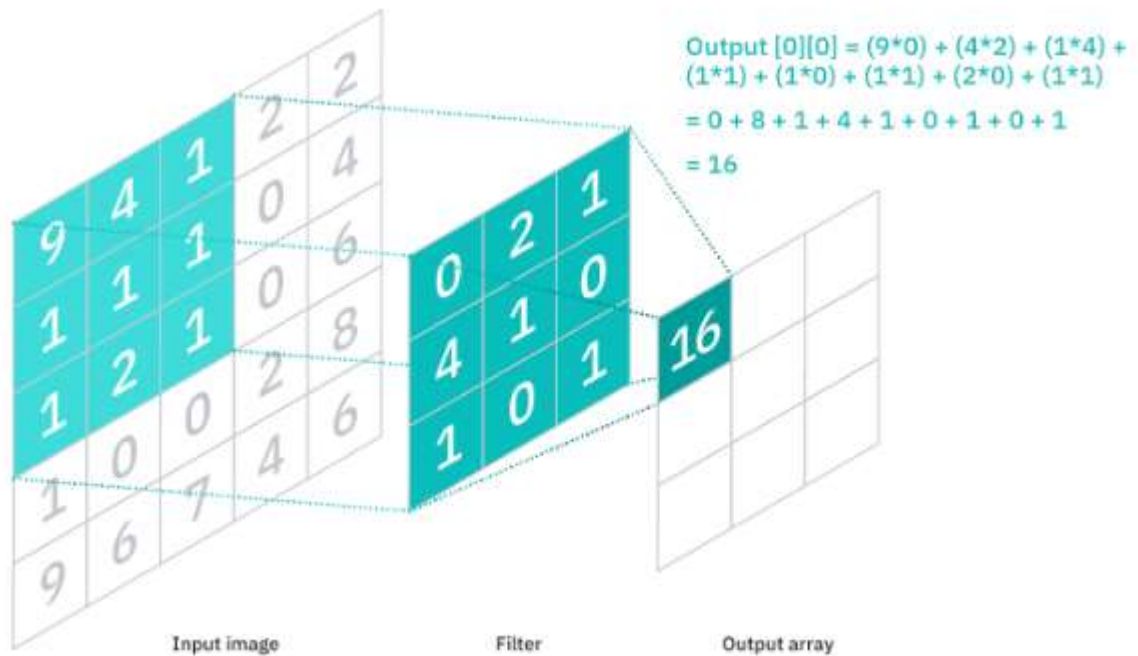


Рисунок 1.5 – Згортковий шар нейронної мережі

Локальні рецептивні поля нейронів згорткового шару частково накладаються один на одного за принципом черепиці. Значення нейронів з локального рецептивного поля множаться на матрицю синаптичних коефіцієнтів, а результат записується у відповідний нейрон згорткового шару (рисунок 1.6).

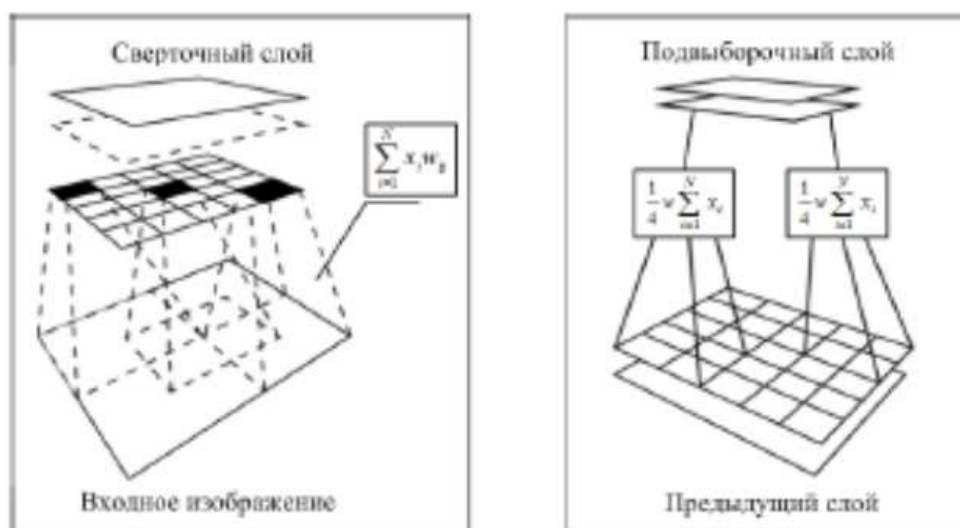


Рисунок 1.6 – Функціонування шарів у згорткових нейронних мережах

Услід за згортковим шаром розташовується підвибірковий шар, який забезпечує часткову інваріантність нейронної мережі до зміни масштабу вхідного зображення. Кількість площин підвибіркового шару зазвичай така сама, як і в попередньому шарі. У підвибірковому шарі локальні рецептивні поля не перетинаються один з одним і мають фіксований розмір 2×2 нейрона. Кожен нейрон даного шару обчислює середнє значення чотирьох входів, множить їх на синаптичні коефіцієнти і отриманий результат передає через функцію активації. Таким чином, підвибірковий шар зменшує розмірність площин попереднього шару вдвічі. Послідовно чергуючись один за одним, розміри площин зменшуються, але їхня кількість збільшується. Чергування шарів дозволяє формувати різні карти характеристик, що наділяє згорткові нейронні мережі здатністю до ідентифікації складніших ієрархічних ознак. Поступово під час проходження кількох шарів карта ознак вироджується у вектор. Останні кілька шарів згорткові нейронні мережі являє собою класичний персептрон, складаються зі звичайних нейронів і призначені для класифікації виділених ознак. Важливою властивістю згорткової нейронної мережі є використання загальної матриці вагових коефіцієнтів для всіх нейронів у межах площини. Даний підхід дозволяє використовувати меншу кількість параметрів (вагових коефіцієнтів) при великій кількості зв'язків і підвищити швидкість процесу навчання. Таким чином, площини згорткових нейронних мереж є фільтрами, кожен з яких здійснює пошук індивідуальних характерних ознак вхідного зображення. Це дозволяє згортковій нейронній мережі запам'ятовувати взаємозв'язок просторово-залежних областей зображення. Характерні ознаки, які отримують тій чи іншій площиною, визначаються у процесі навчання. Якщо вхідне зображення спотворене або зміщене, то на виході площини буде аналогічно зміщений результат. Завдяки цій властивості забезпечується стійкість згорткових нейронних мереж до спотворень вхідних даних. Процес навчання згорткової нейронної мережі відбувається за допомогою методу градієнтного спуску. При застосуванні даного методу кореляція ваг між i -м і j -м нейронами відбувається за правилом [10]:

$$\Delta w_{ij} = -\gamma \nabla_w I(w), \quad (1.5)$$

де w_{ij} – вага звязку між i і j нейронами; γ – параметр швидкості навчання; $\nabla_w I(w)$ – часткова похідна поточної енергії похибки і синаптичної ваги.

Задачею навчання згорткової нейронної мережі є мінімізація значення середньоквадратичної похибки, яка обраховується наступною формулою:

$$E_p = \frac{1}{2} \sum_{j=0}^n (t_{pj} - y_{pj})^2, \quad (1.6)$$

де E_p – величина функції похибки для образу p ; t_{pj} – бажаний вихід нейрону j для образу p ; y_{pj} – активований вихід нейрону j для образу p .

Неактивований стан для кожноо нейрону j для образу p можна подати у вигляді зваженої суми по формулі [10]:

$$S_{pj} = \sum_{i=0}^n w_{ij} y_{pi}, \quad (1.7)$$

де S_{pj} - зважена сума виходів звязаний нейронів попереднього шару на вагу звязку; w_{ij} – вага звязку між i і j нейронами; y_{pi} – активований стан нейрону j попеердного шару для образу p .

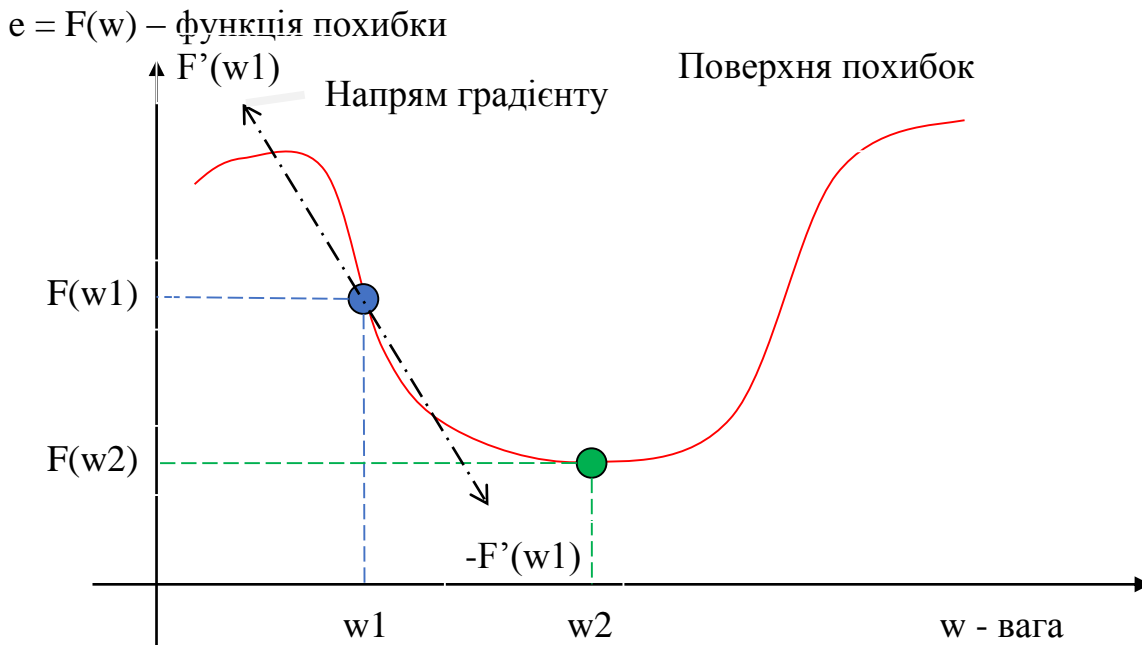


Рисунок 1.7 – Метод градієнтного спуску

Недолік використання згорткової нейронної мережі полягає в складності налаштування оптимальних параметрів: кількість шарів, площин, нейронів, розмір рецептивного поля тощо.

На сьогоднішній день згорткові нейронні мережі активно використовуються для виявлення облич та інших об'єктів на зображеннях та відео. Відсоток розпізнавання при найкращому результаті – 97,4%.

Для розв'язання задачі буде обрано архітектуру VGG-16, яка приймає вхідне зображення розміром 48x48 пікселів. Зображення надсилається через велику кількість загорткових шарів, де використовує фільтр 3x3. Він містить 16 вагових шарів, що включає 16 загорткових з розміром 3x3 фільтра та 3 шари повністю з'єднаних, а потім велику кількість загорткових шарів. Кожні перші два з 3 повністю зв'язних шарів мають 4096 каналів, третій виконує 7-смугову класифікацію *ILSVRC* і, отже, складається з 7 каналів (кожен клас має канал) [11]. *SVM* – шар – це останній шар. На рисунку 1.8 зображено структуру загорткової нейронної мережі *VGG-16*.

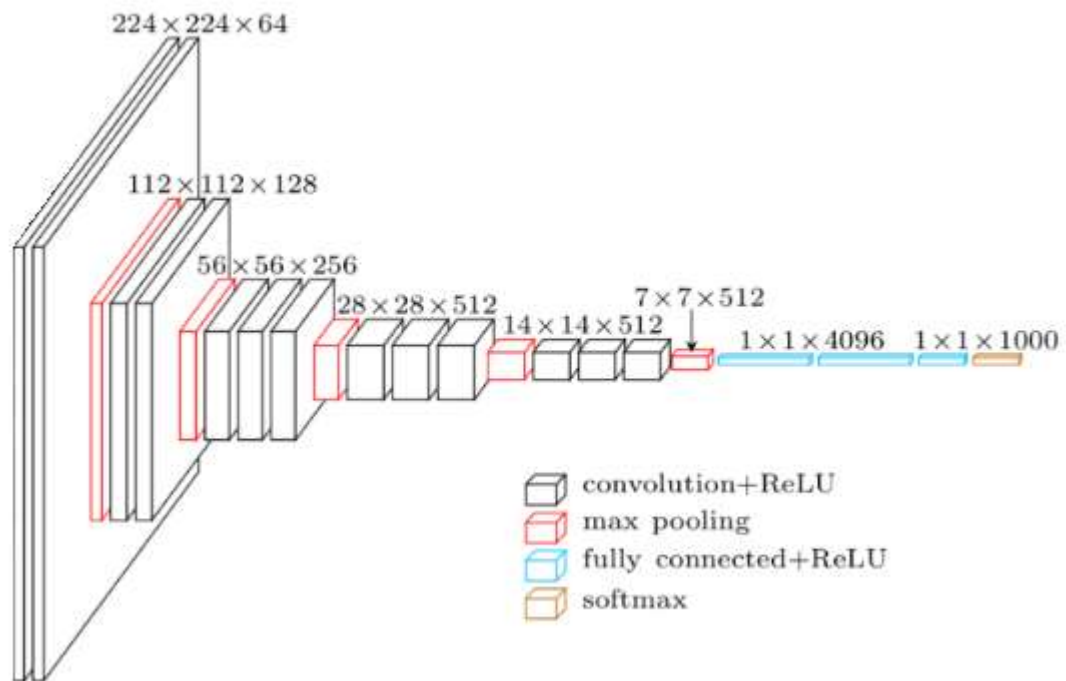


Рисунок 1.8 – Структура загорткової нейронної мережі VGG-16

Розглянемо метод розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій.

Найпопулярнішим методом є аналіз екрану відеоконференції. При використанні даного методу користувачеві потрібно мати на комп'ютері встановлений засіб для розпізнавання емоцій на екрані в режимі онлайн. Ідея методу полягає у тому, що користувач перед початком відеоконференції повинен запустити засіб для аналізу, увійти у відеоконференцію та постійно тримати екран з учасниками у відкритому вигляді, щоб програмний засіб міг розпізнати обличчя та емоції видимих на ньому учасників. Перевагою даного методу є простота використання. Недоліками методу є те, що користувачу потрібно встановити програмний засіб, запускати його перед кожною відеоконференцією, збирати та зберігати результати, потім тримати екран відеоконференції активним. Також важливим недоліком методу є те, що зі збільшенням кількості учасників або з початком показу екрану точність роботи засобу зменшується. Метод не підтримує можливість ідентифікації учасників відеоконференції, внаслідок чого неможливо отримати дані про емоції кожного учасника окремо.

Отже, враховуючи недоліки та переваги розглянутих методів, для вирішення задачі виявлення обличчя було обрано метод Віюлі-Джонса, а для розпізнавання емоцій доцільно використовувати метод згорткових нейронних мереж. Так як використання

описаних методів для розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій має обмежений функціонал, стає актуальним розширення функціональних можливостей описаних методів, які дадуть змогу повністю автоматизувати ручну роботу користувача та отримувати дані про емоції кожного учасника окремо.

1.2 Аналіз сучасних засобів розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій

Розглянемо популярні сучасні засоби розпізнавання емоцій.

FaceReader (Noldus Information Technology) - додаток може вірно розпізнавати за виразом обличчя такі емоції, як "щастя", "сум", "злість", "здивування", "страх", "огидність" і "спокій". Крім того, FaceReader здатний визначити вік, стать і расу людей. Додаток не потребує навчання та додаткового налаштування. У програмі реалізовано технології комп'ютерного зору [12]. Зокрема, це метод Active Template, що полягає в накладенні деформованого шаблону на зображення обличчя: Інтерфейс програми FaceReader зображено на рисунку 1.9.

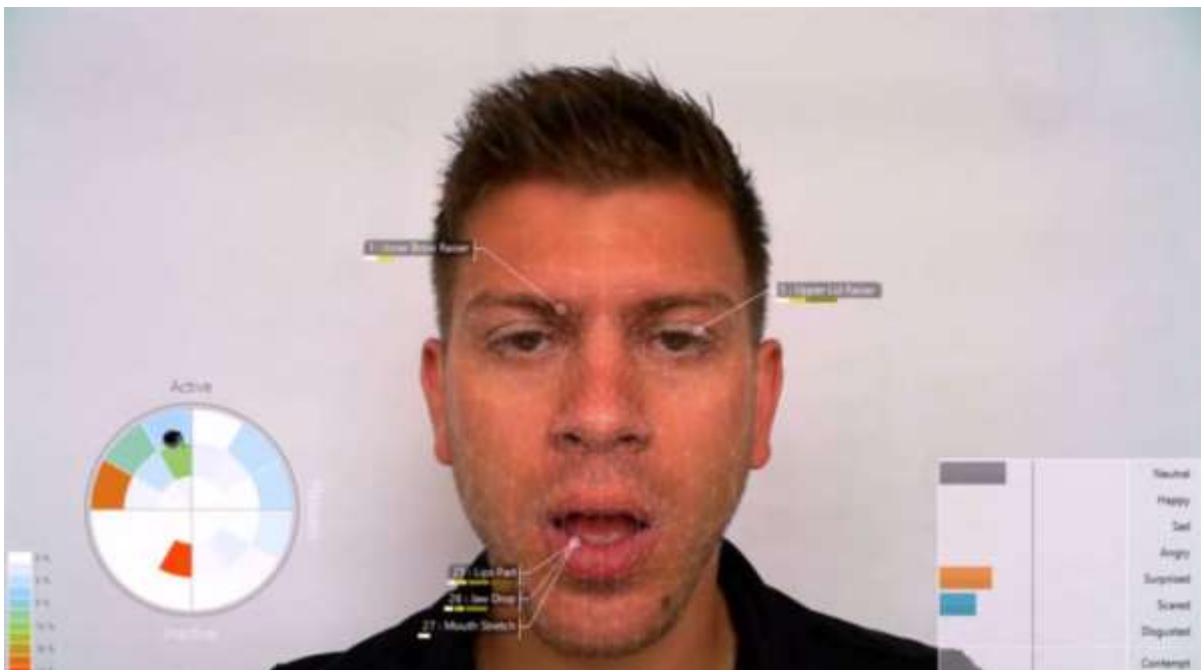


Рисунок 1.9 – Інтерфейс програми FaceReader

Переваги даної реалізації:

1. Середній відсоток розпізнавання емоцій дорівнює 89% і не залежить від нахилу повороту обличчя площині
2. Програма працює з великою кількістю форматів відеофайлів із кодеками MPEG1, MPEG2, DivX4, DivX5, DivX6, DV-AVI. При цьому розпізнавання емоцій може відбуватися покадрово, або повністю при перегляді відео. Додаток не обмежується роботою із завантажуваним відео, FaceReader працює і зі статичними зображеннями і в реальному часі, зчитуючи дані з камери пристрою користувача. Віку сильно падає при роботі з особами дітей віком менше 5 років.

Розпізнавання може відбуватися неточно, якщо людина носить окуляри.

Недоліки:

1. Відсоток розпізнавання емоцій та віку сильно падає при роботі з особами дітей віком менше 5 років
2. Розпізнавання може відбуватися неточно, якщо людина носить окуляри.
3. Немає можливості ідентифікації людини.

Microsoft Oxford Project Emotion Recognition (Microsoft, США) - машинні алгоритми аналізують наявність облич для завантажуваної фотографії, після чого визначають по міміці ймовірні емоції. Враховуючи тестовий режим роботи цього інструмента, результати часто виходять неточними та несподіваними. Надане API в доступній формі дає розробникам всю міць алгоритму машинного зору та розпізнавання емоцій для використання у своїх додатках [13]. Інтерфейс демонстраційної версії програми Emotion Recognition зображено на рисунку 1.10.



Рисунок 1.10 – Інтерфейс програми Microsoft Oxford Project Emotion Recognition

Переваги:

1. Обчислення відсотків емоцій, що виражаються.
2. Доступне Emotion API, яке може бути використано у різних додатках.

Недоліки:

1. Визначення емоцій лише на статичних зображеннях.
2. Програма не розпізнає обличчя, розташовані під великим кутом (>40градусів).
3. На даний момент доступна лише демонстраційна версія.
4. Немає можливості ідентифікації людини.

Таблиця 1.1 – Порівняння засобів розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій

	FaceReader	Microsoft OPER
Аналіз зображення	+	+
Аналіз відео	+	+
Аналіз відео у режимі онлайн	+	-
Підтримка зображень під кутом	+	-

Можливість обробки обличчя з аксесуарами (окуляри, навушники, тощо)	-	+
Інтеграція з Microsoft Teams	-	-
Можливість ідентифікації людини	-	-

Результат порівняння сучасних засобів показав, що вищеперераховані програми надають можливість аналізу зображень та відео. Деякі з них підтримують обробку відео у режимі онлайн та зображень під кутом. Проте, жоден засіб не має можливості інтеграції з Microsoft Teams, не має можливості ідентифікації людини, і, як наслідок, не має можливості отримання даних про кожного учасника окремо.

1.3 Постановка задачі

Сформуємо задачу розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams.

Нехай дано вхідний вектор $X(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$, де

x_1 – потужність множини учасників відеоконференції.

x_2 – потужність множини емоцій.

x_3 – потужність множини кадрів відеопотоку.

x_4 – потужність множини відеопотоків.

x_5 – потужність множини відеоконференцій.

Тоді задачу розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams можна подати у вигляді:

$$F(X) = Y,$$

де Y – результат розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams.

1.4 Висновок

У даному розділі було проведено порівняння популярніших існуючих методів для розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій. враховуючи недоліки та переваги розглянутих методів, для вирішення задачі розпізнавання емоцій доцільно використовувати метод згорткових нейронних мереж, так як він показує найвищу точність у порівнянні з іншими існуючими методами розпізнавання емоцій.

Було проаналізовано сучасні засоби розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій, таких як FaceReader і MOPER. Було описано переваги та недоліки кожного розглянутого продукту. Було проведено порівняння засобів. Результат порівняння сучасних засобів показав, що вищеперераховані програми надають можливість аналізу зображень та відео. Деякі з них підтримують обробку відео у режимі онлайн та зображень під кутом. Проте, жоден засіб не має можливості інтеграції з Microsoft Teams, не має можливості ідентифікації людини, і, як наслідок, не має можливості отримання даних про кожного учасника окремо. Так як використання описаних методів для розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій має обмежений функціонал, актуальним є розширення функціональних можливостей описаних методів, які дадуть змогу повністю автоматизувати ручну роботу користувача та отримувати дані про емоції кожного учасника окремо.

2 РОЗРОБКА МЕТОДУ ТА СТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ ЕМОЦІЙ УЧАСНИКІВ ВІДЕОКОНФЕРЕНЦІЙ В MICROSOFT TEAMS

2.1 Розробка удосконаленого методу розпізнавання учасників відеоконференцій в Microsoft Teams

З урахуванням відомого методу розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій схема узагальненого методу буде мати вигляд зображений на рисунку 2.1.

1. Встановлення засобів для розпізнавання емоцій в режимі онлайн.
2. Перед початком відеоконференції, користувачу потрібно запустити засіб для розпізнавання емоцій.
3. Вхід учасника у відеоконференцію.
4. Очікування завершення відеоконференції.
5. Вихід учасника з відеоконференції, її завершення.
6. Отримання та збереження результатів.

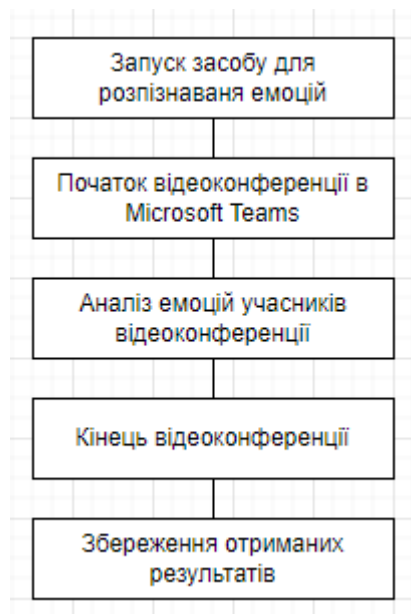


Рисунок 2.1 – Схема узагальненого методу розпізнавання емоцій учасників відеоконференції

Вищеописаний метод використовує вхідний вектор $\mathbf{O}(\mathbf{o}_1, \mathbf{o}_1)$, де \mathbf{o}_1 – потужність множини емоцій, \mathbf{o}_1 – потужність множини кадрів відеопотоку. Так як метод не підтримує можливість працювати з багатьма відеоконференціями окремо, заданих множиною \mathbf{x}_1 то для його працездатності потрібно встановлювати сторонні програми на робочі компютери усіх людей, відеоконференції з якими потрібно аналізувати, що тягне за собою певну рутинну ручну роботу і додає людський фактор через який учасник може забути запустити програму. При такому підході йде додаткове навантаження на компютери, стає неможливим змінити точність розпізнавання емоцій, підхід вимагає багато ручних дій зі сторони користувача. Також метод не підтримує можливість ідентифікувати учасників відеоконференції заданих множинами \mathbf{x}_1 та \mathbf{x}_4 , через що не має можливості отримання даних про кожного учасника окремо та не має можливості розрізняти учасників.

Для усунення описаних недоліків у пунктах 1, 2 та 6, пропонується використання хмарних віртуальних машин та політики запису дзвінків з бібліотеки Graph API, завдяки яким користувачам замість встановлювати сторонніх програм, їх запуску та збору результатів буде достатньо лише додати у конфігурацію запропонованої технології поштову адресу учасника яка використовується в Microsoft Teams. В результаті все навантаження з компютерів користувачів перейде на хмарну технологію і вся ручна робота буде повністю усунена. Відпаде необхідність запуску технології перед кожною відеоконференцією, так як всі відеоконференції з множини \mathbf{x}_5 будуть оброблятися окремо та автоматично. Також, в разі потреби, користувач матиме змогу змінювати точність та модель нейронної мережі під свої потреби замінивши відповідні файли нейронної мережі на хмарних віртуальних машинах. Програма бота матиме доступ до камер учасників відеоконференції з множини \mathbf{x}_1 і зможе аналізувати емоції кожного учасника окремо.

Таким чином, загальний метод розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams з запропонованими удосконаленнями пунктів 1, 2 та 6, зображений на рисунку 2.2, буде містити такі кроки:

1. Очікування початку відеоконференції в Microsoft Teams з одним із сконфігурованих учасників.

2. Вхід бота у відеоконференцію. Вхід бота виконується автоматично під час того, коли хоча б один із наперед сконфігурованих учасників увійшов у дзвінок. Бот являє собою спеціальну програму, яка використовує Graph API для входу, виходу у дзвінок та отримання медіа даних учасників.
3. Отримання медіа даних учасників відеоконференції, здійснюється за допомогою бібліотеки Graph API
4. Процес розпізнавання емоцій учасників.
5. Кінець відеоконференції.
6. Збір оброблених даних по кожному учаснику відеоконференції та збереження оброблених даних у Azure storage account для подальшого аналізу користувачем.

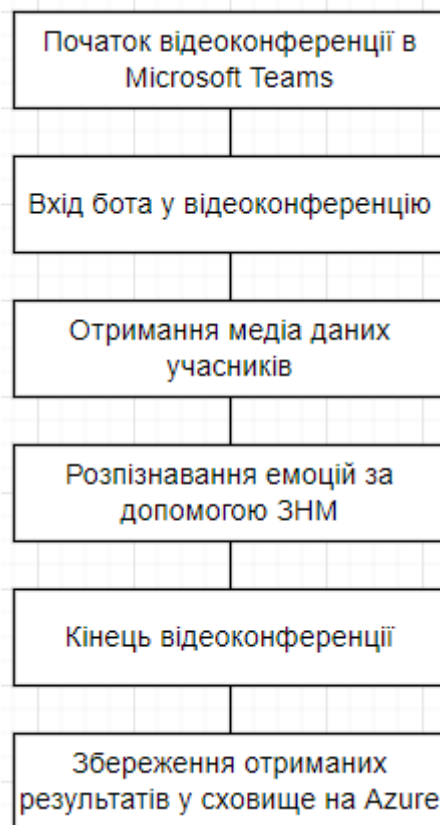


Рисунок 2.2 – Схема удосконаленого методу розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій у Microsoft Teams

Отже, було представлено загальний метод розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій у Microsoft Teams з використанням відповідних сучасних технологій. Запропоновано удосконалення методу розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams за рахунок використання бібліотеки Graph API та

засобів платформи Azure, що дозволить автоматизувати роботу користувача та надасть можливість отримання даних про емоції кожного учасника окремо.

2.2 Розробка структури інформаційної технології розпізнавання учасників відеоконференцій в Microsoft Teams

Для реалізації інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій у Microsoft Teams, структура інформаційної технології повинна містити такі складові:

1. Для забезпечення управління процесами між усіма модулями технології потрібен контролер, який буде пов'язаний зі всіма іншими модулями технології. Також модуль відповідатиме за отримання, збереження та передачу фреймів з відеопотоків учасників та приєднання бота у відеоконференції.
2. Для реалізації удосконаленого алгоритму взаємодії з користувачем, необхідний модуль, завданням якого буде підготовка отриманих в результаті розпізнавання даних.
3. Для забезпечення взаємодії зі сховищем даних потрібен модуль організації функціонування сховища, що інкапсулює в собі всю логіку роботи з ним.
4. Для реалізації удосконаленого алгоритму розпізнавання емоцій на зображеннях, потрібен модуль, який інкапсулює в собі всю логіку роботи нейронної мережі.

Таким чином, структура інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams включатиме такі модулі:

1. Модуль взаємодії з користувачем.
2. Контролер, що реалізує взаємодію між модулем взаємодії зі сховищем даних, модулем розпізнавання емоцій та модулем взаємодії з користувачем.
3. Модуль взаємодії зі сховищем даних.
4. Модуль розпізнавання емоцій на зображеннях.

Для вирішення задачі проектування інформаційної технології, потрібно розробити архітектуру технології. Для проектування описаної технології буде обрано архітектуру Модель-представлення-контролер (MVC) [14]. Модель–представлення–

контролер - схема поділу даних програми, призначеного для користувача інтерфейсу і керуючої логіки на три окремих компоненти: модель, подання і контролер - таким чином, що модифікація кожного компонента може здійснюватися незалежно [16].

- Модель (Model) надає дані і реагує на команди контролера, змінюючи свій стан [15]. В описаній вище структурі моделлю виступатиме сховище даних.

- Подання (View) відповідає за відображення даних моделі користувачеві, реагуючи на зміни моделі [16]. Поданням виступатиме модуль взаємодії з користувачем

- Контролер (Controller) інтерпретує дії користувача, сповіщаючи модель про необхідність змін [16]. Контролери містять у собі всю логіку роботи, ними виступатимуть модуль взаємодії зі сховищем даних, контролер та модуль розпізнавання емоцій.

Описаний дизайн архітектури інформаційної технології полегшить подальші зміни чи розширення логіки, а також надасть можливість повторного використання окремих компонентів технології. Крім того використання описаного шаблону у великих системах сприяє впорядкованості їхньої структури і робить їх більш зрозумілими за рахунок зменшення складності [16].

Загальна схема взаємодії компонентів зображена на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Схема взаємодії між компонентами шаблону MVC

Відповідно до визначених складових та їх функцій, структура інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams матиме вигляд, що представлений на рисунку 2.3.

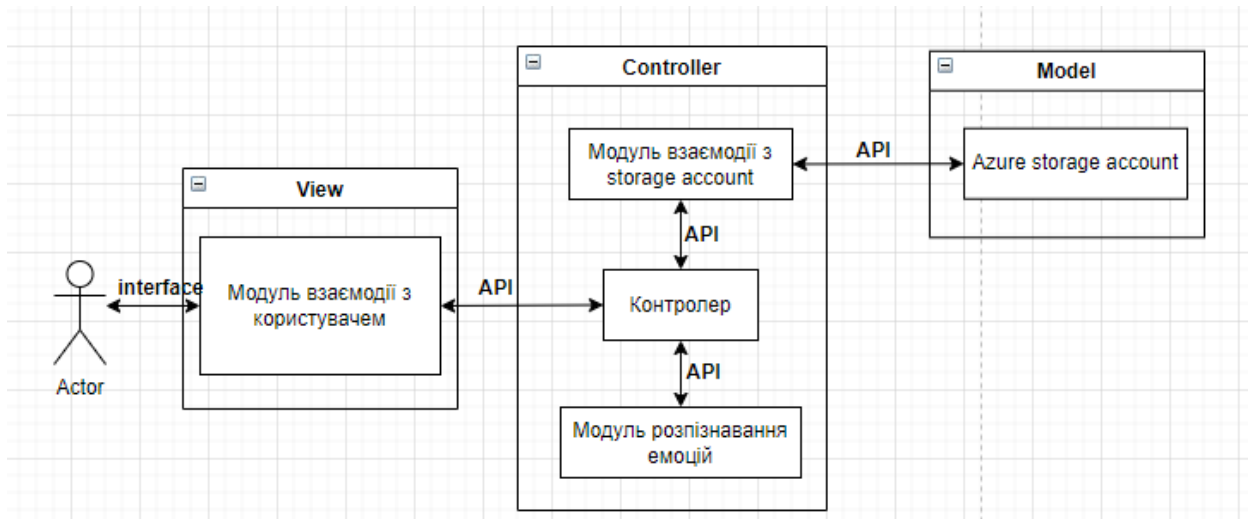


Рисунок 2.3 – Структура інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams

На рисунку 2.4 зображено структуру компонентів платформи Azure для підтримки можливості отримання зображень з камер учасників відеоконференцій в Microsoft Teams.

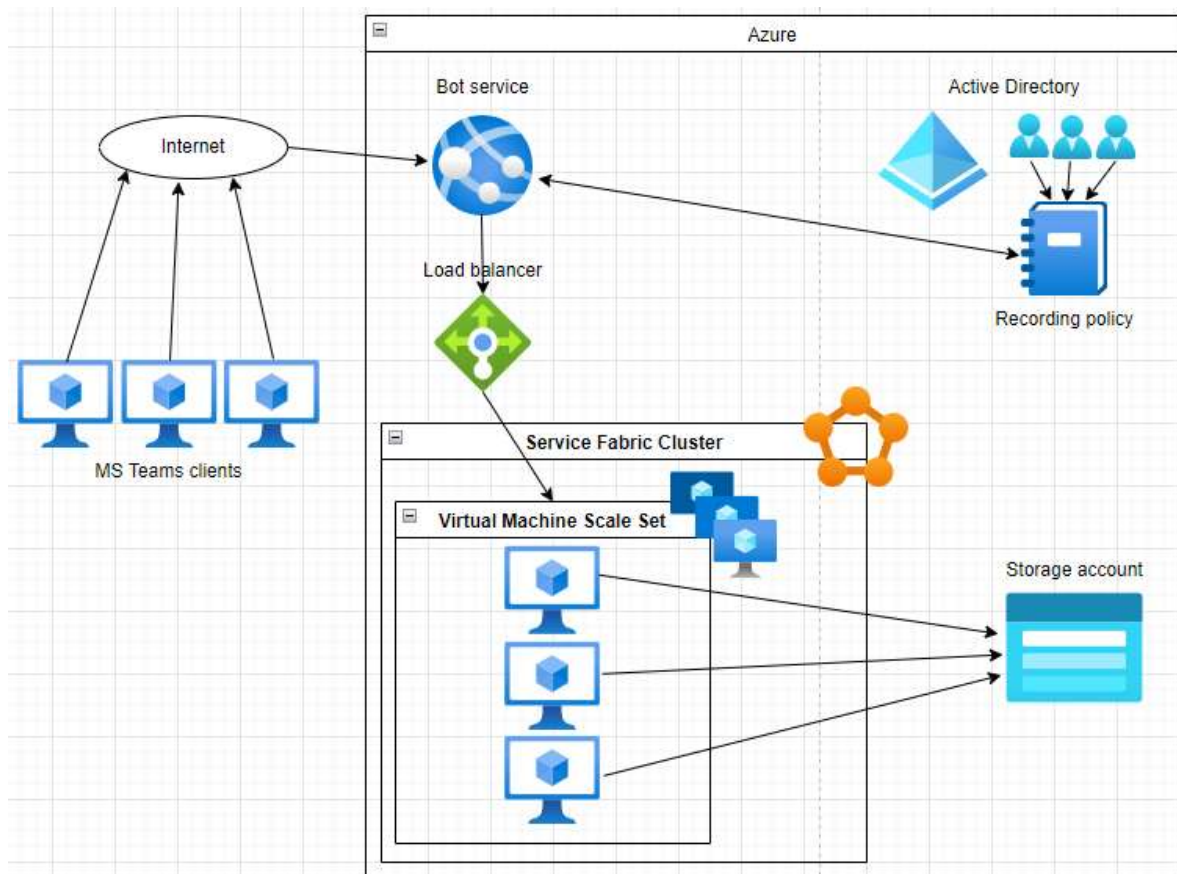


Рисунок 2.4 – Структура компонентів платформи Azure

2.3 Висновок

У даному розділі було удосконалено метод розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams за рахунок використання бібліотеки Graph API та засобів хмарної технології Azure. Розроблено схему та модулі інформаційної технології. Описано призначення та залежності кожного модуля технології.

Було обрано шаблон для проектування інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams. Технологія не потребує встановлення програм та виконання будь-яких дій на боці учасників відеоконференції та легко розширюється на будь-яку кількість відеоконференцій та користувачів.

3 РОЗРОБКА МОДУЛІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ ЕМОЦІЙ УЧАСНИКІВ ВІДЕОКОНФЕРЕНЦІЙ В MICROSOFT TEAMS

3.1 Обґрунтування вибору мови та середовища програмування

Реалізація методу, наведеного у розділі 2, потребує використання об'єктно-орієнтованої мови програмування, яка надає засоби для зручної роботи з файловою системою, підтримує багато операційних систем та має високу швидкодію. Задля підвищення надійності технології, мова програмування має бути строго типізованою.

Найпотужнішими мовами програмування, які задовольняють потреби реалізації є мови C# та Java.

Мови C# і Java з'явилися в різний час. Мова Java була створена задовго до появи C#. Під назвою Oak Java був розроблений компанією Sun Microsystems в 1990 р, а в 1995 була випущена перша бета-версія Java. Створення C# було анонсовано в 2000 році, а в 2002 році вийшла перша версія платформи .NET, що підтримує C#. Таким чином, якщо Java створювався спираючись більшою мірою на досвід мов Objective C і C, то для C# такою опорою були C++ і сам Java [14].

З точки зору розробника мови Java і C# дуже схожі. Обидві мови є строго типізованими, об'єктними. Обидва увібрали в себе багато чого з синтаксису C++, але на відміну від C++, простіше в освоєнні для початківців. Обидва запозичили з C набір основних ключових слів і службових символів, в тому числі фігурні дужки для виділення блоків. Обидві мови спираються на збірку сміття. Обидві мови супроводжуються багатими колекціями бібліотек. Але є в мовах також свої особливості і відмінності, сильні і слабкі сторони. C# врахував багато недоліків Java, і виправив їх у своїй реалізації. Але і Java не стоїть на місці, розвиваючись паралельно з C# [17].

Порівняння обраних мов програмування за основними критеріями наведені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Порівняння мов програмування

	C#	Java
Статична типізація	+	+
Динамічна типізація	-	-
Явна типізація	+	+
Неявна типізація	+ -	-
Неявне приведення типів	+	-
Шаблони	-	-
Створення об'єктів у стеці	+	+
Некеровані вказівники	+	-
Ручне управління пам'яттю	-	-
Збір сміття	+	+
Цілі числа довільної довжини	+	+
Перевантаження функцій	+	+
Значення параметрів за замовчуванням	-	-
Локальні функції	+ -	+ -
Кортежі	+	-
Цикл foreach	+	+
Підтримка виключень	+	+
Контрактне програмування	-	+ -
Множинне спадкування	-	-

Отже, виходячи з потреб реалізації продукту, вибираємо мову C#, так як вона надає потужну бібліотеку готових рішень для роботи файловою системою, мережею. На відміну від Java, C# надає можливість неявної типізації, неявного приведення типів, кортежів та використання некерованих вказівників. Java ж надає можливість контрактного програмування, проте дана можливість не потрібна у реалізації програми.

Для реалізації модуля розпізнавання емоцій було обрано мову програмування Python 3.8. Python було обрано так як він надає широкий спектр потужних інструментів та бібліотек для обробки зображень, навчання, роботи з багатовимірними матрицями, тренування та використання моделей машинного навчання.

Розробка та навчання моделей машинного навчання відбудеться з використанням бібліотек Tensorflow та Keras - високопродуктивні бібліотеки для написання моделей машинного навчання. Tensorflow - відкрита програмна бібліотека для машинного навчання цілій низці задач, розроблена компанією Google для задоволення її потреб у системах, здатних будувати та тренувати нейронні мережі для виявлення та розшифрування образів та кореляцій, аналогічно до навчання й розуміння, які застосовують люди. Keras надає зручний та мінімалістичний інтерфейс над Tensorflow та Tensorflow 2.0, що пришвидшує написання час моделей та полегшує процес дослідження моделей машинного навчання. Для обробки потоку відео та зображень буде використовуватись наступні технології та бібліотеки: NumPy, OpenCV. Безпосередньо обробка зображень буде здійснюватися за допомогою NumPy та OpenCV. OpenCV - бібліотека функцій та алгоритмів комп'ютерного зору, обробки зображень і чисельних алгоритмів загального призначення з відкритим кодом. Бібліотека надає засоби для обробки і аналізу вмісту зображень, у тому числі розпізнавання об'єктів на фотографіях (наприклад, осіб і фігур людей, тексту тощо), відстежування руху об'єктів, перетворення зображень, застосування методів машинного навчання і виявлення загальних елементів на різних зображеннях. Основна роль OpenCV в даній роботі – розпізнавати та вилучати обличчя людини з зображення, використовуючи готові алгоритми.

Найпотужнішими середовищами розробки, які підтримують мову програмування C# є Microsoft Visual Studio та Visual Studio Code.

Microsoft Visual Studio — серія продуктів фірми Microsoft, які містять інтегроване середовище розробки програмного забезпечення та низку інших інструментальних засобів. Ці продукти дають змогу розробляти як консольні програми, так і програми з графічним інтерфейсом, включно з підтримкою технології Windows Forms, а також веб-сайти, веб-застосунки, веб-служби як в рідному, так і в керованому кодах для всіх платформ, що підтримуються Microsoft Windows, Windows Mobile, Windows Phone, Windows CE, .NET Framework, .NET Compact Framework та Microsoft Silverlight [18].

Visual Studio надає зручний редактор коду та функціонал для роботи. Вбудовані технології дозволяють швидко корегувати, виправляти та покращувати код, а також позбавляють користувачів від витрат часу на виправлення синтаксичних помилок [19].

Є можливість інтегрування різних плагінів, що покращують функціональність на широкому спектрі рівнів. Плагіни для роботи із SQL, Git, EntityFramework та багатьма іншими інструментами для розробки [19].

Visual Studio підтримує 36 різних мов програмування та дозволяє редактору коду та налагоджувачу підтримувати майже будь-яку мову програмування. Вбудовані мови включають C, C++, Visual Basic .NET, C #, F #, JavaScript, TypeScript, XML, XSLT, HTML та CSS [19].

Visual Studio Code — засіб для створення, редагування та зневадження сучасних вебзастосунків і програм для хмарних систем. Visual Studio Code розповсюджується безкоштовно і доступний у версіях для платформ Windows, Linux і OS X.

Компанія Microsoft представила Visual Studio Code у квітні 2015 на конференції Build 2015. Це середовище розробки стало першим кросплатформовим продуктом у лінійці Visual Studio.

За основу для Visual Studio Code використовуються напрацювання вільного проєкту Atom, що розвивається компанією GitHub. Зокрема, Visual Studio Code є надбудовою над Atom Shell, що використовує браузерний рушій Chromium і Node.js. Примітно, що про використання напрацювань вільного проєкту Atom і на сайті Visual Studio Code, і в пресрелізі, і в офіційному блозі не згадується.

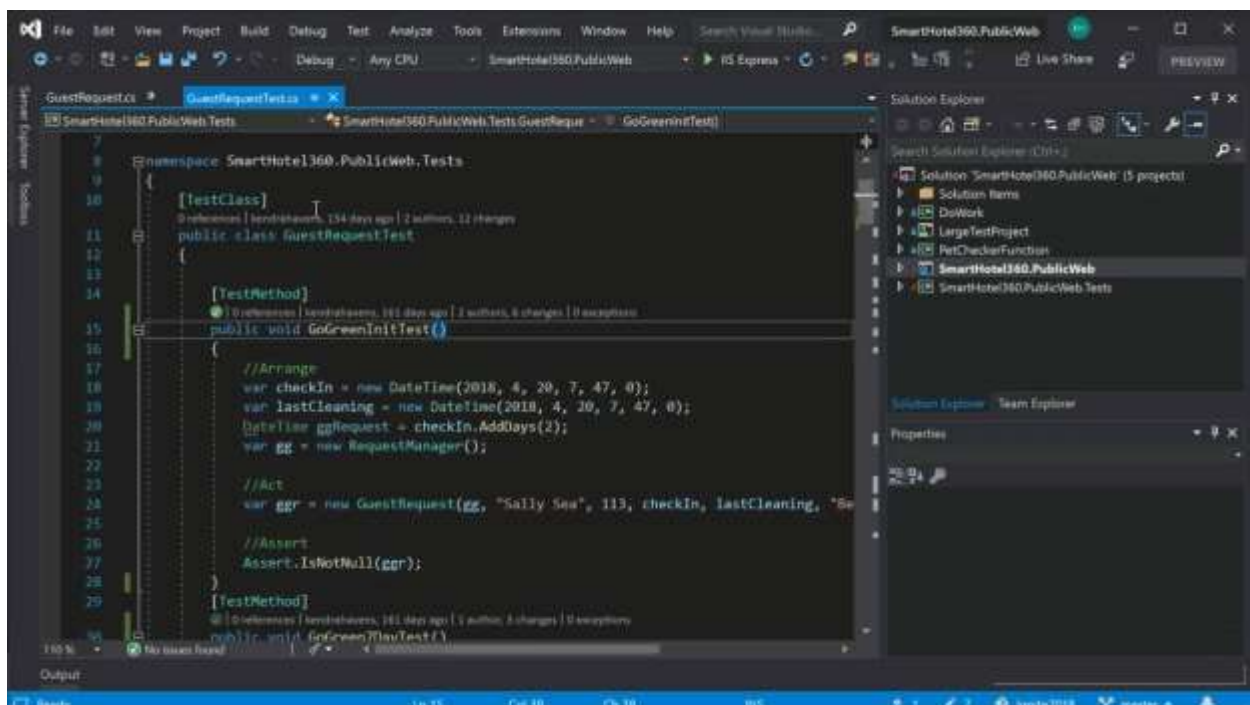
Редактор містить вбудований зневаджувач, інструменти для роботи з Git і засоби рефакторингу, навігації по коду, автодоповнення типових конструкцій і контекстної підказки. Продукт підтримує розробку для платформ ASP.NET і Node.js, і позиціонується як легковагове рішення, що дозволяє обійтися без повного інтегрованого середовища розробки. Серед підтримуваних мов і технологій: JavaScript, C++, C#, TypeScript, jade, PHP, Python, XML, Batch, F#, DockerFile, Coffee Script, Java, HandleBars, R, Objective-C, PowerShell, Luna, Visual Basic, Markdown, JSON, HTML, CSS, LESS і SASS, Haxe.

Порівняння обраних середовищ розробки за основними критеріями наведені в таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Порівняння середовищ розробки

	Microsoft Visual Studio	Visual Studio Code
Тип ПЗ	Середовище розробки (IDE)	Редактор коду з функціями IDE
Ціна	Є платні і безкоштовна версії	Безкоштовний
Кросплатформеність	Лише Windows	Повна
Підтримка мов програмування	.NET, C++, Python	Python, Ruby, C/C++, Java, Go, PHP, Ruby
Система керування версіями	Присутня	Присутня
Підтримка .NET	Так	Ні

Отже, виходячи з потреб реалізації, вибираємо Microsoft Visual Studio, так як на відміну від Visual Studio Code вона повністю підтримує технологію .NET, яка є основою реалізації програми та підтримує можливість програмування на мові Python. Visual Studio Code надає зручний функціонал для роботи над веб-додатками, проте, у даній роботі така перевага неактуальна.



```

namespace SmartHotel360.PublicWeb.Tests
{
    [TestClass]
    public class GuestRequestTest
    {
        [TestMethod]
        public void GoGreenInitTest()
        {
            //Arrange
            var checkIn = new DateTime(2018, 4, 20, 7, 47, 0);
            var lastCleaning = new DateTime(2018, 4, 20, 7, 47, 0);
            DateTime ggrRequest = checkIn.AddDays(2);
            var gm = new RequestManager();

            //Act
            var ggr = new GuestRequest(gm, "Sally Sea", 113, checkIn, lastCleaning, "Sally Sea");

            //Assert
            Assert.IsNotNull(ggr);
        }

        [TestMethod]
        public void GoGreenPlayTest()
        {
        }
    }
}

```

Рисунок 3.1 - Середовище розробки Microsoft Visual Studio

3.2 Програмна реалізація модуля взаємодії з користувачем

Модуль відповідає за взаємодію з користувачем, видаючи йому результати роботи програми. Єдиним завданням модуля взаємодії із користувачем підготовка статистичних даних, що забезпечуватиметься зв'язком з контролером.

Модуль являє собою Azure storage account, тому його реалізація покладається на сторону хмарного сервісу і не вимагає від нас ніяких додаткових дій.

3.3 Програмна реалізація контролера

Модуль призначено для взаємодії між усіма модулями, який безпосередньо керує всіма процесами технології. Контролер має зв'язки із всіма іншими модулями технології. Основна обробка і підготовка інформації відбувається саме у цьому модулі. Основна обробка і підготовка інформації відбувається саме у цьому модулі. Модуль відповідає за отримання, збереження та передачу фреймів з відеопотоків користувачів, приєднання бота у відеоконференції. Контролер реалізовано за допомогою C# та функцій платформи .NET Framework.

```

private static void AnalyzeCall(TimeSpan callStartTime, string callFolderPath)
{
    var predictedUsersFrames = PredictAllUsers(callFolderPath);
    var stepInMilliseconds = 250;

    foreach (var userPredictions in predictedUsersFrames)
    {
        var firstFrame = userPredictions.Value.First();
        var lastFrame = userPredictions.Value.Last();

        var duration = (lastFrame.Timespan - firstFrame.Timespan).TotalMilliseconds;
        var intervals = new Dictionary<int, Emotion>();

        for (int i = 0; i <= duration; i += stepInMilliseconds)
        {
            intervals.Add(i, Emotion.unknown);
        }

        int leftFrame = 0;

        foreach (var interval in intervals.Keys.ToList())
        {
            if (intervals[interval] != Emotion.unknown)
            {
                continue;
            }

            var x = userPredictions.Value[leftFrame].Timespan.TotalMilliseconds - callStartTime.TotalMilliseconds - 250;
            if (userPredictions.Value[leftFrame].Timespan.TotalMilliseconds - callStartTime.TotalMilliseconds - 250 > interval)
            {
                continue;
            }
        }
    }
}

```

Рисунок 3.2 – Фрагмент коду алгоритму роботи контролера

3.4 Програмна реалізація модуля взаємодії зі сховищем даних

Модуль взаємодії зі сховищем даних надає зручний інтерфейс для роботи з сховищем даних. Модуль реалізовано за допомогою С#.

Сховище даних буде містити в собі статистичну інформацію про емоції учасників дзвінків.

```

1 reference | 0 changes | 0 authors, 0 changes
public void UploadStatistics(string callId, string userName, FileInfo statistics)
{
    string connectionString = GetSetting(Constants.BlobConnectionString);
    var fileContent = File.OpenRead(statistics.FullName);

    BlobContainerClient container = new BlobContainerClient(connectionString, callId);
    container.CreateIfNotExists();

    container.UploadBlob(userName, fileContent);
}

```

Рисунок 3.3 – Фрагмент коду модуля взаємодії зі сховищем даних

3.5 Програмна реалізація модуля розпізнавання емоцій

Модуль призначено для розпізнавання емоцій на зображеннях за допомогою згорткової нейронної мережі. Моуль реалізовано за допомогою мови Python 3.8 та технологій Tensorflow, Keras та OpenCV.

```

face_haar_cascade = cv2.CascadeClassifier('Cascades/haarcascade_frontalface_default.xml') |

class_labels = [
    'angry',
    'disgust',
    'fear',
    'happy',
    'neutral',
    'sad',
    'surprise',
]

files = [f for f in listdir(filePath) if isfile(join(filePath, f))]

print(len(files))

for fileName in files:
    print(join(filePath, fileName))

    frame = cv2.imread(join(filePath, fileName))
    faces = face_haar_cascade.detectMultiScale(frame, 1.3, 5)

    for (x, y, w, h) in faces:
        cv2.rectangle(frame, (x, y), (x + w, y + h), (255, 0, 0), 2)
        roi_gray = frame[y:y + h, x:x + w]
        roi_gray: np.ndarray = cv2.resize(roi_gray, (48, 48), interpolation=cv2.INTER_AREA)

        if np.sum([roi_gray]) != 0:
            roi = roi_gray.astype(float) / 255.0
            roi = image.img_to_array(roi)
            roi = np.expand_dims(roi, axis=0)
            preds = model.predict(roi)[0]
            label = class_labels[preds.argmax()]
            label_position = (x, y)
            #print(preds)
            print(label)
            cv2.putText(frame, label, label_position, cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 2, (0, 255, 0), 3)
        else:
            cv2.putText(frame, 'No face found', (20, 20), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 2, (0, 255, 0), 3)

```

Рисунок 3.4 – Фрагмент коду модуля розпізнавання емоцій

3.6 Аналіз результатів роботи інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams

Проведено аналіз результатів роботи інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams.

Для доведення факту досягнення поставленої в роботі мети, а саме – розширення функціональних можливостей - було проведено 1000 експериментів, кожен з яких

передбачав різну кількість учасників відеоконференції, різні сценарії входів та виходів, різні комбінації ввімкнення та вимкнення камер, різні емоції учасників.

Для перегляду проміжних файлів програми потрібно перейти на віртуальну машину, на якій запущена програма бота. Перейти на диск D в папку calls. Приклад зображено на рисунку 3.5.

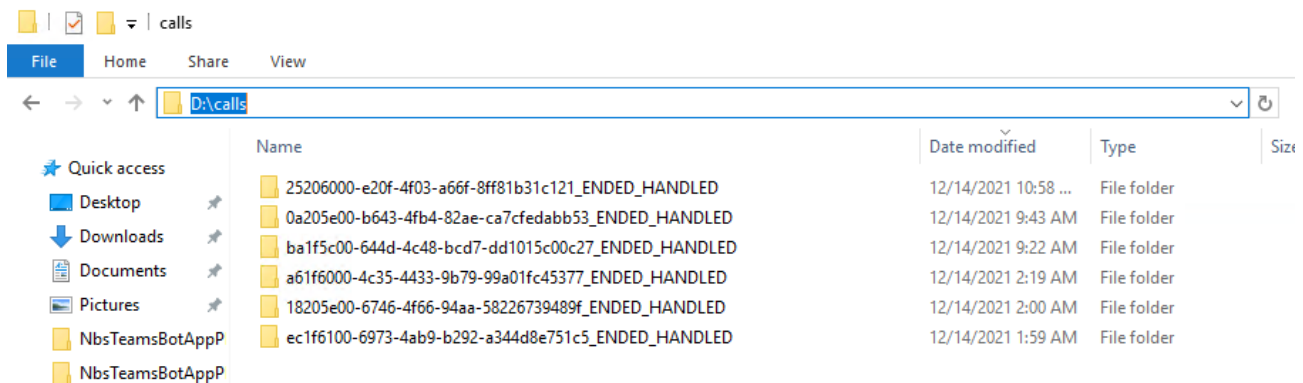


Рисунок 3.5 – Проміжні дані роботи програми по усім відеоконференціям

Кожна папка відповідає одній відеоконференції. Папка містить підпапки, назви яких відповідають іменам учасників відеоконференцій, в яких зберігаються їх фрейми, проміжний файл з інформацією про час початку відеоконференції та файл з даними про емоції кожного учасника, який був з камерою. Приклад зображено на рисунку 3.6 та рисунку 3.7.

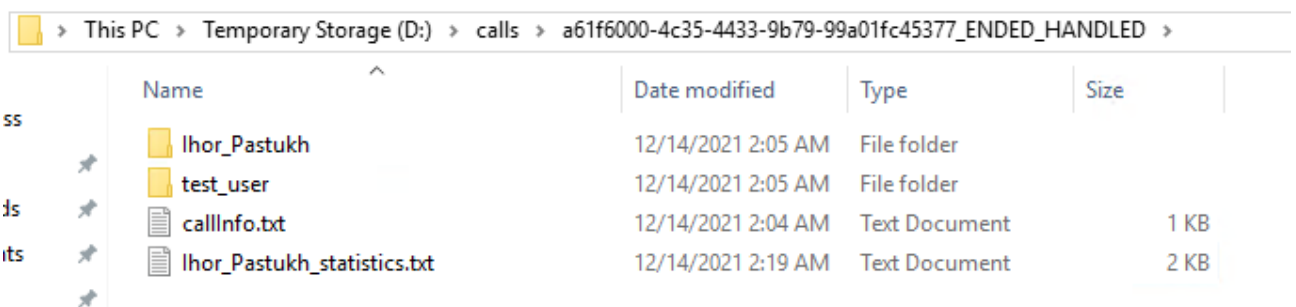


Рисунок 3.6 – Проміжні дані роботи програми

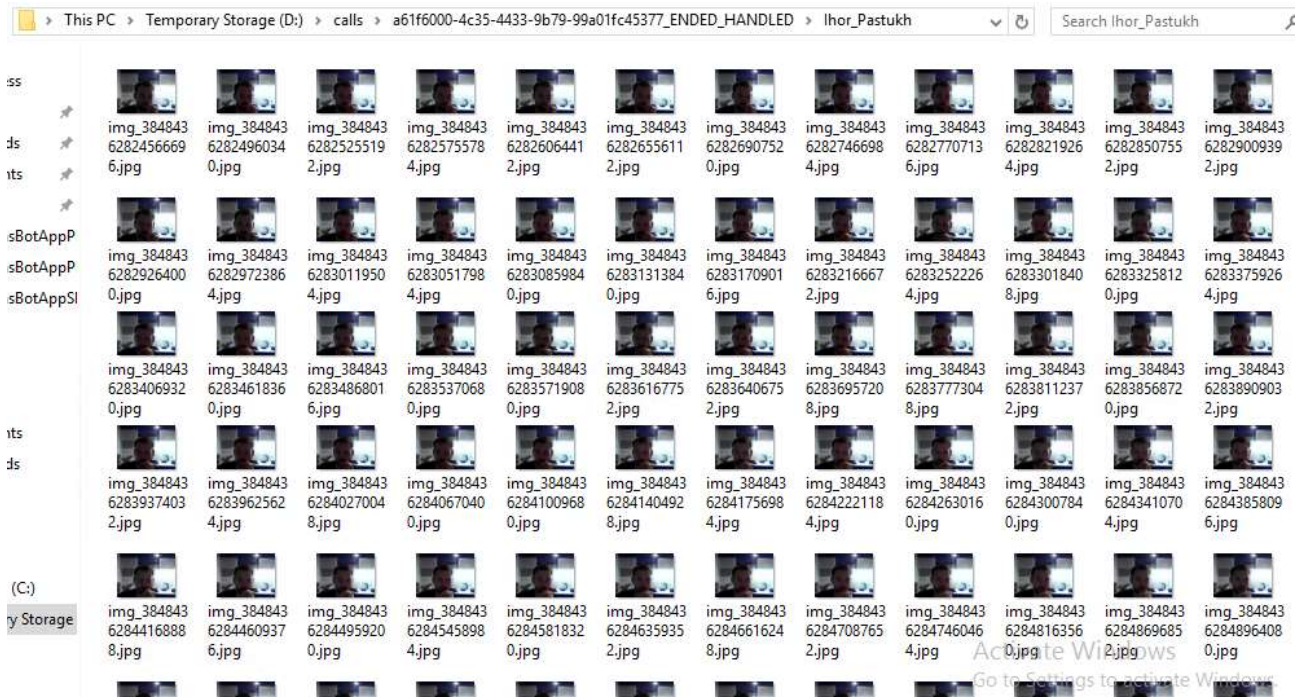


Рисунок 3.7 – Приклад папки з фреймами одного з учасників відеоконференції

На рисунку 3.8 зображено отримані дані з опрацьованих фреймів одного з учасників відеоконференції.

```

1  {
2  {
3  "callChainId": "aa202e00-a71f-4332-95f4-52423936d400",
4  "participants": [ {
5    "participantId": "a124c7c9-5539-47ed-861a-fde00e71751b",
6    "values": [ {
7      "time": 0,
8      "emotion": "neurtal"
9    }, {
10     "time": 500,
11     "emotion": "neurtal"
12   }, {
13     "time": 1000,
14     "emotion": "neurtal"
15   }, {
16     "time": 1500,
17     "emotion": "neurtal"
18   }, {
19     "time": 2000,
20     "emotion": "neurtal"
21   } ]
22   }, {
23     "participantId": "5539c7c9-5aaw-77ed-8asd-fdeqqw7kkj1b",
24     "values": [ {
25       "time": 0,
26       "emotion": "neurtal"
27     }, {
28       "time": 500,
29       "emotion": "neurtal"
30     }, {
31       "time": 1000,
32       "emotion": "happy"
33     }, {
34       "time": 1500,
35       "emotion": "happy"
36     }, {
37       "time": 2000,
38       "emotion": "happy"
39     } ]
40   } ]
} ]

```

Рисунок 3.8 – Отримані дані з опрацьованих фреймів одного з учасників відеоконференції

Результати аналізу роботи інформаційної технології і порівняння їх з результатами відомих засобів-аналогів представлено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Результати аналізу роботи інформаційної технології та систем-аналогів.

Програмний засіб	Кількість підтримуваних відеоконференцій при одноразовому запуску програми	Кількість розпізнаних емоцій з камер учасників	Кількість ідентифікованих учасників
FaceReader	1 відеоконференція	62%	0%
MOPER	1 відеоконференція	71%	0%
Розроблена технологія	100% відеоконференцій	94%	100%

Із таблиці 3.3 видно, що розроблена інформаційна технологія потребує одноразового запуску для того, щоб обробляти будь-яку кількість відеоконференцій, в той час як засоби-аналоги потребують окремого запуску на кожен відеоконференцію. Розроблена технологія дає змогу розпізнати 94% емоцій учасників відеоконференцій на відміну від засобів-аналогів, так як вона підтримує велику кількість учасників одночасно без погіршення якості їх зображень. Також технологія дає можливість точно ідентифікувати усіх учасників відеоконференції та отримати результати розпізнавання емоцій кожного учасника окремо, що неможливо зробити при використанні сучасних рішень.

Таким чином, після проведення порівняння розробленої інформаційної технології з засобами-аналогами, можна зробити висновок, що розроблена технологія значно розширює функціональні можливості розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams, що і було метою даної роботи.

3.7 Висновок

У даному розділі було проведено порівняння двох найпотужніших об'єктно орієнтованих мов програмування C# та Java. В рамках реалізації даної роботи було обрано мову програмування C#, платформу .NET та мову програмування Python 3.8 технологіями Tensorflow, Keras та OpenCV, які надають потужний функціонал для розробки. Було проведено порівняння найпотужніших середовищ програмування, які підтримують мову C#. Було обрано програмне середовище Microsoft Visual Studio для розробки, яке надає зручний інтерфейс для розробки додатків та багатий функціонал.

Розроблено модулі технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в microsoft teams за допомогою згорткової нейронної мережі із застосуванням C#, .NET, шаблону проектування MVC та мови Python 3.8 та технологій Tensorflow, Keras та OpenCV для реалізації нейронної мережі. Реалізація технології легко розширюється та підтримується в майбутньому. Модулі технології інкапсульовані та не мають доступу до коду інших модулів, а лише використовують наперед зазначені зовнішні інтерфейси, завдяки чому при зміні логіки одного модуля не потрібно буде змінювати логіку інших модулів.

Інформаційна технологія підтримує всі переваги, які є у засобів аналогів, а також має можливість інтеграції з Microsoft Teams, має можливість ідентифікувати учасників та отримувати дані про їх емоції окремо. Технологія потребує лише одноразового запуску для обробки всіх відеоконференцій, що повністю усуває ручну роботу користувача, та значно краще розпізнає емоцій учасників відеоконференцій при великих кількостях одночасних учасників. Отже, мету магістерської кваліфікаційної роботи досягнуто.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Науково-технічна розробка має право на існування та впровадження, якщо вона відповідає вимогам часу, як в напрямку науково-технічного прогресу та і в плані економіки. Тому для науково-дослідної роботи необхідно оцінювати економічну ефективність результатів виконаної роботи.

Магістерська кваліфікаційна робота з розробки та дослідження «Інформаційна технологія розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams» відноситься до науково-технічних робіт, які орієнтовані на виведення на ринок (або рішення про виведення науково-технічної розробки на ринок може бути прийнято у процесі проведення самої роботи), тобто коли відбувається так звана комерціалізація науково-технічної розробки. Цей напрямок є пріоритетним, оскільки результатами розробки можуть користуватися інші споживачі, отримуючи при цьому певний економічний ефект. Але для цього потрібно знайти потенційного інвестора, який би взявся за реалізацію цього проекту і переконати його в економічній доцільності такого кроку.

Для наведеного випадку нами мають бути виконані такі етапи робіт:

- 1) проведено комерційний аудит науково-технічної розробки, тобто встановлення її науково-технічного рівня та комерційного потенціалу;
- 2) розраховано витрати на здійснення науково-технічної розробки;
- 3) розрахована економічна ефективність науково-технічної розробки у випадку її впровадження і комерціалізації потенційним інвестором і проведено обґрунтування економічної доцільності комерціалізації потенційним інвестором.

4.1 Проведення комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки

Метою проведення комерційного і технологічного аудиту дослідження за темою «Інформаційна технологія розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в

Microsoft Teams» є оцінювання науково-технічного рівня та рівня комерційного потенціалу розробки, створеної в результаті науково-технічної діяльності.

Оцінювання науково-технічного рівня розробки та її комерційного потенціалу рекомендується здійснювати із застосуванням 5-ти бальної системи оцінювання за 12-ма критеріями, наведеними в табл. 4.1 [20].

Таблиця 4.1 – Рекомендовані критерії оцінювання науково-технічного рівня і комерційного потенціалу розробки та бальна оцінка

Бали (за 5-ти бальною шкалою)					
	0	1	2	3	4
Технічна здійсненність концепції					
1	Достовірність концепції не підтверджена	Концепція підтверджена експертними висновками	Концепція підтверджена розрахунками	Концепція перевірена на практиці	Перевірено працездатність продукту в реальних умовах
Ринкові переваги (недоліки)					
2	Багато аналогів на малому ринку	Мало аналогів на малому ринку	Кілька аналогів на великому ринку	Один аналог на великому ринку	Продукт не має аналогів на великому ринку
3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни аналогів
4	Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в аналогах	Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогах	Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в аналогах	Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі, ніж в аналогах
5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в аналогах	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогах	Експлуатаційні витрати на рівні витрат аналогів	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогах	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогах
Ринкові перспективи					
6	Ринок малий і не має позитивної динаміки	Ринок малий, але має позитивну динаміку	Середній ринок з позитивною динамікою	Великий стабільний ринок	Великий ринок з позитивною динамікою
7	Активна конкуренція великих компаній на ринку	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкурентів немає
Практична здійсненність					

8	Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти та час на навчання наявних фахівців	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення штату	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування ідеї відсутні	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Не потребує додаткового фінансування
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промисловому секторі	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні досяжні та дешеві матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві
11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10-ти років	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років
12	Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту

Результати оцінювання науково-технічного рівня та комерційного потенціалу науково-технічної розробки потрібно звести до таблиці.

Таблиця 4.2 – Результати оцінювання науково-технічного рівня і комерційного потенціалу розробки експертами

Критерії	Експерт (ПІБ, посада)		
	1	2	3
	Бали:		
1. Технічна здійсненність концепції	5	5	5
2. Ринкові переваги (наявність аналогів)	3	3	3

3. Ринкові переваги (ціна продукту)	3	3	3
4. Ринкові переваги (технічні властивості)	4	4	5
5. Ринкові переваги (експлуатаційні витрати)	1	1	1
6. Ринкові перспективи (розмір ринку)	3	3	3
7. Ринкові перспективи (конкуренція)	3	2	3
8. Практична здійсненність (наявність фахівців)	4	4	3
9. Практична здійсненність (наявність фінансів)	3	4	3
10. Практична здійсненність (необхідність нових матеріалів)	5	5	4
11. Практична здійсненність (термін реалізації)	5	4	4
12. Практична здійсненність (розробка документів)	5	4	5
Сума балів	44	42	42
Середньоарифметична сума балів $СБ_c$	42,7		

За результатами розрахунків, наведених в таблиці 4.2, зробимо висновок щодо науково-технічного рівня і рівня комерційного потенціалу розробки. При цьому використаємо рекомендації, наведені в табл. 4.3 [20].

Таблиця 4.3 – Науково-технічні рівні та комерційні потенціали розробки

Середньоарифметична сума балів $СБ$ розрахована на основі висновків експертів	Науково-технічний рівень та комерційний потенціал розробки
41...48	Високий
31...40	Вище середнього
21...30	Середній
11...20	Нижче середнього
0...10	Низький

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки за темою «Інформаційна технологія розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams» становить 42,7 бала, що, відповідно до таблиці 4.3, свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки високий).

Використання існуючих додатків лише частково може вирішити поставлену задачу встановленням додатків на кожну клієнтську машину, постійного моніторингу їх безперервної роботи, об'єднанням їх у єдину систему тощо. Досліджувана технологія не потребує встановлення програм та виконання будь-яких дій на боці учасників

відеоконференцій та легко розширюється на будь-яку кількість відеоконференцій та користувачів. Розробка реалізується за застосування таких програмних засобів: .NET, C#, Azure Cloud, Згорткова нейронна мережа

4.2 Оцінювання рівня новизни розробки

Виводячи на ринок новинку виробник вважає, що тієї новизни, якою наділена нова розробка є достатньо для того, щоб вона була сприйнята споживачем як нова. Але це не завжди так, в силу того, що споживач і виробник неоднозначно визначають її рівень новизни. Тому доцільним є визначення рівня новизни розробки отриманої в результаті досліджень за темою «Інформаційна технологія розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams».

Саме визначення рівня і ступеня інтегральної новизни є найбільш актуальним, оскільки її рівень визначає ступінь однакового позитивного сприйняття новизни розробки як виробником, так і споживачем, а отже і ринком в цілому, а це, у свою чергу, є гарантією того, що новинка знайде своє місце на ринку, користуватиметься попитом у споживачів і забезпечить відшкодування витрат, зазнаних товаровиробником під час розроблення та виробництва технічної розробки [21].

Рівень новизни нової продукції розраховуємо експертним методом шляхом протиставлення нової продукції та її аналогів, що існують в даний час на ринку, за чинниками що визначають її значення, в системі «краще-гірше». Рівень новизни встановлюємо відносно рівня аналога (або продукту, що досить близький до аналога).

Для визначення i -го виду новизни, застосуємо чинники, які впливають на її рівень. Кожен чинник i -го виду новизни розраховуємо в балах. Більша кількість набраних балів свідчить про більший рівень новизни. Для оцінювання рівня новизни використаємо думки експертів, які встановлюють визначені бали відповідним чинникам. Бал відповідності проставляється в діапазоні від (-5 – значно гірше аналога до +5 – значно краще аналога). Результати попереднього оцінювання зведемо до відповідного листа оцінювання (таблиця 4.4).

Таблиця 4.4 – Лист оцінювання рівня новизни експертами

Види та чинники		Бали та експерти		
		Експерт 1	Експерт 2	Експерт 3
<i>I</i>		2	3	4
Споживча новизна	Питома вага 0,24	Максимальний бал $B_{i\ MAX}$		25
1. Зміна поведінкових звичок споживача		4	4	4
2. Ступінь задоволення потреб і запитів		5	5	5
3. Спосіб задоволення потреби		3	3	4
4. Формування нової потреби		4	4	4
5. Формування нового споживача		0	0	0
Середній бал експертів $B_{i\ omp}$		16		
Товарна новизна	Питома вага 0,202	Максимальний бал $B_{i\ MAX}$		30
1. Параметричні зміни показників продукції				
1.1. Якісні		4	4	4
1.2. Технічні		4	4	3
1.3. Економічні		3	3	3
1.4. Сервісні		4	4	4
2. Якість продукції по відношенню до конкурентів		3	3	3
3. Функціональні зміни		4	4	4
Середній бал експертів $B_{i\ omp}$		22		
Виробнича новизна	Питома вага 0,042	Максимальний бал $B_{i\ MAX}$		25
1. Рівень унікальності товару для підприємства		5	5	5
2. Рівень унікальності для галузі		3	4	3
3. Рівень унікальності товару для країни		1	1	1
4. Зміна виробничої системи		4	4	4
5. Відносно існуючого асортименту		2	2	2
Середній бал експертів $B_{i\ omp}$		15		
Прогресивна новизна	Питома вага 0,2	Максимальний бал $B_{i\ MAX}$		25
1. Зміна технології виготовлення		4	4	4
2. Рівень застосування нових компонентів і матеріалів		1	2	1
3. Зміна технологічного принципу дії виробу		1	2	1
4. Зміна конструктивного виконання		3	2	3
5. Рівень застосування інновацій		2	2	2
Середній бал експертів $B_{i\ omp}$		11		
Ринкова новизна	Питома вага 0,1	Максимальний бал $B_{i\ MAX}$		20
1. Новий виріб на новому ринку		0	0	0
2. Новий виріб на відомому ринку		4	4	4

3. Модернізований виріб		2	2	2
4. Нова модель		3	2	2
Середній бал експертів $B_{i\ oмп}$		8		
Екологічна новизна	Питома вага 0,035	Максимальний бал $B_{i\ МАХ}$		20
1. Рівень екологічної чистоти технології виробництва		5	5	5
2. Рівень впровадження мало- та безвідходних технологій		5	5	5
3. Рівень екологічно небезпечних режимів експлуатації продукції		5	5	5
4. Рівень забруднення навколишнього середовища		5	5	5
Середній бал експертів $B_{i\ oмп}$		20		
Соціальна новизна	Питома вага 0,036	Максимальний бал $B_{i\ МАХ}$		20
1. Використання нового товару приводить до покращення стану здоров'я нації		0	0	0
2. Використання нового товару приводить до зростання доходів населення		0	0	0
3. Виробництво нового товару приводить до збільшення (зменшення) кількості робочих місць на підприємстві		4	5	4
4. Виробництво нового товару приводить до підвищення кваліфікації персоналу		3	3	3
Середній бал експертів $B_{i\ oмп}$		7		
Маркетингова новизна	Питома вага 0,145	Максимальний бал $B_{i\ МАХ}$		20
1. Нові методи маркетингових досліджень		0	0	0
2. Вживання нових стратегій сегментації ринку		3	3	3
3. Вибір нової маркетингової стратегії обхвату і розвитку цільового сегмента		2	3	2
4. Побудова нових каналів збуту		0	1	1
Середній бал експертів $B_{i\ oмп}$		6		

Значення i -го виду новизни розрахуємо за формулою [21]

$$I_i = \frac{B_{i\ oмп}}{B_{i\ МАХ}}, \quad (4.1)$$

де $B_{i\ oмп}$ – отримана кількість балів за шкалою оцінок чинників, що визначають i -й вид новизни;

$B_{i\ МАХ}$ – максимальна кількість балів, що може бути отримана за i -м видом новизни.

Загальний рівень інтегральної новизни розраховуємо шляхом перемноження отриманого значення i -го виду новизни на її вагомість, причому вагомість i -го виду новизни визначаємо експертним методом, за формулою [21]:

$$N_{int} = \sum_i^n W_i \cdot I_i, \quad (4.2)$$

де N_{int} – рівень інтегральної (сукупної) новизни;

W_i – вагомість (питома вага) i -го виду новизни;

n – загальна кількість видів новизни.

$$N_{int} = (0,24 \cdot 16/25) + (0,202 \cdot 22/30) + (0,042 \cdot 15/25) + (0,2 \cdot 11/25) + (0,1 \cdot 8/20) + (0,035 \cdot 20/20) + (0,036 \cdot 7/20) + (0,145 \cdot 6/20) = 0,552.$$

Отримане значення інтегрального рівня новизни зіставляємо зі шкалою, що наведена в табл. 4.5 [20].

Таблиця 4.5 – Рівні новизни нового товару та їхня характеристика

Рівні новизни товару	Значення інтегральної новизни	Характеристика товару	Вид нового товару
Найвища	1,00	Абсолютно новий товар	Новий товар, що наділений ознаками інноваційності (інноваційний товар)
Висока	0,8...0,99	Товар, який не має аналогів	
Значуща	0,6...0,79	Принципова зміна споживчих властивостей товару	
Достатня	0,4...0,59	Принципова технологічна модифікація товару	
Незначна	0,2...0,39	Кардинальна зміна параметрів	Новий товар
Помилкова	0,00...0,19	Малоістотна модифікація	

Згідно таблиці 4.5 розробка відповідає рівню при значенні інтегральної новизни 0,552 - достатня новизна; за характеристикою: принципова технологічна модифікація товару; вид розробки - новий товар, що наділений ознаками інноваційності (інноваційний товар).

4.3 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи

Витрати, пов'язані з проведенням науково-дослідної роботи на тему «Інформаційна технологія розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams», під час планування, обліку і калькулювання собівартості науково-дослідної роботи групуємо за відповідними статтями.

4.3.1 Витрати на оплату праці

До статті «Витрати на оплату праці» належать витрати на виплату основної та додаткової заробітної плати керівникам відділів, лабораторій, секторів і груп, науковим, інженерно-технічним працівникам, конструкторам, технологам, креслярам, копіювальникам, лаборантам, робітникам, студентам, аспірантам та іншим працівникам, безпосередньо зайнятим виконанням конкретної теми, обчисленої за посадовими окладами, відрядними розцінками, тарифними ставками згідно з чинними в організаціях системами оплати праці.

Основна заробітна плата дослідників

Витрати на основну заробітну плату дослідників (Z_o) розраховуємо у відповідності до посадових окладів працівників, за формулою [20]:

$$Z_o = \sum_{i=1}^k \frac{M_{ni} \cdot t_i}{T_p}, \quad (4.3)$$

де k – кількість посад дослідників залучених до процесу досліджень;

M_{ni} – місячний посадовий оклад конкретного дослідника, грн;

t_i – число днів роботи конкретного дослідника, дн.;

T_p – середнє число робочих днів в місяці, $T_p=22$ дні.

$$Z_o = 15200,00 \cdot 22 / 22 = 15200,00 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 4.6 – Витрати на заробітну плату дослідників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн	Оплата за робочий день, грн	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн
Керівник проекту	15200,00	690,91	22	15200,00
Інженер-розробник програмного забезпечення 1-ї категорії	14500,00	659,09	18	11863,64
Технік	7000,00	318,18	10	3181,82

Всього	30245,45
--------	----------

Основна заробітна плата робітників

Витрати на основну заробітну плату робітників (Z_p) за відповідними найменуваннями робіт НДР на тему «Інформаційна технологія розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в MICROSOFT TEAMS» розраховуємо за формулою:

$$Z_p = \sum_{i=1}^n C_i \cdot t_i, \quad (4.4)$$

де C_i – погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, за виконану відповідну роботу, грн/год;

t_i – час роботи робітника при виконанні визначеної роботи, год.

Погодинну тарифну ставку робітника відповідного розряду C_i можна визначити за формулою:

$$C_i = \frac{M_M \cdot K_i \cdot K_c}{T_p \cdot t_{зм}}, \quad (4.5)$$

де M_M – розмір прожиткового мінімуму працездатної особи, або мінімальної місячної заробітної плати (в залежності від діючого законодавства), прийmemo $M_M=6700,00$ грн;

K_i – коефіцієнт міжкваліфікаційного співвідношення для встановлення тарифної ставки робітнику відповідного розряду.

K_c – мінімальний коефіцієнт співвідношень місячних тарифних ставок робітників першого розряду з нормальними умовами праці виробничих об'єднань і підприємств до законодавчо встановленого розміру мінімальної заробітної плати.

T_p – середнє число робочих днів в місяці, приблизно $T_p = 22$ дн;

$t_{зм}$ – тривалість зміни, год.

$$C_1 = 6700,00 \cdot 1,10 \cdot 1,7 / (22 \cdot 8) = 71,19 \text{ грн.}$$

$$Z_{p1} = 71,19 \cdot 8,00 = 569,50 \text{ грн.}$$

Таблиця 4.7 – Величина витрат на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Тривалість роботи, год	Розряд роботи	Тарифний коефіцієнт	Погодинна тарифна ставка, грн	Величина оплати на робітника грн
--------------------	------------------------	---------------	---------------------	-------------------------------	----------------------------------

Підготовка робочого місця розробника	8,00	2	1,10	71,19	569,50
Інсталяція програмного забезпечення	5,00	3	1,35	87,37	436,83
Формування дослідної бази даних інформації	16,00	5	1,70	110,02	1760,27
Налагодження програмних блоків	12,00	4	1,50	97,07	1164,89
Монтаж серверного обладнання	6,00	5	1,70	110,02	660,10
Тестування системи	10,00	4	1,50	97,07	970,74
Всього					5562,33

Додаткова заробітна плата дослідників та робітників

Додаткову заробітну плату розраховуємо як 10 ... 12% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$Z_{\text{дод}} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{\text{дод}}}{100\%}, \quad (4.6)$$

де $H_{\text{дод}}$ – норма нарахування додаткової заробітної плати. Прийmemo 11%.

$$Z_{\text{дод}} = (30245,45 + 5562,33) \cdot 11 / 100\% = 3938,86 \text{ грн.}$$

4.3.2 Відрахування на соціальні заходи

Нарахування на заробітну плату дослідників та робітників розраховуємо як 22% від суми основної та додаткової заробітної плати дослідників і робітників за формулою:

$$Z_n = (Z_o + Z_p + Z_{\text{дод}}) \cdot \frac{H_{\text{зн}}}{100\%} \quad (4.7)$$

де $H_{\text{зн}}$ – норма нарахування на заробітну плату. Приймаємо 22%.

$$Z_n = (30245,45 + 5562,33 + 3938,86) \cdot 22 / 100\% = 8744,26 \text{ грн.}$$

4.3.3 Сировина та матеріали

До статті «Сировина та матеріали» належать витрати на сировину, основні та допоміжні матеріали, інструменти, пристрої та інші засоби і предмети праці, які придбані у сторонніх підприємств, установ і організацій та витрачені на проведення

досліджень за темою «Інформаційна технологія розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams».

Витрати на матеріали (M), у вартісному вираженні розраховуються окремо по кожному виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_{j=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j - \sum_{j=1}^n B_j \cdot C_{ej}, \quad (4.8)$$

де H_j – норма витрат матеріалу j -го найменування, кг;

n – кількість видів матеріалів;

C_j – вартість матеріалу j -го найменування, грн/кг;

K_j – коефіцієнт транспортних витрат, ($K_j = 1,1 \dots 1,15$);

B_j – маса відходів j -го найменування, кг;

C_{ej} – вартість відходів j -го найменування, грн/кг.

$$M_1 = 4,0 \cdot 290,00 \cdot 1,11 - 0,000 \cdot 0,00 = 1287,60 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 4.8 – Витрати на матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Ціна за 1 кг, грн	Норма витрат, кг	Величина відходів, кг	Ціна відходів, грн/кг	Вартість витраченого матеріалу, грн
Багатофункціональний білий офісний папір OFFICE-500 A4	290,00	4,0	0	0	1287,60
Папір для записів OFFICE 70 A5-250	145,00	3,0	0	0	482,85
Органайзер офісний OFFICE 100	210,00	3,0	0	0	699,30
Набір офісний DATUM 300	175,00	4,0	0	0	777,00
Картридж для принтера HP-5500	920,00	2,0	0	0	2042,40
Всього					5289,15

4.3.4 Розрахунок витрат на комплектуючі

Витрати на комплектуючі (K_8), які використовують при проведенні НДР на тему «Інформаційна технологія розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams» відсутні.

4.3.5 Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт

До статті «Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт» належать витрати на виготовлення та придбання спецустаткування необхідного для проведення досліджень, також витрати на їх проектування, виготовлення, транспортування, монтаж та встановлення.

Балансову вартість спецустаткування розраховуємо за формулою:

$$B_{\text{спец}} = \sum_{i=1}^k C_i \cdot C_{\text{пр.}i} \cdot K_i, \quad (4.9)$$

де C_i – ціна придбання одиниці спецустаткування даного виду, марки, грн;

$C_{\text{пр.}i}$ – кількість одиниць устаткування відповідного найменування, які придбані для проведення досліджень, шт.;

K_i – коефіцієнт, що враховує доставку, монтаж, налагодження устаткування тощо, ($K_i = 1, 10 \dots 1, 12$);

k – кількість найменувань устаткування.

$$B_{\text{спец}} = 10540,00 \cdot 1 \cdot 1,11 = 11699,40 \text{ грн.}$$

Отримані результати зведемо до таблиці:

Таблиця 4.9 – Витрати на придбання спецустаткування по кожному виду

Найменування устаткування	Кількість, шт	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
Засоби передачі даних	1	10540,00	11699,40
Всього			11699,40

4.3.6 Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт

До статті «Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт» належать витрати на розробку та придбання спеціальних програмних засобів і

програмного забезпечення, (програм, алгоритмів, баз даних) необхідних для проведення досліджень, також витрати на їх проектування, формування та встановлення.

Балансову вартість програмного забезпечення розраховуємо за формулою:

$$B_{\text{прз}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{инпрз}} \cdot C_{\text{прз.і}} \cdot K_i, \quad (4.10)$$

де $C_{\text{инпрз}}$ – ціна придбання одиниці програмного засобу даного виду, грн;

$C_{\text{прз.і}}$ – кількість одиниць програмного забезпечення відповідного найменування, які придбані для проведення досліджень, шт.;

K_i – коефіцієнт, що враховує інсталяцію, налагодження програмного засобу тощо, ($K_i = 1, 10 \dots 1, 12$);

k – кількість найменувань програмних засобів.

$$B_{\text{прз}} = 8415,00 \cdot 1 \cdot 1,11 = 9340,65 \text{ грн.}$$

Отримані результати зведемо до таблиці:

Таблиця 4.10 – Витрати на придбання програмних засобів по кожному виду

Найменування програмного засобу	Кількість, шт	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
ОС Windows	1	8415,00	9340,65
Прикладний пакет Microsoft Office	1	7810,00	8669,10
Програмні засоби: .NET, C#, Azure Cloud	1	10200,00	11322,00
Згорткова нейронна мережа	1	12650,00	14041,50
Всього			43373,25

4.3.7 Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщень

В спрощеному вигляді амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання, приміщень та програмному забезпеченню тощо, розраховуємо з використанням прямолінійного методу амортизації за формулою:

$$A_{\text{обл}} = \frac{C_{\text{б}}}{T_{\text{с}}} \cdot \frac{t_{\text{вик}}}{12}, \quad (4.11)$$

де $C_{\text{б}}$ – балансова вартість обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, які використовувались для проведення досліджень, грн;

$t_{вик}$ – термін використання обладнання, програмних засобів, приміщень під час досліджень, місяців;

T_e – строк корисного використання обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, років.

$$A_{обл} = (25125,00 \cdot 1) / (3 \cdot 12) = 697,92 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 4.11 – Амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн	Строк корисного використання, років	Термін використання обладнання, місяців	Амортизаційні відрахування, грн
Персональний комп'ютер	25125,00	3	1	697,92
Обчислювальна система програмної розробки	22498,00	3	1	624,94
Робоче місце розробника програмного забезпечення	9580,00	7	1	114,05
Пристрій виводу інформації HP-5500	8765,00	5	1	146,08
Оргтехніка	8925,00	5	1	148,75
Приміщення лабораторії	255500,00	25	1	851,67
Всього				2583,41

4.3.8 Паливо та енергія для науково-виробничих цілей

Витрати на силову електроенергію (B_e) розраховуємо за формулою:

$$B_e = \sum_{i=1}^n \frac{W_{yi} \cdot t_i \cdot \Pi_e \cdot K_{eni}}{\eta_i}, \quad (4.12)$$

де W_{yi} – встановлена потужність обладнання на визначеному етапі розробки, кВт;

t_i – тривалість роботи обладнання на етапі дослідження, год;

C_e – вартість 1 кВт-години електроенергії, грн; (вартість електроенергії визначається за даними енергопостачальної компанії), прийmemo $C_e = 6,20$ грн;

K_{eni} – коефіцієнт, що враховує використання потужності, $K_{eni} < 1$;

η_i – коефіцієнт корисної дії обладнання, $\eta_i < 1$.

$$B_e = 0,45 \cdot 168,0 \cdot 6,20 \cdot 0,95 / 0,97 = 468,72 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 4.12 – Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Встановлена потужність, кВт	Тривалість роботи, год	Сума, грн
Персональний комп'ютер	0,45	168,0	468,72
Обчислювальна система програмної розробки	0,25	160,0	248,00
Робоче місце розробника програмного забезпечення	0,03	160,0	29,76
Пристрій виводу інформації HP-5500	0,65	12,0	48,36
Оргтехніка	0,75	12,0	55,80
Засоби передачі даних	0,06	100,0	37,20
Всього			887,84

4.3.9 Службові відрядження

До статті «Службові відрядження» дослідної роботи на тему «Інформаційна технологія розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams» належать витрати на відрядження штатних працівників, працівників організацій, які працюють за договорами цивільно-правового характеру, аспірантів, зайнятих розробленням досліджень, відрядження, пов'язані з проведенням випробувань машин та приладів, а також витрати на відрядження на наукові з'їзди, конференції, наради, пов'язані з виконанням конкретних досліджень.

Витрати за статтею «Службові відрядження» розраховуємо як 20...25% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{cv} = (z_o + z_p) \cdot \frac{H_{cv}}{100\%}, \quad (4.13)$$

де H_{ce} – норма нарахування за статтею «Службові відрядження», приймемо $H_{ce} = 25\%$.

$$B_{ce} = (30245,45 + 5562,33) \cdot 25 / 100\% = 8951,95 \text{ грн.}$$

4.3.10 Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації

Витрати за статтею «Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації» розраховуємо як 30...45% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{cn} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{cn}}{100\%}, \quad (4.14)$$

де H_{cn} – норма нарахування за статтею «Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації», приймемо $H_{cn} = 35\%$.

$$B_{cn} = (30245,45 + 5562,33) \cdot 35 / 100\% = 12532,73 \text{ грн.}$$

4.3.11 Інші витрати

До статті «Інші витрати» належать витрати, які не знайшли відображення у зазначених статтях витрат і можуть бути віднесені безпосередньо на собівартість досліджень за прямими ознаками.

Витрати за статтею «Інші витрати» розраховуємо як 50...100% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$I_e = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{ie}}{100\%}, \quad (4.15)$$

де H_{ie} – норма нарахування за статтею «Інші витрати», приймемо $H_{ie} = 70\%$.

$$I_e = (30245,45 + 5562,33) \cdot 70 / 100\% = 25065,45 \text{ грн.}$$

4.3.12 Накладні (загальновиробничі) витрати

До статті «Накладні (загальновиробничі) витрати» належать: витрати, пов'язані з управлінням організацією; витрати на винахідництво та раціоналізацію; витрати на підготовку (перепідготовку) та навчання кадрів; витрати, пов'язані з набором робочої сили; витрати на оплату послуг банків; витрати, пов'язані з освоєнням виробництва продукції; витрати на науково-технічну інформацію та рекламу та ін.

Витрати за статтею «Накладні (загальновиробничі) витрати» розраховуємо як 100...150% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{нзв} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{нзв}}{100\%}, \quad (4.16)$$

де $H_{нзв}$ – норма нарахування за статтею «Накладні (загальновиробничі) витрати», приймемо $H_{нзв} = 120\%$.

$$B_{нзв} = (30245,45 + 5562,33) \cdot 120 / 100\% = 42969,34 \text{ грн.}$$

Витрати на проведення науково-дослідної роботи на тему «Інформаційна технологія розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в MICROSOFT TEAMS» розраховуємо як суму всіх попередніх статей витрат за формулою:

$$B_{заг} = Z_o + Z_p + Z_{доп} + Z_n + M + K_e + B_{спец} + B_{прз} + A_{обл} + B_e + B_{св} + B_{сп} + I_e + B_{нзв}. \quad (4.17)$$

$$B_{заг} = 30245,45 + 5562,33 + 3938,86 + 8744,261569 + 5289,15 + 0,00 + 11699,40 + 43373,25 + 2583,41 + 887,84 + 8951,95 + 12532,73 + 25065,45 + 42969,34 = 201843,42 \text{ грн.}$$

Загальні витрати ZB на завершення науково-дослідної (науково-технічної) роботи та оформлення її результатів розраховується за формулою:

$$ZB = \frac{B_{заг}}{\eta}, \quad (4.18)$$

де η - коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання науково-дослідної роботи, приймемо $\eta = 0,9$.

$$ZB = 201843,42 / 0,9 = 224270,47 \text{ грн.}$$

4.4 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки при її можливій комерціалізації потенційним інвестором

В ринкових умовах узагальнюючим позитивним результатом, що його може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження результатів тієї чи іншої науково-технічної розробки, є збільшення у потенційного інвестора величини чистого прибутку.

Результати дослідження проведені за темою «Інформаційна технологія розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в MICROSOFT TEAMS» передбачають комерціалізацію протягом 4-х років реалізації на ринку.

В цьому випадку основу майбутнього економічного ефекту будуть формувати:

ΔN – збільшення кількості споживачів яким надається відповідна інформаційна послуга у періоди часу, що аналізуються;

Показник	1-й рік	2-й рік	3-й рік	4-й рік
Збільшення кількості споживачів, осіб	3000	5000	5000	3000

N – кількість споживачів яким надавалась відповідна інформаційна послуга у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки, прийmemo 15000 осіб;

C_o – вартість послуги у році до впровадження інформаційної системи, прийmemo 7800,00 грн;

$\pm \Delta C_o$ – зміна вартості послуги від впровадження результатів, прийmemo 901,90 грн.

Можливе збільшення чистого прибутку у потенційного інвестора $\Delta \Pi_i$ для кожного із 4-х років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, розраховуємо за формулою [20]:

$$\Delta \Pi_i = (\pm \Delta C_o \cdot N + C_o \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\mathcal{G}}{100}\right), \quad (4.19)$$

де λ – коефіцієнт, який враховує сплату потенційним інвестором податку на додану вартість. У 2022 році ставка податку на додану вартість складає 20%, а коефіцієнт $\lambda = 0,8333$;

ρ – коефіцієнт, який враховує рентабельність інноваційного продукту). Приймемо $\rho = 40\%$;

\mathcal{G} – ставка податку на прибуток, який має сплачувати потенційний інвестор, у 2022 році $\mathcal{G} = 18\%$;

Збільшення чистого прибутку 1-го року:

$$\Delta\Pi_1 = (901,90 \cdot 15000,00 + 8701,90 \cdot 3000) \cdot 0,83 \cdot 0,4 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 10790014,61 \text{ грн.}$$

Збільшення чистого прибутку 2-го року:

$$\Delta\Pi_2 = (901,90 \cdot 15000,00 + 8701,90 \cdot 8000) \cdot 0,83 \cdot 0,4 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 22635040,89 \text{ грн.}$$

Збільшення чистого прибутку 3-го року:

$$\Delta\Pi_3 = (901,90 \cdot 15000,00 + 8701,90 \cdot 13000) \cdot 0,83 \cdot 0,4 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 34480067,17 \text{ грн.}$$

Збільшення чистого прибутку 4-го року:

$$\Delta\Pi_4 = (901,90 \cdot 15000,00 + 8701,90 \cdot 16000) \cdot 0,83 \cdot 0,4 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 41587082,94 \text{ грн.}$$

Приведена вартість збільшення всіх чистих прибутків $ПП$, що їх може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки:

$$ПП = \sum_{i=1}^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1 + \tau)^t}, \quad (4.20)$$

де $\Delta\Pi_i$ – збільшення чистого прибутку у кожному з років, протягом яких виявляються результати впровадження науково-технічної розробки, грн;

T – період часу, протягом якого очікується отримання позитивних результатів від впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, роки;

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні, $\tau = 0,23$;

t – період часу (в роках) від моменту початку впровадження науково-технічної розробки до моменту отримання потенційним інвестором додаткових чистих прибутків у цьому році.

$$\begin{aligned} ПП &= 10790014,61/(1+0,23)^1 + 22635040,89/(1+0,23)^2 + 34480067,17/(1+0,23)^3 + \\ &+ 41587082,94/(1+0,23)^4 = 8772369,60 + 14961359,57 + 18529033,60 + 18169292,34 = 60432055 \\ &\text{,11 грн.} \end{aligned}$$

Величина початкових інвестицій PV , які потенційний інвестор має вкласти для впровадження і комерціалізації науково-технічної розробки:

$$PV = k_{инв} \cdot 3B, \quad (4.21)$$

де $k_{инв}$ – коефіцієнт, що враховує витрати інвестора на впровадження науково-технічної розробки та її комерціалізацію, приймаємо $k_{инв} = 2$;

$3B$ – загальні витрати на проведення науково-технічної розробки та оформлення її результатів, приймаємо 224270,47 грн.

$$PV = k_{инв} \cdot 3B = 2 \cdot 224270,47 = 448540,94 \text{ грн.}$$

Абсолютний економічний ефект $E_{абс}$ для потенційного інвестора від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки становитиме:

$$E_{абс} = III - PV \quad (4.22)$$

де III – приведена вартість зростання всіх чистих прибутків від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, 60432055,11 грн;

PV – теперішня вартість початкових інвестицій, 448540,94 грн.

$$E_{абс} = III - PV = 60432055,11 - 448540,94 = 59983514,17 \text{ грн.}$$

Внутрішня економічна дохідність інвестицій $E_е$, які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки:

$$E_е = \sqrt[T_{жс}]{1 + \frac{E_{абс}}{PV}} - 1, \quad (4.23)$$

де $E_{абс}$ – абсолютний економічний ефект вкладених інвестицій, 59983514,17 грн;

PV – теперішня вартість початкових інвестицій, 448540,94 грн;

$T_{жс}$ – життєвий цикл науково-технічної розробки, тобто час від початку її розробки до закінчення отримання позитивних результатів від її впровадження, 4 роки.

$$E_е = \sqrt[4]{1 + \frac{E_{абс}}{PV}} - 1 = (1 + 59983514,17/448540,94)^{1/4} = 2,41.$$

Мінімальна внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій τ_{\min} :

$$\tau_{\min} = d + f, \quad (4.24)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2022 році в Україні $d = 0,2$;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладення інвестицій, прийmemo 0,55.

$\tau_{\min} = 0,2 + 0,55 = 0,75 < 2,41$ свідчить про те, що внутрішня економічна дохідність інвестицій E_g , які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки вища мінімальної внутрішньої дохідності. Тобто інвестувати в науково-дослідну роботу за темою «Інформаційна технологія розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams» доцільно.

Період окупності інвестицій $T_{ок}$ які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_g}, \quad (4.25)$$

де E_g – внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій.

$$T_{ок} = 1 / 2,41 = 0,42 \text{ р.}$$

$T_{ок} < 3$ -х років, що свідчить про комерційну привабливість науково-технічної розробки і може спонукати потенційного інвестора профінансувати впровадження даної розробки та виведення її на ринок.

4.5 Висновок

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки за темою «Інформаційна технологія розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в

Microsoft Teams» становить 42,7 бала, що, свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки високий).

Також термін окупності становить 0,42 р., що менше 3-х років, що свідчить про комерційну привабливість науково-технічної розробки і може спонукати потенційного інвестора профінансувати впровадження даної розробки та виведення її на ринок.

Отже можна зробити висновок про доцільність проведення науково-дослідної роботи за темою «Інформаційна технологія розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams».

ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської кваліфікаційної роботи у першому розділі було проведено порівняння найпопулярніших існуючих методів для розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій. Враховуючи недоліки та переваги розглянутих методів, для вирішення задачі розпізнавання емоцій доцільно використовувати метод згорткових нейронних мереж. Так як використання описаних засобів для розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій має обмежений функціонал, було обґрунтовано актуальність задачі розширення функціональних можливостей описаних засобів, що дозволило повністю автоматизувати ручну роботу користувача та отримувати дані про емоції кожного учасника окремо. Проаналізовано сучасні засоби розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій. Було описано переваги та недоліки кожного розглянутого продукту. Проведено їх порівняння, що виявило чимало недоліків, що визначило актуальність задачі створення відповідної інформаційної технології.

У другому розділі було розроблено удосконалений метод інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams. Розроблено схему та модулі технології. Описано призначення та залежності кожного модуля. Технологія не потребує встановлення програм та виконання будь-яких дій на боці учасників відеоконференції та легко розширюється на будь-яку кількість відеоконференцій та користувачів.

В третьому розділі було проведено порівняння двох найпотужніших об'єктно орієнтованих мов програмування C# та Java. В рамках реалізації даної роботи було обрано мову програмування C#, платформу .NET та мову програмування Python 3.8 технологіями Tensorflow, Keras та OpenCV, які надають потужний функціонал для розробки. Було проведено порівняння найпотужніших середовищ програмування, які підтримують мову C#. Було обрано програмне середовище Microsoft Visual Studio для розробки, яке надає зручний інтерфейс для розробки додатків та багатий функціонал. Розроблено модулі технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в microsoft teams за допомогою згорткової нейронної мережі із застосуванням C#, .NET, шаблону проектування MVC та мови Python 3.8 та технологій Tensorflow, Keras та

OpenCV для реалізації нейронної мережі. Розроблена інформаційна технологія усунула недоліки засобів-аналогів.

Інформаційна технологія підтримує всі переваги, які є у засобів аналогів, а також має можливість інтеграції з Microsoft Teams, що дає можливість ідентифікувати учасників та отримувати дані про їх емоції окремо. Технологія потребує лише одноразового запуску для обробки всіх відеоконференцій, що повністю усуває ручну роботу користувача та розпізнає емоцій учасників відеоконференцій при великих кількостях одночасних учасників. Отже, мету магістерської кваліфікаційної роботи досягнуто.

Розроблена інформаційно технологія здатна працювати з відеопотоками зі швидкістю зміни кадрів не менше 1 кадр/с. Підтримуються кадри із роздільною здатністю не більше 1920x1080 пікселів. Обрана об'єктно-орієнтована мова програмування C# та платформа розробки .NET. Дозволена кількість учасників відеоконференції не більше 100, що є граничним значенням додатку Microsoft Teams. Інформаційна технологія розпізнає шість емоцій, формат підтримуваних зображень для нейронної мережі - .jpg, що відповідає завданню на магістерську кваліфікаційну роботу.

Мету магістерської кваліфікаційної роботи досягнуто за рахунок використання можливостей Microsoft Graph SDK, хмарної технології Azure та згорткових нейронних мереж, які дали можливість автоматизувати ручну роботу та отримувати дані про емоції кожного учасника відеоконференції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Савчук Т. О., Пастух І. П., Розробка структури інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams, X Міжнародна науково-практична конференція INNOVATIONS AND PROSPECTS OF WORLD SCIENCE, 25-27.05.2022 Ванкувер, Канада [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://sci-conf.com.ua/x-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-innovations-and-prospects-of-world-science-25-27-maya-2022-goda-vankuver-kanada/>
2. Савчук Т. О., Пастух І. П., Розробка алгоритму розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams, I Міжнародна науково-практична конференція “PROGRESSIVE RESEARCH IN THE MODERN WORLD”, 5-7.10.2022 Бостон, США [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://sci-conf.com.ua/i-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-progressive-research-in-the-modern-world-5-7-10-2022-boston-ssha/>
3. Свідоцтво на отримання авторського права на комп’ютерну програму “Інформаційна технологія розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams ” (номер 115062, 3 жовтня 2022 р.)
4. Савчук Т. О., Пастух І. П., Інформаційна технологія розпізнавання емоцій учасників відеокофференцій. Таврійський науковий вісник.
5. Microsoft Teams now has more than 270 million monthly active users [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.windowcentral.com/microsoft-teams-now-has-more-270-million-monthly-active-users>
6. Remote work trend report: meetings [Електронний ресурс] Режим доступу: https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/blog/2020/04/09/remote-work-trend-report-meetings/?wt.mc_id=AID2409697_QSG_SCL_424041&ocid=AID2409697_QSG_SCL_424041
7. Viola–Jones object detection framework [Електронний ресурс] Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Viola%E2%80%93Jones_object_detection_framework

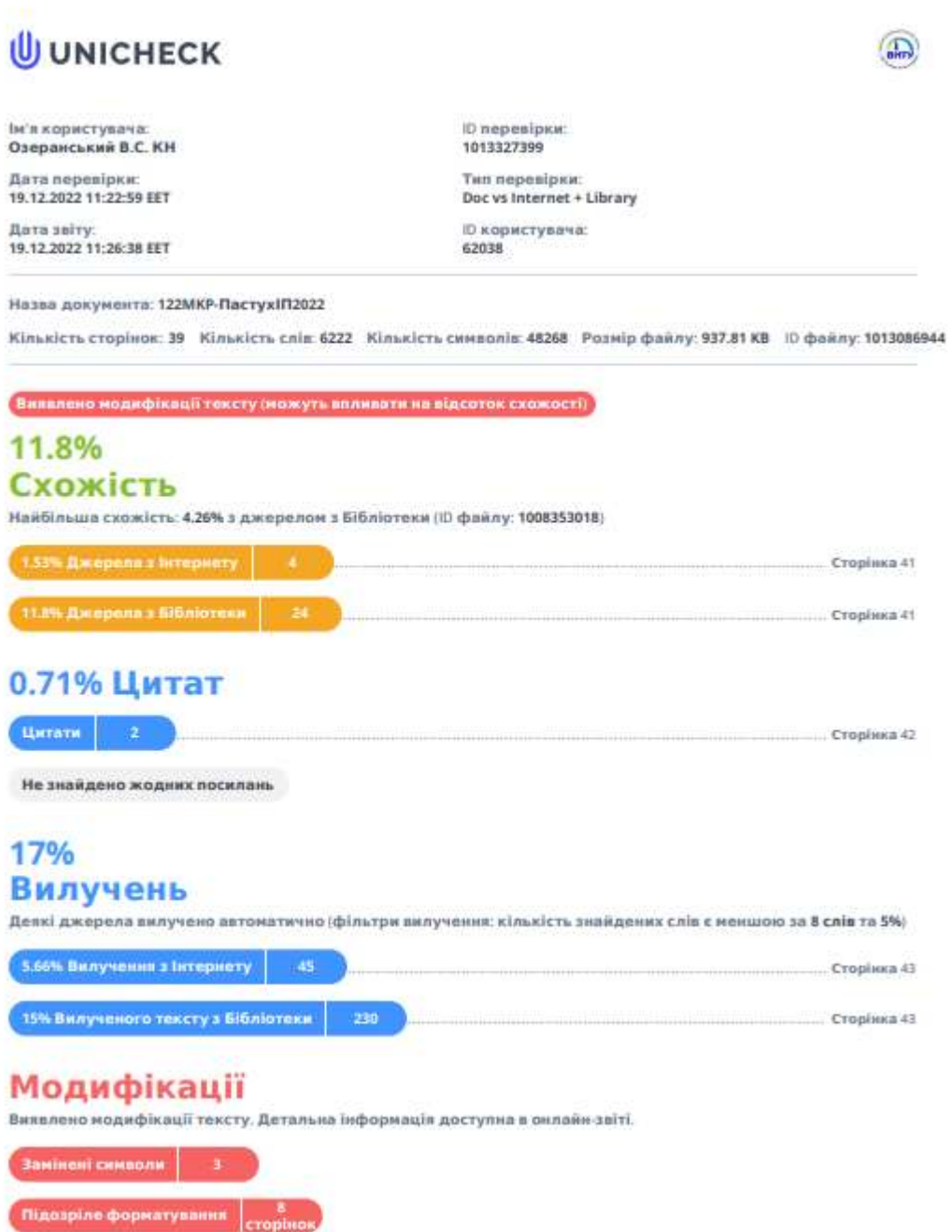
8. Haar Cascades [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://medium.com/analytics-vidhya/haar-cascades-explained-38210e57970d>
9. Быстрый поиск ключевых точек лица и мобильные приложения [Електронний ресурс] Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/348407889_Bystryj_poisk_klucovyh_tocek_lic_a_i_mobilnye_prilozenia_obzor
10. Руденко О.Г., Бородянський Є. В. Штучний нейронні мережі: Навчальний посібник. – Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2006. – 404с.
11. MathWorks VGG16 [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.mathworks.com/help/deeplearning/ref/vgg16.html;jsessionid=eb7cbd8602af8125824bed325e59>
12. Facereader [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.noldus.com/facereader>
13. Happy? Sad? Angry? This Microsoft tool recognizes emotions in pictures [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://blogs.microsoft.com/ai/happy-sad-angry-this-microsoft-tool-recognizes-emotions-in-pictures/>
14. Kurniawan, Budi Comparing C# and Java (англ.). O'Reilly Media
15. Visual Studio 2022 Roadmap [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://docs.microsoft.com/en-us/visualstudio/productinfo/vs-roadmap>
16. Visual Studio Best-in-class tools for any developer [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://visualstudio.microsoft.com/>
17. Kurniawan, Budi Comparing C# and Java (англ.). O'Reilly Media
18. Visual Studio 2022 Roadmap [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://docs.microsoft.com/en-us/visualstudio/productinfo/vs-roadmap>
19. Visual Studio Best-in-class tools for any developer [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://visualstudio.microsoft.com/>
20. Методичні вказівки до виконання економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт / Уклад. : В. О. Козловський, О. Й. Лесько, В. В. Кавецький. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 42 с.

21. Кавецький В. В. Економічне обґрунтування інноваційних рішень: практикум / В. В. Кавецький, В. О. Козловський, І. В. Причепа – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 113 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А (обов'язковий)

Результат перевірки на плагіат в онлайн-системі UNICHECK



Додаток Б (обов'язковий)**Лістинг програми**

```
import os
from os.path import isfile, join
from os import listdir
import cv2
import numpy as np
from keras.models import model_from_json
from keras.preprocessing import image
import keras

model = keras.models.load_model('drive-download-20211206T100333Z-001/custom.h5')
filePath = "Frames"

face_haar_cascade = cv2.CascadeClassifier('Cascades/haarcascade_frontalface_default.xml')

class_labels = [
    'angry',
    'disgust',
    'fear',
    'happy',
    'neutral',
    'sad',
    'surprise',
]

files = [f for f in listdir(filePath) if isfile(join(filePath, f))]
print(len(files))

for fileName in files:
    print(join(filePath, fileName))

    frame = cv2.imread(join(filePath, fileName))
    faces = face_haar_cascade.detectMultiScale(frame, 1.3, 5)

    for (x, y, w, h) in faces:
        cv2.rectangle(frame, (x, y), (x + w, y + h), (255, 0, 0), 2)
        roi_gray = frame[y:y + h, x:x + w]
        roi_gray: np.ndarray = cv2.resize(roi_gray, (48, 48), interpolation=cv2.INTER_AREA)

        if np.sum([roi_gray]) != 0:
            roi = roi_gray.astype(float) / 255.0
            roi = image.img_to_array(roi)
```

```

    roi = np.expand_dims(roi, axis=0)
    preds = model.predict(roi)[0]
    label = class_labels[preds.argmax()]
    label_position = (x, y)
    #print(preds)
    print(label)
    cv2.putText(frame, label, label_position, cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 2, (0,
255, 0), 3)
    else:
        cv2.putText(frame, 'No face found', (20, 20), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 2,
(0, 255, 0), 3)

```

```

using CNNHelper.Model;
using System;
using System.Collections.Generic;

```

```

namespace CNNHelper

```

```

{
    public class Frame
    {
        public string Name { get; private set; }
        public Emotion Emotion { get; private set; }
        public TimeSpan Timespan { get; private set; }

        private Dictionary<string, Emotion> emotions = new Dictionary<string, Emotion>
        {
            { "angry", Emotion.angry },
            { "disgust", Emotion.disgust },
            { "fear", Emotion.fear },
            { "happy", Emotion.happy },
            { "neutral", Emotion.neutral },
            { "sad", Emotion.sad },
            { "surprise", Emotion.surprise }
        };

        public Frame(string name, Emotion emotion)
        {
            Name = name;
            Emotion = emotion;

            var stringTimeSpan = name.Substring(name.IndexOf("_") + 1, name.IndexOf(".jpg")
- name.IndexOf("_") - 1);
            Timespan = new TimeSpan(long.Parse(stringTimeSpan));
        }
    }
}

```

```

    public Frame(string name, string emotion)
    {
        Name = name;
        Emotion = emotions[emotion];
        var stringTimeSpan = name.Substring(name.IndexOf("_") + 1, name.IndexOf(".jpg")
- name.IndexOf("_") - 1);
        Timespan = new TimeSpan(long.Parse(stringTimeSpan));
    }
}
namespace CNNHelper.Model
{
    public enum Emotion
    {
        angry,
        disgust,
        fear,
        happy,
        neutral,
        sad,
        surprise,
        unknown
    }
}

using CNNHelper.Model;
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Diagnostics;
using System.IO;
using System.Linq;

namespace CNNHelper
{
    public class Program
    {
        public static void Main(string[] args)
        {
            var callFolderPath = args[0];
            var callStartTime = TimeSpan.Parse(args[1]);

            AnalyzeCall(callStartTime, callFolderPath);
        }

        private static void AnalyzeCall(TimeSpan callStartTime, string callFolderPath)

```

```

{
    var predictedUsersFrames = PredictAllUsers(callFolderPath);

    var stepInMilliseconds = 250;

    foreach (var userPredictions in predictedUsersFrames)
    {
        var firstFrame = userPredictions.Value.First();
        var lastFrame = userPredictions.Value.Last();

        var duration = (lastFrame.Timespan - firstFrame.Timespan).TotalMilliseconds;
        var intervals = new Dictionary<int, Emotion>();

        for (int i = 0; i <= duration; i += stepInMilliseconds)
        {
            intervals.Add(i, Emotion.unknown);
        }

        int leftFrame = 0;

        foreach (var interval in intervals.Keys.ToList())
        {
            if (intervals[interval] != Emotion.unknown)
            {
                continue;
            }

            var x = userPredictions.Value[leftFrame].Timespan.TotalMilliseconds -
callStartTime.TotalMilliseconds - 250;
            if (userPredictions.Value[leftFrame].Timespan.TotalMilliseconds -
callStartTime.TotalMilliseconds - 250 > interval)
            {
                continue;
            }

            while (Math.Abs(userPredictions.Value[leftFrame].Timespan.TotalMilliseconds
- callStartTime.TotalMilliseconds - interval) <= 250)
            {
                if (intervals[interval] == Emotion.unknown)
                {
                    intervals[interval] = userPredictions.Value[leftFrame].Emotion;
                }

                leftFrame++;
            }
        }
    }
}

```

```

    }

    using (var w = new StreamWriter($"{userPredictions.Key}_statistics.txt"))
    {
        foreach (var interval in intervals)
        {
            w.WriteLine(interval.Key + "," + interval.Value);
        }
    }
}

```

```

private static Dictionary<string, List<Frame>> PredictAllUsers(string callFolderPath)
{
    var userPredictions = new Dictionary<string, List<Frame>>();

    foreach (var userFramesFolder in Directory.GetDirectories(callFolderPath))
    {
        var handledFrames = PredictUserFrames(userFramesFolder);

        userPredictions.Add(userFramesFolder, handledFrames);
    }

    return userPredictions;
}

```

```

private static List<Frame> PredictUserFrames(string framesPath)
{
    var command = "python.exe Untitled.py {framesPath}";
    var cmdOutput = RunCMD(command);
    var handledFrames = new List<Frame>();

    for (int i = 0; i < cmdOutput.Count - 1; i++)
    {
        if (cmdOutput[i].EndsWith(".jpg") && !cmdOutput[i + 1].EndsWith(".jpg"))
        {
            var frame = new
Frame(cmdOutput[i].Substring(cmdOutput[i].LastIndexOf("img")), cmdOutput[i + 1]);
            handledFrames.Add(frame);
        }
    }

    return handledFrames;
}

```

```
private static List<string> RunCMD(string args)
{
    var output = new List<string>();
    var start = new ProcessStartInfo
    {
        FileName = "cmd.exe",
        Arguments = args,
        UseShellExecute = false,
        RedirectStandardOutput = true
    };

    using (var process = Process.Start(start))
    {
        using (var reader = process.StandardOutput)
        {
            while (!reader.EndOfStream)
            {
                var line = reader.ReadLine();
                output.Add(line);
                Console.WriteLine(line);

                if (line == "END")
                {
                    process.Kill();

                    return output;
                }
            }
        }
    }

    return output;
}
}
```


Додаток В (обов'язковий)

82


ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ЕМОЦІЙ
УЧАСНИКІВ ВІДЕОКОНФЕРЕНЦІЙ В MICROSOFT TEAMS

Виконав: студент 2-го курсу,
групи 2КН-21м

спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

 Пастух І. П.

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., професор кафедри КН
Савчук Т. О.

(прізвище та ініціали)

«» _____ 2022 р.

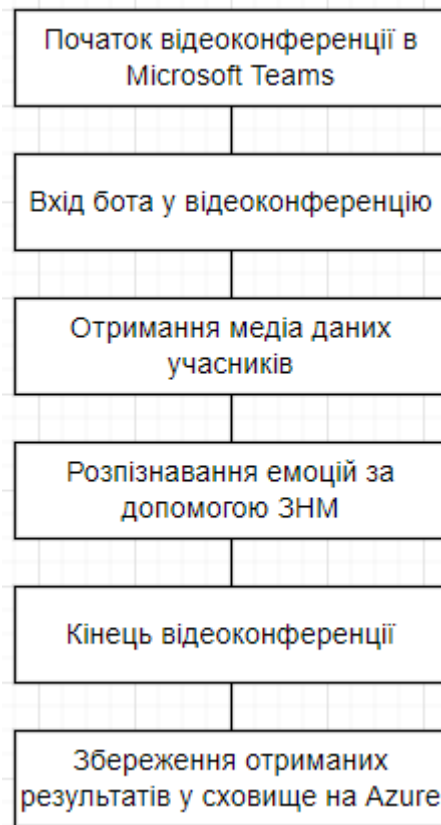


Рисунок В.1 - Схема удосконаленого методу розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій у Microsoft Teams

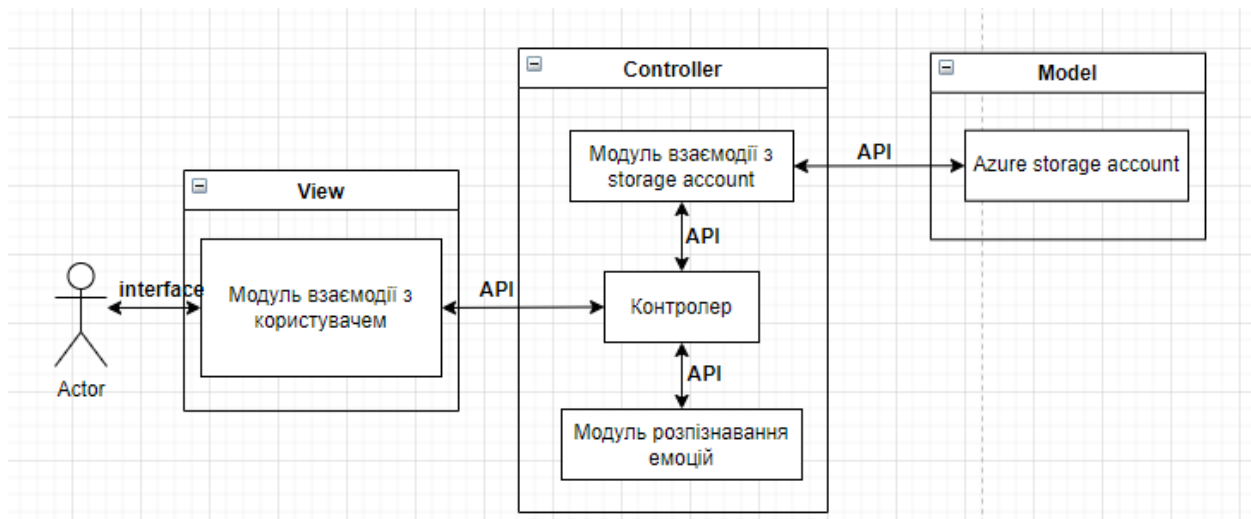


Рисунок В.2 - Структура інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams

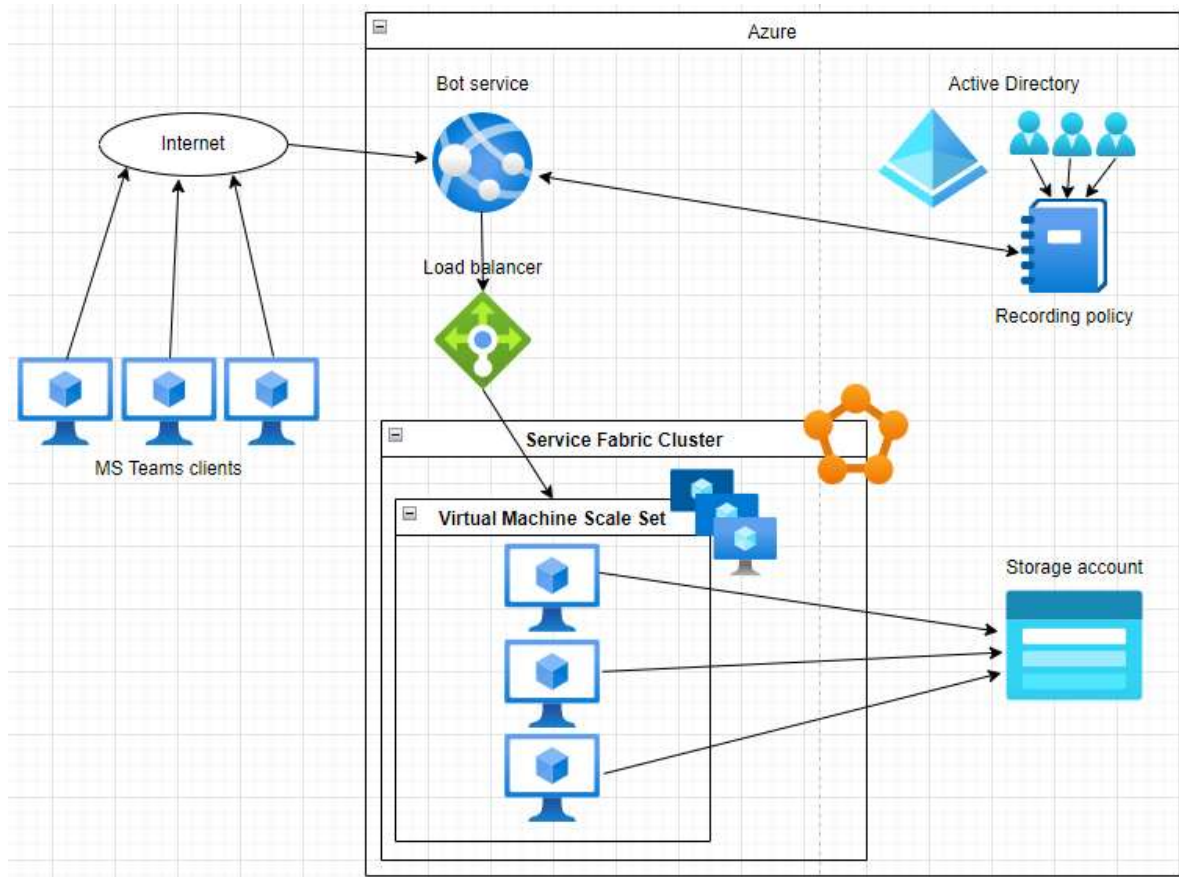


Рисунок В.3 - Структура компонентів платформи Azure

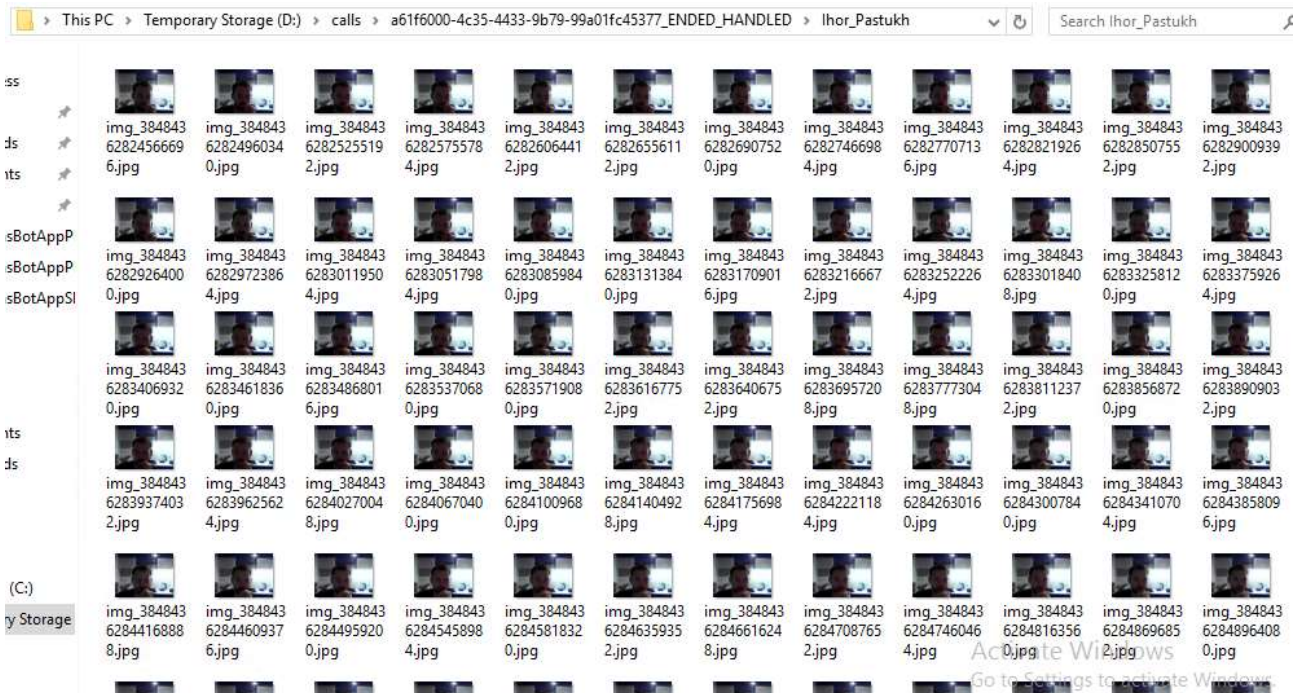


Рисунок В.4 - Приклад папки з фреймами одного з учасників відеоконференції

```
1  {
2  "callChainId": "aa202e00-a71f-4332-95f4-52423936d400",
3  "participants": [ {
4    "participantId": "a124c7c9-5539-47ed-861a-fde00e71751b",
5    "values": [ {
6      "time": 0,
7      "emotion": "neurtal"
8    }, {
9      "time": 500,
10     "emotion": "neurtal"
11   }, {
12     "time": 1000,
13     "emotion": "neurtal"
14   }, {
15     "time": 1500,
16     "emotion": "neurtal"
17   }, {
18     "time": 2000,
19     "emotion": "neurtal"
20   } ]
21 }, {
22   "participantId": "5539c7c9-5aaw-77ed-8asd-fdeqqw7kkj1b",
23   "values": [ {
24     "time": 0,
25     "emotion": "neurtal"
26   }, {
27     "time": 500,
28     "emotion": "neurtal"
29   }, {
30     "time": 1000,
31     "emotion": "happy"
32   }, {
33     "time": 1500,
34     "emotion": "happy"
35   }, {
36     "time": 2000,
37     "emotion": "happy"
38   } ]
39 } ]
40 }
```

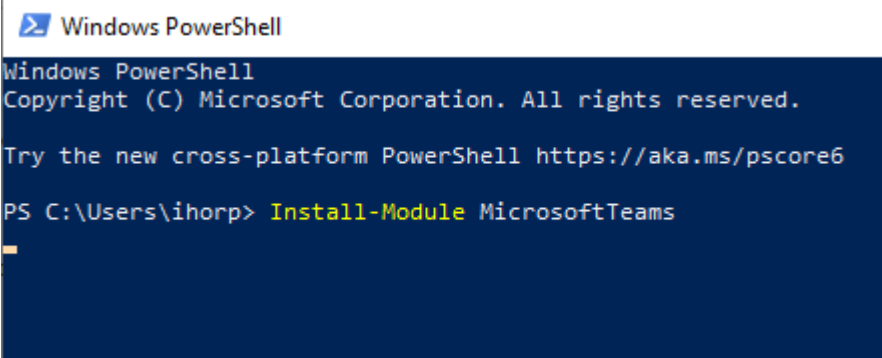
Рисунок В.5 - Отримані дані з опрацьованих фреймів одного з учасників відеоконференції

Додаток Г (довідниковий)

Інструкція користувача

Для використання комп'ютерної програми користувачеві потрібно виконати наступні кроки:

1. Відкрити вікно PowerShell консолі версії 5.1 або вище.
2. Встановити останню версію модуля «MicrosoftTeams».



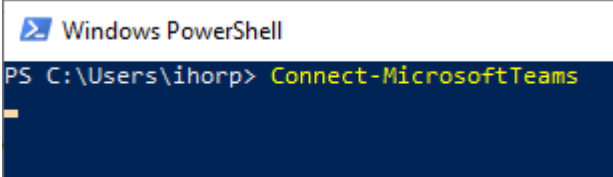
```
Windows PowerShell
Copyright (C) Microsoft Corporation. All rights reserved.

Try the new cross-platform PowerShell https://aka.ms/pscore6

PS C:\Users\ihorp> Install-Module MicrosoftTeams
```

Рисунок Г.1 – Запуск команди для встановлення модуля

3. Виконати команду “Connect-MicrosoftTeams” .



```
Windows PowerShell

PS C:\Users\ihorp> Connect-MicrosoftTeams
```

Рисунок Г.2 – Запуск команди для з'єднання з додатком Teams

4. У спливаючому вікні ввести логін та пароль облікового запису на Azure Cloud.

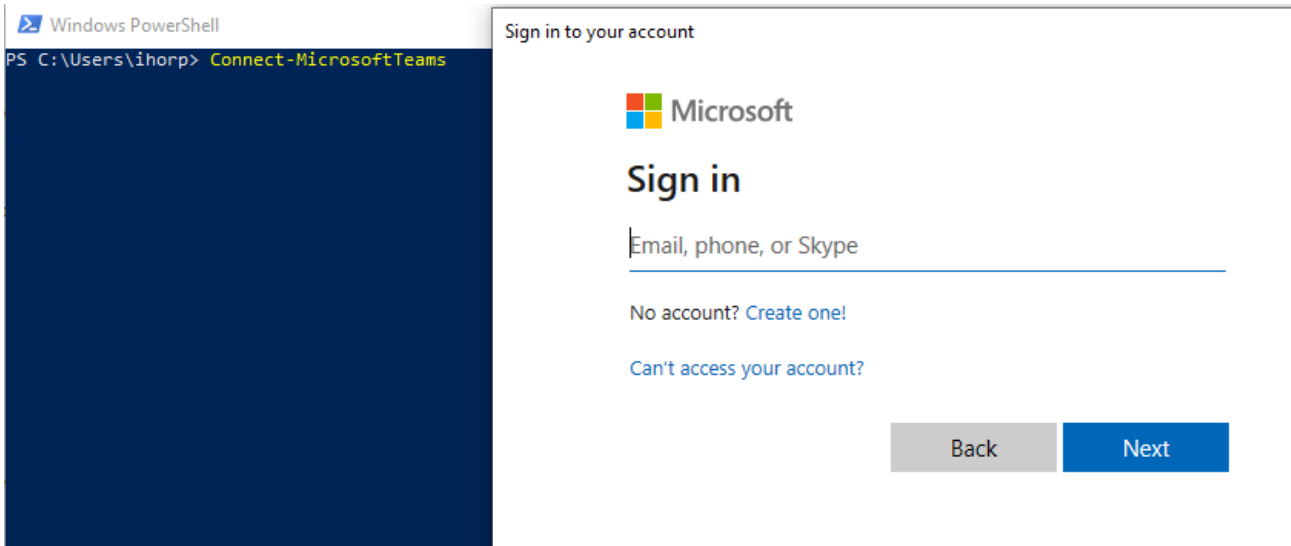


Рисунок Г.3 – Вікно вводу даних для входу в обліковий запис

Для створення нової політики запису та приєднання користувачів до неї, потрібно виконати наступні кроки:

1. Виконати команду «New-CsTeamsComplianceRecordingPolicy» з такими параметрами:
 - Identity – назва політики запису
 - Description – короткий опис створюваної політики запису
 - Enabled – значення активного чи не активного стану після створення

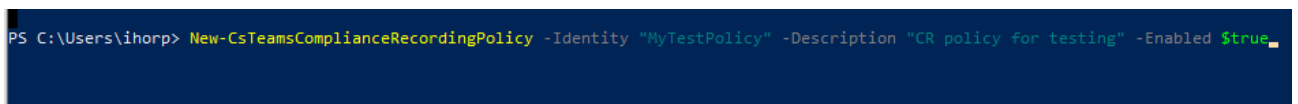


Рисунок Г.4 – Виконання команди для створення політики запису

2. Виконати команду «New-CsOnlineApplicationInstance» з такими параметрами:
 - UserPrincipalName – доменне ім'я бота
 - DisplayName – коротке ім'я бота
 - ApplicationId – ідентифікатор ресурсу “Bot Channels Registration”

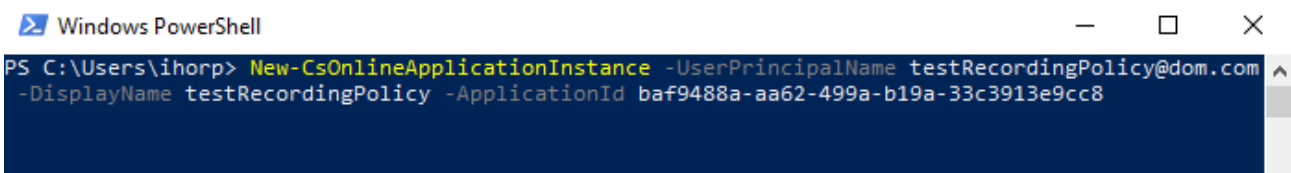
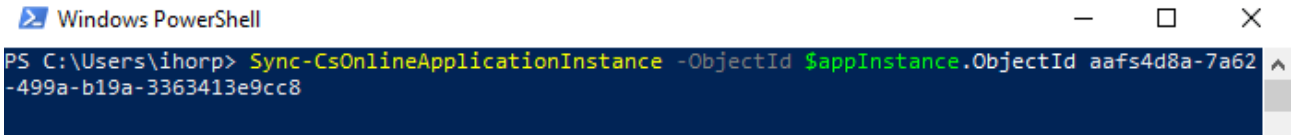


Рисунок Г.5 – Виконання команди для створення екземпляру додатку

3. Виконати команду «Sync-CsOnlineApplicationInstance» з таким параметром:

- ObjectId – ідентифікатор створеного екземпляру додатку



```
Windows PowerShell
PS C:\Users\ihorp> Sync-CsOnlineApplicationInstance -ObjectId $appInstance.ObjectId aafs4d8a-7a62-499a-b19a-3363413e9cc8
```

Рисунок Г.6 – Виконання команди для синхронізації з екземпляром додатку

4. Виконати команду «New-CsTeamsComplianceRecordingApplication» з такими параметрами:

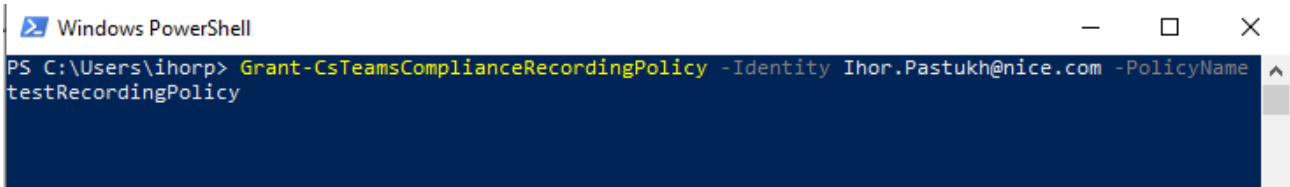
- RequiredBeforeMeetingJoin – true
- RequiredDuringMeeting – true
- RequiredBeforeCallEstablishment – true
- RequiredDuringCall – true
- Parent – назва політики запису
- Id – ідентифікатор синхронізації додатку

5. Виконати команду «Set-CsTeamsComplianceRecordingPolicy» з такими параметрами:

- Identity – назва політики запису
- ComplianceRecordingApplications – результат виконання команди з пункту 4

6. Виконати команду «Grant-CsTeamsComplianceRecordingPolicy» з такими параметрами:

- Identity – ім'я користувача для якого потрібно надати створену політику запису
- PolicyName – назва політики запису



```
Windows PowerShell
PS C:\Users\ihorp> Grant-CsTeamsComplianceRecordingPolicy -Identity Ihor.Pastukh@nice.com -PolicyName testRecordingPolicy
```

Рисунок Г.7 – Виконання команди надання користувачеві політики запису

Для отримання результатів роботи програми потрібно виконати наступні кроки:

1. Почати нову або приєднатись до існуючої відеоконференції хоча б одним учасником, якому була надана політика запису. У відеоконференції може бути будь-яка кількість учасників без політики запису.
2. Після завершення відеоконференції перейти на портал Azure.
3. Відкрити ресурс групи.
4. Перейти у сховище даних.
5. Перейти у контейнер.

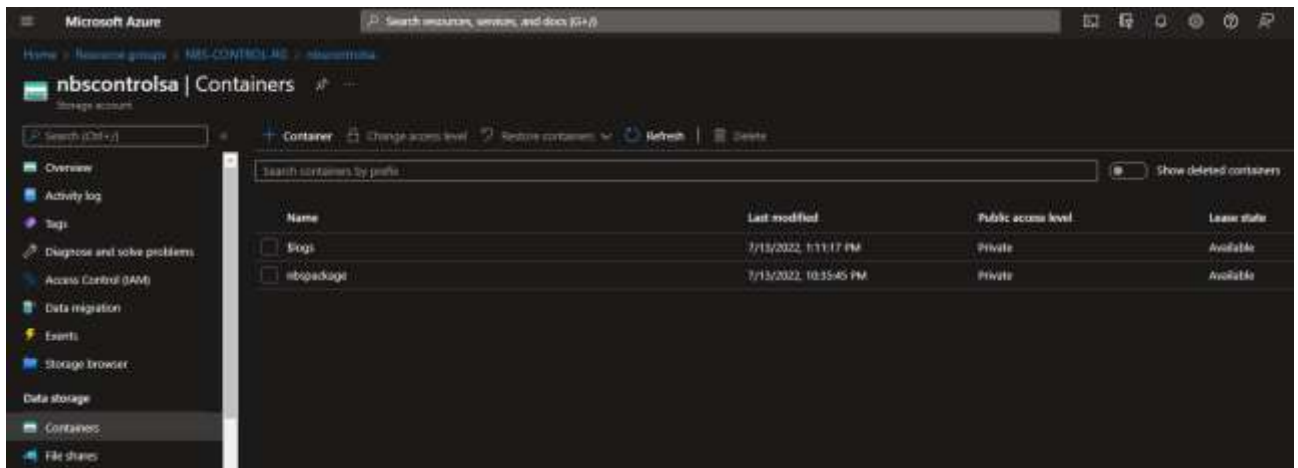


Рисунок Г.8 – Список контейнерів у сховищі даних

6. Знайти папку відповідної відеоконференції.
7. Завантажити файли.


```

1  {
2  "callChainId": "aa202e00-a71f-4332-95f4-52423936d400",
3  "participants": [ {
4    "participantId": "a124c7c9-5539-47ed-861a-fde00e71751b",
5    "values": [ {
6      "time": 0,
7      "emotion": "neurtal"
8    }, {
9      "time": 500,
10     "emotion": "neurtal"
11   }, {
12     "time": 1000,
13     "emotion": "neurtal"
14   }, {
15     "time": 1500,
16     "emotion": "neurtal"
17   }, {
18     "time": 2000,
19     "emotion": "neurtal"
20   } ]
21 }, {
22   "participantId": "5539c7c9-5aaw-77ed-8asd-fdeqqw7kkj1b",
23   "values": [ {
24     "time": 0,
25     "emotion": "neurtal"
26   }, {
27     "time": 500,
28     "emotion": "neurtal"
29   }, {
30     "time": 1000,
31     "emotion": "happy"
32   }, {
33     "time": 1500,
34     "emotion": "happy"
35   }, {
36     "time": 2000,
37     "emotion": "happy"
38   } ]
39 } ]
40 }

```

Рисунок Г.9 – Приклад фрагменту файлу з інформацією про емоції учасників відеоконференції з двох людей