

ISSN 2786-4588 (Print)
ISSN 2786-4596 (Online)

Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний аграрно-економічний університет



Таврійський науковий вісник

Технічні науки

Випуск 6



Видавничий дім
«Гельветика»
2022

ISSN 2786-4588 (Print)
ISSN 2786-4596 (Online)

*Рекомендовано до друку вченою радою Херсонського державного аграрно-економічного університету
(протокол № 5 від 29.12.2022 року)*

Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки / Херсонський державний аграрно-економічний університет. Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2022. Вип. 6. 86 с.

Журнал включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus International
(Республіка Польща)

Свідоцтво про державну реєстрацію: Серія КВ № 24810-14750ПР від 31.05.2021 року.

На підставі Наказу Міністерства освіти і науки України від 29.06.2021 № 735 (додаток 4)
журнал внесений до переліку фахових видань України категорії «Б» (спеціальності:
122 – Комп'ютерні науки та інформаційні технології; 124 – Системний аналіз; 181 – Харчові
технології; 194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології).

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення
StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

Редакційна колегія:

Дзюндзя О.В. – доцент кафедри інженерії харчового виробництва Херсонського державного аграрно-економічного університету, к.т.н., доцент – головний редактор; **Антоненко А.В.** – доцент кафедри готельно-ресторанного бізнесу ПВНЗ «Київський університет культури», к.т.н., доцент; **Балихіна Г.А.** – провідний науковий співробітник відділення землеробства, меліорації та механізації апарату Президії НААН, к.т.н.; **Березовський Ю.В.** – доцент кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету, д.т.н., доцент; **Бровенко Т.В.** – доцент кафедри готельно-ресторанного і туристичного бізнесу Київського національного університету культури і мистецтв, к.т.н., доцент; **Вороненко М.О.** – доцент кафедри інформатики і комп'ютерних наук Херсонського національного технічного університету, к.т.н., доцент; **Гончаренко А.В.** – професор кафедри підтримання льотної придатності повітряних суден Національного авіаційного університету, д.т.н., професор; **Гопеснко В.** – проректор з наукової роботи, директор навчальної програми магістратури «Комп'ютерні системи» Університету прикладних наук ISMA, Dr.sc.ing., професор (Рига, Латвійська Республіка); **Горальчук А.Б.** – професор кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії Харківського державного університету харчування та торгівлі, д.т.н., професор; **Димова Г.О.** – доцент кафедри менеджменту та інформаційних технологій Херсонського державного аграрно-економічного університету, к.т.н.; **Коваленко О.О.** – завідувач кафедри біоінженерії і води Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., професор; **Ковальчук П.І.** – головний науковий співробітник Інституту водних проблем і меліорації НААН, д.т.н., професор; **Кузьмич Л.В.** – головний науковий співробітник Інституту водних проблем і меліорації НААН, д.т.н., доцент; **Кузьміна Т.О.** – професор кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету, д.т.н., професор; **Лобода О.М.** – доцент кафедри менеджменту та інформаційних технологій Херсонського державного аграрно-економічного університету, к.т.н., доцент; **Марасанов В.В.** – член спеціалізованої Вченої ради ДФ 67.052.003 Херсонського національного технічного університету, д.т.н., професор; **Матяш Т.В.** – старший науковий співробітник, завідувач відділу інформаційних технологій та маркетингу інновацій Інституту водних проблем і меліорації НААН, к.т.н.; **Отрош Ю.А.** – начальник кафедри пожежної, профілактики в населених пунктах факультету пожежної безпеки Національного університету цивільного захисту України, д.т.н., професор; **Пневматікос Н.** – доцент кафедри будівництва Університету Західної Аттики, к.т.н., доцент (Афіни, Греція); **Романенко Р.П.** – доцент кафедри інженерно-технічних дисциплін Київського національного торговельно-економічного університету, к.т.н.; **Степанчиков Д.М.** – доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики Херсонського національного технічного університету, к.ф.-м.н., доцент; **Сурьянінов М.Г.** – завідувач кафедри будівельної механіки Одеської державної академії будівництва та архітектури, д.т.н., професор; **Ткаченко О.Б.** – професор, завідувачка кафедри технології вина та сенсорного аналізу Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., доцент; **Турченко В.О.** – професор кафедри водної інженерії та водних технологій Національного університету водного господарства та природокористування, д.т.н., доцент.

УДК 004.93

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.6.3>

РОЗПІЗНАВАННЯ ЕМОЦІЙ УЧАСНИКІВ ВІДЕОКОНФЕРЕНЦІЙ В MICROSOFT TEAMS

Саєчук Т. О. – кандидат технічних наук,
професор кафедри комп'ютерних наук
Вінницького національного технічного університету
ORCID ID: 0000-0002-0061-6206

Пастух І. П. – магістрант кафедри комп'ютерних наук
Вінницького національного технічного університету
ORCID ID: 0000-0003-1080-1736

Запропоновано інформаційну технологію розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій у Microsoft Teams за рахунок використання нейронної згорткової мережі та засобів технології Azure, а також розроблено її структуру та структуру компонентів платформи Azure. Проаналізовано засоби-аналоги та виявлено їх переваги і недоліки. Проаналізовано узагальнений метод розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій, визначено його недоліки та запропоновано удосконалений метод розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій та отримувати дані про емоційні реакції учасників відеоконференцій на певні новини, оголошення, теми дискусій, для оцінки здібностей ораторів, виявлення емоційно негативних моментів відеоконференцій та причин їх виникнення за рахунок використання бібліотеки Graph API та засобів хмарної технології Azure. Запропонований удосконалений метод ліг в основу відповідної інформаційної технології. Проведено експерименти, кожен з яких передбачав різну кількість учасників відеоконференцій, різні сценарії, різні комбінації ввімкнення та вимкнення камер та різні емоції. Аналіз результатів функціонування показав, 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 кожну відеоконференцію. Розроблена технологія надає можливість розпізнати 94% емоцій учасників відеоконференцій на відміну від засобів-аналогів, так як вона підтримує велику кількість учасників одночасно без погіршення якості їх зображень, а також ідентифікувати усіх учасників відеоконференції та їх емоційний стан, що неможливо при використанні сучасних програмних засобів.

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

Savchuk T. O., Pastukh I. P. Recognizing the emotions of participants in video conferences in Microsoft Teams

An information technology for recognizing the participants emotions during video conferences in Microsoft Teams using a convolutional neural network and Azure cloud tools is proposed. The structure of information technology and the structure of the Azure platform components are developed. Analogues were analyzed and their advantages and disadvantages were identified. The generalized method of recognizing participants emotions was analyzed, its disadvantages were identified. An improved method of recognizing participants emotions during video conferences in Microsoft Teams was proposed, which made it possible to automate the user's work and obtain data about the emotional reactions of participants in video conferences to certain news, announcements, discussion topics, to assess the abilities of speakers, detection of emotionally negative moments of video conferences and their causes due to the use of the Graph API library and Azure cloud technology. The proposed improved method became the basis of the relevant information technology. Experiments were performed, each of them involving a different number of video conference participants, different scenarios, different combinations of camera on and off, and different emotions. Analysis of the results showed that the developed information technology requires a single launch to handle any number of video conferences, while analog tools require a separate launch for each video conference. The developed technology makes it

possible to recognize 94% emotions of video conference participants, unlike similar tools, as it supports a large number of participants at the same time without degrading the quality of their images. The developed technology makes it possible to identify all video conference participants and their emotional state, which is impossible using modern software.

Key words: *emotion recognition, cloud technologies, convolutional neural networks, Microsoft Teams, Azure, video conferences.*

Вступ. У наслідок переходу багатьох компаній та установ на дистанційний тип 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 [1]. Щодня на платформі Microsoft Teams користувачі роблять понад 2.7 мільярдів хвилин дзвінків, більш ніж 43% з яких відбуваються з відеокамерами [2]. На даний момент існує велика кількість інструментів для розпізнавання емоцій, найпопулярнішими з яких є FaceReader та Microsoft Oxford Project Emotion Recognition. Зазначені інструменти мають потужний функціонал і високу точність розпізнавання у багатьох випадках [3; 4]. Проте, використання існуючих додатків лише частково може вирішити поставлену задачу встановленням додатків на комп'ютери учасників, постійного моніторингу їх безперервної роботи, об'єднанням їх у єдину систему тощо. Такий підхід є складним та неефективним. Отож, доцільним є розширення функціональних можливостей програмних засобів для розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams.

Удосконалений метод та структура інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams

З урахуванням відомого методу розпізнавання [6], метод розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій включатиме основні етапи, що наведені на рисунку 1.

1. Встановлення засобів для розпізнавання емоцій.
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 в Microsoft Teams, її завершення.
6. Отримання та збереження результатів.

Так як метод не підтримує можливість працювати з багатьма відеоконференціями окремо, то для його реалізації потрібно встановлювати сторонні програми на робочі комп'ютери усіх людей, відеоконференції з якими потрібно аналізувати, що тягне за собою певну рутинну ручну роботу і додає людський фактор. При такому підході буде додаткове навантаження на комп'ютери, стане неможливим змінити точність розпізнавання емоцій, а підхід, відповідно, вимагає багато додаткових дій зі сторони користувача. Також метод не підтримує можливість ідентифікувати учасників відеоконференції, й не має можливості отримання

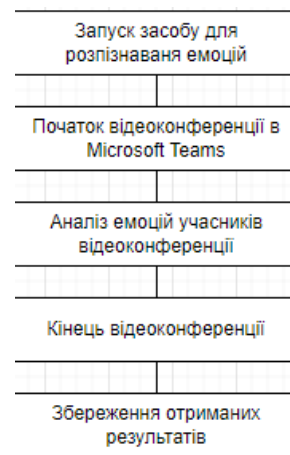


Рис. 1. Схема узагальненого методу розпізнавання емоцій учасників відеоконференції

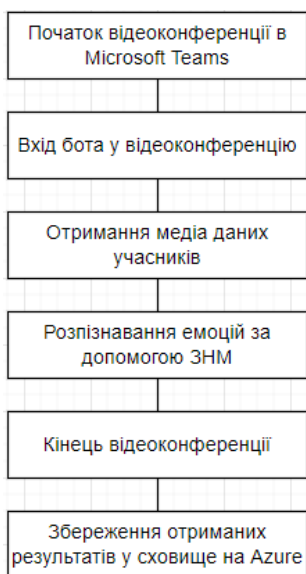


Рис. 2. Схема удосконаленого алгоритму розпізнавання емоцій учасників відеоконференції у Microsoft Teams

даних про кожного учасника окремо та можливості розрізняти учасників.

Для усунення означених недоліків, пропонується використання хмарних віртуальних машин та застосування політики запису дзвінків з бібліотеки Graph API, завдяки яким користувачам замість встановлення 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 комп'ютерів користувачів перейде на хмарну технологію, і вся робота по запуску засобів для розпізнавання емоцій та збереження отриманих результатів буде автоматизована. При цьому, зникне необхідність запуску технології перед кожною відеоконференцією, так як всі відеоконференції будуть оброблятися окремо та автоматично. Також, у 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 та зможе аналізувати емоції кожного учасника окремо [5].

Таким чином, узагальнений метод розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams з запропонованими удосконаленнями буде містити такі етапи (рисунок 2):

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 відеоконференцію. Бот являє собою спеціальну програму, яка використовує Graph API для входу у відеоконференцію, виходу 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 даних у Azure storage account для подальшого аналізу користувачем.

Для реалізації інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій у Microsoft Teams, структура інформаційної технології повинна містити такі складові [6].

З метою забезпечення управління процесами між усіма модулями технології до складу її структури має входити контролер, який буде пов'язаний зі всіма іншими модулями, відповідатиме за отримання, збереження та передачу фреймів з відеопотоків учасників та приєднання бота у відеоконференції.

Для реалізації алгоритму взаємодії з користувачем, необхідний модуль, завдання якого буде підготовка отриманих в результаті розпізнавання даних.

Забезпечення взаємодії зі сховищем даних передбачає наявність у структурі інформаційної технології модуля організації функціонування сховища, що інкапсулює в собі всю логіку роботи з ним.

Для реалізації 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 обрано архітектуру Модель-представлення-контролер (шаблон MVC) [6], що поділяє керуючу логіку на три окремих компоненти (модель, подання і контролер) таким чином, що модифікація кожного компонента може здійснюватися незалежно [6]. При цьому, модель (Model) надає дані і реагує на команди контролера, змінюючи свій стан [6]. В означеній вище структурі моделлю виступатиме сховище даних. Подання (View) відповідає за відображення даних моделі користувачеві, реагуючи на зміни моделі [6], в ролі якого виступатиме модуль взаємодії з користувачем. Контролер (Controller) інтерпретує дії користувача [6], а його функціонал реалізовано у модулі взаємодії зі сховищем даних, контролері та модулі розпізнавання емоцій.

Описаний дизайн архітектури інформаційної технології полегшить подальші зміни у логіці функціонування, а також надасть можливість повторного використання окремих компонентів технології. Крім того, використання описаного шаблону у потужних системах сприятиме впорядкованості їхньої структури і зробить їх більш зрозумілими за рахунок зменшення складності.

Загальна схема взаємодії компонентів зображена на рисунку 3.

Модуль взаємодії з користувачем взаємодітиме з контролером для забезпечення отримання результатів роботи технології виводу її користувачеві.

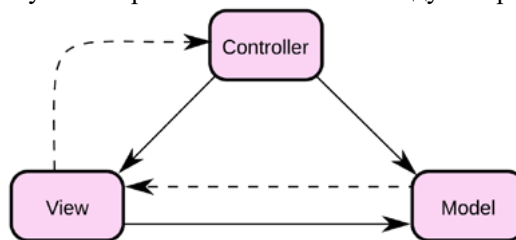


Рис. 3. Схема взаємодії між компонентами шаблону MVC

Модуль розпізнавання емоцій повинен взаємодіяти з контролером для отримання від нього кадрів з відеопотоків учасників відеоконференції та повернення результатів розпізнавання емоцій.

Модуль взаємодії зі сховищем даних взаємодітиме з контролером для отримання результатів розпізнавання емоцій учасників відеоконференції, а також взаємодітиме зі сховищем даних для збереження результатів у ньому.

Модуль контролера взаємодітиме зі всіма модулями програми для забезпечення передачі інформації між ними.

Відповідно до визначених складових та їх функцій, структура інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams матиме вигляд, що представлений на рисунку 4.

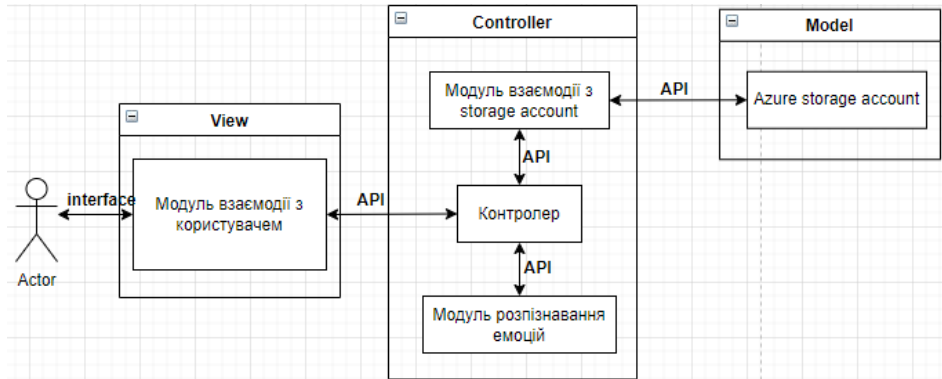


Рис. 4. Структура інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams

На рисунку 5 зображено структуру компонентів платформи Azure для підтримки можливості отримання зображень з камер учасників відеоконференцій в Microsoft Teams.

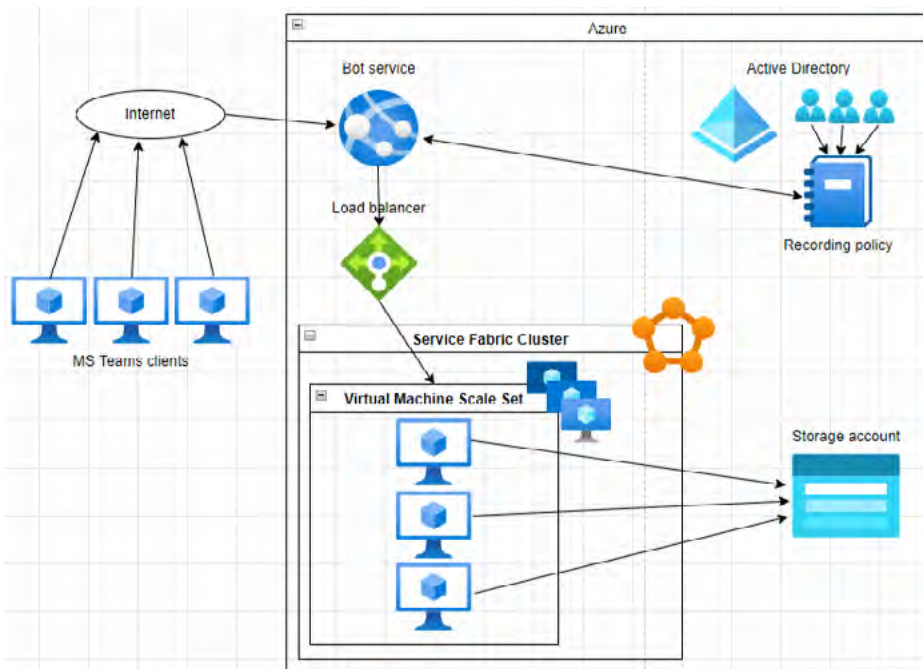


Рис. 5. Структура компонентів платформи Azure

Аналіз результатів функціонування інформаційної технології розпізнавання емоцій учасників відеоконференцій в Microsoft Teams

З метою оцінювання функціоналу запропонованої інформаційної технології, було проведено аналіз виконання розпізнавання емоцій під час відеоконференцій засобами-аналогами та за допомогою розробленої технології. Було проведено понад 1000 експериментів, кожен з яких передбачав різну кількість учасників відеоконференцій, різні сценарії, різні комбінації ввімкнення та вимкнення камер, різні емоції учасників.

Результати аналізу функціонування інформаційної технології і порівняння з результатами відомих засобів-аналогів представлено у табл. 1.

Таблиця 1

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 1 видно, що кількість підтримуваних відеоконференцій при одноразовому запуску програми засобами аналогами становить одну відеоконференцію, так як їх потрібно запускати для кожної відеоконференції окремо, в той час як розроблена технологія потребує одноразового запуску для роботи з будь-якою кількістю відеоконференцій. Кількість розпізнаних емоцій з камер учасників розробленою технологією в середньому становить 94%, що є вищим ніж у засобів-аналогів, оскільки у відеоконференціях з великою кількістю людей зображення з камер учасників не зменшуються та не втрачають якість. Кількість ідентифікованих учасників становить 100% за рахунок того, що розроблена технологія має доступ до медіа даних кожного учасника, що неможливо зробити при використанні засобів-аналогів.

Висновки. 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 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 згорткової нейронної мережі та засобів хмарної технології Azure, що дало можливість отримання даних про емоційний стан учасників відеоконференції. Розроблена 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 емоції кожного з них. Технологія потребує лише одноразового запуску для обробки всіх відеоконференцій, що повністю автоматизує роботу користувача. Мету дослідження 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 ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Microsoft Teams now has more than 270 million monthly active users. URL: <https://www.windowcentral.com/microsoft-teams-now-has-more-270-million-monthly-active-users>
2. Remote work trend report: meetings. URL: 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
3. Facereader. URL: <https://www.noldus.com/facereader>
4. Happy? Sad? Angry? This Microsoft tool recognizes emotions in pictures. URL: <https://blogs.microsoft.com/ai/happy-sad-angry-this-microsoft-tool-recognizes-emotions-in-pictures/>
5. 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. URL: <https://sci-conf.com.ua/i-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-progressive-research-in-the-modern-world-5-7-10-2022-boston-ssha/>
6. 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. URL: <https://sci-conf.com.ua/x-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-innovations-and-prospects-of-world-science-25-27-maya-2022-goda-vankuver-kanada/>

REFERENCES:

1. Windows Central (electronic journal) Microsoft Teams now has more than 270 million monthly active users. Retrieved from: <https://www.windowcentral.com/microsoft-teams-now-has-more-270-million-monthly-active-users> (accessed 20 June 2022).
2. Microsoft (electronic journal) Remote work trend report: meetings. Retrieved from: 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 (accessed 21 June 2022).
3. Noldus (electronic journal) Facereader. Retrieved from: <https://www.noldus.com/facereader> (accessed 29 August 2022).
4. Microsoft (electronic journal) Happy? Sad? Angry? This Microsoft tool recognizes emotions in pictures. Retrieved from: <https://blogs.microsoft.com/ai/happy-sad-angry-this-microsoft-tool-recognizes-emotions-in-pictures/> (accessed 30 August 2022).
5. Savchuk T. O., Pastukh I. P. (2022) Rozrobka alhorytmu rozpoznavannia emotsii uchashnykiv videokonferentsii v Microsoft Teams [Development of an algorithm for the recognition of participant's emotions during video conferences on Microsoft Teams]. Proceedings of the I International scientific and practical conference “Progressive research in the modern world” (USA, Boston, October 5-7, 2022) (eds. Komarytsky M. L.), Boston: BoScience Publisher, pp. 182-187.
6. Savchuk T. O., Pastukh I. P. (2022) Rozrobka struktury informatsiinoi tekhnolohii rozpoznavannia emotsii uchashnykiv videokonferentsii v Microsoft Teams [Development of the structure of information technology for recognizing the emotions of participants during video conferences on Microsoft Teams]. Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference “Innovations and prospects of world science” (Canada, Vancouver, May 25–27, 2022) (eds. Komarytsky M. L.), Canada: Perfect Publishing. pp. 286–292.