

ВИСНОВОК
про наукову новизну, теоретичне та практичне значення
результатів дисертації

на тему «Інформаційна технологія ідентифікації змін емоційного стану людини за мімічними проявами для систем, що відповідають вимогам безпеки»

(назва роботи)

здобувача наукового ступеня доктора філософії

Калити Олега Дмитровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

з галузі знань 12 Інформаційні технології

(шифр, назва галузі знань)

за спеціальністю 12 Комп'ютерні науки

(шифр, назва спеціальності)

Публічна презентація проведена на кафедрі комп'ютерних наук
« 16 » червня 2023 року, протокол № 1 .

1. Актуальність теми дослідження. Упродовж останніх років, галузь розроблення інформаційних систем, що відповідають вимогам безпеки, та систем відеоспостереження стрімко зростає. Водночас разом зі здобутками зростають і складнощі, що пов'язані насамперед із точним відео моніторингом поведінки людей. Точне виявлення та інтерпретація людської поведінки, зокрема, ідентифікація емоційних станів людей у локалізованій групі, є важливим для правильного оцінювання загроз за великих скупчень людей та швидкого реагування на них.

Розуміння емоційного стану людини за виразом обличчя може надати цінну інформацію про її наміри, потенційно розкриваючи загрози безпеці ще до того, як вони проявилися. Проте швидкоплинність мімічних проявів та індивідуальні й культурні відмінності вносять значну складність у процес ідентифікації емоційного стану. Саме тому розробка нових методів та технологій, що здатні точно виявляти мімічні прояви та ідентифікувати за ними різку зміну емоційного стану, а також способи ефективного впровадження таких технологій у системи безпеки є актуальною задачею.

Попри значний обсяг виконаних у цьому напрямку наукових досліджень і, відповідно, отриманих наукових результатів та розробок, актуальним на сьогодні є покращення процесу виявлення аномальної поведінки групи людей в натовпі для систем, що відповідають вимогам безпеки.

Отже, з огляду на вище викладене, актуальною науковою задачею є розроблення інформаційної технології ідентифікації змін емоційного стану людини за мімічними проявами, яка забезпечить підвищення точності ідентифікації різких змін емоційного стану за відеопотоком в режимі реального часу, що у такий спосіб дасть змогу покращити процес виявлення

аномальної поведінки групи людей в натовпі для систем, що відповідають вимогам безпеки.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дослідження, результати яких викладено в дисертаційній роботі, проведено під час виконання науково-дослідних робіт за двома держбюджетними темами Хмельницького національного університету “Агентно-орієнтована система підвищення безпеки та якості програмного забезпечення комп'ютерних систем” (ДР №0119U100662) та “Розроблення інформаційної технології прийняття контрольованих людиною критично-безпекових рішень за ментально-формальними моделями машинного навчання” (ДР №0121U112025), в яких автор дисертації був безпосереднім виконавцем.

3. Наукова новизна отриманих результатів.

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

1) вперше розроблено модель подання мімічних проявів емоційних станів людини, у якій на відміну від аналогів стійко групуються та розділяються основні класи емоцій, що дало змогу використовувати зображення з низькою роздільною здатністю в камерах відеоспостереження та виявляти різкі зміни емоційного стану;

2) вперше розроблено метод геометричної інтерпретації ділянок обличчя, який на відміну від аналогів дає можливість прозоро отримувати характерні ознаки мімічної активності, що дозволило з малою обчислювальною складністю аналізувати зображення з низькою роздільною здатністю;

3) удосконалено метод гіперплощинної класифікації для ідентифікації мімічних проявів емоційних станів, який на відміну від аналогів дозволяє будувати гіперплощину розмежування у векторному просторі ознак за принципом «людина у петлі», що дало змогу отримати класифікатори для виявлення різких змін емоційних станів;

4) одержала подальшого розвитку інформаційна технологія ідентифікації різких змін емоційного стану за розробленою моделлю подання мімічних проявів емоційних станів людини, методом геометричної інтерпретації ділянок обличчя та методом гіперплощинної класифікації, яка відрізняється від аналогів простою моделлю, прозорим та зрозумілим виділенням ознак та класифікацією, що дало змогу локалізувати групи людей з різкою зміною емоційного стану за матеріалами зовнішньої відеофіксації з високим показником точності.

4. Теоретичне та практичне значення результатів дисертації.

Наукові положення, висновки і рекомендації дисертації обґрунтовані коректним та доцільним використанням математичного апарату, алгоритмами оброблення зображень, виявлення візуальних ознак та класифікації емоційних станів за мімічними проявами, успішною реалізацією розробленого прототипу інформаційної технології, ефективним практичним впровадженням

результатів дисертаційної роботи на підприємствах, що використовують подібні інформаційні системи, що продемонструвало відповідність теоретичних досліджень з реальними результатами застосування.

Практичне значення отриманих результатів полягає в розробленні інформаційної технології, що призначена для точної ідентифікації змін емоційного стану людини за мімічними проявами, що дасть змогу виявляти локалізовану групу людей з проявами аномальної поведінки в натовпі для систем, що відповідають вимогам безпеки. Зокрема, практичне значення застосування інформаційної технології полягає в автоматизованому перетворенні вхідної інформації, що подана у вигляді зображення обличчя людини на відеокадрах низької роздільної здатності (704×480), у результуючу інформацію у вигляді ідентифікованих груп людей з різким проявом негативного емоційного стану.

Використання в інформаційній технології простих та прозорих моделі та методу для формалізації мімічних ознак різних емоційних станів та гіперплощинної класифікації з лінійним співвідношенням розділення класів емоцій дало можливість обробляти великі масиви фото- та відеоматеріалів за малих обчислювальних ресурсів систем безпеки в режимі реального часу. Крім того, поєднання в інформаційній технології нової моделі подання мімічних проявів, нового методу геометричної інтерпретації та вдосконаленого методу гіперплощинної класифікації дало змогу отримати високу точність класифікації емоційних станів людини (до 82,42%), що надає працівникам служби безпеки надійний та ефективний інструмент для розуміння динаміки натовпу і прогнозування потенційних ризиків для безпеки під час масового скупчення людей.

Результати експериментальних тестувань із використанням розробленого прототипу програмного забезпечення підтверджують вірність наукових положень запропонованої інформаційної технології, оскільки її впровадження дає змогу підвищити достовірність виявлення аномальної поведінки за мімічними проявами на 0,91-2,20%, залежно від різних емоцій та умов навколишнього середовища, та знизити ймовірність виникнення помилки під час ідентифікації різких змін емоційних станів на 0,23 %-2,21 % порівняно із сучасними аналогами.

5. Використання результатів роботи. Теоретичні та практичні результати дослідження впроваджені в ПП «ШЕЛТЕР ПЛЮС», м. Хмельницький (довідка про впровадження від 17.04.2023), та ТОВ «ІТСАЙТС», м. Хмельницький (довідка про впровадження від 07.05.2023), а також, в освітньому процесі Хмельницького національного університету (акт про впровадження від 14.01.2022 р.) під час викладання дисциплін на кафедрі комп'ютерних наук для спеціальності 122 Комп'ютерні науки, зокрема в курсах «Об'єктно-орієнтоване програмування», «Інтелектуальний аналіз даних», «Моделювання систем та системний аналіз» та «Методи та системи штучного інтелекту».

6. Особиста участь автора в одержанні наукових та практичних результатів, що викладені в дисертаційній роботі на тему «Інформаційна технологія ідентифікації змін емоційного стану людини за мімічними проявами для систем, що відповідають вимогам безпеки». Всі основні результати дослідження, які подано до захисту, одержані автором особисто.

Дисертаційна робота виконана на базі кафедри комп'ютерних наук Хмельницького національного університету, науковий керівник: доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерних наук Бармак Олександр Володимирович.

Дисертаційну роботу Калити Олега Дмитровича перевірено на програмним засобом «Unichesk». Рівень оригінальності за «Unichesk» – 92,3%. Розглянувши звіт подібності щодо перевірки на плагіат, встановлено, що дисертаційна робота Калити О. Д. є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Дисертація характеризується єдністю змісту та відповідає вимогам щодо її оформлення.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача.

За результатами досліджень опубліковано 10 наукових праць, у тому числі 5 статей у наукових фахових виданнях, 5 тез доповідей в збірниках матеріалів конференцій, з яких 4 праці індексовані в наукометричній базі Scopus.

Наукові праці, в яких опубліковані основні результати дисертації

Статті у наукових фахових виданнях

1. Калита О. Д. Модель подання мімічних проявів емоційних станів людини для систем відеонагляду. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія «Технічні науки»*. 2023. Т. 1, № 2(319). С. 143–148.

DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2023-319-1-143-145>

Особистий внесок здобувача: розроблено нову модель подання мімічних проявів емоційних станів людини, у якій на відміну від аналогів стійко групуються та розділяються основні класи емоцій, що дало змогу використовувати зображення з низькою роздільною здатністю в камерах відеоспостереження та виявляти різкі зміни емоційного стану.

2. Калита О. Д. Метод геометричної інтерпретації ділянок обличчя для ідентифікації змін емоційного стану. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія «Технічні науки»*. 2022. № 1(305). С. 68–71.

DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2022-305-1-68-71>

Особистий внесок здобувача: розроблено новий метод геометричної інтерпретації ділянок обличчя, який на відміну від аналогів дає можливість прозора отримувати характерні ознаки мімічної активності, що дозволило з малою обчислювальною складністю аналізувати зображення з низькою роздільною здатністю.

3. Калита О. Д. Метод гіперплощинної класифікації для ідентифікації мімічних проявів емоційних станів. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2023. № 1. С. 17–22.

DOI: <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2023-73-1-3>

Особистий внесок здобувача: удосконалено метод гіперплощинної класифікації для ідентифікації мімічних проявів емоційних станів, який на відміну від аналогів дозволяє будувати гіперплощину розмежування у векторному просторі ознак за принципом «людина у петлі», що дало змогу отримати класифікатори для виявлення різких змін емоційних станів.

4. Kalyta O. Information technology of facial emotion recognition for visual safety surveillance. *Computer systems and information technologies*. 2022. No. 1(6). P. 54–61.

DOI: <https://doi.org/10.31891/csit-2022-1-7>

Особистий внесок здобувача: розроблено інформаційну технологію швидкої ідентифікації змін емоційного стану за розробленою моделлю подання мімічних проявів емоційних станів людини, методом геометричної інтерпретації ділянок обличчя та методом гіперплощинної класифікації.

5. Розпізнавання емоційних проявів за групуванням скупченостей характерних мімічних станів обличчя людини / О. В. Бармак, Е. А. Манзюк, О. Д. Калита, Ю. В. Крак, В. О. Кузнецов, А. С. Куляс. *Проблеми програмування*. 2020. № 2-3. С. 173–181.

DOI: <https://doi.org/10.15407/pp2020.02-03.173>

Особистий внесок здобувача: розроблено модель подання якісних ознак емоційних станів за групуванням скупченостей характерних мімічних проявів обличчя.

Матеріали конференцій

6. Simplified model for recognition facial emotions / O. Barmak, O. Kalyta, E. Manziuk, Iu. Krak. *2019 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT-2019) : Proceedings* (Kyiv, Ukraine, 18–20 December 2019). IEEE, Inc., 2020. P. 492–495.

URL: <https://doi.org/10.1109/ATIT49449.2019.9030516> (Scopus)

Особистий внесок здобувача: розроблено просту модель для ідентифікації швидких змін емоційного стану за мімічними проявами.

7. Model of the facial emotions expressions based on grouping classes of feature vectors / O. Barmak, O. Kalyta, Iu. Krak, E. Manziuk, V. Kuznetsov. *Intellectual Systems of Decision Making and Problem of Computational Intelligence (ISDMCI-2021) : Lecture Notes in Data Engineering, Computational Intelligence, and Decision Making*. Vol. 1246. (Zaloznyi Port, Ukraine, 25–29 May 2020). Cham : Springer Nature, Inc., 2021. P. 65–76. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-54215-3_5 (Scopus)

Особистий внесок здобувача: розроблено модель подання мимічних емоцій на основі групування класів векторів ознак.

8. Classification technology based on hyperplanes for visual analytics with implementations for different subject areas / O. Barmak, Iu. Krak, E. Manziuk, V. Lytvynenko, O. Kalyta. *The 1st International Workshop on Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security (IntelITSIS-2020) : CEUR-Workshop Proceedings*. Vol. 1(2623). (Kyiv, Ukraine, 10–12 June 2020). Aachen : CEUR-WS.org, 2020. P. 96–106. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2623/paper10.pdf> (Scopus)

Особистий внесок здобувача: розроблено метод гіперплощинної класифікації для розділення груп емоційних станів за мимічними ознаками.

9. Радюк П. М., Калита О. Д., Яцунь І. С. Модель групування сумісних рухів м'язових структур людського обличчя. «Сучасна молодь в світі інформаційних технологій» : матеріали III Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції молодих вчених та здобувачів вищої освіти присвяченої Дню науки, 16 травня 2022 р., м. Херсон, м. Кропивницький / за ред. Н. В. Кириченко, Г. О. Димової та ін. Херсон-Кропивницький: Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2022. С. 135–138.

Особистий внесок здобувача: розроблено модель групування сумісних рухів м'язових структур людського обличчя.

10. Method of facial geometric feature representation for information security systems / O. Kalyta, Iu. Krak, O. Barmak, W. Wojcik, P. Radiuk. *The 3rd International Workshop on Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security (IntelITSIS-2022) : CEUR-Workshop Proceedings*. Vol. 3156. (Khmelnyskyi, Ukraine, 23–25 March 2022). Aachen : CEUR-WS.org, 2022. P. 319–328. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-3156/paper24.pdf> (Scopus)

Особистий внесок здобувача: розроблено метод формалізації якісних ознак людського обличчя для систем, що відповідають вимогам безпеки.

У роботах, опублікованих у співавторстві, автору належать основні ідеї, теоретична та практична розробка положень, що відображені у характеристичні наукової новизни отриманих результатів, а саме: [5, 6, 7] – розроблено модель якісних ознак емоційних станів за групуванням скупченостей характерних мимічних проявів обличчя; [9, 10] – розроблено метод формалізації якісних

ознак людського обличчя; [8] – розроблено метод гіперплощинної класифікації для розділення груп емоційних станів за кількістю мімічних ознак три та сім.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Калити О.Д. «Інформаційна технологія ідентифікації змін емоційного стану людини за мімічними проявами для систем, що відповідають вимогам безпеки», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, за своїм науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам пп. 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради Закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми Хмельницького національного університету зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

Дисертаційну роботу «Інформаційна технологія ідентифікації змін емоційного стану людини за мімічними проявами для систем, що відповідають вимогам безпеки», подану Калитою Олегом Дмитровичем на здобуття ступеня доктора філософії до захисту.

Головуючий публічної презентації:

д.т.н., доцент, професор
кафедри комп'ютерних наук



Едуард МАНЗЮК