

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи
Національного технічного
університету України



“Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”

к.т.н., доц.

Тетяна ЖЕЛЯСКОВА

“ 01 ” січня 2025 р.

ВИТЯГ

з протоколу № 5 від 18 грудня 2024 р. розширеного засідання
кафедри інформатики та програмної інженерії
Національного технічного університету України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

БУЛИ ПРИСУТНІ:

- з кафедри інформатики та програмної інженерії: завідувач кафедри, д.т.н., професор Жаріков Е.В., професор кафедри, д.т.н., професор Павлов О.А., професор кафедри, професор кафедри, д.т.н., професор Стеценко І.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Поперешняк С.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Фіногенов О.Д., доцент кафедри, к.т.н., доцент Лісовиченко О.І., доцент кафедри, к.т.н., доцент Полупан Ю.В., доцент кафедри, к.т.н., доцент Олійник Ю.О., доцент кафедри, к.т.н., доцент Ліхоузова Т.А., доцент кафедри, к.т.н., доцент Гобов Д. А., доцент кафедри, к.е.н. Родіонов П.Ю., аспіранти кафедри;
- з кафедри обчислювальної техніки: в.о. завідувач кафедри обчислювальної техніки, д.т.н., професор Новотарський М. А.;
- з кафедри інформаційних систем та технологій: професор кафедри, д.т.н., професор Корнієнко Б.Я., доцент кафедри, к.т.н., доцент Крилов Є.В.;
- з інших кафедр КПІ ім. Ігоря Сікорського: завідувач кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем, д.т.н., доцент Сулема Є.С.

Запрошені з інших організацій:

Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, завідувач відділу автоматизації програмування (№ 145), д. ф.-м. н., старший науковий співробітник Тульчинський В. Г.

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта кафедри інформатики та програмної інженерії Зарічкового Олександра Анатолійовича за матеріалами дисертаційної роботи “Методи та програмне забезпечення розмітки відеоданих для задач

комп'ютерного зору", поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення. Освітньо-наукова програма "Інженерія програмного забезпечення".

Тему дисертаційної роботи "Методи та програмне забезпечення розмітки відеоданих для задач комп'ютерного зору" затверджено на засіданні Вченої ради факультету інформатики та обчислювальної техніки (протокол № 3 від "15" листопада 2021 року).

Науковим керівником затверджений д.т.н., професор Стеценко І. В.

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили:

д.т.н., професор, Жаріков Е. В.,

д.т.н., професор, Новотарський М. А.,

д.т.н., професор, Павлов О. А. ,

д. ф.-м. н., старший науковий співробітник, Тульчинський В. Г.,

к.т.н., доцент, Гобов Д. А.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь:

д.т.н., професор, Жаріков Е. В. ,

д.т.н., професор, Новотарський М. А. ,

к.т.н., доцент, Олійник О. А. ,

д.т.н., професор, Павлов О. А. ,

д.т.н., професор, Стеценко І. В.

УХВАЛИЛИ:

ПРИЙНЯТИ такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційного дослідження:

1. Актуальність теми дослідження

Штучний інтелект (ШІ) є однією з найбільш поширених сфер розробок програмного забезпечення у сучасному світі інформаційних технологій. За останню декаду було досягнуто значного прогресу для задач комп'ютерного зору, зокрема, у детекції об'єктів, завдяки розвитку методів глибокого навчання та зростанню обчислювальних можливостей.

Для успішної розробки та впровадження програмних засобів на основі ШІ необхідно збирати та розмічати великі об'єми даних, що вимагає значних людських ресурсів та часу. Неякісна розмітка даних може призвести до неточних та помилкових результатів методів ШІ, що в свою чергу стає причиною помилок у результатах обчислень програмного забезпечення. Наявні інструменти розмітки даних не завжди відповідають потребам розробників програмного забезпечення з використанням ШІ, особливо в

контексті роботи з великими об'ємами відеоданих, що збільшує трудовитрати процесу створення якісних наборів даних.

Наявність зазначених проблем визначає актуальне наукове завдання підвищення ефективності процесу розмітки відеоданих для задач комп'ютерного зору.

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

Дисертаційна робота тісно пов'язана з науковими розробками, що здійснюються на кафедрі інформатики та програмної інженерії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Тема дисертації відповідає науковому напрямку «Інформаційні та комунікаційні технології. Глибоке навчання, великі дані (big data), нейроподібні мережі» переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 31 січня року, наступного після припинення або скасування воєнного стану в Україні, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №476 від 30.04.2024 р. У дисертації запропоновані методи та моделі, які спрямовані на вирішення завдань, поставлених у Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні схваленою розпорядженням № 1556-р Кабінетом Міністрів України від 2 грудня 2020 р., а саме впровадження інформаційних технологій, частиною яких є технології штучного інтелекту.

Результати наукового дослідження частково отримані здобувачем при виконанні науково-дослідної роботи «Методи та технології високопродуктивних обчислень та обробки надвеликих масивів даних» (державний реєстраційний номер 0117U000924).

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

- вперше запропоновано дуальну архітектуру програмного забезпечення для автоматизованої розмітки даних, яка, за рахунок методу адаптивно-агрегованого навчання нейромережі, забезпечує пришвидшення процесу розмітки та, на відміну від існуючих аналогів, дає змогу ефективного застосування нульового та активного навчання нейромережі для розмітки даних та більш гнучкого використання програмного забезпечення для різноманітних задач комп'ютерного зору;
- вперше запропоновано метод пріоритезації складних зразків для навчання нейронної мережі, який, за рахунок відбору найскладніших зразків для навчання, підвищує якість набору даних без проведення попередньої розмітки відео, внаслідок чого збільшується точність детекції об'єктів на відео, та, на відміну від існуючих підходів, базується виключно на автоматично згенерованій репрезентації даних;
- вперше запропоновано ітеративний метод вибору ключових кадрів на довгих відео, що дає змогу визначати ключові кадри та сегменти відео з поступовим підвищенням точності, та, на відміну від існуючих методів, враховувати динамічно зміни контенту відео для вибору

ключових кадрів, підвищуючи точність сегментації та зменшуючи обсяг відеоданих для обробки;

- вперше запропоновано метод агрегації знань між текстовою та візуальною частинами у візуально-мовній моделі (VLM) за рахунок інтеграції семантичних ознак з обох модальностей, що забезпечує більш якісне узгодження текстових і візуальних даних, більш високу точність розпізнавання складних сцен на відео та їх опису у порівнянні з існуючими аналогами.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи, впровадження

Розроблені методи та програмні засоби сприяють значному підвищенню точності та швидкості розмітки даних для задач детекції на відео, знижуючи необхідність у ручній праці та прискорюючи процес обробки на 125% відносно підходів без автоматизації процесу розмітки даних та на 25% відносно інших підходів до автоматизації без втрати точності. Покращено використання знань, закодованих у великих лінгвістичних моделях (LLM) та мовних модальностях візуально-мовних моделей, для ініціалізації візуальних моделей та генерації семантично повних атрибутів для опису того, що відбувається на відео, підвищуючи точність розпізнавання в середньому на 4% у порівнянні з методом VKE. Покращено процес вибору ключових кадрів на відео, що дає змогу зменшити об'єм відеоданих для подальшої обробки в середньому в 6 разів у порівнянні з методом D-KTS. Покращено процес навчання моделей з використанням методу пріоритетизації, що підвищує точність роботи методу в середньому на 1,3% в порівнянні з використанням випадкової вибірки відео з того ж розподілу даних.

5. Апробація результатів дисертації

Основні результати дисертаційного дослідження доповідалися та обговорювалися на міжнародних науково-практичних конференціях: The Fourth International Conference on Computer Science, Engineering and Education Applications, ICCSEEA2021 (Kyiv, Ukraine, 2021); Intelligent Systems Conference 2022, IntelliSys 2022 (Amsterdam, The Netherlands, 2022); The 3rd International Conference on Artificial Intelligence and Logistics Engineering, ICAILE2023 (Wuhan, China, 2023); Software Engineering and Advanced Information Technology, SoftTech 2024 (Kyiv, Ukraine, 2024).

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Зарічкового Олександра Анатолійовича визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

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

За результатами досліджень опубліковано 6 наукових публікацій, у тому числі:

- 1 стаття у науковому фаховому виданні України за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення;
- 4 статті у періодичному науковому виданні проіндексованому у базі Scopus;
- 1 стаття, що додатково відображає результати дисертації.

1. Зарічковий О.А. Дуальна архітектура програмного забезпечення для автоматизації розмітки даних для задач комп'ютерного зору. Міжвідомчий науково-технічний журнал «Адаптивні системи автоматичного управління». 2024. № 45 (2024). С. 109-118. ISSN1560-8956.

2. Zarichkovyi, A., Stetsenko, I.V. (2024) 'Attr4Vis: Revisiting importance of attribute classification in Vision-Language Models for Video Recognition', *International Journal of Computing*, 23 (1), pp. 94-100. ISSN 1727-6209.

Особистий внесок здобувача – здобувачем представлено нову архітектуру під назвою Attr4Vis, призначену для полегшення мультимодального навчання VLM, що представлено у дисертації у вигляді методу активного навчання на відео.

3. Zarichkovyi, A., Stetsenko, I.V. (2023) 'Boundary Refinement via Zoom-In Algorithm for Keyshot Video Summarization of Long Sequences', *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 180, pp. 344-359. Springer, Cham. ISSN 2367-4512.

Особистий внесок здобувача – здобувачем запропоновано вдосконалений підхід з виділенням ключових кадрів та ітеративним уточненням границь ключових кадрів, що представлено у дисертації у вигляді ітеративного методу до вибору ключових кадрів на відео.

4. Zarichkovyi, A., Stetsenko, I.V. (2023) 'Hard Samples Make Difference: An Improved Training Procedure for Video Action Recognition Tasks', *Lecture Notes in Networks and Systems*, 544, pp. 508-519. Springer, Cham. ISSN 2367-3370.

Особистий внесок здобувача – здобувачем запропоновано новітній підхід до навчання нейронних мереж на відео, який базується на виборі складних зразків та подальшим навчанням на них.

5. Oleksandr Zarichkovyi and Iryna Mukha. (2021) 'Approximate Training of Object Detection on Large-Scale Datasets', *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 83, pp. 389-400. Springer, Cham. ISSN 2367-4512.

Особистий внесок здобувача – здобувачем запропоновано новітній підхід до навчання нейронних мереж на зображення, який базується на виборі складних зразків та подальшим навчанням на них.

6. Zarichkovyi, A., Stetsenko, I.V. Improving cross-modal knowledge exploration of vision language models. Інженерія програмного забезпечення і передові інформаційні технології (Soft Tech-2024): матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених та студентів, 21-23 травня 2024 року, м. Київ, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», ФІОТ. С. 58-61.

Особистий внесок здобувача – здобувачем експериментально доведено вплив точності генерації атрибутів на точність прогнозування моделей машинного навчання, що представлено у дисертації у вигляді алгоритму збагачення лексикону атрибутів.

Якість та кількість публікацій відповідають “Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44”.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Зарічкового О. А. “Методи та програмне забезпечення розмітки відеоданих для задач комп’ютерного зору”, що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 12 Інженерія програмного забезпечення за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред’являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КПП ім. Ігоря Сікорського “Інженерія програмного забезпечення” зі спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу “Методи та програмне забезпечення розмітки відеоданих для задач комп’ютерного зору”, подану Зарічковим Олександром Анатолійовичем на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

2. Вченій раді КПП ім. Ігоря Сікорського утворити разову спеціалізовану вчену раду у складі:

Голова:

д.т.н., професор, декан факультету інформатики та обчислювальної техніки КПП ім. Ігоря Сікорського, **Корнага Ярослав Ігорович;**

Члени:

Рецензенти:

д.т.н., професор, в.о. завідуючого кафедри обчислювальної техніки КПП ім. Ігоря Сікорського **Новотарський Михайло Анатолійович;**

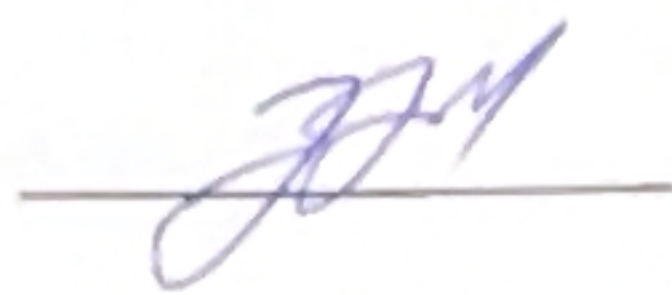
к.т.н., доцент, доцент кафедри інформатики та програмної інженерії КПП ім. Ігоря Сікорського, **Олійник Юрій Олександрович;**

Офіційні опоненти:

д. ф.-м. н., старший науковий співробітник, завідувач відділу автоматизації програмування (№ 145) Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України **Тульчинський Вадим Григорович;**

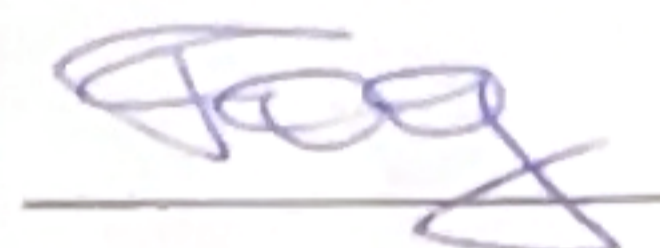
д.т.н., професор, директор Інституту комп'ютерних наук та інформаційних технологій Національного університету «Львівська політехніка» **Шаховська Наталія Богданівна.**

Головуючий на засіданні
д.т.н., професор,
завідувач кафедри
інформатики та
програмної інженерії,
КПІ ім. Ігоря Сікорського



Едуард ЖАРІКОВ

Вчений секретар
кафедри
інформатики та
програмної інженерії,
к.е.н., доцент



Павло РОДІОНОВ