

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з навчальної роботи
Національного технічного
університету України
“Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”



к.т.н., доц.

Тетяна ЖЕЛЯСКОВА

“ 20 ” 03 2025 р.

ВИТЯГ

з протоколу № 29 від 26 лютого 2025 р. розширеного засідання кафедри Інженерії програмного забезпечення в енергетиці Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

БУЛИ ПРИСУТНІ:

- з кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці: завідувач кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці д.т.н, проф. Коваль О.В., професор д.т.н., проф. Барабаш О.В., професор д.т.н., проф. Гаврилко Є.В., доцент к.т.н. Залевська О.В., професор д.т.н, доц., Мусієнко А.П., професор д.т.н., доц. Недашківський О.Л., професор д.т.н., проф. Федорова Н.В., доцент к.т.н., доц. Гагарін О.О., доцент к.т.н., доц. Кузьмініх В.О., доцент к.т.н., доц. Стативка Ю.І., доцент к.т.н., доцент к.ф.-м.н., доц. Свинчук О.В., доцент к.т.н. Варава І.А., доцент к.е.н., Гусева І.І., доцент к.т.н. Шпурик В.В., ст. викл. Дацюк О.А., ст. викл. Колумбет В.П., ст. викл. PhD Бандурка О.І., ас. Оленєва К.М., ас. Швайко В.Г., асп. Олексій А.О., асп. Гейко О.О.;

- з інших кафедр КПІ ім. Ігоря Сікорського:

доцент кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем факультету прикладної математики КПІ ім. Ігоря Сікорського, к.т.н., Сулема Євгенія Станіславівна

доцент кафедри цифрових технологій в енергетиці навчально наукового інституту атомної та теплової енергетики КПІ ім. Ігоря Сікорського, к.т.н., Шалденко Олексій Вікторович.

Запрошені з інших організацій:

завідувач кафедри кібербезпеки та захисту даних приватної установи «Університету науки, підприємництва та технологій», д.т.н., професор Семенов Сергій Геннадійович.

завідувач кафедри Інженерії програмного забезпечення автоматизованих систем Державного університету інформаційно-телекомунікаційних технологій д.т.н., професор Сторчак Каміла Павлівна.

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці Здора Костянтина Андрійовича за матеріалами дисертаційної роботи “Моделі та програмні засоби підвищення швидкодії визначення відеоатрибутів за допомогою розбиття на сцени”, 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 і алгоритми порівняння логотипів та торгових марок на основі методів машинного навчання” затверджено на засіданні Вченої ради теплоенергетичного факультету (протокол № 4 від “22” листопада 2021 року)

та перезатверджено на засіданні Вченої ради навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського” (протокол № 19 від “15” січня 2025 року).

Науковими керівниками затверджені: доктор технічних наук, доцент, НЕДАШКІВСЬКИЙ О. Л., кандидат технічних наук, доцент, ШАЛДЕНКО О.В.

2. Запитання до здобувача.

Запитання по темі дисертації ставили: к.т.н, доцент Сулема Є.С., д.т.н. професор Барабаш О.В., к.т.н., доцент Залевська, доцент к.т.н. Варава І.А., доцент к.т.н. Стативка Ю.І.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь: : д.т.н, проф. Коваль О.В., проф. д.т.н., проф. Барабаш О.В., к.т.н, доцент Сулема Є.С., к.т.н., доцент Залевська, д.т.н. проф. Недашківський О.Л., к.т.н., доц. Шалденко О.В.

УХВАЛИЛИ:

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

1. Актуальність теми дослідження

Еволюція відеоконтенту, як домінуючого засобу комунікації, докорінно змінила ландшафт поширення та споживання інформації. Ранні форми візуальних медіа, від аналогової кіноплівки до ефірного телебачення, підготували ґрунт для трансформації, кульмінацією якої стала цифрова революція. За останні кілька десятиліть відеоконтент не лише збільшився у кількості та доступності, але й у своїй здатності залучати аудиторію в інтерактивний та багатогранний спосіб.

У своїх ранніх втіленнях відеоконтент вироблявся і поширювався переважно через традиційні канали мовлення, які функціонували як односпрямований потік інформації від кількох централізованих джерел до пасивної аудиторії. З появою цифрових відеотехнологій і таких платформ, як YouTube, виробництво і споживання відеоконтенту трансформувалось, надавши користувачам можливість створювати, поширювати і взаємодіяти з візуальними медіа в безпрецедентних масштабах. Сучасні платформи зараз можуть налічувати мільярди глядачів щомісяця, і ця статистика підтверджує глибоке проникнення відео в повсякденну комунікацію.

Паралельно з еволюцією виробництва контенту розвивалися методи аналізу відеоданих. Ранні методи аналізу відео були здебільшого ручними та примітивними, зосереджуючись на таких базових функціях, як виявлення руху та просте розпізнавання об'єктів. З часом ці методи кардинально еволюціонували. Впровадження алгоритмічних підходів уможливило автоматизований розбір відеопотоків на значущі сегменти, заклавши основу

для пошуку та індексування на основі контенту. Фундаментальні дослідження, проілюстрували можливість вилучення просторових і часових характеристик з відеоконтенту, тим самим уможлививши більш систематичне розуміння візуальної інформації.

Досягнення в галузі штучного інтелекту та машинного навчання дозволили ще більше вдосконалити методи аналізу відеоконтенту. Сучасні системи використовують глибокі нейронні мережі для розпізнавання патернів у відеоданих - від поведінкових сигналів до контекстних асоціацій. Інтеграція технологій автоматичного розпізнавання контенту в споживчі пристрої дозволила вимірювати аудиторію в реальному часі та персоналізувати доставку контенту, що, в свою чергу, змінило стратегії реклами та дистрибуції медіа.

Вплив цих аналітичних досягнень виходить за межі технічної ефективності; вони також змінили саму природу інформаційного простору. Автоматизований відеоаналіз уможливив кураторство і пошук величезних сховищ візуальних даних, сприяючи тим самим новим формам наукової комунікації та залучення громадськості. Дослідження, що вивчає моделі цитування онлайн-відео, продемонструвало, що відеоконтент все частіше визнається легітимним і впливовим засобом в академічному дискурсі. Такі висновки ілюструють, що можливість індексувати, шукати та взаємодіяти з відеоконтентом не лише покращила наше розуміння візуальної інформації, але й спричинила значні зміни у поширенні досліджень та новин.

Виявлення сцен є важливим кроком у сфері аналізу відеоконтенту, оскільки воно забезпечує структурну основу, яка перетворює безперервні відеопотоки на дискретні, семантично зв'язні сегменти. Сегментуючи відео на кадри і сцени - аналогічно до поділу тексту на абзаци - цей процес дає змогу виокремити часові межі сцен та організувати вміст контенту у менші структурні одиниці. Така сегментація має важливе значення для індексування та узагальнення, оскільки дозволяє як автоматизованим системам, так і користувачам ефективно орієнтуватися у великих відеоархівах.

Важливість виявлення сцен поширюється на його роль у полегшенні семантичного аналізу вищого рівня. Коли відео розбите на окремі сцени, алгоритми можуть точніше аналізувати кожен сегмент на предмет контекстуальних підказок, взаємозв'язків між об'єктами і переходів у розповіді, та інших атрибутів.

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

Дисертаційне дослідження відповідає вимогам статті 5 Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» від 11 липня 2001 року № 2623-III (зі змінами та доповненнями від 12.01.2023 р.), пункту першого розділу другого «Переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2023 року», затвердженого Постановою КМУ від 7 вересня 2011 р. № 942. Дисертаційна робота виконана відповідно з поточними та перспективними планами наукової та науково-технічної діяльності кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» для подальшого розвитку інженерії програмного забезпечення. Результати дисертаційної роботи є складовою науково-дослідної роботи: “ Методи і алгоритми оптимізації розпізнавання образів на основі методів машинного навчання ” (РК №0121U109207).

Особисто автором в НДР запропоновано удосконалений алгоритм розбиття відео на плани використовуючи поєднання математичних алгоритмів, для виявлення особливостей кадрів, та рекурентних нейронних мереж, для визначення зміни плану, що дозволяє зменшити кількість необхідних даних для аналізу, значно пришвидшуючи розпізнавання образів.

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержані такі нові наукові результати:

Вперше розроблено архітектуру розподіленого програмного забезпечення для визначення атрибутів на відео, характерною особливістю якої є оперування відеопотоками для їхнього розбиття відео на плани та сцени, що дозволило збільшити швидкість аналізу відеоконтенту мінімум в 2.5-3 рази.

Вперше розроблено метод для виявлення переходів планів у відеоконтенті на основі поєднання математичних підходів та рекурентних нейронних мереж, який на відміну від існуючих методів швидко та ефективно виділяє просторові та часові ознаки кадрів, що дозволило збільшити точність влучання та F1-оцінку для знаходження зміни планів досягаючи інноваційних результатів.

Вперше розроблено метод виявлення зміни сцени для відеоконтенту з використанням нейронної мережі на основі архітектури

візуального трансформера для відео з застосуванням методу прунінгу перед навчанням, що на відміну від існуючих методів виділяє контекстуальні особливості сцен, що дозволило збільшити F1-оцінку на 5.1% та пришвидшити час виконання на 10%.

Набув подальшого розвитку метод прунінгу перед навчанням для моделей архітектури візуальних трансформерів для відео, який на відміну від існуючих методів враховує важливість механізму «уваги» та дозволяє пришвидшити час виконання моделі на 10%.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи, впровадження.

Реалізація удосконаленого методу прунінгу для архітектури візуального трансформера на відео дозволила натренувати нейронну мережу, яка на 10% швидша за оригінальну. Реалізація розробленого методу поєднання математичного підходу з рекурентними нейронними мережами дозволила натренувати дві нейронні мережі, які перевищують точність влучання та F1-оцінку відносно підходу AutoShot на 4.3% та 4.4% відповідно. При цьому розроблений підхід має обчислювальні вимоги у розмірі до 500 kFLOPS, що дозволяє використовувати цей підхід для розв'язання задач у реальному часі. Реалізація розробленого методу для визначення зміни сцени в відео на основі візуального трансформера для відео дозволила натренувати нейронну мережу, яка перевищує F1-оцінку відносно підходів оснований на глибоких мультимодальних мережах на 5.43%. Розроблено програмне забезпечення, яке на відміну від існуючих, дозволяє ефективно аналізувати атрибути для відео використовуючи сцени та плани отримані в режимі реального часу.

Методика дослідження та отриманні результати можуть також бути використані для створення систем детальної відеоаналітики, фільтрації та пошуку по відеоатрибутах, тим самим розширюючи сучасні підходи до аналізу відеоконтенту. Дослідження може стати основою для розробки нових підходів до розбиття відео на сцени та плани, та внести вклад у зростаючий обсяг літератури з відеоаналізу за допомогою нейронних мереж.

Результати досліджень прийняті до впровадження в Товаристві з обмеженою відповідальністю «ВОТЧЕД» (акт від 10.02.2025.); в навчальному процесі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (акт впровадження від

24.02.2025р.) при викладанні дисципліни «Цифрова обробка зображень»» для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «Магістр» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

5. Апробація результатів дисертації.

Результати досліджень, викладені у дисертаційній роботі, доповідались та обговорювались на міжнародних та всеукраїнських конференціях та семінарах: XX Міжнародна науково практична конференція молодих вчених і студентів, (25–28 квітня 2023 року м. Київ, Україна), VII Міжнародна науково-практична конференція «Modern problems of science, education and society» (11-13 вересня 2023 Київ, Україна), I Міжнародна науково-практична конференція «Current challenges of science and education» (18-20 вересня 2023, Берлін, Німеччина), X Міжнародна науково-практична конференція «Innovations and prospects in modern science», (25-27 вересня 2023, Стокгольм, Швеція), I міжнародна науково–практична конференція «Сучасні аспекти інженерії програмного забезпечення» (14 грудня 2023, Київ, Україна), Збірник матеріалів III Міжнародної науково-технічної конференції «Системи і технології зв'язку, інформатизації та кібербезпеки: актуальні питання і тенденції розвитку» (30 листопада 2023 року, Київ, Україна)

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Здора К.А. 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 10 наукових публікацій, у тому числі:

- 3 статей у наукових фахових виданнях України за спеціальністю,
- 1 статтю у періодичних наукових виданнях проіндексованих у базах Scopus;
- 6 тезах виступів на наукових конференціях;

1. Здор К. А., Шалденко О. В. Нейро-математичний підхід для виявлення змін планів у відеопослідовностях. Зв'язок. 2024. №6(172). С. 91-97

Особистий внесок – розробка математичного підходу та нейронної мережі для визначення зміни планів.

2. Melnychenko, A., Zdor K. Incorporating attention score to improve foresight pruning on transformer models. Computer Science and Applied Mathematics, 2023, №2, P.18-22.

Особистий внесок – розробка вдосконаленого методу прунінгу для моделей архітектури трансформер.

3. Zdor K., Shaldenko O., Nedashkivskiy O., Melnychenko A., Leveraging ViViT transformers and foresight pruning for scalable scene change detection on distributed architecture, Зв'язок. 2025. №1. P. 3-8.

Особистий внесок – Розробка методу для визначення зміни сцен на основі візуальних трансформерів для відео, вдосконалення методу прунінгу та розробка розподіленої архітектури.

4. Melnychenko, A., Zdor, K. Efficiency of supplementary outputs in siamese neural networks. Advanced Information Systems, 2023, Volume 7, №3, P. 49–53.

Особистий внесок – розробка архітектури моделей з додатковими виходами та оцінка ефективності моделей.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

5. Здор К. А., Шалденко О.В. Концепція обробки зображення на основі багатозадачних сіамських нейронних мереж, XX Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених і студентів, м. Київ, 25–28 квітня 2023 року, с. 210-211

Особистий внесок – оцінка ефективності обробки зображень використовуючи багатозадачні нейронні мережі.

6. Melnychenko, A., Zdor, K. Applying classification and regression supplementary output in siamese neural network using fashion MNIST and plantvillage datasets, VII Міжнародна науково-практична конференція «Modern problems of science, education and society», 11-13 вересня 2023 Київ, Україна, С. 126-129.

Особистий внесок – Оцінка ефективності моделі з використання додаткових виходів класифікації та регресії.

7. Melnychenko, A., & Zdor, K. Applying classification and regression supplementary outputs in siamese neural network using plantvillage dataset, I

Міжнародна науково-практична конференція «Current challenges of science and education», 18-20 вересня 2023, Берлін, Німеччина. С. 79-82.

Особистий внесок – оцінка ефективності додаткових виходів регресії та класифікації для сіамської нейронної мережі.

8. Melnychenko A., Zdor K. Applling classification and regression supplemetary output in siamese neural network using fashion MNIST and plantvillage datasets, X Міжнародна науково-практична конференція «Innovations and prospects in modern science», 25-27 вересня 2023, Стокгольм, Швеція. С. 87-92.

Особистий внесок – оцінка ефективності додаткових виходів регресії та класифікації для сіамської нейронної мережі на наборах даних різної складності.

9. Мельниченко А., Здор К. Збільшення ефективності оптимізації моделей архітектури ViT перед навчанням шляхом включення активацій механізму самоуваги, I міжнародна науково-практична конференція «Сучасні аспекти інженерії програмного забезпечення», 14 грудня 2023, Київ, Україна.

Особистий внесок – розробка методу прунінгу для роботи з візуальними трансформерами використовуючи оцінку уваги.

10. Мельниченко А.В., Здор К.А. Врахування механізмів самоуваги при прунінгу моделей нейронних мереж Vision Transformer. Збірник матеріалів III Міжнародної науково-технічної конференції «Системи і технології зв'язку, інформатизації та кібербезпеки: актуальні питання і тенденції розвитку», 30 листопада 2023 року, Київ, Україна. С. 214 – 215.

Особистий внесок – розробка методу прунінгу для роботи з візуальними трансформерами використовуючи оцінку уваги

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 Здора К.А. “Моделі та програмні засоби підвищення швидкодії визначення відеоатрибутів за допомогою розбиття на сцени”, що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі

знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 121 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 КПІ ім. Ігоря Сікорського “Інженерія програмного забезпечення” зі спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

Дисертаційну роботу “Моделі та програмні засоби підвищення швидкодії визначення відеоатрибутів за допомогою розбиття на сцени”, подану Здором Костянтином Андрійовичем на здобуття наукового ступеня доктора філософії, до захисту у разовій спеціалізованій вченій раді.

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

Голова:

доктор технічних наук, професор, в.о. завідувача кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» КОВАЛЬ Олександр Васильович;

Члени:

Рецензенти:

кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» ЗАЛЕВСЬКА Ольга Валеріївна;

доктор технічних наук, професор кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» МУСІЄНКО Андрій Петрович;

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних технологій та кібербезпеки Приватної установи «Університету науки, підприємництва та технологій» СЕМЕНОВ Сергій Геннадійович;

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних систем та технологій Державного університету інформаційно-телекомунікаційних технологій СТОРЧАК Каміла Павлівна.

Головуючий на засіданні

В.О. завідувача кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

доктор технічних наук, професор



Олександр КОВАЛЬ

Вчений секретар кафедри інженерії програмного забезпечення в енергетиці навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

доктор технічних наук, доцент



Андрій МУСІЄНКО