



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи
Національного університету
«Львівська політехніка»
д.т.н., проф. Іван ДЕМИДОВ

" 28 " 04 2025 р.

Висновок

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів
дисертації «Методи та засоби аналізу відеопотоків та пошуку
подібностей у контентно-орієнтованих системах відеоінформації»
здобувача наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю**

122 Комп'ютерні науки

(галузь знань 12 Інформаційні технології)

Петра ПОБЕРЕЙКА

міжкафедрального наукового семінару

**Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та
інформаційних технологій**

1. Актуальність теми дисертації обумовлена:

1) Необхідністю розроблення високоефективних підходів до аналізу та пошуку відеоінформації, що стрімко зростає у різних сферах — від систем відеоспостереження до наукових досліджень і розважального контенту. Зважаючи на обмежені обчислювальні ресурси, які характерні для систем реального часу, постає нагальна потреба в методах, що забезпечують швидке і точне виявлення змістовно релевантних фрагментів відео навіть в умовах динамічного контенту та змінних умов зйомки.

2) Традиційні підходи комп'ютерного зору не забезпечують необхідної гнучкості й адаптивності. У зв'язку з цим доцільним є використання глибоких нейронних мереж (зокрема DCNN, LSTM, SlowFast), які здатні ефективно аналізувати просторово-часові залежності у відео. Однак ці моделі потребують подальшого вдосконалення для роботи у реальному часі та інтеграції з механізмами оптимізації, як-от мережі з прямим поширенням (FNN), що дозволяють динамічно налаштовувати параметри обробки на основі моніторингу продуктивності.

3) Інтеграція сценового аналізу (SBD), векторизації ознак, виявлення об'єктів

та часових характеристик, реалізована в системі CBVIR, дозволяє досягти високого рівня точності та релевантності при пошуку за довільним фрагментом. Це особливо важливо для національних інформаційних систем, які працюють із великими відеоархівними та україномовним контентом, що досі залишається малодослідженим сегментом у сфері штучного інтелекту.

Таким чином, дослідження, присвячене розробці інформаційної технології пошуку подібностей у відеопотоках із використанням глибоких нейронних мереж і векторного представлення контенту, є науково обґрунтованим, своєчасним та практично значущим у контексті сучасних вимог до точності, швидкодії та адаптивності систем пошуку відео за змістом.

2. Зв'язок теми дисертації з державними програмами, науковими напрямами університету та кафедри

Дисертація виконувалась відповідно до пріоритетних напрямів науково-дослідних робіт Національного університету «Львівська політехніка», згідно з координаційними планами Міністерства освіти і науки України. Зокрема, використано результати науково-дослідної роботи, що виконувалась на кафедрі систем штучного інтелекту в межах міжнародного проекту «Комплексний догляд для наступного покоління» (C2020/1-8, iCare4Next), який реалізовувався за договором з МОН № М/100-2024 від 19.07.2024 р.

3. Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів

Здобувач розробив обчислювальну модель детекції сцен у відеопотоках для контентно-орієнтованих систем пошуку, що поєднує аналіз гістограм у просторі HSV, оцінку абсолютних різниць пікселів та механізм уваги, запропоновано метод інтеграції просторових і часових ознак (включно з оптичним потоком та інформацією про переходи між сценами) на базі архітектури SlowFast, який істотно покращує точність аналізу швидкозмінних динамічних сцен, розроблено алгоритм формування векторів ознак відео з урахуванням виділених об'єктних характеристик (MobileNet/EfficientNet) та часових залежностей (LSTM), що дає змогу виявляти складні патерни під час пошуку подібностей, створено систему пошуку подібностей та релевантність пошуку фрагментів відео за довільним контентним запитом.

4. Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій

Аналіз змісту розділів, використаного інструментарію та способів його застосування дозволяє зробити висновок про належну обґрунтованість наукових результатів. Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані у дисертації, повністю обґрунтовано теоретичним аналізом, результатами практичного використання та інформацією з науково-технічної літератури, підтверджено характеристиками впроваджених систем.

5. Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру

У дисертаційній роботі вирішено актуальне науково-практичне

завдання підвищення ефективності пошуку подібностей у відеопотоках за довільними фрагментами шляхом розроблення та інтеграції нових методів глибинного аналізу просторово-часових характеристик, що дозволило забезпечити високу точність сегментації та індексації відео у контентно-орієнтованих інформаційних системах. Отримано такі нові наукові результати:

- Удосконалено метод виявлення меж сцен у відео шляхом застосування аналізу градієнтів і тимчасових характеристик фрагментів відеокадрів, упровадження якого в контентно-орієнтовані системи (CBVIR) значно підвищує точність визначення меж сцен, особливо в умовах динамічного контенту.
- Розроблено новий метод індексації відеоконтенту, що поєднує алгоритми сегментації сцен з глибокими нейронними мережами (CNN, Transformer) та методами розрідженого представлення даних, що дає змогу суттєво зменшити обчислювальні витрати під час обробки відеопотоків.
- Розроблено модель для класифікації та кластеризації об'єктів відео на основі згорткової нейронної мережі, а також створено архітектуру модульної системи індексації відео, яка адаптується до змін динаміки сцени та підтримує багаторівневу обробку відеопотоку в режимі реального часу. Запропонований підхід підвищує швидкість і точність обробки запитів у CBVIR-системах.
- Розроблено метод аналізу продуктивності та адаптивної корекції DCNN+LSTM-моделі, що охоплює аналіз ключових показників, формування прогнозу ефективності, а також автоматичну генерацію й передачу сигналів корекції. Запропонований підхід дає змогу динамічно змінювати ваги та гіперпараметри моделі під час зміни формату відео чи зниження якості кадрів, забезпечуючи стабільну роботу системи в реальних умовах.

6. Перелік наукових праць, які відображають основні результати дисертації

Основний зміст та висновки дисертації висвітлено у 5 наукових публікаціях. Серед них: 2 – у наукових фахових виданнях України, 3 – у наукових періодичних виданнях інших держав, 2 з яких включені у наукометричні бази Scopus та Web of Science; 1 - тези доповідей на міжнародних конференціях.

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Мельникова Н. І., Поберекійко П. Б. Дослідження методів пошуку ключових кадрів у відеопотоці з використанням нейронних мереж для систем пошуку// Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. – 2022. – № 3 (309). – С. 55–60.

2. Мельникова Н. І., Поберекійко П. Б. Покращення можливостей пошуку відео: інтеграція нейронної мережі прямого поширення для ефективного фрагментного пошуку// Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: Комп'ютерні системи проектування. Теорія і практика. – 2024. – № 6 (1). – С. 149–160.

Статті у наукових періодичних виданнях інших країн

3. Pobereiko P., Melnykova N. Enhancing fragment-based video retrieval through the integration of feedforward neural networks // European Science. – 2024. – Issue sge27-03. – P. 126–146.
4. Shakhovska N., Melnykova N., Pobereiko P., Zakharchuk M. Investigating methods of searching for key frames in video flow with the use of neural networks for search systems // International Journal of Computing. – 2023. – Vol. 22, No. 4. – P. 455–461. [Scopus]
5. Melnykova N., Shakhovska N., Pobereiko P., Cichoń D. Advancing video search capabilities: integrating feedforward neural networks for efficient fragment-based retrieval // Data-Centric Business and Applications: Advancements in Information and Knowledge Management. Volume 1. – Springer Nature Switzerland, 2024. – P. 181–197. [Scopus]

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

6. N. I. Melnykova and P. B. Pobereyko, "Інтегрований підхід до пошуку відео: використання глибоких згорткових нейронних мереж для точності ідентифікації фрагментів," The 12th International Scientific and Practical Conference "Modern Thoughts", 2024.

7. Апробація основних результатів дослідження на конференціях, симпозіумах, семінарах тощо

У результаті дисертації розроблена та запроваджена інформаційна технологія пошуку відео у контенто-орієнтованому середовищі. Роботу апробовано на Міжнародній науковопрактичній конференції «Modern Thoughts» (2024).

8. Наукове значення виконаного дослідження із зазначенням можливих наукових галузей та розділів програм навчальних курсів, де можуть бути застосовані отримані результати

Впровадження результатів дисертаційної роботи полягає в їхньому використанні при викладанні навчальних дисциплін як окремих розділів лекційних курсів, так і в циклах лабораторних робіт. Зокрема для викладання дисципліни «Організація баз даних та знань» для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», що навчаються за напрямом 122 *Комп'ютерні науки*, використано такі результати:

- Моделі побудови дескрипторів відео та формування векторів ознак;
- Методи індексації даних із використанням комбінованих дескрипторів (об'єктних і часових);
- Приклад архітектури інформаційної системи, інтегрованої з NoSQL-сховищами

9. Практична цінність результатів дослідження із зазначенням конкретного підприємства або галузі народного господарства, де вони можуть бути застосовані

Результати дисертаційної роботи мають практичне застосування як в освітній, так і у виробничій сферах. Запропоновані методи та моделі впроваджено в навчальний процес Національного університету «Львівська політехніка» у формі електронного курсу з дисципліни «Організація баз даних та знань» (що підтверджується відповідним актом впровадження). Крім того, результати дослідження впроваджено на підприємстві ПНВП «РЕЗОН», що також підтверджено актом впровадження.

10. Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення

Дисертація складається із анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел (92 найменування). Загальний обсяг роботи становить 173 сторінки: з них 141 сторінка основного тексту, 11 сторінок зі списком використаних джерел.

Встановлено, що дисертація за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам МОН України.

У ході обговорення дисертації до неї не було висунуто жодних зауважень щодо самої суті роботи.

11. З урахуванням зазначеного, на міжкафедральному науковому семінарі Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та інформаційних технологій ухвалили:

11.1. Дисертація Поберейка Петра Богдановича «Методи та засоби аналізу відеопотоків та пошуку подібностей у контентно-орієнтованих системах відеоінформації» є завершеною науковою працею, у якій розв'язано конкретне наукове завдання підвищення точності та швидкості пошуку подібностей у контентно-орієнтованих системах, що має важливе значення для галузі знань 12 *Інформаційні технології*.

11.2. Основні наукові положення, методичні розробки, висновки та практичні рекомендації, викладені у дисертаційній роботі, логічні, послідовні, аргументовані, достовірні, достатньо обґрунтовані. Дисертація характеризується єдністю змісту.

11.3. У 5 наукових публікаціях повністю відображені основні результати дисертації, з них 2 статті у наукових фахових виданнях України та 3 статті у наукових періодичних виданнях інших держав; 1 тези доповідей наукових конференцій.

11.4. Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, зі змінами).

11.5. Дисертація є результатом самостійних досліджень, не містить елементів фальсифікації, компіляції, плагіату та запозичень, що констатує відсутність порушення академічної доброчесності. Використання текстів інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела.

11.6. З урахуванням наукової зрілості та професійних якостей Поберейка П.Б. дисертація «Методи та засоби аналізу відеопотоків та пошуку подібностей у контентно-орієнтованих системах відеоінформації» рекомендується для подання до розгляду та захисту у спеціалізованій вченій раді.

За затвердження висновку проголосували:

за	-	34 (тридцять чотири)
проти	-	(немає)
утримались	-	(немає)

Головуючий на
міжкафедральному науковому
семінарі ІКНІ,
Директорка ІКНІ,
д.т.н., професор

Наталія ШАХОВСЬКА

Рецензенти:

д.т.н., професор, професор
кафедри СШІ

Ярослав МАТВІЙЧУК

к.т.н., доцент, доцент кафедри
СШІ

Олександр ПШЕНИЧНИЙ

Відповідальний у ІКНІ
за атестацію PhD
к.т.н., доц.

Віктор ХАВАЛКО

"16" квітня 2025 р.