

# Облікова картка дисертації

## I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U002811

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 09-07-2025

Статус: Запланована

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



## II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Поберейко Петро Богданович

2. Petro B. Pobereyko

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0008-8661-3356

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 122

Назва наукової спеціальності: Комп'ютерні науки

Галузь / галузі знань: інформаційні технології

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Комп'ютерні науки

Дата захисту: 15-07-2025

Спеціальність за освітою: 122 Комп'ютерні науки

Місце роботи здобувача: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

### **III. Відомості про організацію, де відбувся захист**

**Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради):** PhD 9305

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Львівська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02071010

**Місцезнаходження:** вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

### **IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Львівська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02071010

**Місцезнаходження:** вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

### **V. Відомості про дисертацію**

**Мова дисертації:** Українська

**Коди тематичних рубрик:** 20.54.06

**Тема дисертації:**

1. Методи та засоби аналізу відеопотоків та пошуку подібностей у контентно-орієнтованих системах відеоінформації
2. Methods and Tools for Video Stream Analysis and Similarity Search in Content-Based Video Information Systems

**Реферат:**

1. Дисертаційне дослідження присвячене розробленню методів і засобів аналізу відеопотоків та підвищенню точності пошуку подібних фрагментів у контентно-орієнтованих системах відеоінформації (CBVIR). Стрімке зростання обсягів відеоінформації у різних сферах – від систем відеоспостереження та мас-медіа до наукових досліджень і розважальних платформ – зумовлює гостру потребу в ефективних засобах аналізу, пошуку та організації відеоданих. Відповідно, актуальною науковою задачею є швидкий і точний пошук відеоматеріалів за змістом, особливо за умов обмежених обчислювальних ресурсів та великого обсягу даних. Запропоновані у роботі підходи інтегрують сучасні глибокі нейронні мережі (DCNN, LSTM, SlowFast) та методи аналізу сцен (SBD), що дає змогу підвищити точність і швидкодію систем контентного пошуку відео. Основна частина роботи включає вступ, чотири розділи та висновки. У вступі розглянуто актуальність теми, визначено мету і основні завдання дослідження, окреслено наукову новизну та практичну цінність роботи.

Для досягнення мети дисертації поставлено 6 завдань, які виконуються послідовно. У першому розділі «Аналітичний огляд методів аналізу та пошуку відеоінформації» проведено аналіз літературних джерел і сучасних технологій у галузі контентно-орієнтованих систем відеоінформації. Розглянуто існуючі підходи до сегментації відеопотоків, виділення ключових кадрів та опису відеоконтенту, а також методи пошуку відео за змістом. Проаналізовано можливості застосування технологій глибинного навчання для задач CBVIR та виявлено їх обмеження при опрацюванні великомасштабних відеоданих у реальному часі. За результатами огляду сформульовано завдання для подальших досліджень у межах дисертації. У другому розділі «Розробка методів сегментації та виділення ознак відеопотоків» запропоновано методи поділу відеопотоків на смислові сцени і виокремлення інформативних ознак відео. Розроблено алгоритм визначення меж сцен на основі методу SBD, який дозволяє сегментувати відеопотік на окремі сцени для подальшого контентного аналізу. Запропоновано та реалізовано алгоритми сегментації і виділення ознак об'єктів на ключових кадрах, які адаптовані до роботи в умовах обмежених обчислювальних ресурсів. Отримані дескриптори відеовмісту структуруються та зберігаються у NoSQL базі даних для забезпечення швидкого доступу при пошуку. Додатково представлено методику клієнтського аналізу відеофрагментів, що включає завантаження довільного фрагмента відео, автоматизоване виявлення меж сцен, виділення багаторівневих ознак та формування комбінованих векторів характеристик, які описують вміст відео. Ці розробки закладають основу для ефективного пошуку відео за змістом у наступних розділах. У третьому розділі «Методи пошуку подібних відеофрагментів із використанням глибинних мереж» описано розроблені методи порівняння та пошуку схожих відеофрагментів на основі аналізу їхнього змісту. Застосовано глибoku згорткову нейронну мережу (DCNN) у комбінації з рекурентною мережею (LSTM) для оцінювання схожості відеофрагментів за просторовочасовими характеристиками. Розроблено підхід, що враховує як часову динаміку, так і об'єктні ознаки відеоряду (Temporal Similarity Matching – TSIM, та Object Similarity Matching – OSIM). На основі цих методів формується первинний список кандидатів на схожість (Primary List, PLIST), який надалі оптимізується за допомогою додаткових критеріїв для отримання фінального списку подібних відео. Для підвищення точності й ефективності пошуку впроваджено допоміжну нейронну мережу прямого поширення (FNN), яка здійснює моніторинг роботи основної глибинної моделі та коригування її параметрів. Проведено експериментальні дослідження запропонованого підходу, які підтвердили високий рівень точності пошуку релевантних відеофрагментів. У четвертому розділі «Розробка архітектури системи та апробація результатів» представлено розроблений програмний комплекс для реалізації запропонованих методів у режимі реального часу. Спроектвано загальну архітектуру інформаційної системи пошуку, що включає підсистеми збору, зберігання та обробки відеоданих. Створено сховище даних для збереження обчислених ознак відео та реалізовано програмні компоненти системи у вигляді клієнтської частини (веб-застосунок) і серверної частини (модуль глибинного аналізу). Розроблено діаграми, які описують основні сценарії використання системи та взаємодію між її компонентами, а також обґрунтовано вибір технологій (у тому числі хмарних сервісів) для розгортання системи. Для забезпечення адаптивної оптимізації в режимі реального часу в систему інтегровано модуль моніторингу на основі FNN-нейромережі, який аналізує ключові показники продуктивності (швидкість обробки, використання ресурсів, точність розпізнавання) та автоматично коригує параметри обробки відеопотоку, підтримуючи стабільну роботу пошуку. Реалізовано користувацький вебінтерфейс, що дозволяє завантажувати відеофрагменти та виконувати пошук подібного відео у реальному часі.

2. The dissertation research is devoted to the development of methods and tools for video stream analysis and for improving the accuracy of searching for similar fragments in content-based video information retrieval (CBVIR) systems. The rapid growth of video data in various fields – ranging from surveillance systems and mass media to scientific research and entertainment platforms – creates a pressing need for effective tools for analyzing, searching, and organizing video data. Consequently, the significant scientific challenge lies in achieving fast and accurate content-based video retrieval, especially under constraints of limited computational resources and large data volumes. The approaches proposed in this work integrate modern deep neural networks (DCNN, LSTM, SlowFast) with scene analysis methods (SBD), thus improving both the accuracy and speed of content-based video

retrieval systems. The main body of the work consists of an introduction, four chapters, and conclusions. The introduction discusses the relevance of the topic, defines the purpose and main objectives of the research, and outlines the scientific novelty and practical value of the work. To achieve the dissertation's goal, six tasks are set and solved sequentially. In the first chapter, "Analytical Review of Methods for Video Information Analysis and Retrieval", a review of literature and modern technologies in the field of content-based video information systems is conducted. Existing approaches to video stream segmentation, key-frame extraction, and video content description, as well as methods for content-based video retrieval, are considered. The possibility of applying deep learning technologies to CBVIR tasks is analyzed, and their limitations for largescale real-time video data processing are identified. Based on the review, the objectives for further dissertation research are formulated. In the second chapter, "Development of Video Stream Segmentation and Feature Extraction Methods", methods for dividing video streams into meaningful scenes and extracting informative video features are proposed. An algorithm for detecting scene boundaries based on the SBD method is developed, which allows for segmenting a video stream into individual scenes for subsequent content analysis. Algorithms for scene segmentation and object feature extraction from key frames are proposed and implemented, adapted to operate under limited computational resources. The resulting video content descriptors are structured and stored in a NoSQL database to ensure rapid access during retrieval. In addition, a client-side technique for video fragment analysis is presented, including the loading of arbitrary video fragments, automatic scene boundary detection, multi-level feature extraction, and the formation of combined feature vectors that describe the video content. These developments form the basis for effective content-based video retrieval in subsequent chapters. In the third chapter, "Methods for Searching Similar Video Fragments Using Deep Networks", the developed methods for comparing and searching for similar video fragments based on their content analysis are described. A deep convolutional neural network (DCNN) is applied in combination with a recurrent network (LSTM) to assess similarity of video fragments based on spatiotemporal characteristics. An approach that considers both temporal dynamics and object features of video sequences (Temporal Similarity Matching – TSIM, and Object Similarity Matching – OSIM) is developed. On the basis of these methods, an initial list of candidate similar fragments (Primary List, PLIST) is generated, which is further optimized using additional criteria to produce the final list of similar videos. To enhance search accuracy and efficiency, an auxiliary feedforward neural network (FNN) is implemented, which monitors the operation of the main deep model and adjusts its parameters. Experimental studies of the proposed approach confirm a high level of accuracy in retrieving relevant video fragments. In the fourth chapter, "System Architecture Development and Validation of Results", the developed software suite for real-time implementation of the proposed methods is presented. The overall architecture of the video retrieval information system is designed, including subsystems for video data collection, storage, and processing. A data repository for storing computed video features has been created, and software components of the system have been implemented as a client-side web application and a server-side deep analysis module. Diagrams illustrating the main usage scenarios of the system and the interaction among its components are provided, as well as a justification for the choice of technologies (including cloud services) for system deployment. A user-friendly web interface is implemented, enabling users to upload video fragments and search for similar videos in real time.

**Державний реєстраційний номер ДіР:**

**Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки:** Інформаційні та комунікаційні технології

**Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності:** Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

**Підсумки дослідження:** Нове вирішення актуального наукового завдання

**Публікації:**

- Melnykova N., Shakhovska N., Pobereiko P., Cichoń D. Advancing video search capabilities: integrating feedforward neural networks for efficient fragment-based retrieval. Lecture Notes on Data Engineering and

Communications Technologies. 2024. Vol. 213 : Data-centric business and applications. Advancements in information and knowledge management. Vol. 1. P. 181–197. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-62213-7\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-031-62213-7_9)

- Мельникова Н. І., Поберейко 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. <https://www.doi.org/10.31891/2307-5732-2022-309-3-55-60>
- Мельникова Н. І., Поберейко П. Б. Покращення можливостей пошуку відео: інтеграція нейронної мережі прямого поширення для ефективного фрагментного пошуку. Комп'ютерні системи проектування. Теорія і практика. 2024. Вип. 6, № 1. С. 149–160. <https://doi.org/10.23939/cds2024.01.149>

**Наукова (науково-технічна) продукція:** методи, теорії, гіпотези; програмні продукти, програмно-технологічна документація

**Соціально-економічна спрямованість:** підвищення автоматизації виробничих процесів

**Охоронні документи на ОПВ:**

**Впровадження результатів дисертації:** Впроваджено

**Зв'язок з науковими темами:** № М/100-2024 від 19.07.2024 р.

## **VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Мельникова Наталія Іванівна
2. Nataliya I. Melnykova

**Кваліфікація:** д. т. н., доц., 05.13.23

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-2114-3436

**Додаткова інформація:** 55312617400

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Львівська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02071010

**Місцезнаходження:** вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

## **VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів**

**Офіційні опоненти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Березький Олег Миколайович
2. Oleh M. Berezsky

**Кваліфікація:** д.т.н., професор, 05.13.23

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-9931-4154

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Західноукраїнський національний університет

**Код за ЄДРПОУ:** 33680120

**Місцезнаходження:** вул. Львівська, буд. 11, Тернопіль, Тернопільський р-н., 46009, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Субботін Сергій Олександрович

2. Sergiy O. Subbotin

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.13.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-5814-8268

**Додаткова інформація:** 7006531091

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Запорізька політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02070849

**Місцезнаходження:** вул. Жуковського, буд. 64, Запоріжжя, Запорізький р-н., 69063, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Рецензенти**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Матвійчук Ярослав Миколайович

2. Yaroslav M. Matviichuk

**Кваліфікація:** д. т. н., професор, 05.09.05

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-5570-182X

**Додаткова інформація:** 55226184800

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Львівська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02071010

**Місцезнаходження:** вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Пшеничний Олександр Юрійович
2. Olexandr Y. Pshenychnyy

**Кваліфікація:** к. т. н., доц., 01.05.03

**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0001-8823-7472

**Додаткова інформація:**

**Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Львівська політехніка"

**Код за ЄДРПОУ:** 02071010

**Місцезнаходження:** вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

**Форма власності:** Державна

**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України

**Ідентифікатор ROR:**

**VIII. Заключні відомості**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
голови ради**

Яковина Віталій Степанович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові  
головуючого на засіданні**

Яковина Віталій Степанович

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Віктор Михайлович Хавалко

**Реєстратор**

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна