

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U001398

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 29-04-2025

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: №79-ас від 11.07.2025 р.



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Слободзян Віталій Олександрович

2. Vitalii O. Slobodzian

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

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 та інформаційні технології

Дата захисту: 25-06-2025

Спеціальність за освітою: Комп'ютерні науки

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 8704

Повне найменування юридичної особи: Хмельницький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02071234

Місцезнаходження: вул. Інститутська, буд. 11, Хмельницький, Хмельницький р-н., 29016, 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: Хмельницький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02071234

Місцезнаходження: вул. Інститутська, буд. 11, Хмельницький, Хмельницький р-н., 29016, 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, 28.23

Тема дисертації:

1. Методи виявлення патологій серця за МРТ-зображенням засобами пояснювального штучного інтелекту
2. Methods for Detecting Heart Pathologies in MRI Images Using Explainable Artificial Intelligence

Реферат:

1. Використання штучного інтелекту в медичній діагностиці сприяє автоматизації аналізу медичних зображень, підвищуючи ефективність виявлення патологій та зменшуючи вплив людського фактору. Серцево-судинні захворювання є провідною причиною смертності у світі, що робить надійні методи їхньої діагностики критично важливими. Магнітно-резонансна томографія (МРТ) вважається золотим стандартом завдяки високій точності, однак складність анатомії серця, варіабельність його форми та артефакти зображень ускладнюють аналіз. Додатково, на об'єктивність діагностики впливають когнітивні упередження лікарів, що може призводити до варіативності інтерпретації результатів. Автоматизовані методи на основі ШІ дозволяють мінімізувати ці проблеми, забезпечуючи стандартизований та більш точний підхід до аналізу кардіологічних МРТ. Об'єкт дослідження є процес виявлення патологій на МРТ-зображенні засобами глибокого навчання з подальшою інтерпретацією отриманих результатів. Предмет дослідження є методи та засоби глибокого навчання для виявлення патологій на МРТ-зображенні. Метою дослідження є підвищення точності сегментації та класифікації МРТ- зображення серця та отримання можливості інтерпретації

отриманих за моделями глибокого навчання рішень. У дисертаційній роботі вперше запропоновано метод багатоступеневої сегментації області серця на області правого шлуночка, лівого шлуночка та міокарда лівого шлуночка, який відрізняється від існуючих методів використанням багатоступеневого підходу, що включає: попередню локалізацію окремих областей серця з допомогою засобів глибокого навчання; визначення точних контурів окремо для кожної області серця та використання постобробки отриманих результатів гаусівським згладжуванням для уточнення контурів і зменшення артефактів, що разом дозволило покращити точність сегментації. У дисертаційній роботі вперше запропоновано метод каскадної класифікації патологій за МРТ-зображеннями. Метод відрізняється від існуючих застосуванням особливої структури каскаду класифікаторів за моделями глибокого навчання та використанням МРТ-зображень з інтегрованими даними про сегментацію областей серця, що дозволило підвищити точність класифікації для таких патологій: дилатаційна кардіоміопатія (DCM), гіпертрофічна кардіоміопатія (HCM), інфаркт міокарда зі зниженою фракцією викиду (MINF), аномальний правий шлуночок (ARV). У дисертаційній роботі вперше запропоновано метод інтерпретації отриманих за глибоким навчанням рішень, який відрізняється від існуючих використанням даних як класифікації, так і сегментації, а також використанням для інтерпретації ознак, які використовуються у медичній практиці, що дозволило зробити отримані рішення прозорими та зрозумілими. Практичне значення отриманих результатів полягає в доведенні до реалізації теоретичних результатів дисертаційної роботи та у безпосередньому використанні їх на практиці. Запропоновані методи дозволяють вирішувати низку важливих технічних, моральних та юридичних питань, які виникають під час впровадження штучного інтелекту в медичну практику, сприяючи підвищенню ефективності та безпеки сучасної медичної діагностики. Реалізований метод багатоступеневої сегментації забезпечує користувачу можливість точного виділення серцевих структур на МРТ-зображеннях, використовуючи поєднання моделей глибокого навчання для локалізації та сегментації, а також постобробку результатів за допомогою гаусівського згладжування для уточнення контурів та зменшення артефактів, що дозволяє отримувати точні результати сегментації. Реалізований метод каскадної класифікації забезпечує аналіз сегментованих зображень МРТ серця за допомогою каскаду моделей глибокого навчання, що дозволяє підвищити точність класифікації серцевих захворювань. Система надає точні результати, що забезпечує обґрунтовану підтримку прийняття діагностичних рішень. Реалізований метод інтерпретації рішень моделей глибокого навчання дозволяє користувачу отримати прозорі та зрозумілі результати, пояснюючи їх на основі ознак, що використовуються у медичній практиці. Це робить рішення моделей більш доступними для кінцевих користувачів, забезпечуючи довіру до отриманих результатів та їхню інтеграцію у клінічну практику. Результати дисертаційної роботи впроваджено: у процесі виробничої діяльності ТОВ «АЙ ТІ ХУТ» для розробки промислового програмного забезпечення; у медичному закладі «Сіліцея Сіті+» для цифрового діагностування патологій серця на МРТ-зображеннях з допомогою засобів комп'ютерної діагностики; при виконанні держбюджетних тем Хмельницького національного університету «Система виявлення ЗПЗ та комп'ютерних атак в корпоративних мережах з використанням хибних об'єктів атак та пасток» (ДР № 0124U000980); у навчальному процесі для студентів першого та другого освітніх рівнів спеціальності «Комп'ютерні науки».

2. The use of artificial intelligence in medical diagnostics facilitates the automation of MRI image analysis, enhancing the efficiency of pathology detection and reducing the impact of human factors. Cardiovascular diseases are the leading cause of mortality worldwide, making reliable diagnostic methods critically important. Magnetic resonance imaging (MRI) is considered the gold standard due to its high accuracy; however, the complexity of heart anatomy, variability in its shape, and image artifacts complicate the analysis. Additionally, cognitive biases among physicians can affect diagnostic objectivity, leading to variability in result interpretation. AI-based automated methods help minimize these issues, ensuring a standardized and more precise approach to cardiac MRI analysis. The object of the study is the process of detecting pathologies in MRI images using deep learning methods, followed by the interpretation of the obtained results. The subject of the study is the methods and tools of deep learning for detecting pathologies in MRI images. The aim of the study is to improve the accuracy of segmentation and classification of cardiac MRI images and to enable the interpretation of decisions obtained

from deep learning models. The dissertation introduces, for the first time, a multi-stage segmentation method for cardiac regions, distinguishing the right ventricle, left ventricle, and left ventricular myocardium. This method differs from existing cardiac segmentation approaches by employing a multi-stage process, which includes the preliminary localization of individual cardiac regions using AI techniques, precise contour detection for each region separately, and post-processing of the results using Gaussian smoothing to refine contours and reduce artifacts. This comprehensive approach has significantly improved segmentation accuracy. Additionally, the dissertation proposes a novel cascade classification method for detecting heart pathologies in MRI images. Unlike existing methods, this approach utilizes a unique cascade structure of classifiers based on deep learning models and incorporates MRI images with integrated segmentation data of cardiac regions. This integration has enhanced the accuracy of heart pathology classification, including dilated cardiomyopathy, hypertrophic cardiomyopathy, myocardial infarction with reduced ejection fraction, abnormal right ventricle, and normal condition. Furthermore, the dissertation introduces a method for interpreting deep learning-based decisions. This method differs from existing approaches by leveraging both classification and segmentation data while employing medical-practice-based features for interpretation. As a result, it ensures transparency and comprehensibility of the obtained decisions, making them more interpretable and clinically relevant. The practical significance of the obtained results lies in the implementation of the theoretical findings of the dissertation and their direct application in practice. The proposed solutions address several critical technical, ethical, and legal challenges associated with the integration of artificial intelligence into medical practice, thereby enhancing the efficiency and safety of modern medical diagnostics. The developed multi-stage segmentation method enables users to accurately delineate cardiac structures in MRI images by combining deep learning models for localization and segmentation, along with Gaussian smoothing for post-processing. This approach refines contours and reduces artifacts, ensuring high segmentation accuracy. The implemented cascade classification method facilitates the analysis of segmented cardiac MRI images using a cascade of deep learning models, improving the accuracy of heart disease classification. The system provides reliable results, offering well-founded support for diagnostic decision-making. The developed interpretation method for deep learning-based decisions allows users to obtain transparent and comprehensible results by incorporating both classification and segmentation data and interpreting them based on features commonly used in medical practice. This enhances the accessibility of model decisions for end users, fostering trust in the obtained results and supporting their integration into clinical workflows. The results of the dissertation research have been implemented: in the industrial activities of LLC "IT Khut" for the development of industrial software; in the medical institution "Silicea City+" for digital diagnosis of heart pathologies in MRI images using computer-based diagnostic tools; in the state-funded research projects of Khmelnytskyi National University, including the project "System for Detecting Malware and Cyber Attacks in Corporate Networks Using Decoy Objects and Traps" (State Registration No. 0124U000980); and in the educational process for students of the first and second levels of study in the "Computer Science" specialty.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Науки про життя, нові технології профілактики та лікування найпоширеніших захворювань

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Впровадження нових технологій та обладнання для якісного медичного обслуговування, лікування, фармацевтики

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- Слободзян В. О., Бармак О. В. Метод класифікації МРТ-зображень серця за каскадними моделями глибокого навчання. Оптико-електронні-інформаційно-енергетичні технології. 2024. Т. 48, Вип. 2. С. 104–113.

- Слободзян В. О., Бармак О. В. Метод сегментації МРТ серця на основі локалізації масок. Вісник Хмельницького національного університету. 2024. Т. 343, № 6 (1). С. 288–294.
- Slobodzian V., Barmak O. Method for interpreting decisions made by deep learning models. Computer systems and information technologies. 2024. № 4. С. 150–156

Наукова (науково-технічна) продукція:

Соціально-економічна спрямованість:

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: ДР № 0124U000980

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Бармак Олександр Володимирович
2. Olexander V. Barmak

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Хмельницький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02071234

Місцезнаходження: вул. Інститутська, буд. 11, Хмельницький, Хмельницький р-н., 29016, 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. Berezkyi

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

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

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. Будник Микола Миколайович

2. Mykola Budnyk

Кваліфікація: д.т.н., с.н.с., 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417176

Місцезнаходження: проспект Академіка Глушкова, буд. 40, Київ, 03187, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гнатчук Єлизавета Геннадіївна

2. Elyzaveta H. Hnatchuk

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Хмельницький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02071234

Місцезнаходження: вул. Інститутська, буд. 11, Хмельницький, Хмельницький р-н., 29016, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Капустян Марія Вікторівна

2. Mariia V. Kapustian

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.13.21

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Хмельницький національний університет

Код за ЄДРПОУ: 02071234

Місцезнаходження: вул. Інститутська, буд. 11, Хмельницький, Хмельницький р-н., 29016, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

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

Говорущенко Тетяна Олександрівна

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

Говорущенко Тетяна Олександрівна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Кондратюк К.Р

Реєстратор

УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна