

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації

на тему «Методи виявлення патологій серця за МРТ-зображенням засобами
пояснювального штучного інтелекту»

(назва роботи)

здобувача наукового ступеня доктора філософії

Слободзяна Віталія Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

з галузі знань 12 – Інформаційні технології

(шифр, назва галузі знань)

за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки

(шифр, назва спеціальності)

Публічна презентація проведена на міжкафедральному фаховому науково-
практичному семінарі кафедри комп'ютерних наук та кафедри комп'ютерної
інженерії та інформаційних систем

(назва)

« 7 » квітня 2025 року, протокол № 1.

1. Актуальність теми дослідження

Діагностика серцево-судинних захворювань є однією з ключових медичних задач, оскільки вони є основною причиною смертності у світі. Магнітно-резонансна томографія (МРТ) є золотим стандартом у кардіологічній діагностиці, оскільки забезпечує високу точність та деталізацію анатомічних структур серця. Проте складність обробки МРТ-зображень, варіативність форми серця та вплив артефактів ускладнюють традиційні методи аналізу, що обумовлює необхідність розробки автоматизованих підходів із використанням штучного інтелекту (ШІ).

Впровадження методів глибокого навчання для автоматизованої сегментації та класифікації серцевих патологій на основі МРТ-зображень дозволяє підвищити точність діагностики, зменшити вплив людського фактора та стандартизувати процес інтерпретації результатів. Однак сучасні методи сегментації часто мають обмежену точність через складність серцевих структур, а алгоритми класифікації можуть не враховувати особливості медичної практики. Тому розробка ефективних підходів до поєднання сегментації, класифікації та інтерпретації рішень є критично важливою науково-прикладною задачею.

Враховуючи сучасні виклики у сфері медичної діагностики, зокрема необхідність підвищення точності та пояснюваності алгоритмів ШІ, запропоновані у роботі методи мають суттєву практичну значущість. Результати дослідження можуть бути використані в медичних закладах для покращення ефективності діагностики серцевих патологій, а також у наукових дослідженнях і навчальному процесі.

Таким чином, актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення точності та пояснюваності автоматизованого аналізу МРТ-зображень серця. Запропоновані в роботі методи глибокого навчання сприяють вдосконаленню діагностики серцево-судинних захворювань,

забезпечуючи стандартизований, точний і зрозумілий підхід, що має значну наукову та практичну цінність.

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

Дослідження, результати яких викладено в дисертації, виконано під час виконання окремих розділів науково-дослідної роботи за держбюджетною темою Хмельницького національного університету «Система виявлення ЗПЗ та комп'ютерних атак в корпоративних мережах з використанням хибних об'єктів атак та пасток» (ДР № 0124U000980), у яких автор був виконавцем. В межах проведеної науково-дослідної роботи за держбюджетною темою, автор здійснив розробку методів обробки інформації предметної галузі засобами штучного інтелекту, а також виконав оцінку отриманих результатів за ключовими метриками: Accuracy, Recall, F1-score та ROC-AUC.

3. Наукова новизна отриманих результатів.

У дисертації вперше одержані такі наукові результати:

1) вперше запропоновано метод багатоступеневої сегментації області серця на області правого і лівого шлуночків 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 згладжуванням Гауса для уточнення контурів і зменшення артефактів, що разом дозволило покращити точність сегментації;

2) вперше запропоновано метод каскадної класифікації патологій за МРТ-зображеннями, який 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);

3) 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 отриманні рішення прозорими та зрозумілими.

4. Теоретичне та практичне значення результатів дисертації

Практичне значення отриманих результатів полягає в доведенні до реалізації теоретичних результатів дисертаційної роботи та у безпосередньому використанні їх на практиці. Запропоновані рішення дозволяють вирішувати низку важливих технічних, моральних та юридичних питань, які виникають під час впровадження штучного інтелекту в медичну практику, сприяючи підвищенню точності 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 і сегментації, а також постобробку результатів за допомогою згладжування Гауса 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 і їхню інтеграцію у клінічну практику.

5. Використання результатів роботи

Результати дисертаційної роботи впроваджено у процесі виробничої діяльності ТОВ «АЙ ТІ ХУТ» для розробки промислового програмного забезпечення; у медичному закладі «Сіліця 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».

6. Особиста участь автора в одержанні наукових та практичних результатів, що викладені в дисертаційній роботі Слободзяна В. О.

Дисертаційна робота виконана на кафедрі комп'ютерних наук Хмельницького національного університету,

(назва кафедри (відділу), назва установи)

науковий керівник д.т.н, професор, завідувач кафедри комп'ютерних наук Бармак О. В.

(науковий ступінь, вчене звання, посада, прізвище, ініціали)

Розглянувши звіт подібності щодо перевірки на плагіат, встановлено, що дисертаційна робота Слободзяна В. О.

(прізвище, ініціали здобувача)

є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Дисертація характеризується єдністю змісту та відповідає вимогам щодо її оформлення.

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

За результатами досліджень опубліковано 7 наукових праць, серед яких 3 статті у фахових наукових журналах України, включених на дату

опублікування до переліку наукових фахових видань України категорії Б. Крім цього, результати дисертації викладені у 3-х публікаціях, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації (статті в матеріалах конференцій, що індексуються в наукометричній базі Scopus) та у 1 свідоцтві про реєстрацію авторського права на твір.

1. Слободзян В.О., Бармак О.В. Метод класифікації МРТ зображень серця за каскадними моделями глибокого навчання. Оптико-електронні-інформаційно-енергетичні технології. 2024. Том. 48, Вип. 2. С. 104–113. (<https://doi.org/10.31649/1681-7893-2024-48-2-104-113>).

Слободзяном В. О. розроблено метод каскадної класифікації МРТ зображень серця за моделями глибокого навчання, також було проведено огляд підходів до інтеграції знань в МРТ зображення для підвищення інтерпретованості та розробка модулю для доведення концепції; було проведено аналіз існуючих методів та рішень, підготовка чернетки рукопису, розробка модулів та компонентів комп'ютерної програми для проведення експериментів.

2. 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. (<https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-343-6-43>).

Слободзяном В. О. розроблено метод багатоступеневої сегментації МРТ зображень серця на основі локалізації масок; було проведено огляд існуючих методів та архітектур для обробки та аналізу МРТ зображень, розробка модулів та компонентів комп'ютерна програми для проведення експериментів та впровадження результатів дослідження; було проведено аналіз існуючих методів та рішень, підготовка чернетки рукопису, розробка модулів та компонентів комп'ютерної програми для проведення експериментів.

3. Slobodzian V., Barmak O. Method for interpreting decisions made by deep learning models. Computer systems and information technologies. 2024. № 4. С. 150–156. (<https://doi.org/10.31891/csit-2024-4-18>).

Слободзяном В. О. розроблено метод інтерпретації прийнятих рішень класифікації серцевих захворювань за МРТ зображеннями; було проведено аналіз існуючих методів та рішень, підготовка чернетки рукопису, розробка модулів та компонентів комп'ютерної програми для проведення експериментів.

4. Human-in-the-loop approach based on MRI and ECG for healthcare diagnosis / P. Radiuk et al. 5th International Conference on Informatics and Data-Driven Medicine, IDDM 2022 : Conference Proceedings, Lyon, 18–20 November 2022. 2022. P. 9–20. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3302/paper1.pdf> (індексована в наукометричній базі Scopus).

Слободзяном В. О. було проведено огляд існуючих методів та архітектур для обробки та аналізу МРТ зображень, розробка модулів та компонентів комп'ютерної програми для проведення експериментів та впровадження результатів дослідження

5. Myocardium Segmentation using Two-Step Deep Learning with Smoothed Masks by Gaussian Blur / V. Slobodzian et al. 6th International

Conference on Informatics and Data-Driven Medicine, IDDM 2023 : Conference Proceedings, Bratislava, 17–19 November 2022. 2023. P. 77–91. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3609/paper7.pdf> (індексована в наукометричній базі Scopus).

Слободзяном В. О. розроблено метод багатоступеневої сегментації МРТ зображень серця на основі локалізації масок; було проведено огляд існуючих методів та архітектур для обробки та аналізу МРТ зображень, розробка модулів та компонентів комп'ютерна програми для проведення експериментів та впровадження результатів дослідження; було проведено аналіз існуючих методів та рішень, підготовка чернетки рукопису, розробка модулів та компонентів комп'ютерної програми для проведення експериментів.

6. Multi-Stage Segmentation and Cascade Classification Methods for Improving Cardiac MRI Analysis / V. Slobodzian et al. Information Technology and Implementation (IT&I-2024) : Conference Proceedings, 20–21 November 2024. Kyiv, 2024. URL: <https://arxiv.org/pdf/2412.09386>.

Слободзяном В. О. розроблено метод каскадної класифікації МРТ зображень серця за моделями глибокого навчання, також було проведено огляд підходів до інтеграції знань в МРТ зображення для підвищення інтерпретованості та розробка модулю для доведення концепції; було проведено аналіз існуючих методів та рішень, підготовка чернетки рукопису, розробка модулів та компонентів комп'ютерної програми для проведення експериментів.

7. А. с. 133517 Україна. Комп'ютерна програма «Класифікація МРТ на наявність патологій з подальшою інтерпретацією результатів» / В. О. Слободзян, О. В. Бармак, П. М. Радюк. 2025.

Слободзяном В. О. було проведено огляд існуючих методів та архітектур для обробки та аналізу МРТ зображень, розробка модулів та компонентів комп'ютерна програми для проведення експериментів та впровадження результатів дослідження; було проведено аналіз існуючих методів та рішень, підготовка чернетки рукопису, розробка модулів та компонентів комп'ютерної програми для проведення експериментів.

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Слободзяна В. О.

(прізвище, ініціали здобувача)

«Методи виявлення патологій серця за МРТ-зображенням засобами пояснювального штучного інтелекту»,

(назва)

яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, за своїм науковим рівнем та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам пп. 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми Хмельницького національного університету зі спеціальністю

РЕКОМЕНДУВАТИ:

Дисертаційну роботу «Методи виявлення патологій серця за МРТ-зображенням засобами пояснювального штучного інтелекту

»,

назва роботи

подану Слободзяном Віталієм Олександровичем

прізвище, ім'я, по батькові

на здобуття ступеня доктора філософії, до захисту.

Головуючий публічної презентації:

доктор технічних наук,

(науковий ступінь,

професор, декан факультету

інформаційних технологій ХНУ

вчене звання, посада)



Підпис дійсний

Підпис

Засвідчую

Наказник відділу кадрів

І.С.Мартинюк

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ