

РЕЦЕНЗІЯ
на дисертаційну роботу
Бабенка Віталія Олеговича

на тему «Технологія ієрархічної класифікації в задачах діагностики патологій за медичними зображеннями різних модальностей»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 12 Інформаційні технології
за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

Актуальність теми дисертації.

Тема дисертаційної роботи є надзвичайно актуальною, оскільки зростання обсягів медичних зображень різних модальностей (КТ, МРТ, рентгенографія, гістологія тощо) потребує створення ефективних автоматизованих методів діагностики. Сучасні підходи не завжди враховують специфіку багаторівневої класифікації патологій та різноманіття структур зображень у медичних даних. Розробка технології ієрархічної класифікації дозволяє суттєво підвищити точність розпізнавання захворювань та оптимізувати процес прийняття клінічних рішень. Це безпосередньо впливає на якість медичної допомоги та зменшує кількість помилок у діагностиці.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- Розроблено нову технологію ієрархічної класифікації для задач автоматизованої діагностики патологій за медичними зображеннями різних модальностей.
- Запропоновано метод ієрархічного представлення діагностичних ознак, що дозволяє адаптувати моделі до багаторівневої структури нозологій.
- Запропоновано механізми об'єднання рішень класифікаторів різних рівнів ієрархії з використанням ансамблевих підходів.
- Проведено експериментальне порівняння запропонованих методів на кількох відкритих медичних наборах даних, що підтвердило підвищення точності класифікації порівняно з базовими рішеннями.

Достовірність результатів забезпечується застосуванням формалізованих математичних моделей, використанням відкритих медичних наборів даних, проведенням багаторазових експериментів із різними налаштуваннями та статистичною перевіркою отриманих результатів.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі біомедичної кібернетики (БМК) КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках НДР д/р № 0117U006934 «Методи та моделі ідентифікації станів біологічних об'єктів» та НДР д/р № 0123U100866 «Методи та моделі ідентифікації станів об'єктів в задачах прийняття медичних рішень». Робота виконана під керівництвом професора кафедри БМК, д.б.н., к.т.н., проф. Настенка Євгена Арнольдовича.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання — розробка технології ієрархічної класифікації в задачах діагностики за медичними зображеннями — виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Бабенка Віталія Олеговича повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми “Комп'ютерні науки”. Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям аналізу медичних зображень.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Бабенка Віталія Олеговича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Дисертаційна робота характеризується послідовністю та доступністю викладення матеріалу. Мова дисертації є науковою, чіткою та лаконічною, зі збереженням загальноприйнятої професійної термінології. Структура роботи логічно узгоджена, а подача результатів супроводжується ілюстративним матеріалом, що полегшує сприйняття інформації.

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 155 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету, завдання дослідження, об'єкт і предмет роботи, методи дослідження, а також наведено наукову новизну, практичне значення та основні результати роботи.

У першому розділі дисертації систематизовано сучасні підходи до цифрової обробки зображень, особливу увагу приділено їх застосуванню в медичній діагностиці. Розглянуто ключові характеристики зображень, які впливають на подальшу якість аналізу. Описано переваги та обмеження традиційних методів і глибинного навчання, зокрема чутливість до шумів, потребу в розмічених даних і складність інтерпретації результатів. Показано потенціал поєднання текстурних дескрипторів із ансамблевими та глибинними моделями для підвищення ефективності класифікації. Обґрунтовано доцільність створення універсальних адаптивних моделей для автоматизованої діагностики, особливо актуальних за умов обмеженого доступу до фактівів.

У другому розділі детально описано методологію формування інформативних ознак із цифрових зображень як фундаментального етапу для подальшої класифікації та аналізу. Систематизовано сучасні підходи до попередньої обробки зображень і побудови дескрипторів, зокрема текстурних, гістограмних і багаторівневих характеристик. Особливу увагу приділено методам, що забезпечують кількісне представлення зображень для подальшого аналізу. Розглянуто підходи до відбору ознак, серед яких акцент зроблено на кореляційному методі як ефективному інструменті зниження розмірності та стабілізації моделей. Цей розділ створює методологічну основу для наступних етапів дослідження — побудови моделей машинного навчання та систем підтримки прийняття рішень.

У третьому розділі розглянуто теоретичні засади та практичні підходи до вдосконалення методів класифікації цифрових зображень, з акцентом на задачі з дисбалансом класів і високою складністю структури даних. Запропоновано модифіковану версію ансамблевих моделей, яка поєднує адаптивну оптимізацію, ітеративний відбір ознак та колективне прийняття рішень, що дозволяє зменшити перенавчання й покращити узагальнюючу здатність. Особливу увагу приділено ієрархічній організації класів і багаторівневій інтеграції прогнозів, що забезпечує стійкість до шуму та зменшує обчислювальне навантаження. Проведено порівняльний аналіз із традиційними підходами, який підтвердив переваги розроблених методів у складних багатокласових умовах. Також обґрунтовано перспективи автоматизації налаштування моделей і їх адаптації до масштабних та динамічних даних.

У четвертому розділі представлено результати застосування розробленої технології аналізу зображень у двох практичних задачах: стадіювання фіброзу

печінки на основі УЗД-зображень та виявлення COVID-асоційованих патологій легень за КТ. Експерименти підтвердили ефективність запропонованого підходу, зокрема використання ансамблевих методів (XGBoost, випадковий ліс) та метакласифікаторів у рамках ієрархічної моделі. Досягнуто високих показників точності при класифікації стадій фіброзу (особливо стадії F0) та розпізнаванні станів легень, зокрема гострої фази COVID-19. Робота підкреслює потенціал цієї технології як допоміжного інструмента у клінічній практиці для скринінгу, діагностики та моніторингу патологій, при цьому акцентуючи на потребі подальшої клінічної валідації, підвищенні інтерпретованості та вирішенні організаційно-етичних аспектів впровадження.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

За результатами досліджень опубліковано 15 наукових публікацій, у тому числі 9 статей у наукових фахових виданнях України (на момент опублікування) за спеціальністю «122 – Комп'ютерні науки», в т.ч. 9 статей у яких число співавторів (разом із здобувачем) більше двох осіб, в т.ч. 5 статей у фахових виданнях категорії Б, в т.ч. 4 статті у фахових виданнях категорії А (проіндексованих у базах Scopus, в т.ч. 3 статті у виданнях четвертого квартилю, в т.ч. 1 стаття у виданні третього квартилю); 2 інші статті.

Також результати дисертації були апробовані на 4 наукових фахових конференціях.

Науковий рівень публікацій є високим: роботи відзначаються глибоким аналізом проблематики, чітким обґрунтуванням запропонованих рішень, належним рівнем апробації результатів та коректним використанням загальноприйнятої наукової термінології. Принципи академічної доброчесності в наукових публікаціях дотримані: усі результати належним чином проілюстровані, посилання на використані роботи подані коректно, відсутні ознаки запозичення чи фабрикації даних.

Особистий внесок здобувача до всіх наукових праць, виконаних у співавторстві, є вагомим і чітко визначеним. У роботах, виконаних спільно з іншими авторами, його особистий вклад становить основну частину наукового доробку за темою дисертації.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

- хоча проведено експериментальне порівняння запропонованої технології із базовими підходами, було б доцільно ширше представити результати порівняння з останніми досягненнями в області глибокого навчання на основі існуючих публікацій інших авторів;
- попри те, що зазначено існування різних модальностей зображень, можливості інтеграції декількох типів даних (наприклад, об'єднання МРТ і КТ) у єдину модель для аналізу запропонованими методами не була висвітлена;
- визначення терміну “цифрове зображення” як результату дискретизації об'єкта (стор. 24) невірне, його варто переформулювати в термінах відображення результату вимірювання інтенсивності певного поля;
- термін “мультикласифікація” (стор. 34) варто замінити на “багатокласова класифікація”;
- висновки до розділу 1 містять деякі твердження, які не сліднують з самого розділу;
- вираз “вилучення ознак” (стор. 47) варто замінити на “розрахунок ознак”;
- вираз (2.80) не дає можливості розрахунку за ним, та має бути уточненим.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

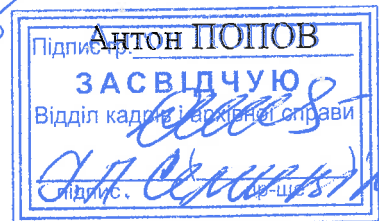
Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Бабенка Віталія Олеговича на тему «Технологія ієрархічної класифікації в задачах діагностики патологій за медичними зображеннями різних модальностей» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 12 Інформаційні технології. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п. 6 – 9 «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.

Здобувач Бабенко Віталій Олегович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

Рецензент:

доцент кафедри електронної
інженерії КПІ ім. Ігоря Сікорського,
к.т.н., доцент



« 27 » червня 2025 року