

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу
Панаскіна Дениса Валентиновича

на тему «Метод підвищення ефективності діагностичних систем в аналізі
звуку на основі нейронних мереж»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань	12 Інформаційні технології
за спеціальністю	121 Інженерія програмного забезпечення

Актуальність теми дисертації.

Запропонований у дисертаційній роботі підхід до генерації даних є особливо важливим у контексті медичних досліджень, де часто бракує збалансованих та якісних наборів даних. Застосування згорткових варіаційних автокодувальників для формування штучних зразків дозволяє значно покращити процес навчання нейромережових моделей, що, у свою чергу, підвищує точність класифікації та сприяє ранній діагностиці респіраторних захворювань.

Використання глибоких нейронних мереж для обробки медичних аудіосигналів відкриває перспективи для автоматизації діагностичних процесів. Це дозволяє прискорити первинну оцінку стану пацієнта, зменшити навантаження на медичних фахівців та підвищити ефективність надання медичної допомоги, особливо у складних клінічних випадках.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

Зокрема, вперше запропоновано метод синтетичного розширення бази аускультативних записів із використанням згорткового варіаційного автоенкодера (CVAE). Такий підхід дозволяє суттєво зменшити дисбаланс класів у вибірці та забезпечує приріст точності класифікації (F1-метрики) на 14%, без значного ризику перенавчання. Досягнення результату стало можливим завдяки гармонійному поєднанню синтетичних даних із реальними записами, регульованій побудові латентних представлень та контрольованій перевірці збереження важливих акустичних ознак.

Дисертація також робить внесок у подолання проблеми «data leakage», актуальної для медичних досліджень. Автором обґрунтовано негативний вплив неправильного розподілу даних одного пацієнта між навчальним і тестовим наборами, що може штучно підвищити метрики. Запропоновано підхід до розділення даних за пацієнтами, який гарантує реалістичну валідацію та усуває ризик витоку.

Удосконалено архітектурний підхід до класифікації респіраторних звуків за допомогою глибоких згорткових мереж, зокрема, через комбінування із методами приглушення низькочастотного шуму. У результаті забезпечено підвищену стійкість моделей до фонових завад, що часто зустрічаються в реальних клінічних умовах.

Окрім того, розвинуто методи багатокласової класифікації захворювань із подібними звуковими характеристиками. Це стало можливим завдяки використанню функцій втрат з вагами для малопредставлених класів, стратегій регуляризації (dropout, batch normalization), а також методів аугментації даних (CVAE, mixup). Запропоновані рішення сприяли підвищенню точності та стійкості диференційної діагностики у складних акустичних умовах.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі Обчислювальної техніки КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках НДР під керівництвом Проректора з наукової роботи КПІ ім. Ігоря Сікорського, д.т.н, проф. Сергія Стіренка.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання - розроблення та дослідження методу підвищення ефективності діагностичних систем в аналізі звуків легень із застосуванням глибоких нейронних мереж, що враховуватиме проблему дисбалансу даних та необхідність синтетичного розширення вибірок, а також забезпечуватиме стійкість та високу точність класифікації у клінічно шумних умовах - 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 Панаскіна Д.В, повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Інженерія програмного забезпечення».

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям Інженерно-технологічний.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Панаскіна Д.В. 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.

Текст роботи відзначається чіткою структурною організацією, що дозволяє легко простежити логіку дослідження — від постановки проблеми й обґрунтування актуальності до формування мети та завдань, опису методів і аналізу отриманих результатів. Виклад матеріалу витримано в науковому стилі, з належним рівнем строгості та точності.

У роботі застосовано коректну, фахову термінологію, прийняту в галузі комп'ютерної інженерії, що підтверджує високий рівень володіння темою. Текст доступний для сприйняття фахівцями і не перевантажений надмірною термінологією чи ускладненими конструкціями, що сприяє кращому засвоєнню змісту.

Дисертація складається з вступу, 3 розділів, висновків та списку літератури. Загальний обсяг дисертації 191 сторінки.

У вступі обґрунтовано актуальність розробки автоматизованих систем для діагностики респіраторних захворювань на основі аналізу легеневих звуків із використанням глибинного навчання. Наголошено на проблемах обмеженості та незбалансованості медичних аудіоданих, необхідності синтетичного збагачення вибірок, а також важливості забезпечення точності в умовах реальних клінічних шумів. Сформульовано мету — підвищити ефективність класифікації легеневих звуків за допомогою CVAE та CNN, — і визначено ключові завдання дослідження.

У першому розділі здійснено огляд сучасного стану проблеми автоматизованої обробки легеневих звуків і методів глибинного навчання, які застосовуються для їх класифікації. Розглянуто особливості фізіології дихання, природу патологічних шумів, методи візуалізації аудіосигналів (зокрема мел-спектрограм), а також підходи до формування навчальних вибірок. Детально проаналізовано переваги й недоліки наявних моделей CNN, автоенкодерів та технік аугментації, що дозволило визначити напрями для подальшого удосконалення.

У другому розділі обґрунтовано вибір архітектури моделі та представлено розробку NASCA-методу — підходу до синтетичного збагачення даних легеневих звуків із використанням згорткового варіаційного автоенкодера (CVAE). Детально описано процеси генерації мел-спектрограм, збереження релевантних ознак, контролю якості синтетичних прикладів та запобігання перенавчанню. Розглянуто стратегії фільтрації шумів, адаптації спектрограм і налаштування внутрішніх представлень.

У третьому розділі наведено результати експериментального дослідження ефективності запропонованого підходу. Представлено порівняльний аналіз різних конфігурацій CNN-моделей з використанням синтетичних даних, оцінено вплив аугментації на точність класифікації, зокрема для міноритарних класів. Показано, що NASCA-метод забезпечує значне покращення F1-метрики та стійкість до шумів у реальних умовах. Проведено оцінку узагальнювальної здатності моделей за схемою розділення даних за пацієнтами.

У висновках підбито підсумки проведеного дослідження, сформульовано основні наукові та прикладні результати. Підтверджено досягнення мети роботи — підвищення ефективності автоматизованої класифікації легеневих звуків у складних акустичних умовах. Узагальнено новизну, що полягає у використанні CVAE для генерації збалансованих спектрограм, і продемонстровано практичну значущість методу NASCA. Визначено напрямки подальших досліджень, зокрема мультимодальну інтеграцію аудіо- і текстових даних у медичній діагностиці.

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.

Наукові результати дисертації висвітлені у 5 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 2 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 3 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та Scopus.

Також результати дисертації були апробовані на науковій фаховій конференції.

Наукові публікації здобувача відзначаються належним рівнем академічності та демонструють системність у висвітленні результатів дисертаційного дослідження. У роботах, опублікованих у фахових виданнях України та виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз, простежується чіткий зв'язок із темою дисертації, а виклад матеріалу відповідає вимогам до наукових праць за змістом, структурою та термінологією. У статтях, підготовлених у співавторстві, здобувач виступає основним автором технічних рішень та аналізу результатів, що засвідчує його особистий внесок у формування наукових ідей, постановку експериментів та узагальнення висновків. Ознаки академічної доброчесності збережено в повному обсязі: в публікаціях наведено достатню кількість коректних посилань на джерела, відсутні прояви плагіату, вказано внесок співавторів та дотримано принципів цитування.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

Окремі зауваження стосуються переважно формально-редакційних моментів. У тексті трапляються незначні стилістичні повтори, подекуди вживаються складні звороти, які можна було б подати простішими для полегшення сприйняття.

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

Панаскіна Дениса Валентиновича на тему «Метод підвищення ефективності діагностичних систем в аналізі звуку на основі нейронних мереж» 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 інформаційних технологій. 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 Панаскін Денис Валентинович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення.

Рецензент:

Професор кафедри
системного
програмування і
спеціалізованих
комп'ютерних систем,
КПІ ім. Ігоря
Сікорського, д.т.н., проф.



Підпис гр.

Засвідчує
Відділ кадрів та діловодства

пр-ще

М.П.

«18» червня 2025 року