

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
за спеціальністю

12 Інформаційні технології
121 Інженерія програмного забезпечення

Актуальність теми дисертації.

Представлений у дисертації метод генерації даних набуває особливого значення для медичної галузі, де часто виникає проблема обмеженості якісної та репрезентативної інформації. Використання згорткових варіаційних автоенкодерів для створення синтетичних даних дозволяє суттєво підвищити ефективність навчання моделей, що позитивно позначається на точності класифікації та своєчасному виявленні патологій дихальної системи.

Інтеграція глибинного навчання у процеси аналізу медичних звукових записів відкриває нові можливості для автоматизації медичних рішень. Такий підхід сприяє оперативному скринінгу стану пацієнтів, оптимізує роботу лікарів та покращує загальну якість діагностично-лікувальних заходів, забезпечуючи ефективну концентрацію ресурсів на найбільш критичних випадках.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

Вперше запропоновано комплексний метод для синтетичного збагачення баз легеневих звуків із використанням згорткового варіаційного автоенкодера (CVAE). Цей метод дозволив зменшити дисбаланс між класами захворювань і досягти зростання F1-метрики класифікації на 14%, зберігаючи стабільність моделі без істотного ризику перенавчання. Результат забезпечено завдяки поєднанню штучно згенерованих прикладів із реальними вибірками, ретельному налаштуванню внутрішніх представлень та перевірці релевантності синтетичних зразків.

Окрему увагу приділено проблемі «витоку даних», притаманній аускультативним дослідженням: доведено, що потрапляння записів одного пацієнта до навчальної та тестової вибірок спотворює результати. У відповідь на це запропоновано схему суворого розподілу за пацієнтами, яка виключає перехресне використання даних і забезпечує реалістичну оцінку ефективності.

Також удосконалено методи класифікації на основі CNN: впроваджено поєднання глибокого навчання з фільтрацією низькочастотних шумів. Завдяки цим рішенням вдалося значно підвищити стійкість моделей до клінічного шуму — шляхом застосування процедур аугментації та виділення частотних ділянок, релевантних для діагностики.

Проведені дослідження також розширили можливості мультикласової класифікації хвороб із подібними акустичними характеристиками. Досягнення забезпечено завдяки застосуванню функцій втрат з ваговими коефіцієнтами для малочисельних класів, використанню регуляризації (dropout, batch normalization), а також технік генерації даних (CVAE, mixup). Це дало змогу покращити баланс між класами та підвищити точність диференційованого розпізнавання в зашумлених 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.

Дисертаційна робота характеризується грамотною побудовою структури, що забезпечує послідовність викладення матеріалу: від визначення проблематики та актуальності теми до формулювання цілей, опису експериментів і подання висновків. Мовлення чітке, наукове, з дотриманням академічного стилю та логіки викладення.

Автор упевнено використовує загальноприйняту технічну термінологію в межах напрямку «Інженерія програмного забезпечення», що свідчить про глибоке розуміння предметної області. Водночас стиль викладення є достатньо зрозумілим для фахівців і не містить надлишкової складності, що полегшує читання та сприйняття матеріалу.

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

У вступі розкрито актуальність створення інтелектуальних систем для автоматичного розпізнавання респіраторних патологій на основі аналізу аускультативних записів за допомогою методів глибинного навчання. Окреслено проблеми дефіциту якісних та збалансованих аудіоданих, складнощі з фоновими шумами та необхідність генерації синтетичних прикладів. Визначено наукову мету дослідження — підвищити ефективність класифікації легеневих звуків шляхом застосування згорткових нейронних мереж та варіаційних автокодувальників, а також сформульовано низку завдань, спрямованих на її досягнення.

У першому розділі проведено глибокий аналіз теоретичних і практичних аспектів проблеми автоматизованої обробки легеневих звуків. Розглянуто фізіологічні основи дихання, класифікацію патологічних шумів, способи подання звукової інформації у вигляді спектрограм, а також сучасні моделі глибинного навчання, що використовуються для діагностики. Оцінено ефективність наявних методів, що дало змогу обґрунтувати доцільність подальших досліджень у напрямку комбінування генеративних і дискримінативних підходів.

У другому розділі представлено концепцію NASCA-методу як інноваційного підходу до синтетичного збагачення навчальних вибірок. Детально описано архітектуру згорткового варіаційного автоенкодера, алгоритми створення синтетичних мел-спектрограм та перевірки їхньої релевантності. Наведено методи фільтрації низькочастотних шумів і способи

збереження інформативних ознак, що забезпечує кращу якість навчання моделей без перенавчання.

У третьому розділі наведено результати експериментів, які підтверджують ефективність розробленого методу. Продемонстровано приріст F1-метрики при використанні синтетичних даних, зокрема для менш представлених класів патологій. Проаналізовано конфігурації CNN-моделей, оцінено стійкість алгоритмів до шумів, а також продемонстровано доцільність розділення даних за пацієнтами для запобігання витоку інформації.

У висновках узагальнено досягнення дослідження, сформульовано основні теоретичні положення та практичні результати. Підтверджено доцільність застосування NASCA-методу в автоматизованій діагностиці, обґрунтовано наукову новизну підходу та окреслено перспективи його подальшого розвитку, зокрема шляхом мультимодальної інтеграції даних і використання LLM-моделей у медичному аналізі.

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 засвідчують високий рівень обґрунтованості отриманих результатів та їх органічний зв'язок із положеннями дисертаційної роботи. Матеріали, опубліковані як у вітчизняних фахових виданнях, так і в журналах, що індексуються міжнародними базами, відповідають вимогам до академічної доброчесності та наукової етики. У спільних публікаціях здобувач виступає ініціатором ключових технічних підходів, виконує основну частину аналітичної роботи та формулює висновки, що свідчить про його провідну роль у виконанні дослідження. Усі публікації характеризуються належним рівнем цитування, відсутністю порушень авторського права, коректним зазначенням внеску співавторів і послідовністю у викладенні наукових результатів.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

Окремі зауваження мають здебільшого редакційний характер. У деяких фрагментах дисертації помітні повтори або надмірно складні конструкції, які

можна було б стилістично спростити задля кращої читацької зрозумілості. Ці моменти не впливають на загальну якість викладення матеріалу, проте могли б бути вдосконалені при остаточному редагуванні тексту.

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.

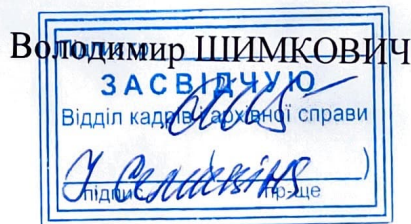
Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії

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:

Доцент, доцент кафедри
інформаційних систем та
технологій
КПІ ім. Ігоря
Сікорського, к.т.н.



« 19 » червня 2025 року