

ВІДГУК

офіційного опонента 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.

Проблема недостатнього обсягу колекцій даних є найрозповсюдженішою та найвпливовішою проблемою при застосуванні машинного навчання в медицині, особливо, при спробах застосувати складні багатопараметричні моделі штучного інтелекту. Дотичною проблемою є велика варіабельність переважної більшості нешкідливих і дешевих зовнішніх вимірювань, що пов'язана насамперед зі складністю біологічного організму як системи, з унікальністю кожного з пацієнтів і з нестабільністю функціонування організму у часі внаслідок впливу багатьох фізіологічних, психологічних, погодних та інших випадкових факторів, що не вдається усунути і врахувати. Одним з відомих підходів до цих проблем є генеративний підхід, тобто розробка методів поповнення колекції даних штучними зразками, чий властивості відповідають властивостям реальних вимірювань. Таким чином не тільки компенсується типовий дисбаланс хворих і здорових у даних, але також заповнюються «проміжки» між хмарами вимірювань пацієнтів у параметричному просторі.

В роботі розглянуто цей підхід на прикладі задачі діагностики хворіб органів дихання за записами дихання з електронного стетоскопу (даними аускультатії). Це – радше модельна задача, бо стосується широко розповсюджених хворіб та дешевих вимірювань. Правильний шлях до її розв'язування безперечно полягає у створенні великих репрезентативних колекцій. Натомість існує багато інших випадків, коли прямий шлях поповнення колекції медичних даних заблокований рідкісністю хвороби та/або великою ціною, чи ризиком відповідного аналізу.

Таким чином, актуальність роботи визначається почасти важливістю самого напрямку покращення якості медичного обслуговування і точності ранньої діагностики небезпечних хворіб за рахунок нових можливостей інтелектуального аналізу даних, почасти – загальністю проблеми недостатнього розміру навчальних вибірок медичних даних, на яку вона спрямована.

Підтвердженням актуальності слугує велика кількість наукових робіт, зокрема, зовсім нових наукових робіт на тему дослідження, про яку, зокрема, свідчить огляд публікацій у дисертаційній роботі.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукову новизну має запропонований у дисертації метод рішення задачі мультикласової диференціації захворювань легень за даними аускультатії, який автор назвав NASCA-метод (від Neural-Augmented Sound Classification for Auscultation, що приблизно можна перекласти як Нейроно-доповнена звукова класифікація для аускультатії). NASCA-метод комбінує ряд відомих підходів, алгоритмів і моделей машинного навчання у один комплексний алгоритм. Про переваги NASCA-методу свідчать наведені експериментальні результати, що демонструють найкращу точність класифікації серед багатьох опублікованих робіт з класифікації тих самих даних.

Як окремий науковий результат винесена частина NASCA-методу, що стосується покращення генерації штучних даних для поповнення і балансування колекції даних аускультатії, на яких проводилось навчання.

Ці наукові результати добре обґрунтовані, їх достовірність підтверджена експериментально.

Досить неортодоксальним є останній результат: здобувач фактично знайшов помилку у розбитті вибірок як у своїй, так і у всіх попередніх роботах. Помилка пов'язана як раз з міждисциплінарністю досліджень, в яких спеціалісти з машинного навчання не здогадувались, що індивідуальні особливості пацієнтів впливають на записані звуки сильніше за їх спільні хвороби. Фактично це означає, що незважаючи на успіх у вдосконаленні процедур машинного навчання, медична задача залишилась не розв'язаною. Для її розв'язання необхідно використати набагато більш репрезентативну вибірку, але це не заперечує підтвердженої переваги запропонованого в роботі NASCA-методу.

З поправкою на останню обставину, можна стверджувати, що поставлене наукове завдання виконано повністю. З тексту роботи можна зробити впевнений висновок, що здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності. І знайдена помилка підтверджує цей висновок.

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 нормативною українською мовою з додержанням прийнятого в науці стилю та сучасної термінології. Мова викладу є стриманою, академічною, з належною точністю у формулюваннях і логічною послідовністю у викладенні думок.

Загалом терміни, використані у роботі, відповідають загальноприйнятій науковій практиці в галузі комп'ютерної інженерії, але до деяких випадків є зауваження. Наприклад, замість прийнятого українського терміну «вектор слів» у дисертації використаний «мішок слів», тобто дослівний переклад англійського «bag of words». Але термінологія в галузі машинного навчання змінюється так швидко і під таким сильним впливом англійської, що аналогічні проблеми спостерігаються в усьому світі.

Дисертаційна робота досить традиційно структурована: вступ, 3 розділи, висновки та список літератури. Загальний обсяг – 191 сторінка.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено мету, завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження. Сформульовано наукову новизну і прикладне значення отриманих результатів.

У першому розділі наведено систематизований аналіз наукових джерел за темою дослідження, простежено еволюцію підходів до комп'ютерної аускультатії включно з досягненнями у фільтрації, спектральній обробці та класифікації легеневих звуків на час дисертаційного дослідження.

У другому розділі проаналізовано колекцію даних, описано запропоновані здобувачем методи синтетичного збагачення вибірки, модель та підходи до її навчання і тестування з урахуванням специфіки звукових файлів аускультатії.

У третьому розділі представлено результати експериментального дослідження та порівняння з результатами інших дослідників, визначено типові труднощі, що виникають у процесі тренування моделей, а також порушено питання інтеграції рішення в реальне клінічне середовище.

У висновках узагальнено результати дисертаційного дослідження.

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 Scopus.

У роботах з співавторами визначено авторський внесок здобувача.

Результати дисертації були апробовані на міжнародній науковій конференції «The International Conference on Security, Fault Tolerance, Intelligence» (доповідь «NASCA method: a combined CNN-CVAE method for multi-class respiratory disease detection from auscultation data»).

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

Звичайно, робота не позбавлена недоліків:

1. В контексті формулювання першого результату дисертаційної роботи «Вперше розроблено комплексний метод до синтетичного збагачення баз даних легеневих звуків із використанням згорткового варіаційного автоенкодера (CVAE)» було б добре більш детально описати відмінності від роботи [35]: «Марія Тереса Гарсія-Ордас та спів. (2020), використовуючи набір даних із респіраторних зразків ICBHI, випробували ряд методів генерації. Інтеграція нейронної мережі та варіаційного автоенкодера (VAE) продемонструвала перспективні результати виявлення респіраторної патології [35]. Автори провели експерименти з варіаційним згортковим автоенкодером (CVAE), ймовірнісною моделлю, призначеною для розуміння розподілу даних та генерації нових зразків, які відповідають цьому розподілу».
2. Проблема витоку даних знайденого здобувачем типу є суттєвою і досить типовою для колекцій медичних даних. Але щодо частини другого результату: «Запропонована схема розподілу за пацієнтами, що мінімізує ризик витоку даних», тут теж не вистачає узагальненого порівняння з відомими підходами. На перший погляд, запропоноване рішення є досить типовим.
3. Варто було в явному вигляді ввести у постановку задачі обмеження на метод розв'язування задачі саме шляхом поповнення колекції даних. Для наукового дослідження це цілком прийнятно. Бо якщо розглядати задачу просто як інженерну, дисбаланс у цій колекції даних можна компенсувати, побудувавши покрокову класифікацію: ХОЗЛ проти інших хворіб, потім інші хвороби між собою. Якщо ж розглядати задачу як медичну, тут багато всього винесено за дужки: врахування частоти випадків серед пацієнтів, врахування ступеню небезпеки різних хворіб (і відповідно асиметрії ризику помилки), необхідність клінічного дослідження і вже вказану мною можливість просто поповнити колекцію даними додаткових пацієнтів.
4. Запропоновані у роботі методи фактично описані як алгоритми з багатьма фіксованими числовими параметрами. Було б доцільно дослідити вплив зміни значень відповідних параметрів на результати: чи є вони стійкими? Також, при виборі перевірконої вибірки з самої колекції варто випробувати кілька різних варіантів (подібно до перебору тестової вибірки). Проведене в роботі дослідження витоку даних як раз чудово демонструє сильну залежність статистичних оцінок від складу цієї вибірки.
5. Робота вийшла занадто великою. Це не заборонено, але я бачу не мало потенційних резервів її скорочення. Огляд не має включати все-все, що написано з приводу теми дослідження. Мабуть роботи 2009 року вже не всі актуальні. Розділ 1.3.5 прикрасив би підручник, але в дисертації його можна позбутись. Описи дуже детальні, розшифровки скорочень повторюються...
6. Курйозна помилка: в тексті є посилання [71] (і попередні), а у переліку посилань – лише 55 позицій. Мабуть сторінка пропала.
7. Я не знайшов у дисертації інформації щодо оприлюднення розроблених програмних кодів. Між тим сучасні принципи відкритої науки передбачають

їх оприлюднення зокрема, для потенційної перевірки, чи використання у наступних експериментах інших дослідників.

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.

Офіційний опонент:

Завідувач відділу
автоматизації програмування № 145
Інституту кібернетики
імені В.М. Глушкова НАН України,
доктор фізико-математичних наук,
старший науковий співробітник

Вадим ТУЛЬЧИНСЬКИЙ



«07» *липень* 2025 року