

Голові спеціалізованої вченої ради
ДФ 58.082.121
Західноукраїнського національного
університету
доктору технічних наук, доценту
Ліп'яніній-Гончаренко Христині
Володимирівні

ВІДГУК

доктора технічних наук, професора, професора кафедри програмних засобів
Національного університету «Запорізька політехніка»

Олійника Андрія Олександровича

на дисертаційну роботу Лящинського Павла Борисовича на тему:
«Методи та програмні засоби автоматичного діагностування в медичних
системах», подану на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань
12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 121 «Інженерія програмного
забезпечення»

1. Актуальність теми дисертаційного дослідження

Актуальність дисертаційної роботи Лящинського Павла Борисовича зумовлена тим, що рак грудної залози залишається однією з головних онкологічних проблем як в Україні, так і в світі, що вимагає точної діагностики. Як зазначається в роботі, для діагностики онкологічних захворювань використовуються біомедичні зображення, опрацювання яких є трудомістким процесом. Разом з тим, вибірки біомедичних зображень є малими, що спричиняє додаткові труднощі для процесу автоматичного діагностування. Поширеними підходами до діагностування є наступні:

- 1) Підхід, який базується на використанні методів і алгоритмів комп'ютерного зору. Такі системи є автоматизованими та вимагають налаштування параметрів алгоритмів на низькому, середньому та високому рівнях.
- 2) Підхід, що базується на використанні глибокого навчання. Програмні системи, які побудовані на таким чином є автоматичними.

Проте підхід для автоматичного діагностування, який базується на основі глибоких нейронних мереж, має ряд недоліків:

1. Для ефективного застосовування нейронних мереж для задач медичного діагностування необхідно спроектувати архітектуру нейронної мережі, зібрати велику навчальну вибірку зображень та натренувати нейронну мережу на цих зображеннях. Всі три задачі потребують окремого пророблення для кожних нових класів зображень.

2. Існуючі глибокі нейронні мережі мають недостатню точність класифікації та сегментації медичних зображень.
3. Наявні відомі програмні засоби для автоматичного діагностування мають обмеження у застосуванні технології штучного інтелекту.

У цьому контексті розроблення та вдосконалення методів і програмних засобів для підвищення точності сегментації та класифікації біомедичних зображень, що забезпечує підвищення достовірності постановки діагнозу в онкології, є важливою науково-прикладною задачею, що відповідає сучасним потребам медичної галузі та розвитку інженерії програмного забезпечення.

2. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації

Зміст дисертаційного дослідження розгорнуто у чотирьох логічно пов'язаних розділах.

Перший розділ містить аналітичний огляд наявного інструментарію та алгоритмів автоматичної діагностики в онкології. Головним висновком цього аналізу є підтвердження того, що поширені комерційні платформи через свою монолітність та закритість не здатні швидко підлаштовуватися під динамічні медичні протоколи.

У другому розділі розроблено математичний та програмний апарат для багатокласової класифікації гістологічних зображень. Поєднання автоматичного пошуку нейромережових архітектур з еволюційними алгоритмами оптимізації дало змогу синтезувати вискоєфективну модель із точністю розпізнавання на рівні 99,8%.

Третій розділ фокусується на методології аналізу імуногістохімічних даних для верифікації підтипів раку грудної залози. Дослідником створено гібридний підхід, який об'єднує глибокі нейромережі з продукційними моделями знань, що гарантує відповідність автоматизованих висновків стандартам МОЗ України. Також у розділі представлено покращену версію архітектури U-Net: завдяки оптимізації гіперпараметрів підвищено точність виділення (сегментації) мікрооб'єктів на зображеннях.

Четвертий розділ присвячено практичній реалізації дослідження – створенню модульної клієнт-серверної системи автоматичного діагностування. Завдяки чіткій декомпозиції, архітектура підтримує гнучке масштабування (локально або в хмарному середовищі AWS/Azure тощо). У розділі спроектовано схему бази даних та описано функціонал головних модулів: профілів користувачів, менеджменту датасетів, керування моделями, блоків генерації (синтезу) та оцінки подібності зображень, а також модулів сегментації, класифікації, обчислення кількісних характеристик і безпосереднього прийняття рішень.

Сформульовані висновки повною мірою акумулюють наукову новизну та практичну цінність роботи, повністю відповідаючи критеріям, що висуваються до дисертацій.

3. Наукова новизна отриманих результатів

Наукова новизна роботи полягає у наступному:

- вперше розроблено метод багатокласової класифікації гістологічних зображень для діагностування раку грудної залози за ступенем диференціації, який, на відміну від існуючих, базується на застосуванні оптимізованої архітектури згорткової нейронної мережі та розширеного за допомогою дифузійної моделі наборі зображень, що забезпечило підвищення достовірності діагностування;
- вперше розроблено метод аналізу імуногістохімічних зображень для діагностування підтипів раку грудної залози, який, на відміну від існуючих, базується на вдосконаленій архітектурі U-Net мережі, алгоритмі визначення кількісних характеристик мікрооб'єктів та продукційній моделі діагностичних знань, що дозволило автоматизувати процес діагностування;
- удосконалено архітектуру U-Net мережі для сегментації імуногістохімічних зображень шляхом оптимізації, на основі генетичних алгоритмів, гіперпараметрів: глибини мережі, розміру базового фільтра та темпу навчання, що забезпечило підвищення точності сегментації;
- удосконалено архітектуру згорткової нейронної мережі для класифікації гістологічних зображень шляхом оптимізації, на основі генетичних алгоритмів, кількості операцій та зв'язків між ними на мікро- та макрорівнях, що забезпечило підвищення точності класифікації;
- подальшого розвитку набула архітектура CAD-систем для автоматичної постановки діагнозу на основі аналізу гістологічних та імуногістохімічних зображень, яка, на відміну від існуючих аналогів, доповнена модулями синтезу зображень, обчислення кількісних характеристик, автоматичного діагностування та оцінювання подібності зображень, що забезпечило комплексність та адаптивність процесу діагностування.

4. Практичне значення дисертації

Практичне значення результатів дослідження полягає у розробці програмної системи автоматичного діагностування раку грудної залози «BRECCAD», яка базується на поєднанні модульної архітектури з чітким розділенням відповідальності та методів глибокого навчання. Розроблені алгоритми та архітектурні рішення спрямовані на цифрову трансформацію патоморфологічних досліджень через автоматизацію рутинних обчислювальних операцій. Ефективність розробки підтверджено актами впровадження у ТОВ «Апіко Девелопмент» (м. Тернопіль), ТОВ «Інститут біомедичних технологій», НДЧ ЗУНУ та навчальному процесі ЗУНУ.

5. Дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладу наукових результатів в опублікованих працях

Дисертаційну роботу викладено на 221 сторінці, при цьому обсяг основного тексту становить 148 сторінок. Ілюстративний матеріал представлено 47 рисунками та 25 таблицями, що забезпечує наочність отриманих результатів. Список використаних джерел налічує 138 найменувань. Додаткові матеріали, що підтверджують результати досліджень, винесено у 15 додатків.

Робота виконана державною мовою з дотриманням норм наукового стилю. Виклад матеріалу характеризується логічною послідовністю, чіткістю формулювань та коректним використанням професійної термінології галузі інформаційних технологій. Структура рукопису та стиль подання наукових положень, висновків і рекомендацій сприяють їх однозначному сприйняттю. Оформлення дисертації повністю відповідає вимогам нормативних документів МОН України.

Результати перевірки на наявність академічного плагіату засвідчують високий рівень оригінальності дослідження. У тексті дисертації відсутні некоректні запозичення; всі використані ідеї та розробки інших науковців супроводжуються належними посиланнями на першоджерела, що підтверджує дотримання принципів академічної доброчесності.

Основні положення дисертації повно висвітлені в 22 наукових працях, зокрема: 8 статей у наукових фахових періодичних виданнях України (з них: 1 стаття – у науковому фаховому періодичному виданні України, що входить до наукометричної бази Web of Science; 1 стаття – у науковому фаховому періодичному виданні України, що входить до наукометричної бази Scopus); 1 стаття на іноземному сервісі arXiv.org (Cornell University); 12 публікацій у матеріалах міжнародних та всеукраїнських наукових, науково-технічних конференцій (3 із них входять до наукометричної бази Scopus); авторське право на твір. Це свідчить про достатню апробацію результатів дослідження у науковій спільноті.

6. Дискусійні положення та зауваження

Оцінюючи роботу позитивно, варто висловити деякі зауваження та побажання:

1. Для оптимізації архітектур нейронних мереж використано алгоритм регуляризованої еволюції. При цьому автором в достатній мірі не проаналізовані та не обґрунтовані інші методи оптимізації.
2. У роботі для зберігання неоднорідних даних (зображення, маски, результати діагностики) обрано документ-орієнтовану СУБД MongoDB та протокол BSON. Доцільно було б надати порівняльний аналіз із реляційними СУБД або графовими БД у контексті швидкодії виконання механізму логічного виведення продукційної моделі знань.
3. У дисертації йдеться про те, що компоненти системи можна розгортати на будь-якій хмарній інфраструктурі. Проте у роботі не описано процеси контейнеризації та балансування навантаження.

- Зазначені зауваження не знижують загальної високої оцінки наукової та практичної цінності дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота Лящинського Павла Борисовича на тему «Методи та програмні засоби автоматичного діагностування в медичних системах» є завершеною науковою працею, що вирішує важливе науково-прикладне завдання розробки та вдосконалення методів і програмних засобів для підвищення точності сегментації та класифікації біомедичних зображень, що забезпечує підвищення достовірності постановки діагнозу в онкології.

Офіційний опонент:
професор кафедри програмних засобів
Національного університету
«Запорізька політехніка»,
доктор технічних наук, професор

Підпис _____
ЗАСВІДЧУЮ
ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
"ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА"

