

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора,
завідувача кафедри комп'ютерної інженерії
Західноукраїнського Національного Університету

Березького Олега Миколайовича

на дисертаційну роботу Тимченка Бориса Ігоровича на тему
«Нейромережеві методи аналізу планарних зображень в системах
автоматизованого скринінгу»,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки
галузь знань 12 – Інформаційні технології

Актуальність обраної теми.

Актуальність обраної теми зумовлюється стрімким розвитком машинного навчання та нейронних мереж (згорткових, капсульних, візуальних трансформерів) тощо. Широке застосування цих мереж знайшло в задачах автоматизованого скринінгу, наприклад, при медичній діагностиці та дистанційному зондуванні Землі. Автоматизація скринінгу дозволяє з більшою ефективністю вирішувати проблеми підвищення продуктивності діяльності людей-операторів, зменшити витрати на обслуговування, тощо.

В автоматизації скринінгу, основними процедурами, що визначають його ефективність є сегментація областей інтересу та їх класифікація. В таких умовах доцільне використання семантичної сегментації, для реалізації якої в теперішній час використовуються глибинні нейронні мережі, завдяки можливості вирішення задач в умовах невизначеності та стійкості до вхідних спотворень з високою достовірністю. Безумовною перевагою застосування глибинних нейронних мереж є можливість використання багатозадачного навчання для підвищення достовірності та оперативності, але його застосування

потребує наявності великих наборів достовірно розмічених даних. Однак, в задачах скринінгу, отримання достатньої кількості даних та проведення якісного анотування професіоналами є, як правило, затратним, а іноді неможливим через малу кількість та різний вигляд навчальних прикладів, суб'єктивність під час формування анотацій в наборах даних.

Наведене в роботі протиріччя між широкими можливостями щодо забезпечення достовірності рішення задачі автоматизованого скринінгу нейромережевими методами з одного боку, та обмеженістю існуючих методів отримання наборів анотованих даних для навчання глибинних нейронних мереж є вагомою перешкодою при розробці систем автоматизованого скринінгу. Тому розробка методів підвищення достовірності класифікації та сегментації планарних зображень для систем автоматизованого є актуальною задачею.

Оцінка обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій

При вирішенні поставлених у дисертаційній роботі задач, створенні наукових положень, висновків та рекомендацій здобувачем застосовані дані, які одержані з літературних джерел, з результатів аналізу сучасного стану та перспектив розвитку методів генерації наборів даних та навчання глибинних нейронних мереж та власних досліджень, тому їх можна вважати досить обґрунтованими.

При розв'язанні поставлених у дисертаційній роботі задач обґрунтованість використання нейромережових методів аналізу планарних зображень підтверджується наявністю математичних моделей та їх узгодженістю з наявними роботами в області класифікації та сегментації зображень.

Крім того, обґрунтованість наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджується даними експериментальних досліджень та практичними результатами, які підтверджуються наведеними актами

практичних випробувань та результатами впровадження із позитивним ефектом.

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій

Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, отриманих у дисертації, підтверджена результатами теоретичних та експериментальних досліджень, коректним застосуванням математичного апарату, сучасних методів наукового моделювання, а також впровадженням інструментальних засобів навчання глибоких нейронних мереж та прогнозування результатів.

Наукова новизна наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Наукова новизна дисертаційного дослідження така:

- вперше запропоновано параметричну формалізацію моделі набору даних із частково-помилковими анотаціями, які характерні для реальних задач автоматизованого скринінгу, що дозволило розробити метод генерації навчальних, тестових та валідаційних наборів даних;
- удосконалено метод генерації наборів даних на основі параметричної моделі, що за рахунок генерації анотацій: частково-помилкових для тренувальної вибірки та достовірних - для тестової, що дало можливість підвищити ефективність тестування нейромережових методів сегментації та класифікації в задачах автоматизованого скринінгу;
- удосконалено модель згорткової нейронної мережі шляхом додавання додаткового декодера класифікації з шаром нормалізації, що дало змогу побудувати методи багатозадачного навчання та передбачення результатів нейронної мережі, що вирішує задач сегментації та класифікації одночасно;
- удосконалено методи багатозадачного навчання та передбачення на основі удосконаленої моделі згорткових нейронних мереж шляхом

об'єднання класифікації та сегментації і введення обмеження другого роду (зверху) при обчисленні функції втрат сегментації, що дозволило підвищити достовірність сегментації та класифікації в задачах автоматизованого скринінгу.

Повнота викладу в наукових публікаціях, зарахованих за темою дисертації, відсутність порушення академічної доброчесності

Основні положення і практичні результати дисертаційної роботи доповідалися та одержали схвалення на таких конференціях: міжнародній науковій конференції з методів розпізнавання патернів "ICPRAM-2020" (м. Валетта, Мальта, 2020), українсько-німецьких науково-практичних конференціях "Інформатика. Культура. Техніка": ІКТ-2016, ІКТ-2018 (м. Одеса), міжнародних студентських конференціях "Сучасні інформаційні технології": СІТ-2017, СІТ-2018 (м. Одеса). Основні результати дисертаційної роботи викладено в 13 публікаціях, з них: 8 статей у наукових фахових періодичних виданнях України з технічних наук, 1 стаття у зарубіжному науковому періодичному виданні з напрямку, з якого підготовлено дисертацію, що індексується наукометричною базою SCOPUS, 4 публікацій у працях і матеріалах наукових конференцій.

Таким чином, вимоги Постанови КМУ від 06.03.2019 № 167 «Про проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» зі змінами згідно Постанови КМУ від 09.06.2021 №608 до кількості публікацій виконано.

Публікація автором результатів досліджень у рецензованих виданнях, які передбачають попередню перевірку матеріалів на відсутність запозичень є одним із елементів підтвердження відсутності порушень академічної доброчесності. В цілому у дисертаційній роботі порушень академічної доброчесності не виявлено.

Аналіз змісту та форми дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота складається з чотирьох розділів, висновків, переліку літературних джерел і додатків.

У вступі обґрунтовано актуальність вирішення завдання розробки нейромережових методів аналізу планарних зображень в задачах автоматизованого скринінгу, поставлені мета й задачі досліджень, представлені методи досліджень, вказані наукова новизна і практичне значення отриманих результатів, сформульовані основні положення, що виносяться на захист, наведені відомості про апробацію, публікації та реалізацію результатів дослідження.

У першому розділі проаналізовано існуючі системи автоматизованого скринінгу в різноманітних предметних областях та розглянуто особливості їх функціонування. Показано, що їх ефективність безпосередньо залежить від класифікації та сегментації зображень та їх достовірності, оскільки хибно-позитивні результати можуть призвести до передчасного реагування, а хибно-негативні результати - до пропуску наявних проблем та пізнього реагування. Виявлено, що в задачах скринінгу, отримання достатньої кількості даних та проведення якісного анотування професіоналами є, як правило, затратним, а іноді неможливим через малу кількість та різний вигляд навчальних прикладів, суб'єктивність під час формування анотацій в наборах даних. Показано, що в таких умовах використання глибинних нейронних мереж може підвищувати достовірність класифікації та сегментації, через застосування методів багатозадачного навчання. Для усунення впливу помилок в анотаціях запропоновано при побудові моделей класифікації та сегментації вирішити задачу навчання з урахуванням частково-помилкових анотацій. На основі проведеного огляду сучасного стану даної задачі сформульовано мету і завдання дослідження.

У другому розділі розроблено параметричну модель набору даних із частково-помилковими анотаціями, які характерні класифікації та

сегментації в задачах автоматизованого скринінгу та на її основі розроблено метод генерації наборів даних для забезпечення можливості тестування нейронних мереж при навчанні з використанням частково-помилкових анотацій.

Запропоновано використання модельних наборів даних для оцінки достовірності моделей та методів навчання глибоких нейронних мереж. Розроблений метод дає можливість проводити навчання та тестування в контрольованих умовах шляхом штучного додавання помилок до анотацій навчальної вибірки даних в той час як, тестова вибірка залишається з достовірними анотаціями.

Розроблено метод генерації наборів даних із частково-помилковими анотаціями на основі параметричної моделі, що за рахунок генерації анотацій. Метод дозволяє отримати безліч наборів даних із подібними характеристиками та використовувати непараметричні статистичні методи (бутстрепінг) для оцінки моделей в умовах відсутності реальних тренувальних даних. Метод дає можливість підвищити ефективність тестування нейромережових методів сегментації та класифікації в задачах автоматизованого скринінгу.

У третьому розділі розроблено модель нейронної мережі та метод багатозадачного навчання для одночасного підвищення достовірності класифікації та сегментації без зниження оперативності. Для реалізації методів багатозадачного навчання, запропоновано удосконалити модель глибоких нейронної мережі з використанням архітектури енкодер-декодер введенням додаткового декодера з шаром нормалізації, що дало змогу побудувати методи багатозадачного навчання та передбачення результатів нейронної мережі, що вирішує задач сегментації та класифікації одночасно.

Розроблено метод багатозадачного навчання нейронних мереж в умовах частково-помилкових анотацій навчальних даних, який спирається на використання задач, пов'язаних з оригінальною. Показано, що на основі

анотацій для задачі сегментації можна створити більш якісні анотації для задачі класифікації. Для зменшення впливу помилкової частини анотацій сегментації запропоновано ввести обмеження другого роду до функції втрат для задачі сегментації з менш якісними анотаціями даних. Це дозволило при навчанні на декількох задачах зменшити вплив градієнтів функції втрат на прикладах з помилковими анотаціями. Також, на основі моделі запропоновано метод багатозадачного передбачення результатів, що полягає у зважуванні вихідних карт сегментації нормованими виходами класифікації.

У четвертому розділі описано розроблені інструментальні засоби, що реалізують запропоновані рішення. Проведено випробування розробленого методу в рамках експериментів як на синтетичних даних, що були згенеровані за допомогою запропонованої моделі, а також експерименти в реальних задачах: скринінг діабетичної ретинопатії, скринінг меланом, та скринінг хмарних утворень.

За допомогою моделі протестовано запропоновані методи в різних умовах, виконаний аналіз внеску окремих компонентів та проведено аналіз стійкості запропонованого методу до різних рівнів помилок в анотаціях. В середньому, підвищення коефіцієнта Дайса відносно базової моделі склало 13%.

Проведено експерименти на наборах даних для задач скринінгу меланом, діабетичної ретинопатії та патернів організації хмар. Підвищення достовірності відносно базових моделей склало 2-4%.

У висновках сформульовано основні результати дисертаційної роботи.

У додатках представлено акти, довідки впровадження опис розроблених інструментальних засобів.

Анотація дисертації відображає її основні положення.

Зауваження до дисертаційної роботи.

В цілому дисертація і анотація до неї оформлені з дотриманням нормативних документів на оформлення результатів науково-дослідних робіт. Недоліки дисертаційного дослідження такі:

1. Перший розділ перевантажений описом моделей нейронних мереж, які в подальшому не згадуються.

2. В роботі не розглянуто можливість синтезу зображень для наборів даних на підставі генеративно-змагальних нейронних мереж.

3. При розробці моделі наборів даних вираз - 2.1 (стор. 80) не наведені рекомендації по вибору параметрів, наприклад, допустимі масштаби масок.

4. З розділу 3.1.3 не зрозуміло, чому нормалізація в декодері виконується після конкатенації результатів різних типів підвибірок. Не обґрунтовано метод нормалізації.

5. В розділі 3.2 не розглядаються інші варіанти агрегації різних функцій втрат, такі як геометричне середнє, або недостатньо обґрунтовано вибір арифметичного середнього.

6. Для того, щоб оцінити повторюваність результатів, доцільно було б вказати параметри ініціалізації генератора випадкових чисел в експериментах на синтетичних даних.

7. У розділі 4 наведено загальну структуру інструментальних засобів. Але відсутній її опис. Не зрозуміло яким чином відбувається процес генерації наборів даних.

8. Зауваження до оформлення:

- частину ілюстраційного матеріалу краще б було б винести у додатки;
- в роботі відсутній список скорочень, що ускладнює її сприйняття;
- тексти дисертаційної роботи наявні граматичні помилки та лінгвістичні неточності.

Загальні висновки та оцінка дисертації

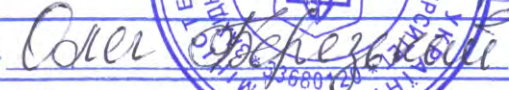
Перелічені зауваження **не є принциповими** і такими, що піддають сумніву результати дослідження та ніяким чином **не зменшують** наукову і практичну цінність роботи та позитивне враження від впровадження її результатів.

Дисертаційна робота є закінченою кваліфікаційною науковою працею, яка містить раніше не захищені наукові положення і одержані автором нові науково обґрунтовані результати в області аналізу планарних зображень в системах автоматизованого скринінгу.

В підсумку з оглядом на актуальність проблеми, внесок автора в теорію і практику аналізу зображень, високий рівень виконаних досліджень та результати практичного впровадження вважаю, що дисертаційна робота «Нейромережеві методи аналізу планарних зображень в системах автоматизованого скринінгу» відповідає вимогам Постанови КМУ від 06.03.2019 № 167 «Про проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» зі змінами згідно Постанови КМУ від 09.06.2021 №608 та чинним вимогам МОН України, а її автор Тимченко Борис Ігорович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю – 122 Комп'ютерні науки, галузь знань – 12 Інформаційні технології.

Офіційний опонент,
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри
комп'ютерної інженерії
Західноукраїнського
Національного університету

Олег БЕРЕЗЬКИЙ

Підпис	
Завіряю:	
НАЧАЛЬНИК ЗАГАЛЬНОГО ВІДДІЛУ	

