

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Смілянця Федора Андрійовича

на тему «Методи та програмні засоби пришвидшення донавчання класифікатора для діагностики захворювань за зображеннями»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 12 Інформаційні технології

за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення

Актуальність теми дисертації.

В сучасних умовах стрімкого поширення інфекційних захворювань, зокрема пандемій, проблема своєчасної та доступної діагностики набуває особливої ваги. Розробка ефективних програмних засобів для аналізу медичних зображень, здатних оперативно адаптуватися до нових викликів охорони здоров'я, є необхідною умовою забезпечення епідеміологічного контролю. Традиційні методи побудови класифікаторів на основі глибокого навчання потребують суттєвих затрат часу та ресурсів у випадку необхідності розширення переліку розпізнаваних класів, що унеможлиблює їх оперативне застосування у разі появи нових патогенів.

Запропонована в дисертаційній роботі концепція пришвидшеного донавчання класифікаторів без необхідності зміни топології згорткової нейронної мережі шляхом використання вкладених представлень є актуальною та перспективною. Також важливою є ідея динамічної побудови графів потоків робіт під час виконання, яка дозволяє уникнути обмежень статично заданих обчислювальних сценаріїв і значно скорочує час на впровадження змін у програмне забезпечення.

Ураховуючи потребу в створенні адаптивних та масштабованих систем автоматизованого аналізу медичних зображень, а також зростання ролі хмарних та кластерних обчислень у сфері біоінформатики, обрана тема є своєчасною, науково й практично обґрунтованою. Дисертаційна робота спрямована на розв'язання важливої науково-прикладної задачі – підвищення швидкості адаптації програмних засобів для медичної діагностики, що є критично важливим у контексті боротьби з епідеміями.

Зважаючи на вищезазначене, наукове завдання пришвидшення до навчання класифікатора для діагностики захворювань за зображеннями є актуальним.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- вперше запропоновано метод динамічного конструювання потоків робіт у процесі їх виконання, що передбачає автоматичну побудову графа виконання. На відміну від існуючих рішень, які базуються на попередньо визначених статичних структурах, запропонований підхід дає змогу виключити необхідність ручного конфігурування потоку, істотно скоротивши час адаптації програмного забезпечення до змін у завданні;

- удосконалено метод класифікації зображень, зокрема медичних (КТ-знімків), шляхом використання вкладених представлень, що дозволяє розширювати множину розпізнаваних класів без зміни топології нейронної мережі, що забезпечує більш високу ефективність при донавчанні моделей та сприяє гнучкості розробленої системи;

- удосконалено математичну модель оцінювання часу адаптації програмного забезпечення, яка враховує не лише тривалість модифікації класифікатора, але й часові витрати на побудову потоку робіт, що дозволяє здійснювати кількісне порівняння різних архітектурних і методологічних підходів, обґрунтовуючи вибір ефективних рішень для проектування діагностичних систем.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі Інформатики та програмної інженерії КПІ ім. Ігоря Сікорського під керівництвом доцента кафедри Інформатики та програмної інженерії, к.т.н., доц. Фіногенова Олексія Дмитровича.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання зменшення часу адаптації програмного забезпечення аналізу медичних зображень для діагностики на основі алгоритмів машинного навчання 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 Смілянця Ф.А. 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 інженерії програмного забезпечення.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Смілянця Федора Андрійовича 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.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 157 сторінок.

У першому розділі дисертаційної роботи проведено аналіз засобів та методів діагностики захворювань за допомогою класифікації знімків комп'ютерної томографії, та розглянуто існуючі системи керування потоками робіт. За результатами аналізу літературних джерел виділено найбільш результативні архітектури нейронних мереж та окреслено проблеми, що пов'язані з аналізом результатів. Розглянуто способи інтеграції нейронних мереж у програмне забезпечення та обґрунтовано використання потоків робіт. Проведено порівняльний аналіз сучасних систем керування потоками робіт.

У другому розділі запропоновано можливість використання вкладених представлень для вирішення задачі класифікації зображень КТ. Запропоновано модифікацію існуючої нейронної мережі для побудови вкладених представлень та доведено можливість додавання нових класів без істотної втрати точності. Розроблено математичну модель для обрахунку часу на побудову класифікатора та наведено умови, що визначають його ефективність.

У третьому розділі запропоновано метод для динамічної побудови графу потоку робіт під час його виконання, який дозволяє уникнути необхідності у його статичному визначенні вручну. Для запропонованого методу визначено основні сутності. Розроблено модель обрахунку часу виконання потоку робіт. Імітаційним моделюванням показано, що часом роботи алгоритму можна знехтувати відносно часу на корисні обчислення. Розроблено систему керування потоками робіт, що реалізує запропонований метод з використанням системи Kubernetes для розподілених кластерних обчислень та можливістю горизонтального масштабування. Проведено аналіз швидкодії системи та доведено її практичну застосовність. Розроблено математичну модель оцінки часу на побудову потоків робіт за запропонованим методом та наведено умови, що визначають межі ефективності його використання.

У четвертому розділі виконано проектування та реалізацію програмного забезпечення аналізу зображень КТ для діагностики захворювань. Представлено архітектуру програмного забезпечення. Розроблено низку обчислюючих засобів системи керування потоками робіт для виконання класифікації зображень комп'ютерної томографії, у тому числі за допомогою

вкладених представлень. Реалізовано сервер та інтерфейс користувача системи. Наведено опис функціональності системи.

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: 4 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 1 стаття у періодичному науковому виданні, проіндексованому у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus.

Також результати дисертації були апробовані на 4 наукових фахових конференціях.

Результати дисертаційної роботи представлено у публікаціях здобувача у достатньому обсязі. Порухень академічної доброчесності не виявлено. Особистий внесок здобувача у публікаціях, зазначений у дисертації, свідчить про авторство у відповідних наукових досягненнях.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. У дисертації описані використані інструменти (Kubernetes, Node.js, MinIO тощо). Однак, щодо більшості інструментів та технологій не наведено пояснення, чому саме вони були обрані, у порівнянні з альтернативами.
2. Розглянуто задачу пришивдшення донавчання класифікатора знімків комп'ютерної томографії при додаванні нових класів, однак експериментальне підтвердження саме на таких даних у роботі відсутнє.
3. Проведено імітаційне моделювання та показано ефективність динамічної побудови графів потоків робіт, однак отримані результати доцільно доповнити аналізом продуктивності системи в умовах гетерогенних обчислювальних середовищ або з використанням реальних навантажень у хмарній інфраструктурі.
4. Математичні моделі оцінки часу адаптації програмного забезпечення наведено у спрощеному вигляді, тому подальше вдосконалення формалізації, зокрема, з урахуванням латентності мережових комунікацій чи збоїв в інфраструктурі, могло б надати додаткову цінність.

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 Смілянця Федора Андрійовича на тему «Методи та програмні засоби пришвидшення донавчання класифікатора для діагностики захворювань за зображеннями» 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 Смілянець Федір Андрійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення.

Рецензент:

Завідуючий кафедрою
системного проектування
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»,
доктор технічних наук,
професор

М.П.



Вадим МУХІН

2025 року