

## **ВІДГУК**

офіційного опонента 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.**

Вчасна розробка та доступність засобів тестування на інфекційні захворювання є фундаментальним компонентом контролю над епідеміями та пандеміями на кожному етапі поширення хвороби. Доступна та швидка діагностика є ключовою для своєчасності виявлення спалахів інфекції, і, як наслідок, визначення переліку та ізоляції контактних осіб чи запровадження карантинних обмежень на певній території. Упереджувальна розробка інструментів виявлення захворювань, а також пошук підходів для прискорення їх отримання та впровадження, є важливими для контролю над епідеміями в майбутньому.

Одним зі способів виконання діагностики є аналіз медичних зображень за допомогою згорткових нейронних мереж. Однак, така класифікація призводить до необхідності у зміні топології моделі при виникненні потреби у додаванні нових класів. Це обмеження можна подолати через використання проміжних даних – вкладених представлень, що генеруватимуться нейронною мережею, та виконання класифікації за ними. Таким чином, нейронна мережа може бути дотренована для підтримки нового класу без зміни її топології. Алгоритми машинного навчання, що виконують класифікацію, можуть бути перетреновані для підтримки більшої кількості класів без втручання у код та за відносно короткий час.

У той час як проєктування та тренування нейронних мереж широко висвітлюється в науковій літературі щодо виконання діагностики за допомогою аналізу зображень, питання інтеграції моделей, такі як час навчання моделей та внесення змін у програмне забезпечення, практично не розглядаються. Відтак, актуальною є розробка програмного забезпечення, що забезпечує підвищення швидкості адаптації при внесенні змін на всіх етапах.

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 під час їх виконання, який відрізняється від наявних автоматичною побудовою графу виконання, що дозволяє виключити етап визначення статичного потоку робіт та зменшити час на впровадження змін у програмне забезпечення;
- удосконалено метод класифікації зображень шляхом використання вкладених представлень, що дозволяє додавання нових класів без зміни топології нейронної мережі;
- удосконалено математичну модель для оцінки часу адаптації програмного забезпечення класифікації зображень шляхом врахування складових часу модифікації класифікатора та побудови графу потоку робіт, що дає можливість порівнювати швидкості впровадження змін у програмне забезпечення та здійснювати обґрунтований вибір методів та архітектурних рішень.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання 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 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 співпадіння, 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 проєктування 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.

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

### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**

1. Для тренування нейронних мереж використовується комбінація двох наборів даних, що у сумі дають 264 знімки людей з COVID-19, 358 з здоровими легенями та 60 з позагоспітальною пневмонією. Даний набір даних є невеликим та незбалансованим, що призводить до зниження якості класифікації та застосовності класифікатора до реальних задач.
2. Попри наявність у дисертаційній роботі методу динамічної побудови графу потоку робіт під час виконання, замість чіткого формулювання методу, він є синтезом алгоритму та додаткової інформації.
3. У дисертаційній роботі описано ряд недоліків запропонованих методів, але для більшості недоліків не запропоновано шляхи їх усунення.

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**

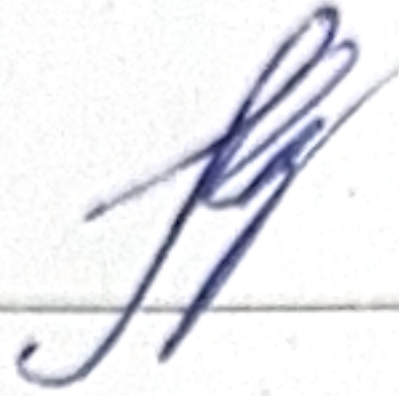
Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Смілянця Федора Андрійовича на тему «Методи та програмні засоби пришвидшення донавчання класифікатора для діагностики захворювань за зображеннями» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та 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.

**Офіційний опонент:**

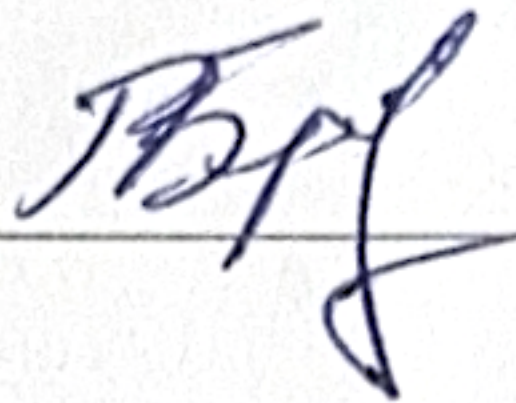
Директор Інституту  
комп'ютерних наук та інформаційних технологій  
Національного університету  
«Львівська політехніка»  
доктор технічних наук,  
професор

/  /

Наталія ШАХОВСЬКА

Підпис засвідчую:  
Вчений секретар  
Національного університету  
«Львівська політехніка»  
кандидат технічних наук,  
доцент



/  /

Роман БРИЛИНСЬКИЙ

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року