Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0825U001020

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 27-03-2025

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № НСВС/48/25 від 10.06.2025

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Смілянець Федір Андрійович
2. Fedir A. Smilianets

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-0061-7479

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 121

Назва наукової спеціальності: Інженерія програмного забезпечення

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Інженерія програмного забезпечення

Дата захисту: 21-05-2025

Спеціальність за освітою: Інженерія програмного забезпечення

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 8135

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 20.54.06, 20.54.07

Тема дисертації:

1. Методи та програмні засоби пришвидшення донавчання класифікатора для діагностики захворювань за зображеннями

2. Methods and software tools for accelerating classifier additional training for image-based disease diagnosis

Реферат:

1. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 121 – Інженерія програмного забезпечення з галузі знань 12 – Інформаційні технології. – Національний Технічний Університет України «Київський Політехнічний Інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, 2025. Дисертаційна робота присвячена розробці методу класифікації медичних зображень, що спрямований на уникнення зміни топології згорткової нейронної мережі при додаванні нових класів, дозволяючи знизити накладні витрати часу на їх підтримку, та методу організації обчислень за допомогою потоків робіт, який будує граф потоку під час його виконання, чим мінімізує час на впровадження змін у систему. Вчасна розробка та доступність засобів тестування на інфекційні захворювання є фундаментальним компонентом контролю над епідеміями та пандеміями на кожному етапі поширення хвороби. Упереджувальна розробка інструментів виявлення

захворювань, а також пошук підходів для прискорення їх отримання та впровадження є важливим 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. Важливим аспектом засобу для діагностики є швидкість адаптації системи до появи нових захворювань. Оскільки потоки робіт дозволяють інкапсулювати окремі етапи обробки даних та гнучко змінювати їх послідовність без втручання в код системи, їх використання значно зменшує час та складність впровадження змін. Потоки робіт є впорядкованими структурованими представленнями багатокрокових обчислювальних задач. Існуючі системи керування потоками робіт вимагають статичного визначення графу потоку робіт розробником системи, що уповільнює внесення змін. Одним зі способів вирішення даної проблеми є динамічне створення та обчислення потоків робіт виходячи з наданих даних та інструментів для їх обробки і перетворення. Метою дисертаційної роботи є зменшення часу адаптації програмного забезпечення аналізу медичних зображень для діагностики на основі алгоритмів машинного навчання. Для досягнення мети проведено аналіз засобів та методів діагностики захворювань за допомогою класифікації знімків комп'ютерної томографії. Розглянуто способи інтеграції нейронних мереж у програмне забезпечення та обґрунтовано використання потоків робіт. Проведено порівняльний аналіз сучасних систем керування потоками робіт. 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. Запропоновано метод для динамічної побудови графу потоку робіт під час його виконання, який дозволяє уникнути необхідності у його статичному визначенні вручну. Розроблено модель обрахунку часу виконання потоку робіт. Показано, що часом роботи алгоритму можна знехтувати відносно часу на корисні обчислення. Розроблено систему керування потоками робіт, що реалізує запропонований метод. 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. Виконано проєктування та реалізацію програмного забезпечення аналізу зображень КТ для діагностики захворювань. Результати, отримані у дисертаційному дослідженні, містять наукову новизну: - 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 обгрунтований вибір методів та архітектурних рішень. Розроблені в дисертації програмні засоби можуть використовуватись як окремо (СКПР, ПЗ аналізу знімків КТ для діагностики) так і в складі інших систем (наприклад, як складові систем підтримки прийняття рішень). Результати проведених досліджень було опубліковано у 9 наукових працях, з яких 4 у фахових наукових журналах категорії «Б», 1 у журналі, що індексується наукометричною базою даних Scopus, 4 у матеріалах міжнародних науково-практичних конференцій.

2. Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 121 – Software Engineering of knowledge field 12 – Information Technologies. – National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, 2025. The dissertation focuses on developing a medical image classification method aimed at avoiding changes in convolutional neural network topology when adding new classes, thus reducing the time overhead for their support, and a workflow-based computation organization method that constructs the pipeline graph during execution, thereby minimizing the time required for system modifications.The timely development and availability of infectious disease testing tools is a fundamental component of epidemic and pandemic control at every stage of

disease spread. Proactive development of disease detection tools, as well as finding approaches to accelerate their acquisition and implementation, is essential for control of future epidemics. One approach to diagnosis involves analyzing medical images using convolutional neural networks. However, such classification necessitates changes in model topology when new classes need to be added. This limitation can be overcome through the use of intermediate data – embeddings generated by the neural network – and performing classification based on them. An important aspect of diagnostic tools is the speed at which the system can adapt to emerging diseases. Since workflows allow encapsulation of individual data processing stages and flexible alteration of their execution sequence without system code intervention, their use significantly reduces the time and complexity of implementing changes. Workflows are ordered, structured representations of multi-step computational tasks. Existing workflow management systems require static workflow graph definitions by system developers. The existence of these static definitions slows down the implementation of changes. One solution to this problem is dynamic creation and computation of workflows based on provided data and tools for their processing and transformation. The aim of the thesis is to reduce the adaptation time of machine learning based software for medical image analysis for diagnostics. To achieve the aim, tools and methods for disease diagnosis through classification of computed tomography images were analyzed and existing workflow management systems were examined. Methods of integrating neural networks into software are considered and the use of workflows is justified. A comparative analysis of modern workflow management systems is conducted. A modification of an existing neural network for generating embeddings is proposed and the possibility of adding new classes without significant accuracy loss is demonstrated. A mathematical model for calculating classifier construction time is developed and conditions determining its efficiency are presented.A method for the dynamic construction of a workflow graph during its execution is proposed, which allows avoiding the need for its static manual definition. A model for calculating the execution time of the workflow is developed. Through simulation modeling, it is demonstrated that the algorithm's runtime overhead is negligible compared to useful computation time. A workflow management system that implements the proposed algorithm has been developed, and its practical applicability is proven. A mathematical model for estimating workflow construction time using the proposed method is developed, and conditions determining its effectiveness boundaries are presented. A CT image analysis software for disease diagnosis is designed and developed. The results obtained in the dissertation research contain scientific novelty: - for the first time, a method for the dynamic construction of workflows during their execution has been proposed, which is characterized by the automatic construction of the execution graph and allows to avoid the stage of manually defining a static workflow, and thus reduces the time for implementing changes in software; - an image analysis method was improved by using embeddings, which enables the addition of new classes without modifying neural network topology; - mathematical model for estimating image classification software adaptation time was improved by incorporating classifier modification and workflow graph construction time components, enabling comparison of software modification implementation speeds and facilitating informed selection of methods and architectural solutions. The results of the research conducted were published in 9 scientific papers, of which 4 were in professional scientific journals, 1 was in a journal indexed by Scopus, and 4 were in the materials of international scientific and practical conferences.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- F. Smilianets and O. Finogenov, “Multi-Class Classification of Pulmonary Diseases Using Computer Tomography Images,” Adaptive Systems of Automatic Control, vol. 2, no. 43, pp. 78–83, Dec. 2023, doi:

10.20535/1560-8956.43.2023.292255.

- F. Smilianets, “Application of Transfer Learning for enhanced pulmonary disease detection via CT image embeddings,” Adaptive Systems of Automatic Control, vol. 1, no. 44, pp. 24–29, 2024, doi: 10.20535/1560-8956.44.2024.302198.
- F. Smilianets and O. Finogenov, “Running a workflow without workflows: a basic algorithm for dynamically constructing and traversing an implied directed acyclic graph in a non-deterministic environment,” Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Środowiska, vol. 14, no. 1, pp. 115–118, Mar. 2024, doi: 10.35784/iapgos.5858
- F. Smilianets, “Application of embeddings for multi-class classification with optional extendability,” Adaptive Systems of Automatic Control, vol. 2, no. 45, pp. 186–193, Oct. 2024, doi: 10.20535/1560-8956.45.2024.313198.
- F. A. Smilianets and O. D. Finogenov, “Review of disease identification methods based on computed tomography imagery,” Ukrainian Journal of Information Technology, vol. 6, no. 1, pp. 95–100, 2024, doi: 10.23939/ujit2024.01.095.
- Смілянець Ф.А., Фіногенов О.Д. Огляд методів ідентифікації захворювань на основі знімків комп’ютерної томографії. XII Міжнародна науково-практична конференція «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем», 2022, ISBN 978-617-7932-34-4
- Смілянець, Ф. А., Фіногенов О.Д. Мультикласова класифікація легеневих захворювань за допомогою знімків комп’ютерної томографії. Інженерія програмного забезпечення і передові інформаційні технології (SoftTech-2023): матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених та студентів, присвячених 125-й річниці КПІ ім. Ігоря Сікорського (9-11 травня 2023 р., Київ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІПІ ФІОТ, 2023. с. 28-30
- Смілянець, Ф. А., Фіногенов О.Д. Методи та програмне забезпечення обробки знімків комп’ютерної томографії для автоматизації діагностики захворювань. Інженерія програмного забезпечення і передові інформаційні технології (Soft Tech-2024): матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених та студентів, 21-23 травня 2024 року – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІПІ ФІОТ, 2024. с. 124-127
- Смілянець, Ф. А., Фіногенов О.Д. Порівняння алгоритмів класифікації з використанням вкладених представлень знімків КТ. Інженерія програмного забезпечення і передові інформаційні технології (Soft Tech-2024): матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених та студентів, 20-22 листопада 2024 року – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІПІ ФІОТ, 2024. с. 96-100

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези; програмні продукти, програмно-технологічна документація

Соціально-економічна спрямованість: підвищення продуктивності праці; поліпшення якості життя та здоров'я населення, ефективності діагностики та лікування хворих

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впровадження не планується

Зв'язок з науковими темами: 0117U000924

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Фіногенов Олексій Дмитрович

2. Oleksii D. Finogenov

Кваліфікація: к. т. н., доцент, 05.13.12

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1708-5632

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шаховська Наталія Богданівна
2. Nataliia B. Shakhovska

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-6875-8534

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Волк Максим Олександрович
2. Maksym O. Volk

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4229-9904

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет радіоелектроніки

Код за ЄДРПОУ: 02071197

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 14, Харків, Харківський р-н., 61166, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кисельов Геннадій Дмитрович
2. Hennadii D. Kyselov

Кваліфікація: к. т. н., ст.н.с., доцент, 05.13.12

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-2682-3593

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Мухін Вадим Євгенійович
2. Vadym Y. Mukhin

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.13.05

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1206-9131

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 37, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради Жаріков Едуард В’ячеславович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Жаріков Едуард В’ячеславович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Смілянець Федір Андрійович
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна