Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U000382

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 15-01-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № НСВС/26/24 від 12.03.2024

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шульга Максим Володимирович
2. Maksym V. Shulha

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0003-1744-1358

Вид дисертації: доктор філософії

Шифр наукової спеціальності: 121

Назва наукової спеціальності: Інженерія програмного забезпечення

Галузь / галузі знань:

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Інженерія програмного забезпечення

Дата захисту: 23-02-2024

Спеціальність за освітою: Інженерія програмного забезпечення

Місце роботи здобувача: Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Код за ЄДРПОУ: 02070921

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

III. Відомості про дисертацію

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 26.002.112; ID 4441

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: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

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: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 28.23.37

Тема дисертації:

1. Метод та програмні засоби мультимодального аналізу медичних даних на основі глибокого навчання
2. Method and software tools of multimodal analysis of medical data based on deep learning

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена розробці методу та програмних засобів мультимодального аналізу медичних даних на основі глибокого навчання, що дозволяє підвищити точність багатокласової класифікації. Останнім часом сфера медицини активно використовує можливості штучного інтелекту. Зокрема, глибокі нейронні мережі довели свою ефективність і придатність для автоматизованого виявлення та класифікації захворювань. Інтеграція методів штучного інтелекту має потенціал для оптимізації та покращення точності програм скринінгу шляхом автоматизації аналізу медичних даних, усуваючи необхідність безпосередньої

участі медичного персоналу на етапі скринінгу. Нагальною проблемою в цьому контексті є діагностика діабетичної ретинопатії, поширеного ускладнення діабету, що призводить до погіршення зору серед дорослого населення світу. Отже, в даний час існує актуальна потреба в застосуванні підходу з використанням комп'ютерного зору та глибоких нейронних мереж для надання передових медичних послуг за допомогою штучного інтелекту, з особливим акцентом на класифікації діабетичної ретинопатії. Тема дисертаційної роботи входить в план наукової роботи затвердженому на кафедрі обчислювальної техніки КПІ ім. Ігоря Сікорського, що враховує розпорядження Кабінету Міністрів України від 2 грудня 2020 р. No 1556-р про схвалення Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні. Метою дисертаційної роботи є підвищення точності багатокласової класифікації захворювань глибокими нейронними мережами, шляхом розробки методу мультимодального аналізу медичних даних. Об'єктом дослідження є процеси аналізу вимог, розробки, впровадження і супроводження програмного забезпечення для мультимодального аналізу медичних даних на основі глибокого навчання, які сприяють підвищенню точності визначення окремих класів для завдання багатокласової класифікації медичних даних; а предметом дослідження – методи і моделі розробки і супроводу програмного забезпечення для мультимодального аналізу медичних даних на основі глибоких нейронних мереж різної архітектури і способів організації додаткових модальностей. Методичною основою дослідження є системне опрацювання та аналіз теоретичного матеріалу, присвяченого підвищенню точності вирішення завдання багатокласової класифікації, шляхом аналізу медичних даних за допомогою моделей глибоких нейронних мереж. Для досягнення поставленої мети були вирішені такі завдання: □ було досліджено сучасні методи та системи виявлення та багатокласової класифікації захворювань на прикладі діабетичної ретинопатії; □ було виявлено шляхи покращення існуючих методів та систем виявлення та багатокласової класифікації захворювань на прикладі діабетичної ретинопатії; □ було розроблено метод мультимодального аналізу медичних даних на основі доповнення метаданих; □ було розвинуто спосіб підвищення точності багатокласової класифікації завдяки використанню методу мультимодального аналізу для різних архітектур згорткової компоненти нейронної мережі; □ було розроблено метод недетермінованого штучного доповнення метаданих; □ було розвинуто спосіб підвищення точності багатокласової класифікації завдяки використанню методу недетермінованого штучного доповнення метаданих для різних стандартних і спеціалізованих медичних наборів даних; □ було розроблено математичний опис для оцінки підвищення точності багатокласової класифікації на різних стандартних і спеціалізованих медичних наборах даних. За результатами проведеного дослідження та згідно поставленого завдання було запропоновано комплексний метод мультимодального аналізу медичних даних на основі глибокого навчання, при розробці якого були проведені наступні дослідження: □ дослідження доповнення метаданих для вирішення завдання багатокласової класифікації; □ дослідження впливу складності мультимодальної моделі на вирішення завдання багатокласової класифікації; □ дослідження недетермінованого доповнення метаданих для вирішення завдання багатокласової класифікації; □ дослідження впливу мультимодального доповнення метаданих на точність багатокласової класифікації.

2. Recently, the field of medicine has been actively using the capabilities of artificial intelligence. In particular, deep neural networks have proven their effectiveness and suitability for automated disease detection and classification. The integration of artificial intelligence techniques has the potential to optimize and improve the accuracy of screening programs by automating the analysis of medical data, eliminating the need for direct involvement of medical personnel at the screening stage. An urgent problem in this context is the diagnosis of diabetic retinopathy, a common complication of diabetes that leads to visual impairment among the adult population of the world. Hence, there is currently an urgent need to apply a computer vision and deep neural network approach to provide advanced healthcare services with the help of artificial intelligence, with special emphasis on the classification of diabetic retinopathy. The topic of the dissertation is included in the plan of scientific work approved by Computer enginnering department of National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", which takes into account the order of the Cabinet of Ministers of Ukraine of December 2, 2020 # 1556-r on the approval of the Concept of the Development of Artificial Intelligence in Ukraine. The goal of the dissertation is to increase the accuracy of multiclass classification of diseases by deep neural networks, by

developing a method of multimodal analysis of medical data. The object of research is the processes of analysis of requirements, development, implementation and maintenance of software for multimodal analysis of medical data based on deep learning, which contribute to increasing the accuracy of determining individual classes for the task of multi-class classification of medical data; and the subject of research is methods and models of software development and support for multimodal analysis of medical data based on deep neural networks of various architectures and ways of organizing additional modalities. The methodological basis of the study is the systematic processing and analysis of theoretical material devoted to increasing the accuracy of solving the problem of multiclass classification by analyzing medical data using deep neural network models. To achieve the goal, the following tasks were solved: ▫ modern methods and systems of detection and multiclass classification of diseases were studied using the example of diabetic retinopathy; ▫ ways of improving the existing methods and systems of detection and multiclass classification of diseases using the example of diabetic retinopathy were identified; ▫ a method of multimodal analysis of medical data based on the metadata augmentation was developed; ▫ a method of increasing the accuracy of multiclass classification was developed due to the use of the multimodal analysis method for different architectures of the convolutional component of the neural network; ▫ a method of fuzzy metadata augmentation was developed; ▫ a method of increasing the accuracy of multiclass classification was developed through the use of the method of fuzzy metadata augmentation for various standard and specialized medical data sets; ▫ a mathematical model was developed to evaluate the accuracy improvement of multiclass classification on various standard and specialized medical datasets. According to the results of the research and according to the task, a complex method of multimodal analysis of medical data based on deep learning was proposed, during the development of which the following research were conducted: ▫ research of the metadata augmentation for the multiclass classification; ▫ research of the impact of multimodal model complexity on multiclass classification; ▫ research of fuzzy metadata augmentation for the multiclass classification; ▫ research of the effect of multimodal metadata augmentation on multiclass classification.

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:

- Shulha, M., Gordienko, Y., Stirenko, S. (2023). Deep Learning with Metadata Augmentation for Classification of Diabetic Retinopathy Level. In: Shakya, S., Balas, V.E., Haoxiang, W. (eds) Lecture Notes in Networks and Systems, vol 587 (pp. 613-630). Springer, Singapore. ISSN 2367-3389. DOI 10.1007/978-981-19-7874-6_46.
- Shulha, M., Gordienko, Y., Stirenko, S. (2023). Impact of Multimodal Model Complexity on Classification of Diabetic Retinopathy Level. In: García Márquez, F.P., Jamil, A., Eken, S., Hameed, A.A. (eds) Lecture Notes in Networks and Systems, vol 643 (pp. 168-180). Springer, Cham. ISSN 2367-3389. DOI 10.1007/978-3-031-27099-4_13.
- Gordienko, Y., Shulha, M., Kochura, Y., Rokovyi, O., Alienin, O., Stirenko, S. (2023). Fuzzy Metadata Augmentation for Multimodal Data Classification. In: Shakya, S., Papakostas, G., Kamel, K.A. (eds) Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 166 (pp. 157-172). Springer, Singapore. ISSN 2367-4520. DOI 10.1007/978-981-99-0835-6_11.
- Gordienko, Y., Shulha, M., Kochura, Y., Rokovyi, O., Alienin, O., Taran, V., Stirenko, S. (2023). Ensemble Knowledge Distillation for Edge Intelligence in Medical Applications. In: Pedrycz, W., Chen, SM. (eds) Studies in Computational Intelligence, vol 1100 (pp. 135-168). Springer, Cham. ISSN 1860-9503. DOI 10.1007/978-3-031-32095-8_5.

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

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

Охоронні документи на ОПІВ:

Комп'ютерні програми

Програмні засоби мультимодального аналізу

Виконання

Метод мультимодального аналізу

Впровадження результатів дисертації: Планується до впровадження

Зв'язок з науковими темами: 0123U102847

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гордієнко Юрій Григорович

2. Yurii H. Hordiienko

Кваліфікація: д. ф.-м. н., старший науковий співробітник, 01.04.07

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0003-2682-4668

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: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Терещенко Василь Миколайович

2. Tereshchenko Vasyl M.

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, 01.05.01

Ідентифікатор ORCHID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Код за ЄДРПОУ: 02070944

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 60, Київ, 01033, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Тульчинський Вадим Григорович
2. Vadym H. Tulchynskyi

Кваліфікація: д. ф.-м. н., старший науковий співробітник, 01.05.03

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-0280-223X

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417176

Місцезнаходження: проспект Академіка Глушкова, буд. 40, Київ, 03187, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Академічний

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Стеценко Інна Вячеславівна
2. Inna V. Stetsenko

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

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-4601-0058

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: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Новотарський Михайло Анатолійович
2. Mykhailo A. Novotarskyi

Кваліфікація: д. т. н., старший науковий співробітник, 01.05.02

Ідентифікатор ORCHID ID: 0000-0002-5653-8518

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: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Сектор науки: Університетський

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Чертов Олег Романович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Чертов Олег Романович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Шульга Максим Володимирович
Реєстратор	УкрІНТЕІ

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності

Юрченко Тетяна Анатоліївна