

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U000593

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 22-01-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № НСВС/35/24 від 08.04.2024.



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сюй Цзяшу --

2. Jiashu Xu

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

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: 20-03-2024

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): ДФ 26.002.115; ID 4852

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:

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:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Англійська

Коди тематичних рубрик: 20.54.06, 20.54.07, 20.54.08

Тема дисертації:

1. Дослідження та розробка самонавчання візуальним особливостям на основі нейронних мереж
2. Research and Development of Self-Supervised Visual Feature Learning Based on Neural Networks

Реферат:

1. Ця дисертація присвячена поглибленому дослідженню розробки та впровадження алгоритмів самонавчання, що являються частиною технік неконтрольованого навчання, які функціонують без потреби в маркованих даних. Ці алгоритми особливо вправні у попередньому навчанні моделей неконтрольованим способом, а отримані моделі показують результативність, порівнянну з їх контрольованими аналогами у широкому спектрі застосувань. Цей метод особливо корисний, оскільки він має на меті зменшити залежність від обширного маркування даних, характерного для парадигм глибокого навчання, тим самим підвищуючи ефективність і практичне застосування в різних сценаріях реального світу. Важливість алгоритмів самонавчання особливо підкреслена в області аналізу медичних зображень. У цій спеціалізованій області вимоги до анотування даних є не лише трудомісткими, але й потребують високої точності через критичну

природу використовуваних даних. Складність отримання точних анотацій посилюється через дефіцит спеціалістів, здатних їх забезпечити, що в свою чергу підкреслює трансформуючий потенціал підходів самонавчання в цій сфері. У цій дисертації представлено новітню методологію самонавчання, що використовує Mixup Feature як мету реконструкції у межах pretext task. Це pretext task засноване на укладенні візуальних представлень через прогнозування Mixup Feature із маскованого зображення, використовуючи ці карти особливостей для вилучення високорівневої семантичної інформації. Дисертація детально розглядає роль Mixup Feature як прогностичної цілі у структурах самонавчання. Це дослідження включало детальну калібровку гіперпараметра ρ , що є важливою для функціонування Mixup Feature. Ці налаштування дозволили створити комбіновані карти особливостей, що охоплюють карти детекції країв Sobel, гістограми орієнтованих градієнтів (HOG) та карти локальних бінарних шаблонів (LBP), забезпечуючи багатогранне представлення візуальних даних. Розроблено модель denoising self-distillation Masked Autoencoder для самонавчання. Ця модель поєднує елементи з мереж Siamese Networks та Masked Autoencoders, втілюючи трьохчастинну архітектуру, що включає student network у формі маскованого автокодера, проміжний regressor та teacher network. Основним проксі-завданням цієї моделі є відновлення вхідних зображень, які були штучно спотворені випадковими плямами гауссівського шуму. Для забезпечення всебічного навчання модель застосовує механізм подвійної функції втрати. Одна функція налаштована на зміцнення глобального контекстуального розуміння зображення, що дозволяє моделі досягнути загальну структуру та конфігурацію сцени. Одночасно друга функція націлена на удосконалення сприйняття складних локальних деталей, гарантуючи, що тонкі візуальні нюанси не втрачаються під час дешумізації та реконструкції. Завдяки цьому інноваційний підхід, модель прагне досягнути делікатного балансу між макроскопічним сприйняттям візуальних сцен та детальною реконструкцією локалізованих деталей, балансу, який відіграє вирішальну роль для складних завдань аналізу зображень в рамках систем самонавчання. У цьому дослідженні було проведено детальний аналіз двох інноваційних алгоритмів самонавчання на таких референсних наборах даних, як Cifar-10, Cifar-100 і STL-10, з порівнянням їх з передовими методами моделювання маскованих зображень. Змішані карти характеристик HOG-Sobel, застосовані в Mixup, перевершили інші найсучасніші методи на Cifar-10 та STL-10, демонструючи середнє зростання ефективності на 0.4% після full fine-tuning. Додатково, глибокий маскований автоенкодер (DMAE) виявився ефективнішим на 0.1% від стандартного маскованого автоенкодера (MAE) на STL-10, акцентуючи на потенціалі DMAE у покращенні точності моделі. Дослідження також виявило, що метод Mixup Feature був ефективнішим, ніж традиційні стратегії на основі контрастного навчання, забезпечуючи коротші часи навчання і відмову від потреби у стандартному збільшенні даних, тим самим спрощуючи процес навчання. Ці висновки підкреслюють потенціал цих алгоритмів самонавчання для ширших застосувань у складних наборах даних. Застосування цих алгоритмів самонавчання було розширене за допомогою попереднього навчання на спеціально підготовлених наборах медичних зображень, що призвело до їх ефективного використання у наступних задачах. Це дослідження демонструє, що самонавчання перевищує безпосередні методи навчання, показуючи понад 5% зростання точності після повного детального налаштування на двох наборах даних. Крім того, воно розглядає проблему незбалансованості даних у медичному зображенні, досліджуючи стійкість самонавчених моделей до незбалансованих наборів даних, підкреслюючи їх значення як у навчанні моделей, так і в екстракції ознак.

2. This Dissertation focuses on in-depth exploration into the design and development of self-supervised learning algorithms, which are a subset of unsupervised learning techniques that operate without the need for labeled datasets. These algorithms are particularly adept at pre-training models in an unsupervised manner, with the resultant models demonstrating performance on par with their supervised counterparts across a range of downstream applications. This method is particularly advantageous as it aims to mitigate the over-dependence on extensive data labeling that is typical within deep learning paradigms, thereby enhancing efficiency and practical utility in diverse real-world scenarios. The pertinence of self-supervised learning algorithms is especially highlighted within the realm of medical image analysis. In this specialized field, the requisites for data annotation are not only laborious but also require a high degree of precision due to the critical nature of the data involved.

The difficulty of obtaining accurate annotations is compounded by the scarcity of specialists capable of providing them, which in turn underscores the transformative potential of self-supervised learning approaches within this domain. In this dissertation, a cutting-edge self-supervised learning methodology is delineated, which employs the Mixup Feature as the reconstruction target within the pretext task. This pretext task is fundamentally designed to encapsulate visual representations by the prediction of Mixup features from masked image, utilizing these feature maps to extracting high-level semantic information. The dissertation delves into the validation of the Mixup Feature's role as a predictive target in self-supervised learning frameworks. This investigation involved the meticulous calibration of the hyperparameter α , integral to the Mixup Feature operation. Such adjustments allowed for the generation of amalgamated feature maps that encompass Sobel edge detection maps, Histogram of Oriented Gradients (HOG) maps, and Local Binary Pattern (LBP) maps, providing a rich, multifaceted representation of visual data. A denoising self-distillation Masked Autoencoder model for self-supervised learning was developed. This model synthesizes elements from Siamese Networks and Masked Autoencoders, incorporating a tripartite architecture that includes a student network in the form of a masked autoencoder, an intermediary regressor, and a teacher network. The underlying proxy task for this model is the restoration of input images that have been artificially corrupted with random Gaussian noise patches. To ensure comprehensive learning, the model harnesses a dual loss function mechanism. One function is calibrated to reinforce the global contextual understanding of the image, thereby enabling the model to grasp the overall structure and scene configuration. Concurrently, the second function is tailored to refine the perception of intricate local details, ensuring that fine visual nuances are not lost in the process of denoising and reconstruction. Through this innovative approach, the model aspires to achieve a delicate balance between the macroscopic comprehension of visual scenes and the meticulous reconstruction of localized details, a balance that is pivotal for sophisticated image analysis tasks in self-supervised learning frameworks. This study conducted a comprehensive analysis of two novel self-supervised learning algorithms on benchmark datasets Cifar-10, Cifar-100, and STL-10, benchmarking them against advanced techniques in Masked Image Modeling. The mixed HOG-Sobel feature maps, utilized in Mixup, outperformed other state-of-the-art methods on Cifar-10 and STL-10 with a 0.4% average improvement after full fine-tuning. Additionally, the Deep Masked Autoencoder (DMAE) surpassed the conventional Masked Autoencoder (MAE) by 0.1% on STL-10, highlighting DMAE's potential in enhancing model accuracy. The study also found that the Mixup Feature method was more efficient than traditional contrastive learning-based strategies, offering shorter training times and eliminating the need for standard data augmentation, thus simplifying the learning process. These findings underscore the potential of these self-supervised learning algorithms for broader applications in complex datasets. The application of these self-supervised learning algorithms has been extended through pre-training on specially curated medical image datasets, leading to their effective use in downstream tasks. This study demonstrates that self-supervised pre-training outperforms direct training methods, showing over 5% increase in accuracy upon full fine-tuning on two datasets. Additionally, it addresses the challenge of data imbalance in medical imaging by investigating the robustness of self-supervised pre-trained models against imbalanced datasets, highlighting their significance in both model training and feature extraction.

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:

- J. Xu and S. Stirenko, "Mixup Feature: A Pretext Task Self-Supervised Learning Method for Enhanced Visual Feature Learning," in IEEE Access, vol. 11, pp. 82400-82409, 2023

- Jiashu Xu, " A Review of Self-supervised Learning Methods in the Field of Medical Image Analysis", International Journal of Image, Graphics and Signal Processing(IJIGSP), Vol.13, No.4, pp. 33-46, 2021.
- Jiashu Xu, Sergii Stirenko, " Self-Supervised Model Based on Masked Autoencoders Advance CT Scans Classification", International Journal of Image, Graphics and Signal Processing(IJIGSP), Vol.14, No.5, pp. 1-9, 2022.
- Jiashu Xu, Sergii Stirenko, "Denoising Self-Distillation Masked Autoencoder for Self-Supervised Learning", International Journal of Image, Graphics and Signal Processing(IJIGSP), Vol.15, No.5, pp. 29-38, 2023.
- Yang, YH., Xu, JS., Gordienko, Y., Stirenko, S. (2021). Abnormal Interference Recognition Based on Rolling Prediction Average Algorithm. In: Hu, Z., Petoukhov, S., Dychka, I., He, M. (eds) Advances in Computer Science for Engineering and Education III. ICCSEEA 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1247. Springer, Cham.
- Xu, Jiashu, and Sergii Stirenko. "FACIAL EXPRESSION RECOGNITION SYSTEM BASED ON GAN NETWORK DATA AUGMENTATION." The International Conference on Security, Fault Tolerance, Intelligence. 2020.

Наукова (науково-технічна) продукція: програмні продукти, програмно-технологічна документація

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

Охоронні документи на ОПІВ:

Комп'ютерні програми

Mixup Feature self-supervised learning algorithm code implementation

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. Стіренко Сергій Григорович

2. Sergii G. Stirenko

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5478-0450

Додаткова інформація: Scopus ID: 54421204800

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:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Любченко Віра Вікторівна
2. Vira V. Liubchenko

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4611-7832

Додаткова інформація:

;https://scholar.google.com/citations?user=igCycUUAAAAAJ;https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56667638800;https://orcid.org/0000-0002-4611-7832

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Одеська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 43861328

Місцезнаходження: пр. Шевченка, буд. 1, Одеса, 65044, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Марченко Олександр Олександрович
2. Oleksandr O. Marchenko

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5408-5279

Додаткова інформація: Scopus ID: 44661392700

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:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Стеценко Інна Вячеславівна
2. Inna V. Stetsenko

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4601-0058

Додаткова інформація: Scopus ID: 55368781500

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:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Сулема Євгенія Станіславівна

2. Yevheniia S. Sulema

Кваліфікація: д. т. н., доц., 01.05.03

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-7871-9806

Додаткова інформація: Scopus ID: 36601536300

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:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Новотарський Михайло Анатолійович

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Новотарський Михайло Анатолійович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Сюй Цзяшу

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна