Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U004516

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 11-08-2026

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № НСВС/64/26 від 14.09.2026

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Гірянський Богдан Петрович
2. Bohdan Hirianskyi

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 122

Назва наукової спеціальності: Комп'ютерні науки

Галузь / галузі знань: інформаційні технології

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Комп'ютерні науки

Дата захисту: 28-08-2026

Спеціальність за освітою: Комп'ютерні науки

Місце роботи здобувача: Товариство з обмеженою фідповідальністю «КІЛОБАЙТ1024»

Код за ЄДРПОУ: 44733284

Місцезнаходження: площа Спортивна, будинок 1а, Київ, 01001, Україна

Форма власності: Приватна/недержавна

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 16393

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, 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, 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: 28.23.37, 27.47.23, 28.23.19

Тема дисертації:

1. Оптимізація параметрів та структури нейронних мереж із застосуванням еволюційних алгоритмів

2. Optimization of Parameters and Structure of Neural Networks Using Evolutionary Algorithms.

Реферат/анотація:

1. 187 с., 4 розд., 19 рис., 36 табл., 2 дод., 124 джерела. АПАРАТНІ ОБМЕЖЕННЯ, БАГАТОШАРОВИЙ ПЕРЦЕПТРОН (MLP), ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ, ГЛИБОКЕ НАВЧАННЯ, ЗГОРТКОВІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ (CNN), ЗЛИТТЯ МОДЕЛЕЙ, МАШИННЕ НАВЧАННЯ, НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ, ОПТИМІЗАЦІЯ ГІПЕРПАРАМЕТРІВ, ПРОРІДЖУВАННЯ, СТИСНЕННЯ МОДЕЛЕЙ, СУРОГАТНА МОДЕЛЬ, CMA-ES, NUMPY, PYTHON. Об'єкт дослідження – процеси оптимізації параметрів та структури нейронних мереж. Предмет дослідження – методи та алгоритми застосування еволюційних обчислень для структурної оптимізації, пошуку гіперпараметрів і злиття нейронних мереж. Мета дослідження – підвищення ефективності процесів оптимізації параметрів та структури нейронних мереж шляхом розробки та дослідження еволюційних методів стиснення, оптимізації гіперпараметрів та злиття моделей. Методи дослідження. Методи системного аналізу застосовано для класифікації підходів та формулювання задач. Еволюційні алгоритми

безперервної оптимізації (CMA-ES, диференціальна еволюція, генетичний алгоритм) – для пошарового розподілу розрідженості, оптимізації гіперпараметрів та злиття моделей. Методи теорії матриць (апроксимація сліду матриці Гессе, двонаправлена метрика спорідненості нейронів) – для оцінки важливості ваг та нейронів. Сурогатне моделювання (Random Forest) – для оптимізації гіперпараметрів. Багаторукий □-жадібний бандит – для контролю достовірності сурогату. Непараметрична статистика (критерії Фрідмана, Немені, Вілкоксона, бутстрап-довірчі інтервали) – для оцінювання ефективності методів. Глибоке навчання та об'єктно-орієнтоване програмування – для реалізації прототипів. Апаратура та програмне забезпечення. Обчислення виконано на Apple MacBook Air (M2, 16 ГБ), переважно на центральному процесорі в однопотоковому режимі. Використано Python 3.11, PyTorch 2.1 з бекендом MPS, NumPy, SciPy, scikit-learn, pycma, DEAP та matplotlib. Результати. Розроблено апаратно-незалежну метрику обчислювальної вартості RCU, максимальний зсув якої за стресових умов становить 14,1 % порівняно з 868–959 % для реального та процесорного часу. Вперше запропоновано три методи. Метод TESA-26 виконує проріджування нейронної мережі без зміни її структури. Частка збережених вагових коефіцієнтів у кожному шарі визначається еволюційним пошуком, після проміжного проріджування значущість коефіцієнтів обчислюється повторно, а також враховується штраф за повністю деактивовані нейрони. Метод показав найкращий середній ранг Фрідмана 2,04 порівняно з Magnitude, WANDA, SparseGPT і RIA на 6 наборах даних, 12 рівнях проріджування та 1080 записах. Метод GFCS виконує ущільнення розрідженої нейронної мережі. Його ядро працює виключно з ваговими коефіцієнтами моделі й не потребує ані повного перенавчання, ані доступу до навчальної вибірки. Метод еволюційно визначає кількість нейронів, які доцільно зберегти в кожному шарі, та об'єднує надлишкові нейрони за спорідненістю їхніх вхідних і вихідних зв'язків. Це забезпечило стиснення у 7,6 раза та середнє прискорення у 1,42 раза, а після короткого доналаштування якість збережено на всіх 8 наборах даних. У методі пошуку гіперпараметрів нейронних мереж еволюційний алгоритм формує та відбирає можливі значення гіперпараметрів без повного навчання мережі для кожного варіанта. Допоміжна модель визначає очікуване значення цільової функції для сформованих варіантів, після чого на реальне навчання передається лише один із них. Метод реалізовано у двох варіаціях, SACMA-DAC і SACMA-MAB, які посіли 1–2 місця серед 9 підходів на 43 задачах за середніми рангами 2,47 і 2,95 та AUCC 0,9257 і 0,9210. Удосконалено метод злиття нейронних мереж для випадку, коли вихідні моделі навчені на різних підмножинах класів або даних. Запропонований метод ENT не усереднює ваги моделей, а формує об'єднану мережу з частини нейронів першої та другої моделей, склад якої та внесок кожної моделі для різних класів визначає генетичний алгоритм. Цільова функція враховує частку правильно розпізнаних прикладів у всій валідаційній вибірці та окремо точність для найгірше розпізнаваного класу. Розпізнано 10 з 10 класів із точністю 0,749 і балансом 0,981, а після калібрації ENT-FT точність зросла до 0,917, мінімальна класова точність – до 0,840 за балансу 0,957. Ефективність упровадження. Результати впроваджено у виробничу діяльність ТОВ «СД Профзв'язок» (ЄДРПОУ 38061866), що підтверджено актом. Методи TESA-26 і GFCS у складі програмного модуля стиснення нейромережевих моделей забезпечили стиснення вдвічі та пришвидшення обробки даних понад 40 % в інструментах опрацювання польових вимірювань для діагностики стану об'єктів зв'язку на мобільних пристроях. Методи SACMA-DAC і SACMA-MAB упроваджено у складі модуля автоматизованого підбору гіперпараметрів, інтегрованого у процес тренування моделей компанії. Галузь використання – системи машинного навчання: стиснення нейромережевих моделей для пристроїв з обмеженими обчислювальними ресурсами, автоматизований добір гіперпараметрів (AutoML), повторне використання й об'єднання попередньо навчених моделей.

2. 187 p., 4 chapters, 19 fig., 36 tab., 2 app., 124 references. CMA-ES, CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS (CNN), DEEP LEARNING, GENETIC ALGORITHM, HARDWARE CONSTRAINTS, HYPERPARAMETER OPTIMIZATION, MACHINE LEARNING, MODEL COMPRESSION, MODEL MERGING, MULTILAYER PERCEPTRON (MLP), NEURAL NETWORKS, NUMPY, PRUNING, PYTHON, SURROGATE MODEL. The object of research is the processes of optimizing the parameters and structure of neural networks. The subject of research is methods and algorithms for applying evolutionary computation to structural optimization, hyperparameter search, and neural network merging. The research objective is to improve the efficiency of parameter and structure optimization processes for

neural networks through the development and investigation of evolutionary methods for model compression, hyperparameter optimization, and merging. Research methods. System analysis was applied to classify approaches and define research problems. Evolutionary algorithms for continuous optimization (CMA-ES, differential evolution, genetic algorithm) – for layerwise sparsity allocation, hyperparameter optimization, and model merging. Matrix theory methods (Hessian trace approximation, bidirectional neuron affinity metric) – for evaluating weight and neuron importance. Surrogate modeling (Random Forest) – for hyperparameter optimization. An □-greedy multi-armed bandit – for surrogate reliability control. Nonparametric statistics (Friedman, Nemenyi, Wilcoxon tests, bootstrap confidence intervals) – for evaluating method effectiveness. Deep learning and object-oriented programming – for implementing software prototypes. Equipment and software. Computations were run on an Apple MacBook Air (M2, 16 GB), mainly on the CPU in single-threaded mode, using Python 3.11, PyTorch 2.1 with the MPS backend, NumPy, SciPy, scikit-learn, pycma, DEAP, and matplotlib. Results. A hardware-independent computational cost metric RCU was developed, whose maximum shift under stress is 14.1 % versus 868–959 % for wall-clock and CPU time. Three methods are proposed for the first time. The TESA-26 method performs pruning without changing the network structure. The fraction of retained weights in each layer is determined by evolutionary search, weight saliency is recomputed after intermediate pruning, and a penalty for fully deactivated neurons is applied. The method achieved the best mean Friedman rank of 2.04 compared to Magnitude, WANDA, SparseGPT, and RIA on 6 datasets, 12 pruning levels, and 1,080 records. The GFCS method densifies a sparse neural network. Its core operates solely on the model's weight coefficients and requires neither full retraining nor access to the training set. The method evolutionarily determines the number of neurons to retain in each layer and merges redundant neurons by the similarity of their incoming and outgoing connections. This yielded 7.6× compression and a 1.42× average speedup, and after brief fine-tuning quality was preserved on all 8 datasets. In the hyperparameter search method, an evolutionary algorithm forms and selects possible hyperparameter values without fully training the network for each variant. An auxiliary model estimates the objective function value for generated variants, after which only one is sent for real training. The method is implemented in two variations, SACMA-DAC and SACMA-MAB, which ranked 1st and 2nd among 9 approaches on 43 tasks with mean ranks of 2.47 and 2.95 and AUCC of 0.9257 and 0.9210. The method for merging neural networks was improved for cases when source models are trained on different subsets of classes or data. The proposed ENT method does not average model weights but forms a merged network from part of the neurons of the first and second models, whose composition and each model's contribution for different classes are determined by a genetic algorithm. The objective function accounts for the fraction of correctly recognized examples in the entire validation set and separately for the accuracy of the worst-recognized class. The method recognized 10 out of 10 classes with accuracy 0.749 and balance 0.981. After ENT-FT calibration, the accuracy increased to 0.917 and the minimum class accuracy to 0.840, with balance 0.957. Implementation effectiveness. The results were introduced into the operations of LLC "SD Profzviazok" (USREOU 38061866), per an implementation certificate. TESA-26 and GFCS, as part of a neural network model compression module, provided twofold compression and over 40 % faster data processing in tools processing field measurements for diagnosing communication facilities on mobile devices. SACMA-DAC and SACMA-MAB were deployed in an automated hyperparameter selection module integrated into the company's model training process. Field of application – machine learning systems: compression of neural network models for resource-constrained devices, automated hyperparameter selection (AutoML), and the reuse and merging of pre-trained models.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0123U101333

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:

- Hirianskyi B., Bulakh B. Effectiveness of evolutionary algorithms in neural network optimization tasks: Unconditional minimization, pruning, and hyperparameter optimization. Control, Navigation and Communication Systems, № 1, 2026, p. 45–50. DOI: 10.26906/sunz.2026.1.045.
- Гірянський Б.П., Булах Б.В. Створення нейронних мереж шляхом нейроеволюції та автоматизованого навчання з використанням еволюційних алгоритмів. Наука та техніка сьогодні, № 8(49), 2025, с. 1214–1227. DOI: 10.52058/2786-6025-2025-8(49)-1214-1227.
- Hirianskyi B.P., Bulakh B.V. Using evolutionary algorithms for training and optimizing neural networks. Наука та техніка сьогодні, № 8(36), 2024, с. 808–823. DOI: 10.52058/2786-6025-2024-8(36)-808-823.
- Hirianskyi B., Bulakh B. A review of practice of using evolutionary algorithms for neural network synthesis and training. Technology Audit and Production Reserves, № 4(2(72)), 2023, p. 22–26. DOI: 10.15587/2706-5448.2023.286278.
- Гірянський Б.П. Використання еволюційних алгоритмів для синтезу та навчання нейронних мереж: огляд сучасного стану та перспективи розвитку. Science and Information Technologies in the Modern World: збірка наукових праць з матеріалів 4-ї Міжнародної науково-практичної конференції, 2025, с. 165–168. DOI: 10.70286/isu-24.12.2025.006.

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

Соціально-економічна спрямованість: підвищення продуктивності праці; підвищення автоматизації виробничих процесів

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0123U101333

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Булах Богдан Вікторович

2. Bohdan V. Bulakh

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-5880-6101

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, 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. Снитюк Віталій Євгенович

2. Vitaliy Y. Snytyuk

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

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9954-8767

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Код за ЄДРПОУ: 02070944

Місцезнаходження: вул. Володимирська, Київ, 01033, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Хавалко Віктор Михайлович

2. Viktor M. Khavalko

Кваліфікація: к. т. н., доц., 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-9585-3078

Додаткова інформація: Web of Science Researcher ID: NRX-8929-2025; Scopus Author ID: 57189326140; https://scholar.google.com.ua/citations?user=VJjaRusAAAAJ

Повне найменування юридичної особи: Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Шаповалова Світлана Ігорівна

2. Svitlana Shapovalova

Кваліфікація: к.т.н., доц., 05.13.12

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-3431-5639

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, Київ, 03056, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Харченко Костянтин Васильович
2. Kostiantyn V. Kharchenko

Кваліфікація: к. т. н., 05.13.12

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7334-8038

Додаткова інформація:

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

Код за ЄДРПОУ: 02070921

Місцезнаходження: проспект Берестейський, 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	Чумаченко Олена Іллівна
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Ільченко Михайло Юхимович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Гірянський Богдан Петрович
Реєстратор	Юрченко Тетяна Анатоліївна

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності



Юрченко Тетяна Анатоліївна