

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U001409

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 02-04-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: № 20-асп



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Літвінчук Юлія Анатоліївна

2. Yuliia Litvinchuk

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5277-0109

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 113

Назва наукової спеціальності: Прикладна математика

Галузь / галузі знань: математика та статистика

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Прикладна математика

Дата захисту: 12-04-2024

Спеціальність за освітою: Статистика

Місце роботи здобувача: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, буд. 2, Чернівці, 58012, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ДФ 76.051.045 (ID 4953)

Повне найменування юридичної особи: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, буд. 2, Чернівці, 58012, 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: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, буд. 2, Чернівці, 58012, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 28.23.37, 20.54, 20.54.06, 27.43.15

Тема дисертації:

1. Побудова самоадаптивних алгоритмів на основі нейронних мереж
2. Construction of self-adaptive algorithms based on neural networks

Реферат:

1. Дисертаційна робота присвячена побудові самоадаптивних алгоритмів за допомогою сумішей розподілів на основі розширеного алгоритму еволюційної стратегії з адаптацією коваріаційної матриці (СМА-ES) для оцінки параметрів складних систем. Результати дисертаційної роботи є підґрунтям для подальших теоретичних і практичних наукових розробок у дослідженні теорії еволюційних алгоритмів та розв'язанні оптимізаційних задач. Дисертація складається із вступу, трьох розділів, висновків, переліку використаних джерел та додатку. У вступі обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету, завдання, предмет, об'єкт та методи дослідження, вказано наукову новизну, теоретичне та практичне значення отриманих результатів, проаналізовано зв'язок роботи з науковими дослідженнями та особистий внесок здобувача, а також наведено відомості про апробацію та публікації основних результатів дисертації. Описано

структуру та обсяг дисертаційної роботи. У першому розділі здійснено огляд наукової літератури, присвяченої основним напрямкам досліджень еволюційних алгоритмів, розглянуто ключові відомості з теорії складних мереж, наведено опис основних напрямів досліджень та визначено завдання, якими займається теорія еволюційних алгоритмів. Проведено детальний огляд основних генетичних алгоритмів та еволюційної стратегії, зокрема, а також їх сфери застосування. Детально проаналізовано хронологію розвитку метаевристичних алгоритмів для оптимізації складних систем. У першому пункті розділу 1 розглянуто існуючі методи оптимізації параметрів нейронних мереж на базі генетичних алгоритмів, етапи роботи та математична модель генетичного алгоритму. У другому пункті зроблено огляд еволюційної стратегії з адаптацією коваріаційної матриці, як одного з потужних алгоритмів оптимізації, що використовується для розв'язування задач складних систем. Пункт три відображає огляд інших еволюційних алгоритмів оптимізації, їх математичні моделі та сфери застосування. У другому розділі запропоновано розширений самоадаптивний алгоритм CMA-ES для оптимізації на областях з обмеженнями. Алгоритм враховує обмеження та використовує лише однопикові розподіли та цільові функції. Він ефективний для багатьох задач, але може бути неефективним для функцій з великою кількістю екстремумів. Загалом, модифікований алгоритм є перспективним для задач оптимізації зі складними обмеженнями на поведінку цільової функції. Також у другому розділі розроблено покращений самоадаптивний алгоритм CMA-ES для оптимізації параметрів складних систем, зокрема нейронних мереж. Алгоритм відрізняється від класичних тим, що динамічно підлаштовує кількість піків у суміші розподілів під час виконання, уникаючи зайвих обчислень. Основні характеристики та переваги алгоритму: - самоадаптивність: алгоритм підлаштовується під конкретну задачу, змінюючи розмірність суміші розподілів. - універсальність: може використовуватись із різними типами розподілів та застосовуватись до інших еволюційних алгоритмів. При цьому від базового розподілу вимагається лише однопиковість. - ефективність: дозволяє уникнути зайвих обчислень цільової функції. - обґрунтованість: адаптивність базується на методах визначення оптимальної кількості кластерів в кластерному аналізі. Розглянуто модифікацію алгоритму для задач з обмеженнями на область пошуку. Вона враховує обмеження та використовує лише однопикові розподіли. Ця модифікація ефективна для багатьох задач, але може бути неефективною для функцій з великою кількістю екстремумів. Загалом, запропонований самоадаптивний алгоритм CMA-ES є перспективним інструментом для ефективно оптимізації складних систем, як зі стандартними, так і з обмеженими областями пошуку. В загальному розширений CMA-ES алгоритм є ефективним інструментом для оптимізації складних нелінійних та неопуклих задач. Він має ряд переваг перед класичним CMA-ES, таких як: - здатність враховувати мультимодальні цільові функції; - збільшення шансів на знаходження глобального оптимуму в порівнянні із класичними евристичними алгоритмами; - більш ефективний пошук гіперпараметрів складних систем. Однак розширений CMA-ES алгоритм має один істотний недолік – необхідність задавати розмірність суміші. Даний параметр може впливати на ефективність алгоритму, оскільки занадто мала розмірність може призвести до того, що алгоритм не зможе врахувати всі екстремуми цільової функції, а отже призводить до повільної збіжності. З іншого ж боку, занадто велика розмірність може збільшити час роботи алгоритму. У цілому, розширений CMA-ES алгоритм є потужним інструментом для оптимізації, який може бути корисним для вирішення задач з мультимодальними цільовими функціями. У третьому розділі розглянуто задачу пошуку оптимального керування для динамічних систем, що описуються стохастичними диференціальними рівнянням Іто із пуассонівськими збуреннями та марковськими перемиканнями.

2. The dissertation is devoted to the construction of self-adaptive algorithms using mixtures of distributions based on the extended algorithm of the evolutionary adaptation strategy based on the covariance matrix (CMA-ES) for estimating the parameters of complex systems. The results of the dissertation work are the basis for further theoretical and practical scientific developments in achieving the theory of evolutionary algorithms and solving optimization problems. The dissertation consists of an introduction, three chapters, conclusions, a list of used sources and appendix. The introduction substantiates the relevance of the research topic, formulates the goal, task, subject, object and research methods, indicates the scientific novelty, theoretical and practical significance of the obtained results, analyzes the connection of the work with scientific research and the personal contribution of

the recipient, and also provides information about the approval and publication of the main results of the dissertation. The structure and scope of the dissertation work are described. In the first chapter, a review of the scientific literature devoted to the main areas of evolutionary algorithm research is carried out, key information from the theory of complex networks is considered, a description of the main areas of research is given, and the tasks that the theory of evolutionary algorithms deals with are defined. A detailed review of the main genetic algorithms and evolutionary strategy, in particular, as well as their scope of application, is carried out. The chronology of the development of metaheuristic algorithms for the optimization of complex systems is analyzed in detail. In the first point of section I, the existing methods of optimization of parameters of neural networks based on genetic algorithms, the stages of work and the mathematical model of the genetic algorithm are considered. In the second point, an overview of the evolutionary strategy with the adaptation of the covariance matrix is made, as one of the powerful optimization algorithms used to solve the problems of complex systems. Point three reflects an overview of other evolutionary optimization algorithms, their mathematical models and areas of application. In the second chapter, an extended self-adaptive CMA-ES algorithm for optimization on constrained domains is proposed. The algorithm takes into account the constraints and uses only single-peak distributions and objective functions. It is efficient for many problems, but may be inefficient for functions with a large number of extrema. In general, the modified algorithm is promising for optimization problems with complex constraints on the behavior of the objective function. Also, in the second chapter, an improved self-adaptive CMA-ES algorithm is developed for optimizing the parameters of complex systems, in particular neural networks. The algorithm differs from classical ones in that it dynamically adjusts the number of peaks in the mixture of distributions during execution, avoiding unnecessary calculations. The main characteristics and advantages of the algorithm: - self-adaptability: the algorithm adapts to a specific task by changing the dimension of the mixture of distributions. - versatility: can be used with different types of distributions and applied to other evolutionary algorithms. At the same time, only single-peakedness is required from the basic distribution. - efficiency: avoids unnecessary calculations of the objective function. - reasonableness: adaptability is based on methods of determining the optimal number of clusters in cluster analysis. The modification of the algorithm for problems with restrictions on the search area is considered. It takes into account the constraints and uses only single-peak distributions. This modification is effective for many problems, but may be inefficient for functions with a large number of extrema. In general, the proposed self-adaptive CMA-ES algorithm is a promising tool for efficient optimization of complex systems with both standard and restricted search domains. In general, the extended CMA-ES algorithm is an effective tool for the optimization of complex nonlinear and non-convex problems. It has a number of advantages over the classic CMA-ES, such as: - the ability to take into account multimodal objective functions; - increasing the chances of finding the global optimum in comparison with classical heuristic algorithms; - more effective search for hyperparameters of complex systems. However, the extended CMA-ES algorithm has one significant drawback – the need to specify the dimension of the mixture. This parameter can affect the efficiency of the algorithm, because too small a dimension can lead to the fact that the algorithm will not be able to take into account all extrema of the objective function, and therefore leads to slow convergence.

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: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- Літвінчук Ю.А., Малик І.В. Розширений алгоритм стратегії еволюції адаптації коваріаційної матриці. Буковинський математичний журнал. 2022. 10 (2). С. 137–143. URL: <https://doi.org/10.31861/bmj2022.02.09>

- Літвінчук Ю. А. Про одне узагальнення еволюційних алгоритмів. International Scientific Technical Journal "Problems of Control and Informatics". 2023. 68(6), с. 64–75. URL: DOI: <https://doi.org/10.34229/1028-0979-2023-6-4>
- Малик І.В., Літвінчук Ю.А. Про один підхід побудови самоадаптивних алгоритмів на основі сумішей розподілу. Буковинський математичний журнал. 2023. 11 (2). С. 183-189. URL: <https://doi.org/10.31861/bmj2023.02.18>
- Lukashiv T., Litvinchuk Y., Malyk I., Golebiewska A., Nazarov P. Stabilization of Stochastic Dynamical Systems of a Random Structure with Markov Switches and Poisson Perturbations. Mathematics. 2023. Vol. 11. Iss. 3. P. 1-22. (Scopus) (Q2 – URL:<https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100830702&tip=sid&clean=0>)

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: підвищення автоматизації виробничих процесів

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0102U006591

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Малик Ігор Володимирович
2. Igor V. Malyk

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

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, буд. 2, Чернівці, 58012, 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. Самойленко Ігор Валерійович
2. Ihor V. Samoilenko

Кваліфікація: д.ф.-м.н., професор, 01.05.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4858-4511

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:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кнопов Павло Соломонович

2. Pavlo S. Knorov

Кваліфікація: д.ф.-м.н., професор, 01.01.09

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-6550-2237

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:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Угрин Дмитро Ілліч

2. Dmytro I. Uhryn

Кваліфікація: д.т.н., доц., 05.13.06

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-4858-4511

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, буд. 2, Чернівці, 58012, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Остапов Сергій Едуардович

2. Serhii E. Ostapov

Кваліфікація: д.ф.-м.н., професор, 01.04.10

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-4139-4152

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Код за ЄДРПОУ: 02071240

Місцезнаходження: вул. Коцюбинського, буд. 2, Чернівці, 58012, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

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

Ушенко Юрій Олександрович

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

Ушенко Юрій Олександрович

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Літвінчук Юлія Анатоліївна

Реєстратор

УкрІНТЕІ

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна