

РЕЦЕНЗІЯ

рецензента, доктора технічних наук, професора,
завідувача кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем,
навчально-наукового інституту
фізико-технічних та комп'ютерних наук
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича
ОСТАПОВА Сергія Едуардовича
на дисертаційну роботу Літвінчук Юлії Анатоліївни
«Побудова самоадаптивних алгоритмів на основі нейронних мереж»,
яка подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 113 «Прикладна математика»
у галузі знань 11 «Математика та статистика».

Актуальність дисертаційного дослідження.

Застосування еволюційних алгоритмів у тандемі з нейронними мережами представляє потужний підхід до вирішення складних проблем у різних областях. Ця синергія використовує сильні сторони як еволюційних алгоритмів, так і нейронних мереж, що призводить до підвищення продуктивності та адаптивності. Еволюційні алгоритми ефективні в оптимізації гіперпараметрів нейронних мереж. Простір пошуку гіперпараметрів, таких як швидкість навчання, розміри пакетів і розміри шарів, часто величезний і складний. Еволюційні алгоритми можуть ефективно досліджувати цей простір для виявлення конфігурацій, які призводять до покращення продуктивності нейронної мережі.

Поєднання еволюційних алгоритмів з нейронними мережами демонструє потенціал для створення адаптивних, ефективних і високопродуктивних систем для широкого спектру додатків, від завдань оптимізації до складних процесів прийняття рішень.

В основі дисертаційного дослідження Літвінчук Юлії Анатоліївни лежить розробка та обґрунтування розширеного алгоритму еволюційної стратегії з адаптацією коваріаційної матриці для оцінки параметрів складних систем, зокрема оптимізації гіперпараметрів нейронних мереж. Також було запропоновано самоадаптивний CMA-ES алгоритм оптимізації розміру суміші для розширеного CMA-ES алгоритму.

Враховуючи наведене вище, вважаю дисертаційну роботу Літвінчук Ю. А. є повноцінним, важливим та актуальним науковим дослідженням у галузі еволюційних алгоритмів.

Структура та зміст дисертаційної роботи.

Дисертація складається з вступу, трьох розділів, висновків до кожного з розділів, загальних висновків, списку використаних джерел, який налічує 210 позицій, додатку та списку публікацій здобувачки за темою дисертації.

Перший розділ дисертаційної роботи присвячено огляду актуальних наукових досліджень у галузі еволюційних алгоритмів, зокрема генетичних, еволюційних стратегій та їхніх модифікацій.

У другому розділі розглядаються питання мультимодальності в алгоритмі CMA-ES для випадків множинних локальних екстремумів функції, що може завадити алгоритму знайти глобальний оптимум. Для подолання цього недоліку запропоновано розширений CMA-ES, який використовує суміш нормальних розподілів. Цей метод дозволяє алгоритму краще адаптуватися до складних ландшафтів цільової функції та знаходити оптимальні рішення.

Третій розділ досліджує питання теорії керування для стохастичних диференціальних рівнянь з марковськими перемиканнями. В основі розділу лежить твердження про існування оптимального керування, причому оптимальність розуміється в термінах оптимізації деякого функціоналу якості. Практичне застосування результатів розділу продемонстровано на модельних

прикладях, де проведено порівняння класичних еволюційних алгоритмів та розширеного CMA-ES алгоритму.

Наукова новизна і ступінь обґрунтованості результатів дисертації.

Результати і висновки дисертації, які становлять **наукову новизну**, полягають в тому, що уперше:

- описано розширення CMA-ES алгоритму за припущення багатопіковості розподілу хромосом в генетичному алгоритмі;
- запропоновано самоадаптивний алгоритм оптимізації розміру суміші для розширеного CMA-ES алгоритму, при якому мінімізується кількість звернень до цільової функції і таким чином підтверджує ефективність запропонованого алгоритму;
- з використанням теорії сумішей та оцінки параметрів сумішей нормального розподілу, розроблено алгоритм для оцінки гіперпараметрів складних систем на основі розширеного CMA-ES алгоритму;
- використано розширений CMA-ES алгоритм для конструювання оптимального керування в задачах синтезу оптимального керування для систем диференціальних рівнянь із випадковими збуреннями.

Обґрунтованість та достовірність наукових результатів, висновків та рекомендацій дисертації забезпечена тим, що для проведення досліджень використано добре апробовані сучасні методики та алгоритми. Основні положення роботи опубліковано у рейтингових наукових виданнях, що рецензуються провідними фахівцями галузі; апробація результатів відбувалася на міжнародних та Всеукраїнських наукових конференціях. Професійно виконаний огляд наукової літератури, зроблений дисертанткою у першому розділі, а також рівень володіння сучасними підходами для розв'язання поставлених задач свідчить про те, що авторка повністю володіє сучасною методологією наукового дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана на кафедрі прикладної математики та інформаційних технологій в рамках науково-дослідної теми кафедри «Математичне моделювання і числово-аналітичні методи дослідження динамічних та інформаційних процесів» (номер державної реєстрації 0102U006591).

Результати дисертаційної роботи, які винесені на захист, відповідають меті та завданням дослідження, обговорювалися на семінарах кафедри та на 5 Міжнародних та Всеукраїнських наукових конференціях.

Тему дисертації затверджено рішенням Науково-технічної ради Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (протокол № 3 від 28 жовтня 2020 р.)

Повнота викладу матеріалів дисертації в публікаціях та апробація результатів дослідження.

Основні положення і висновки дисертаційної роботи викладені у 4 наукових працях. Зокрема, одна з них індексована у наукометричній базі Scopus, 3 наукові праці – у виданнях, що включені до переліку наукових фахових видань України. Матеріали дисертації доповідалися і опубліковані у 5 тезах доповідей на Міжнародних та Всеукраїнських наукових конференціях. Результати дисертації повною мірою викладені в зазначених публікаціях.

Дисертація Літвінчук Ю.А. відповідає чинним вимогам до оформлення дисертації. Обсяг основного тексту дисертації відповідає вимогам, встановленим освітньо-науковою програмою «Прикладна математика» Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича.

Зауваження та побажання.

1. У роботі наявні описки та русизми. Наприклад, d -вимірний Евклідов простір позначається R^d та \mathbf{R}^d .

2. У роботі зазначено, що іншими авторами використовуються різні метрики точності еволюційних та генетичних алгоритмів. Тому варто звернути увагу на порівняння розроблених алгоритмів на множині метрик, а не лише на кількості викликів цільової функції.
3. У практичній перевірці було використано лише декілька основних генетичних алгоритмів оцінки оптимальних значень. Варто більш детально обґрунтувати вибір саме цих алгоритмів.

Висновок. Дисертаційна робота Літвінчук Юлії Анатоліївни «Побудова самоадаптивних алгоритмів на основі нейронних мереж» є завершеним науковим дослідженням, яке за актуальністю, науково-технічним рівнем, новизною постановки та розв'язання проблем, практичним значенням отриманих результатів відповідає вимогам пунктів 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44 (із змінами, внесеними згідно з Постановою Кабінету Міністрів України №341 від 21.03.2022 р. та №502 від 19.05.2023), а її авторка Літвінчук Ю.А. заслуговує на присудження їй ступеня доктора філософії у галузі знань 11 – Математика та статистика за спеціальністю 113 – Прикладна математика.

Рецензент

доктор фіз.-мат. наук, професор,

завідувача кафедри програмного забезпечення

комп'ютерних систем

Чернівецького національного університету

імені Юрія Федьковича



Сергій Остапов
Сергій ОСТАПОВ

Підпис *Остасова С.* засвідчує
Учений секретар Чернівецького національного
університету імені Юрія Федьковича
Димрова І. А.
"21" березня 2024 р.