

Є. Р. Дербалюк  
В. Є. Красівська  
В. С. Слободянюк  
В. О. Ткачук  
Ю. Ю. Іванов  
С. Г. Кривогубченко

## ЕВРИСТИЧНІ АЛГОРИТМИ ОПТИМІЗАЦІЇ БАГАТОВИМІРНИХ НЕЛІНІЙНИХ ФУНКЦІЙ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*У даній роботі проаналізовано особливості роботи низки евристичних алгоритмів оптимізації багатовимірних нелінійних функцій.*

**Ключові слова:** оптимізація, евристика, амеба, генетичний алгоритм, мураха, адаптивне оцінювання моментів.

### *Abstract*

*In this paper have been analyzed the work features of some heuristics optimization algorithms for multidimensional nonlinear functions.*

**Keywords:** optimization, heuristics, amoeba, genetic algorithm, ant, adaptive moments estimation.

### **Вступ**

Розглядаємо задачі оптимізації, які можна представити у загальній формі для дійснозначної функції  $f(x)$  на множині  $\Omega$   $n$ -вимірною векторного аргументу  $x = (x'_1, x'_2, \dots, x'_n)^T$ . Множина  $\Omega$  задається обмеженнями на компоненти вектора  $x$ , які задовольняють систему з  $K$  рівнянь  $h_k(x) = 0$  та  $J$  нерівностей  $g_j(x) \geq 0$ , а також обмежені зверху та знизу [1]. Метою роботи є аналіз низки евристичних алгоритмів оптимізації багатовимірних нелінійних функцій.

### **Результати дослідження**

В основу алгоритму амеби покладена побудова послідовності точок  $x^i(k)$ ,  $i = 1, \dots, n+1$ , які є вершинами опуклого багатогранника. Точки системи  $x^i(k+1)$  співпадають з точками системи  $x^i(k)$ , крім точки  $x^h(k)$ , яка є найгіршою в системі  $x^i(k)$ , і яку на  $k+1$  ітерації замінюють по спеціальним правилам (віддзеркалення, розширення, стиснення, редукція). У процесі виконання цих правил багатогранник змінює свої розміри подібно руху амеби. Побудова послідовності закінчується, коли значення функції у вершинах поточного багатогранника відрізняються від значення функції в центрі симплексу не більше, ніж на деяку задану величину  $\xi \rightarrow 0$  [2].

Генетичний алгоритм представляє модель еволюції в природі, яка реалізована у виді комп'ютерної програми. Основний механізм еволюції — це природний відбір, суть якого полягає в тому, що більш пристосовані особини мають більше можливостей для виживання і розмноження і, отже, приносять більше нащадків, ніж погано пристосовані особини. Рекомбінація і мутація дозволяють змінюватися особинам, пристосовуватися до середовища. Після зміни низки поколінь середня пристосованість особин даного виду помітно зростає [3].

Алгоритм оптимізації наслідуванням мурашиної колонії представляє собою популярний алгоритм оптимізації маршрутів. Кожна мурашка вибирає наступне ребро для включення в своє часткове рішення, ґрунтуючись на евристичному оцінюванні ребра і кількості феромону, пов'язаного з цим елементом шляху. По суті для кожного мурахи перехід із пункту  $i$  в пункт  $j$  залежить від 3-ох складових: пам'яті (список пунктів, які ще можна відвідати), видимості між пунктами (статична інформація), сліду феромона (динамічна інформація). Вибір наступного пункту здійснюється за принципом "колеса рулетки" та ймовірного рівняння [4].

Цікавою гілкою оптимізації є нейромережеві оптимізатори. Наприклад, оптимізатор з пошаровим адаптивним оцінюванням моментів LAMB використовує ідеї ADAM, нормалізацію градієнтів за L2-нормою, масштабування нормалізованих градієнтів за вагою, щоб відокремити величину оновлення від величини градієнта. Відношення норми ваги до норми градієнта називається коефіцієнтом довіри для кожного шару мережі. Це дозволяє більш стабільним шарам використовувати більш агресивну швидкість навчання та підвищує збіжність алгоритму без втрати точності обчислень [5].

### Висновки

Розглянуті алгоритми можна успішно застосовувати для розв'язання комплексних задач оптимізації, завдяки їх гнучкості й ефективності.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Simon D. *Evolutionary Optimization Algorithms: Biologically Inspired and Population-Based Approaches to Computer Intelligence*. John Wiley & Sons, 2013. 776 p.
2. An Ameoba-Infused INFO Algorithm for Optimization of Mechanical Design Problems / P. Mehta, B.S. Yildiz, S.P. Kumar et. al. *Materials Testing*. 2022. Vol. 64. pp. 1172–1182.
3. Dorronsoro B., Alba E. A Simple Cellular Genetic Algorithm for Continuous Optimization. *IEEE Congress on Evolutionary Computation*. Vancouver, 2006. pp. 2838–2844.
4. A Novel Ant Colony Optimization Based on Game for Traveling Salesman Problem / K. Yang, X. You, S. Liu, H. Pan. *Applications of Intelligence*. 2020. № 50. pp. 4529–4542.
5. Belhal K., Li X., Li P. Fed-LAMB: Layerwise and Dimension-wise Locally Adaptive Optimization Algorithm. 2021. 23 p. URL: <https://arxiv.org/pdf/2110.00532.pdf> (дата звернення 15.04.2024).

*Дербалюк Єва Роланівна* — студентка групи ICT-206, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

*Красівська Владислава Євгенівна* — студентка групи ICT-206, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

*Слободянюк Володимир Сергійович* — студент групи ЗАКІТ-206, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

*Ткачук Віктор Олександрович* — студент групи ICT-206, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

*Іванов Юрій Юрійович* — канд. техн. наук, доцент кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: Yura881990@i.ua.

*Кривогубченко Сергій Григорович* — канд. техн. наук, доцент кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

*Derbalyuk Eva R.* — student, Faculty of intelligent information technologies and automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

*Krasivska Vladislava E.* — student, Faculty of intelligent information technologies and automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

*Slobodyanuk Volodymyr S.* — student, Faculty of intelligent information technologies and automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

*Tkachuk Viktor O.* — student, Faculty of intelligent information technologies and automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

*Ivanov Yuriy Yu.* — Cand. Sc. (Eng), Senior Lecturer, Faculty of intelligent information technologies and automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Yura881990@i.ua.

*Kryvogubchenko Sergiy G.* — Cand. Sc. (Eng), Senior Lecturer, Faculty of intelligent information technologies and automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.