

Використання тестових функцій для порівняння працездатності оптимізаційних ройових алгоритмів

Максим Жураковський, студент¹(ORCID: 0009-0004-5024-8685)

¹Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна

АНОТАЦІЯ

Робота присвячена огляду та аналізу прикладів використання тестових функцій для порівняння працездатності оптимізаційних ройових алгоритмів. На основі цього було зроблено висновки щодо можливостей таких функцій при їх практичному застосуванні та приведено приклад фінальних результатів подібних досліджень.

Ключові слова: оптимізація, тестові функції, ройові алгоритми.

1. ВСТУП

При оптимізації інформаційних систем важливо обрати такий алгоритм, який дозволить використовувати меншу кількість ресурсів та при цьому не збільшує час роботи програми. Ройові алгоритми є доволі гарним інструментом оптимізації, якщо розглядати їх «у вакуумі», але їх кількість та різноманітність може стати великою перешкодою при виборі потрібного. Саме для цього можна використовувати тестові функції для аналізу працездатності оптимізаційних алгоритмів, щоб потім імплементувати у розробку саме той, який підходить найбільше.

2. МЕТА РОБОТИ

Метою роботи є огляд та аналіз тестових функцій для можливості їх використання при порівнянні та дослідженні роботи ройових алгоритмів оптимізації.

3. РОЙОВІ АЛГОРИТМИ

Ройові алгоритми – це методи ройового інтелекту, які використовуються для оптимізації інформаційних систем. В їх основі лежить поведінка та внутрішня організація простих агентів (наприклад, мурахи, вовки або птахи), які взаємодіють між собою та довкіллям, вирішуючи складні задачі – пошук найкоротшого шляху, оптимальних рішень у великих наборах даних тощо. [1]

Серед одних з найвідоміших алгоритмів є мурашиний, рій частинок та бджолиний. Вони всі, як можна побачити з їх назв, беруть ідеї своєї роботи з природної поведінки тварин. В них є різні види соціальної структури та ієрархії, за якими створюються основи алгоритмів (рис. 1). При цьому розглядається варіант, коли організми (або частинки) мають прямий доступ до свого оточення та інших учасників мережі. Вони всі передають один одному інформацію щодо своїх рішень, знаходячи таким чином найкраще.

Чим більше зв'язаних між собою частинок, тим більша ймовірність швидкого знаходження ідеалу, але, якщо є багато рішень, близьких до найгарнішого варіанту, сильно зв'язана мережа може привести до застрягання у локальних екстремумах. Саме тому потрібна перевірка ройових алгоритмів, для якої добре підходять тестові функції.

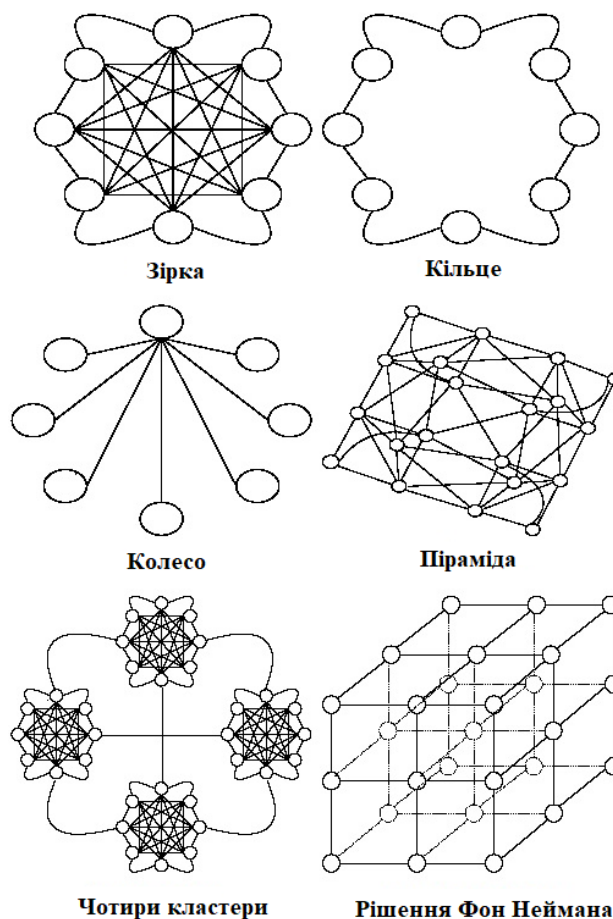


Рисунок 1 Типові соціальні структури

4. ТЕСТОВІ ФУНКЦІЇ

Тестові функції, або, як їх ще називають, штучні ландшафти, є корисним інструментом для оцінки характеристик оптимізаційних алгоритмів. За їх допомогою можна дослідити їх швидкість, точність, робастність (стійкість до перешкод і викидів) та загальну працездатність.

Тестові функції складаються з рівнянь, які задають їх поверхні, створюючи різні локальні екстремуми, та глобальних мінімумів (або максимумів), які відіграють роль найкращого рішення. Ціль алгоритмів доволі легка – пройти по ландшафтах та знайти ідеальне рішення.

Тестові функції можна розділити на декілька класів:

1. Прості (унімодальні)

Визначальною характеристикою є те, що унімодальні функції мають єдиний глобальний екстремум у своїй області визначення. Тобто, перед оптимізаційними алгоритмами стає ціль знайти рішення якомога швидко та вірно, не відволікаючись на пастки у вигляді локальних оптимумів. [2]

Прикладом таких функцій є функції сфери, Розенброка, Гольдшейна-Прайса та Бута (рис. 2).

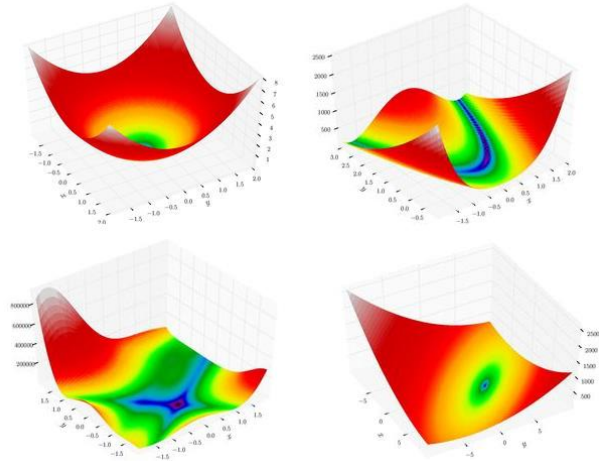


Рисунок 2 Вигляд унімодальних функцій [4]

2. Складні (мультимодальні)

Перед мультимодальними тестовими функціями стоїть задача перевірити не тільки загальну працездатність алгоритмів, а й їх можливість не зациклюватися на локальних мінімумах та знаходити глобальне вірне рішення. Саме тому вони мають велику кількість екстремумів, створюючи дуже складні та нерівномірні ландшафти. [3]

Прикладом таких функцій є функції Растрігіна, Еклі, Швевеля та Гривенка (рис. 3).

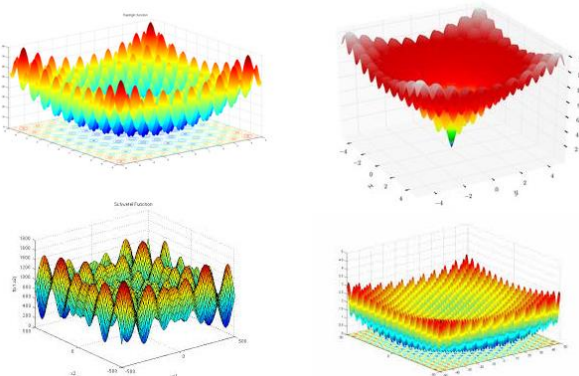


Рисунок 3 Вигляд мультимодальних функцій [4]

5. ВИКОРИСТАННЯ ТЕСТОВИХ ФУНКЦІЙ

При дослідженні алгоритмів проводиться декілька експериментальних запусків на тестових функціях, після чого розраховуються середні знайдені значення, точність попадання у глобальні екстремуми, швидкість проходження та розкид отриманих результатів.

У кінці дослідження зазвичай отримується зручна для аналізу таблиця зі всіма потрібними даними, а також графіки з найкращими отриманими результатами пошуку за кількість ітерацій (рис. 4).

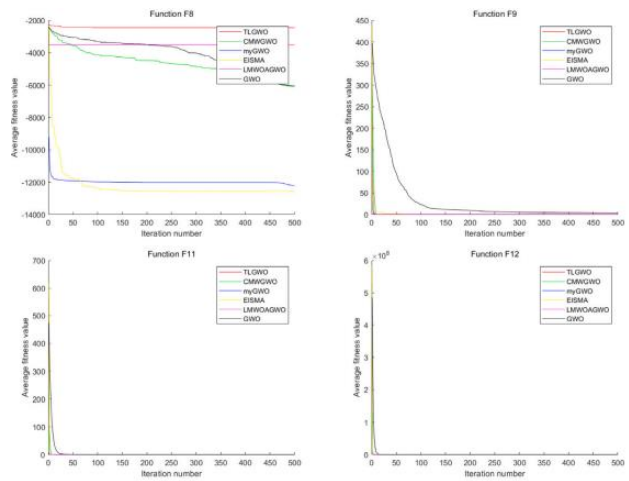


Рисунок 4 Графіки перевірених за допомогою тестових функцій алгоритмів [5]

6. ВИСНОВКИ

- 1) Було розглянуто використання тестових функцій для перевірки працездатності роєвих алгоритмів для оптимізації.
- 2) Було розглянуто приклади тестових функцій та їх основні задачі.
- 3) Були показані можливі результати використання тестових функцій.

Список літератури

[1] Матеріал з вільного сайту «Wikipedia» [Електронний ресурс] Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Swarm_intelligence

[2] Матеріал з вільного сайту «LEARN STATISTICS EASILY» [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://statisticseasily.com/glossario/what-is-unimodal-function-explained-in-detail>

[3] Christian Jacob, 2 - Evolutionary Algorithms for Optimization, In The Morgan Kaufmann Series in Artificial Intelligence, Illustrating Evolutionary Computation with Mathematica, Academic Press, 2001

[4] Матеріал з вільного сайту «Wikipedia» [Електронний ресурс] Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Test_functions_for_optimization

[5] Xuan Yanzhuang, Xuan Shibin, Grey Wolf Optimization algorithm with random local optimal regulation and first-element dominance, Egyptian Informatics Journal, Volume 27, 2024

[6] Wang Lizheng, Qin Hongwu, Fu Yu, Qi Xinran, Chye En Un, V.V. Voronin 1, Grey Wolf Optimization method based on SSA, 2022

і Робота виконана під керівництвом канд. техн. наук., доц., доц. кафедри ІТ Олени Горди