УДК 004.94:519.863

ОБМЕЖЕННЯ ПРОСТОРУ ПОШУКУ ЯК МЕТОД ВДОСКОНАЛЕННЯ РОЙОВОГО МЕТОДУ ОПТИМІЗАЦІЇ

Шашко О. В.
Науковий керівник – доцент, к.т.н., доцент каф. ШІ Дейнеко А. О.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ШІ
м. Харків, Україна
тел.: (095) 080-69-50, e-mail: oleksii.shashko@nure.ua

This article is devoted to the study of some issues related to the use of particle swarm optimization algorithm based on grasshopper behavior. As a traditional algorithm has some issues that can slow down the optimization process or even spoil it. The purpose of this work is to propose a method that uses a limitation surface for increasing searching properties of the algorithm. In the article, the conceptual model of such a method is presented.

Сучасні математичні алгоритми оптимізації, такі як градієнтні методи або симплекс-метод, показують гарні результати, але жоден з них не може гарантувати знаходження глобального екстремуму цільової функції. Для отримання цих гарантій людство звернулося до природи та розробило моделі, що копіюють поведінку біологічних механізмів, для рішення задач знаходження глобального оптимуму функцій [1].

Одним із найефективніших механізмів є колективний (ройовий) інтелект біологічних істот [2]. Для подальшого дослідження було обрано зграю коників, бо ці комахи, зазвичай, формують великі зграї, щоби покрити достатню площу та гарантовано знайти їжу для виживання. Також вони мають цікаву соціальну взаємодію та незвичайні механізми регулювання темпів дослідження області.

Звичайний ройовий алгоритм оптимізації на основі зграї коників описується набором рівнянь. Для початку розглянемо рівняння (1) положення коника в зграї на кожній ітерації:

$$X_i = c\left(\sum_{\substack{j=1 \\ j\neq i}}^{N} c\frac{ub - lb}{2} s(|D_i|)\frac{Dif_i}{D_i + \varepsilon}\right) + \hat{T}, \tag{1}$$

де ub і lb – вектори верхньої межі та нижньої межі відповідно;

s – функція соціальної сили (взаємодії), яка розраховується за формулою (2);

$\hat{T}$ – вектор положення цільового рішення (найкраще рішення знайдене на певний момент часу);

c – коефіцієнт, що постійно зменшується, для регулювання зони комфорту, зони відштовхування та зони притягання;

D_i – вектор відстаней між кожною частинкою зграї та і-ою особою;

$|D_i|$ – вектор нормованих в діапазон [1, 4] відстаней між кожною частинкою зграї та і-ою особою;

Dif_i – вектор різниць положень кожної частинки зграї та і-ої особи;

ε – маленька константа, порядку 10^{-10} для уникнення ситуації з діленням на 0.

Функція s, яка визначає соціальні сили, обчислюється наступним чином:

$$s(r) = fe^{-\frac{r}{l}} - e^{-r}, \tag{2}$$

де f вказує на інтенсивність притягання, а l – шкала довжини привабливості.

Однією із проблем цього методу можуть бути різкі "стрибки" осіб зграї в не оптимальні регіони функції, що оптимізується. Тобто можлива ситуація, коли цільове рішення (найоптимальніша за положенням особа зграї) знаходиться за перешкодою. В результаті чого певна частина зграї почне рух по цій перешкоді, що означатиме, що ця частина зграї декілька ітерацій буде свідомо рухатися в іншому напрямі від можливого оптимуму.

Як варіант вирішення цієї проблеми, можна на кожній ітерації обмежувати цільову функцію гіперплощиною на рівні найгіршої особини нашої зграї. Якщо провести аналогію до реального світу: в тераріумі з кониками ми будемо опускати верхнє скло (або піднімати нижнє) до рівня найвищого (або найменшого) коника.

Поведінка коників в ситуації, коли будь-яка особа хоче "пригнути" вище (або нижче) обмежувальної гіперплощини може бути наступною:

- коник "вдаряється" об площину та падає вертикально вниз (в точці перетину з гіперплощиною коник шукає значення цільової функції та переміщується в ті координати);
- коник "відбивається" від площини та продовжує рух (кут відбиття дорівнює куту входження).

Якщо ж впродовж певної кількості ітерацій гіперплощина не змінює свого положення через групу (або одного) осіб – можна вважати, що вони застрягли в локальному оптимумі і їх можна вбити та згенерувати всередині області дослідження.

Список використаних джерел:

1. Бодянский Е.В., Шафроненко А.Ю. Рандомизированная модификация метода оптимизации на основе кошачьих стай. Системи обробки інформації. 2018. №1. С. 142–147.

2. Cuevas E., Cortés M. A. D., Navarro D. A. O. Optimization based on the behavior of locust swarms. In: Advances of evolutionary computation: methods and operators. Springer, 2016. P. 101–120.