

# Використання методу рою часток для розв'язання задачі про розподіл економічного навантаження

Бендерук Ю.А., Гранік М.О., Месюра В.І.

Вінницький національний технічний університет, Fedkbear@gmail.com

*This paper shows a possibility of using particle swarm optimization method for solving economic load dispatch problem and analyzes expediency of using this method for solving such problem.*

Випуск палива на кожній із станцій має задовольняти обмеженням, показаним у формулі (2):

$$pMin_i \leq p_i \leq pMax_i \quad (2)$$

## ВСТУП

Використання методів штучного інтелекту для розв'язання прикладних задач – актуальна та важлива тема. На даному етапі розвитку суспільства підприємництво та наука (особливо наука, пов'язана із розвитком інформаційних технологій) тісно взаємопов'язані. Інтеграція цих двох галузей людської діяльності завжди була і зараз залишається актуальною та важливою проблемою.

Метою роботи є демонстрація можливості застосування одного із інтелектуальних методів (а саме – методу рою часток) для розв'язання задачі про розподіл економічного навантаження і обґрунтування доцільності застосування цього методу для розв'язання подібних задач.

## ФОРМУЛЮВАННЯ ЗАДАЧІ ПРО РОЗПОДІЛ ЕКОНОМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Задача про розподіл економічного навантаження формулюється наступним чином: дано  $n$  станцій, кожна з яких випускає паливо. Вартість випуску  $p_i$  одиниць палива в  $i$ -тій станції визначається за формулою (1):

$$f_i = a_i p_i^2 + b_i p_i + c_i \quad (1)$$

Необхідно випустити рівно  $s$  одиниць палива, мінімізувавши при цьому загальні витрати.

У наведених вище формулах  $a_i$ ,  $b_i$ ,  $c_i$ ,  $pMin_i$ ,  $pMax_i$  – деякі константи, що характеризують  $i$ -ту станцію.

Така задача належить до класу задач нелінійного програмування.

## МЕТОД РОЮ ЧАСТОК

Метод рою часток – імітаційний метод, що був винайдений у 1995 році Еберхартом, Кеннеді та Ши. Основою алгоритму є імітація поведінки птахів або риб під час самонавчання [1].

Сам метод полягає у наступному. На початку роботи алгоритму випадковим чином генерується популяція часток, кожна з яких має швидкість, позицію у просторі рішень, а також функцію пристосованості. Швидкість та позиція частки – це вектори, розмірність яких співпадає із розмірністю простору пошуку рішень.

Після початкової ініціалізації відбувається ітеративний процес. На кожній ітерації для кожної частки перераховується її швидкість. Формула для перерахунку швидкості має наступний вигляд:

$$v = v + c_1 * rand() * (pbest - current) + c_2 * rand() * (gbest - current) \quad (3),$$

де  $v$  – вектор швидкості,  $c_1$  – важливість персональної складової,  $rand()$  – випадкова величина, рівномірно розподілена на відрізьку  $[0;1]$ ,  $pbest$  – краща для даної частки функція пристосованості, що була досягнута під час ітеративного процесу,  $current$  – її поточна функція пристосованості,  $gbest$  – краща досягнута під час ітеративного процесу функція пристосованості серед усіх часток популяції,  $c_2$  – важливість соціальної складової. Константи  $c_1$  та  $c_2$  показують, наскільки частки орієнтуються на власні та глобальні досягнуті результати відповідно.

На основі зміненої швидкості частки перераховується також її позиція. Правило перерахунку позиції є наступним:

$$p = p + v \quad (4)$$

Після обрахунку нової позиції перераховується функція пристосованості.

Є декілька критеріїв зупинки ітераційного процесу. Перший із них – вичерпання наперед визначеної кількості ітерацій. Другий із них – досягнення певної точності обрахунків.

Результат роботи алгоритму – краща досягнута під час ітераційного процесу функція пристосованості [2].

#### ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ РОЮ ЧАСТОК ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ПРО РОЗПОДІЛ ЕКОНОМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ І АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

У якості позиції частки доцільно використати вектор, що містить інформацію про кількість палива, яку виготовляє кожна станція. Відповідно, розмірність простору рішень співпадає із загальною кількістю станцій.

При генерації початкової позиції необхідно врахувати усі обмеження (як обмеження на випуск палива на окремій станції, так і обмеження щодо сумарного випуску палива)

Дослідження показали, що гарні результати алгоритм показує при таких константах: розмір популяції – 70 особин, кількість ітерацій – 2000,  $c_1=c_2=2$ .

Для порівняльного аналізу результатів роботи алгоритму було реалізовано генетичний алгоритм, а також метод гілок та меж. Порівняння проводилось на 100 випадкових наборах вхідних даних. Середнє значення знайденої відповіді для генетичного алгоритму виявилось рівним 1031.254 грошовим одиницям, методу гілок та меж – 1012.472 грошовим одиницям. Для методу рою часток ця величина виявилась рівна 979.731 одиниць. При цьому метод рою часток виявився також і найшвидшим із трьох методів (він обробляв вхідні дані 10.3 секунди; аналогічні дані для генетичного алгоритму та для методу гілок та меж виявились рівними 12.5 і 34.6 секунд відповідно).

#### ВИСНОВКИ

Метод рою часток – потужний метод, який може бути застосований для розв'язання різноманітних прикладних задач.

Використання методу рою часток для розв'язання задачі про розподіл економічного навантаження є доцільним, адже він показує результати, що переважають результати алгоритмів, які зазвичай використовуються для розв'язання цієї задачі.

#### ЛІТЕРАТУРА

- [1] В. Девятков. Системи штучного інтелекту інтелекта. М.: Видавництво МГТУ ім. Баумана, 2001. – 352 с.
- [2] С. Рассел, П. Норвіг. Штучний інтелект. Сучасний підхід. М.: Вільямс, 2006. – 1407 с.