

УДК 004.7:004.8

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛУ НАВАНТАЖЕННЯ У ХМАРНИХ МЕРЕЖАХ МЕТОДОМ РОЙОВОГО ІНТЕЛЕКТУ

Безсонова К.О., Севостьянова О.М.

e-mail: kateryna.bezsonova@nure.ua, olena.sevostianova@nure.ua

Науковий керівник – доц., д.ф., доц. каф. ЕОМ Єрошенко О.А.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ЕОМ
м. Харків, Україна

The study aims at enhanced cloud computing network load balancing by an intelligent Artificial Bee Colony (ABC) algorithm-based broker. It analyzes the present trend of cloud infrastructure and points out the shortcomings of conventional scheduling techniques. A mathematical model of bee colony behavior was applied to resource allocation. The preliminary results show that the model inspired by bio systems greatly reduces the makespan and enhances the use of resources compared to the traditional algorithms.

З розвитком хмарної інфраструктури та поширенням технологій штучного інтелекту питання ефективного розподілу ресурсів стало надзвичайно важливим. Незбалансоване навантаження на обчислювальні вузли знижує ефективність і збільшує енергоспоживання в центрах обробки даних. Традиційні методи реалізації, такі як Round Robin або Least Connection, часто виявляються непридатними для динамічних і різноманітних умов трафіку теперішнього часу.

Однією із перспективних можливостей усунення даної проблеми є використання методів ройового інтелекту, а саме алгоритму під назвою «Штучна бджолина колонія» (ABC). Цей алгоритм, запропонований Д. Карабогою, був побудований, спираючись на поведінку медоносних бджіл під час пошуку якісного джерела їжі. Схема алгоритму є відносно простою, швидкою та базується на дослідженні популяції технікою стохастичного пошуку.

В алгоритмі колонія штучних бджіл складається з трьох груп бджіл: робочі бджоли, бджоли-спостерігачі та бджоли-розвідники. Бджоли-розвідники відповідають за пошук нових джерел їжі, бджоли-спостерігачі аналізують отриману інформацію та обирають найбільш перспективні джерела. Робочі бджоли у свою чергу досліджують вже знайдені джерела.

Для кожного джерела їжі (можливого розв'язку задачі оптимізації) призначена одна бджола. Положення джерела їжі представляє розв'язок, а кількість нектару – якість (придатність) цього розв'язку. Кількість робочих бджіл і спостерігачів дорівнює розміру популяції розв'язків.

На початку алгоритм випадково генерує початкову сукупність багатовимірних розв'язків. Далі відбувається повторний цикл пошуку, у якому робочі бджоли модифікують свої позиції на основі локальної

інформації та оцінюють якість нового розв'язку. Якщо новий розв'язок кращий, бджола його запам'ятовує, інакше зберігає попередній.

Після завершення пошуку робочі бджоли передають інформацію про якість і розташування джерел спостерігачам. Спостерігачі вибирають джерело з імовірністю, пропорційною кількості нектару, оновлюють свої позиції та оцінюють нові розв'язки, використовуючи випадковість для пошуку нових позицій.

Цей цикл повторюється з поступовим звуженням області пошуку і кроку зміни позицій. Вказується, що в алгоритмі є кілька контрольних параметрів: кількість джерел їжі, яка дорівнює кількості робочих та бджіл-спостерігачів, значення обмежень, максимальна кількість циклів.

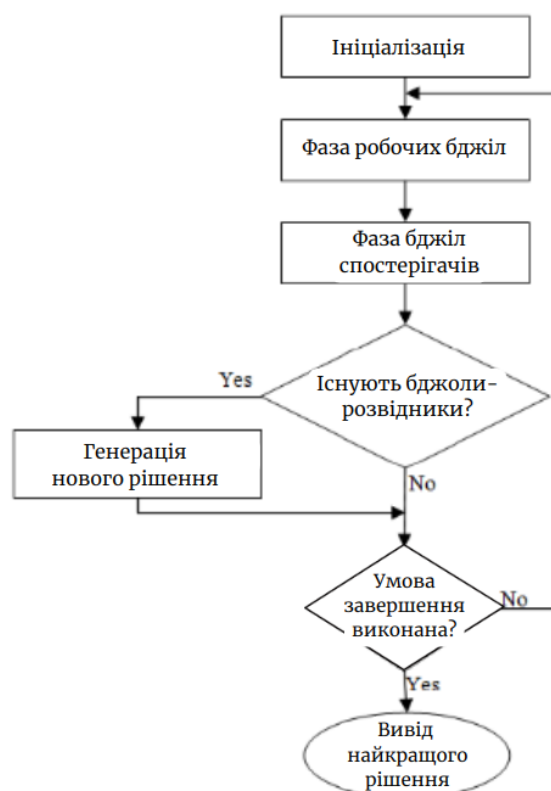


Рисунок - Блок-схема базового алгоритму ABC

Псевдокод алгоритму пропонується представити наступним чином:

1. Ініціалізація популяції розв'язань.
2. Оцінка популяції.
3. Створення нових розв'язків робочими бджолами та їх оцінка.
4. Застосування процесу відбору.
5. Обчислення значень імовірностей для розв'язків.
6. Створення нових розв'язків спостерігачами із початкових, що обрані залежно від їх оцінки вірогідності.
7. Застосування процесу відбору.
8. Визначити залишений розвідником розв'язок, якщо він існує, то замінити його на новий випадковий розв'язок.

9. Запам'ятати найкращий розв'язок, досягнутий на поточний момент.

10. Перейти до 2.

11. Кінець, якщо досягнута максимальна кількість циклів.

У контексті задачі балансування навантаження в хмарних середовищах, кожне «джерело їжі» в алгоритмі ABC інтерпретується як конкретний варіант розподілу потоку завдань між доступними віртуальними машинами. Кількість «нектару» в такому випадку еквівалентна значенню функції придатності, яка розраховується на основі часу виконання завдань та ступеня завантаженості обчислювальних вузлів.

Застосування методу ройового інтелекту дозволяє інтелектуальному брокеру виконувати наступні завдання:

- динамічне масштабування: розвідники оперативно виявляють нові вільні ресурси (вузли), що з'являються в мережі;

- усунення перевантажень: спостерігачі перерозподіляють завдання з вузлів, що досягли критичного рівня завантаження, на більш перспективні (менш завантажені) сервери;

- мінімізація затримок: завдяки ітеративному покращенню розв'язку робочими бджолами, алгоритм знаходить розподіл, що мінімізує загальний час очікування в черзі.

Для перевірки ефективності запропонованого підходу було проведено моделювання в середовищі CloudSim. Експериментальні дані показали, що використання методу ABC дозволяє знизити рівень дисбалансу навантаження на 15-20% порівняно зі стандартними стратегіями, особливо в умовах гетерогенного трафіку, характерного для сучасних центрів обробки даних.

Список використаних джерел:

1. Karaboga D., Basturk B. On the performance of artificial bee colony (ABC) algorithm. *Applied Soft Computing*. 2008. Vol. 8. Pp. 687–697.

2. Tsai P.-W., Pan J.-S., Liao B.-Y., Chu S.-C. Enhanced artificial bee colony optimization. *Int. J. Innovative Comput. Inf. Control*. 2009. Vol. 5. Pp. 5081–5092.

3. Kiran M., Babalik A. Improved Artificial Bee Colony Algorithm for Continuous Optimization Problems *Journal of Computer and Communications*, 2014, 2. Pp. 108–116.

4. Метафори-стратегії (оглядова стаття). *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Машинознавство та САПР. 2023. № 1. С. 5–16. doi: 10.20998/2079-0775.2023.1.01.

5. Єрошенко О. А., Піняєв Є. В., Пивоварова Д. І., Кравченко П. О. Метод оптимізації publish-subscribe архітектур для інтелектуального інформування в умовах обмежених ресурсів IoT, “Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць, 2026, Т. 1, № 83, С. 69-76. doi: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2026.1.069>