

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМІВ РОЙОВОГО ІНТЕЛЕКТУ В ЗАДАЧАХ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНУВАННЯ**

Магістр, О. Є. Сальський, к.т.н., М. В. Коваленко

Одеський національний політехнічний університет

Україна, Одеса

salskiyalexandr@gmail.com, kovalenkov@opu.ua

*Завдання календарного планування є одними з найбільш складних завдань оптимізації, відносяться до класу NP-складних. Для з вирішення застосовуються різні метаевристичні алгоритми, одними з найбільш ефективних є алгоритми ройового інтелекту. Але результат дуже залежить від набору компонент та коефіцієнтів які являють собою обмеження предметної області.*

*В роботі досліджується застосування алгоритмів ройового інтелекту в завданнях календарного планування і підвищення їх ефективності.*

*Ключові слова: календарне планування, алгоритми роевого інтелекту, метаевристичні алгоритми*

Одними з найбільш актуальних завдань, які відносяться до класу NP-складних, є завдання календарного планування. Складність завдань планування разом з постійним вдосконаленням засобів автоматизації привели до розвитку інтересу до теорії розкладів і календарного планування. Ці завдання особливо важливі в промисловому виробництві, будівництві, складанні розкладів освітніх і медичних установ і управлінні проектами.

Незважаючи на різноманітність виробничих систем, формалізований опис задачі календарного планування (job-shop problem), представлений в [1] і використаний в даній роботі, може вважатися базовим для великого класу багатостадійних систем.

Є кінцева множина робіт (вимог, деталей, партій) і кінцева множина приладів (верстатів, виконавців). Процес обслуговування роботи включає кілька стадій, кожна з яких виконується на певному приладі певний час.

Зазвичай передбачається, що кожен прилад одночасно може обслуговувати не більше однієї вимоги. Процес функціонування системи може бути описаний шляхом завдання календарного плану, як деякої сукупності вказівок, які саме роботи якими приладами обслуговуються в кожен момент часу.

Існує кілька класів методів вирішення таких завдань. Метод повного перебору всіх варіантів теоретично дозволяє знайти точне рішення, але не використовується, так як вимагає колосальних витрат часу, навіть для задач невеликої розмірності при використанні потужних обчислювальних систем.

Методи спрямованого перебору, наприклад, гілок і меж, застосовні тільки для деяких окремих випадків, наприклад, коли всі технологічні маршрути однакові або використовуються не більше двох верстатів [1]. Для більш складних задач точні методи або займають занадто тривалий час або використає занадто багато ресурсів.

Тому використовуються різні евристичні, наближені методи. Дуже ефективними є методи, засновані на механізмах, які використовуються в природі, наприклад генетичні алгоритми, нейронні мережі, ройовий інтелект, і забезпечують ефективну адаптацію живих істот до навколишнього середовища на протязі мільйонів років.

Концепція ройового інтелекту виникла відносно недавно, в 1989 р. [3], і базується на колективній поведінці децентралізованих систем, що самоорганізуються. Такі системи складаються з безлічі простих агентів, що локально взаємодіють один з одним і з зовнішнім середовищем для досягнення визначеної мети.

Взаємодія агентів дозволяє досягти синергетичного ефекту і успішно вирішувати дуже складні завдання. Як приклад таких систем з природи можна привести колонію мурах, бджолиний рій, зграю птахів, косяк риб. Кожна з трьох перерахованих систем характеризується відносно простою поведінкою окремих елементів і складною інтелектуальною загальною поведінкою.

Перевагами методів ройового інтелекту є:

– масштабованість, можливість вирішувати завдання незалежно від їх розмірності;

– гнучкість, системи не мають жорсткої структури, можуть без змін використовуватися з абсолютно різних областей;

- простота правил поведінки окремих елементів;
- ефективність вирішення оптимізаційних задач за якістю і швидкості.

У дослідженні адаптивного алгоритму мурашиної колонії [2] можна побачити, що важливою властивістю всіх методів ройового інтелекту є залежність їх ефективності від використовуваних в них коефіцієнтів. Оскільки вони можуть сприймати нескінченне число значень з деякого діапазону, то постає питання про спосіб їх підбору.

По аналогії з мурашиним алгоритмом можна побачити, що для ройових алгоритмів потрібно:

– подати завдання у вигляді набору компонент і переходів або набором неорієнтованих зв'язаних графів, на яких мурахи можуть будувати рішення;

- визначити значення сліду феромону;
- визначити евристику поведінки мурашки, коли будуємо рішення;
- реалізувати та налаштувати сам алгоритм.

Також визначальними є

- кількість мурах;
- баланс між вивченням і використанням;
- поєднання з жадібними евристичними або локальним пошуком;
- момент, коли оновлюється феромон.

Тому одна з найважливіших задач полягає у правильному виборі набору компонент і переходів які являють собою обмеження предметної області. Календарне планування – складна задача яка складається з багатьох сутностей які потрібно пов'язати між собою та оптимізувати розклад.

На прикладі розкладу занять у Одеському національному політехнічному університеті можна побачити з яких елементів складаються календарні плани:

- викладач;
- предмет;
- група студентів;
- аудиторія;
- дата та час проведення заняття.

Замість того щоб вирішувати таку задачу за допомогою класичних методів для вирішення задач теорії розкладів достатньо застосувати алгоритм ройового інтелекту з добре підібраними коефіцієнтами.

Подальша робота передбачає проектування системи складання розкладу за допомогою ройових алгоритмів враховуючи усі обмеження предметної області.

#### ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Танаєв В.С. Теорія розкладів. Багатостадійні системи / В.С. Танаєв, Ю.І Сотсков, В.А Струсевич. - М.: Наука, Гл. ред. фіз.-мат. лит., 1989.
2. Матренин П. В. Оптимізація адаптивного алгоритму мурашиної колонії на прикладі завдання календарного планування / В. Г. Секаєв, П. В. Матренин // Програмна інженерія. – 2013.
3. Beni, G., Wang, J. Swarm Intelligence in Cellular Robotic Systems, Proceed. NATO Advanced Workshop on Robots and Biological Systems, Tuscany, Italy, June 26 – 30, 1989.

Salskiy A., Kovalenko N.

#### **Researching the use of Swarm Intelligence Algorithms for Job Scheduling**

*Task scheduling is one of the most difficult optimization problems related to the class of NP-complex. In order to address are different metaheuristic algorithms, one of the most effective is a swarm intelligence algorithms. But the result depends on a set of components and factors that are restrictions domain.*

*The goal is to study the applicability of swarm intelligence algorithms in scheduling tasks and increase their efficiency.*

*Keywords: scheduling, Swarm Intelligence, Meta-Heuristic.*