

ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМІВ РОЙОВОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ КЕРУВАННЯ БЕЗПЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ

Вінницький національний технічний
університет

Анотація

Розглянуто ройові методи, такі як мурашиний алгоритм, бджолиний алгоритм та метод рою частинок. Сформульована проблематика вибору та наведено розв'язання даної задачі.

Ключові слова: безпілотні літальні апарати, класифікація, технологічність, ройові методи.

Abstract

Swarm methods, such as the ant algorithm, the bee algorithm, and the particle swarm optimization are considered. The selection problem is formulated and a solution to this problem is presented.

Keywords: unmanned aerial vehicles, classification, manufacturability, swarm methods.

Вступ

Ройовий інтелект (Swarm Intelligence) — це область штучного інтелекту, яка надихається колективною поведінкою природних систем, таких як комахи, птахи та зграї риб. Він вивчає, як ці системи можуть досягати складних цілей без центрального управління, використовуючи прості правила взаємодії між окремими особинами[1]. Явище, коли живі створіння, які володіють порівняно низьким індивідуальним інтелектом або взагалі відсутністю інтелекту, при якому створіння об'єднуються в спільноти, які ведуть себе набагато розумнішими, ніж кожен з учасників групи окремо. Ройовий інтелект являє собою колективну поведінку окремих осіб (агентів) в системі, що самоорганізується, без вираженого центру управління, тобто в децентралізованій групі. Існує велика кількість ройових методів, до уваги візьмемо основні: мурашиний, бджолиний алгоритми та метод рою частинок (МРЧ).

Результати дослідження

Керування безпілотними літальними апаратами (БПЛА) здійснюється різними методами, який обирається залежно від типу поставленої задачі. Для визначення основних принципів досить розглянути принципи поведінки різних колективних комах. В основі поведінки комах, які живуть колоніями, лежить самоорганізація та координація. Самоорганізація – множина динамічних механізмів, відповідно до яких система регулюється на глобальному рівні шляхом взаємодії її компонентів на нижньому рівні без прямої взаємодії між цими компонентами. Координація – відповідна організація задач окремих індивідів у часі й просторі, що дозволяє вирішити виниклу перед колонією проблему. Кооперація досягається шляхом того, що особини виконують разом загальну задачу, що не могла б бути вирішена окремим індивідом. Колективне прийняття рішень належить до механізмів, які спрацьовують, коли колонія зіштовхується із проблемою вибору. Цей механізм завершується колективним вибором одного з можливих рішень. Спеціалізація полягає в тому, що різні дії виконуються окремими спеціалізованими групами індивідів.

Мурашиний алгоритм - це алгоритм оптимізації, який надихається поведінкою мурах. Мурахи шукають їжу, блукаючи випадковим чином, але коли мураха знаходить їжу, вона залишає слід феромонів на шляху назад до мурашника[2]. Рух мурашок — напряду визначається імовірнісним методом, на підставі формули:

$$P_i = \frac{l_i^q \cdot f_i^p}{\sum_{k=0}^N l_k^q \cdot f_k^p}$$

де, P_i - ймовірність переходу шляхом i , l_i - величина, обернена до довжини (ваги) i -ого переходу, f_i - кількість феромонів на i -ому переході, q - величина, яка визначає «жадібність» алгоритму, p - величина, яка визначає «стадність» алгоритму і $q + p = 1$.

Інші мурахи, відчуючи феромони, йдуть по ньому, тим самим посилюючи його. Це призводить до того, що все більше мурах йдуть найкоротшим шляхом до їжі.

1. Перша мураха знаходить джерело їжі (F) через якийсь шлях (a). Потім повертається до гнізда (N), залишивши за собою слід з феромонів (b).
2. Мурахи вибирають будь-який шлях, але шлях, на якому міститься феромон робить його більш привабливим як найкоротший шлях.
3. Мурахи вибирають коротший шлях, а з часом інші шляхи втрачають щільність феромонного сліду.

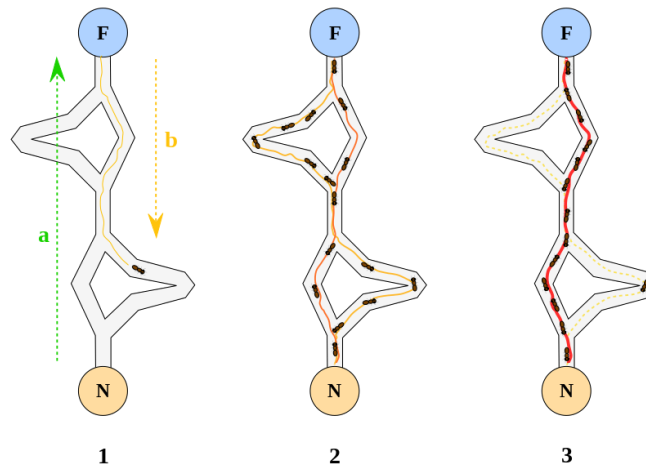


Рисунок 1 - Поведінка мурах в колонії по оптимізації шляху.

Бджолиний алгоритм - це алгоритм оптимізації, який надихається поведінкою бджіл. Бджоли шукають нектар, блукаючи випадковим чином, але коли бджола знаходить квітку з нектаром, вона танцює, щоб повідомити інших бджіл про її місцезнаходження. Інші бджоли, спостерігаючи за танцем, йдуть до квітки, тим самим збільшуючи кількість бджіл, які її відвідують[3]. Кожна бджола в сім'ї розглядається як частинка або агент. Всі частинки сім'ї діють індивідуально відповідно до одного керуючого принципу: прискорюватися в напрямку найкращої персональної й найкращої спільної позиції, постійно перевіряючи значення поточної позиції. Позиція — аналогічно розташування бджоли на полі представлені координатами на площині x, y [4].

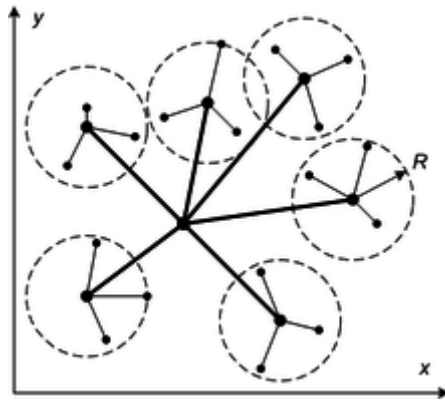


Рисунок 2 - Схематичне зображення стратегії розвідки двовимірного простору (жирні лінії - вільоти розвідників, тонкі лінії - уточнення рішень робочими бджолами)

Метод рою частинок - метод чисельної оптимізації, для використання якого не потрібно знати точного градієнта оптимізованої функції. МРЧ оптимізує функцію, підтримуючи популяцію можливих розв'язків, так названими - частками, і переміщаючи ці частки в просторі розв'язків згідно із простою формулою[5]. Переміщення підпорядковуються принципу найкращого знайденого в цьому просторі положення, що постійно змінюється при знаходженні частками вигідніших положень. Вхідні параметри МРЧ із найкращою продуктивністю виявилися суперечним основним принципам, описаним у літературі, і часто дають задовільні результати оптимізації для простих випадків МРЧ. Реалізацію їх можна знайти у відкритій бібліотеці SwarmOps.

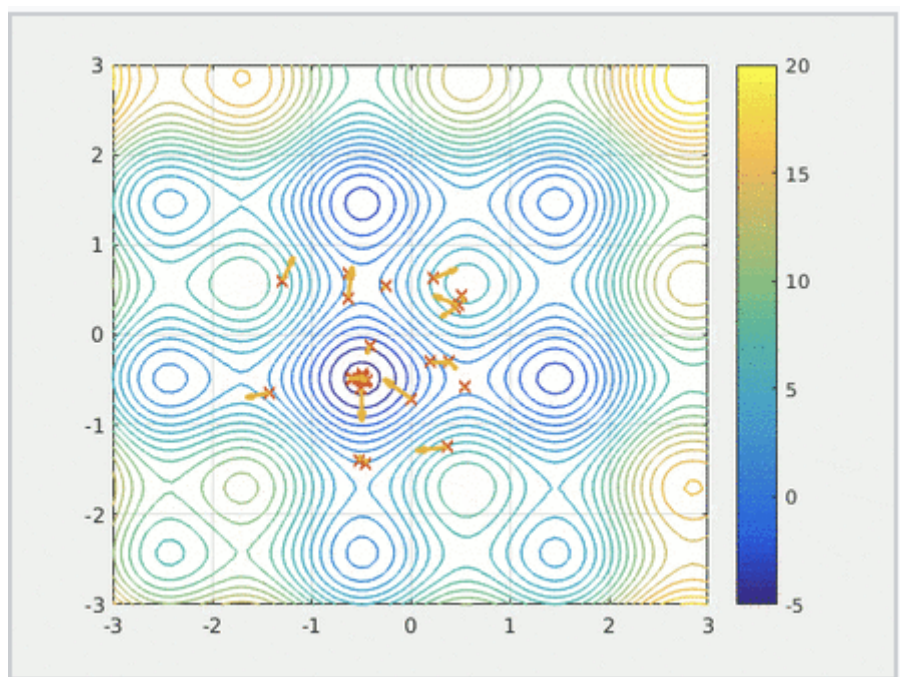


Рисунок 3 - Ріш часток, що шукає глобальний мінімум функції.

Мурашиний алгоритм можна використовувати для планування маршрутів для БПЛА, щоб знайти найкоротший або найефективніший маршрут до пункту призначення. А також і розподілу завдань між БПЛА, щоб максимізувати ефективність та мінімізувати час простою[6]. Бджолиний алгоритм можна використовувати для пошуку та стеження за об'єктами, наприклад,

людьми, транспортними засобами або будівлями. Використовуючи даний алгоритм можна створювати карти навколишнього середовища, використовуючи дані, зібрані БПЛА.

МРЧ найефективніше підійде для координації дій БПЛА, щоб вони могли безпечно та ефективно працювати разом та уникати перешкоди такі як будівлі, дерева або лінії електропередач.

Висновки

У результаті роботи було сформовано та описано декілька стандартних алгоритмів ройового інтелекту, завдяки яким можна оптимізувати автоматичну роботу навігації БПЛА. Ці три алгоритми ройового інтелекту, мають значний потенціал для керування БПЛА. Вони гнучкі, легко масштабовані та стійкі до відмов. Навіть якщо якісь БПЛА вийдуть з ладу, основна робота продовжиться. Вже зараз алгоритми ройового інтелекту можуть використовуватися для розв'язання задач керування БПЛА, таких як: доставлення посилок, моніторинг інфраструктури, картування місцевості, пошук та рятування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Eberhart R., Shi Yu., Kennedy J. Swarm Intelligence. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2001. 512 p.
2. J. Yu, X. M. You, and S. Liu, "Ant colony algorithm based on magnetic neighborhood and filtering recommendation," *Soft Comput.*, vol. 25, pp. 8035-8050, 2021.
3. Dervis Karaboga. An idea based on honey bee swarm for numeral optimization, 2005.
4. Б.П. Книш, Я.А. Кулик, і М.В. Барабан. «Класифікація безпілотних літальних апаратів та їх використання для доставки товарів» Вісник Хмельницького національного університету, No3, с. 246-252, 2018
5. Particle swarm optimization [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Particle_swarm_optimization
6. Yu. Bin, Yang Zhong-Zhena, and Yao Baozhen, "An Improved Ant Colony Optimization for Vehicle Routing Problem," *European Journal of Operational Research*, pp. 171-176, 2009. doi: 10.1016/j.ejor.2008.02.028

Проценко Михайло Ігорович — аспірант кафедри АІТ, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mishagg45@gmail.com

Маслій Роман Васильович – доцент кафедри АІТ, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: maslij.r.v@vntu.edu.ua

Protsenko Mykhailo — Department of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mishagg45@gmail.com

Maslii Roman V. – associate professor at the Department of АІТ, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: maslij.r.v@vntu.edu.ua