

## ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМІВ МУРАШИНОЇ КОЛОНІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МАРШРУТУ БПЛА

Д. Д. МЕРЕЩЕНКО

Мурахи належать до «соціальних комах». Їх поведінка заснована на процесі самоорганізації – сукупності динамічних механізмів, за допомогою яких система досягає глобальної мети за взаємодії її елементів на низькому рівні. Мурахи здійснюють обмін інформацією двома способами: прямим – обмін харчами, візуальні контакти, та непрямим – використання стигмереж. Стигмережі здійснюються за допомогою феромону – спеціального секрету, що мурахи залишають за собою як слід. Чим вище концентрація феромону на стежці, тим більше комах буде по ній рухатися. З часом феромон випаровується, що допомагає мурахам адаптуватися до змін навколишнього середовища.

### Використання мурашиних алгоритмів при плануванні маршруту БПЛА

Найпростіший маршрут БПЛА можна розглядати, як рух, що починається з вихідної точки маршруту, продовжується крейсерським політом між поворотними точками та завершується виходом на об'єкт удару та зниженням до рубежу виконання завдання, тобто до кінцевої точки маршруту. Оскільки в просторі може бути дуже багато різних можливих поворотних точок, вибір найбезпечнішого та найвигіднішого маршруту БПЛА стає майже неможливим. У виборі таких точок і допомагає мурашиний алгоритм, використання якого вперше запропонував Марко Доріго в 1992 році.

### Послідовність вирішення задачі

1) Задаємо параметри методу:

$\alpha$  – коефіцієнт, що визначає вагу феромону ( $\alpha \geq 0$ );  $\beta$  – коефіцієнт, що визначає доступність ділянки ( $\beta \geq 0$ );  $\rho$  – швидкість випаровування феромону ( $\rho \in [0; 1]$ );  $Q$  – константа, що належить до кількості феромону, який було залишено на шляху;  $l_i$  – довжина  $i$ -ї ділянки маршруту;  $F_i(t)$  – концентрація феромону на  $i$ -й ділянці маршруту;  $L_i$  – доступність  $i$ -ї ділянки маршруту (обернена величина від відстані).

2) Створення популяції з  $m$ -ї кількості агентів (мурах).

3) Рух агентів. Вибір кожної наступної поворотної точки з  $J$  можливих здійснюється за допомогою ймовірнісного правила (1), що визначає

з якою ймовірністю  $k$ -й агент перейде в  $i$ -у поворотну точку з врахуванням доступності  $i$ -ї ділянки маршруту та концентрації феромону на ній в момент часу  $t$ :

$$P_i^k = \frac{F_i(t)^\alpha \cdot L_i^\beta}{\sum_{j=1}^J F_j(t)^\alpha \cdot L_j^\beta} \quad (1)$$

4) За формулою (2) визначається кількість феромону, залишеного  $k$ -им агентом на  $i$ -й ділянці маршруту:

$$\Delta F_i^k(t) = \frac{Q}{l_i} \quad (2)$$

Отриманий результат використовується для оновлення кількості феромону на кожній ділянці, пройденій  $k$ -им агентом за формулою (3):

$$F_i(t+1) = (1 - \rho)F_i(t) + \sum_{k=1}^m \Delta F_i^k(t). \quad (3)$$

5) Провівши достатньо запусків, всі агенти починають рухатися за одним оптимальним маршрутом, що і є розв'язком.

### Висновок

Сфера використання алгоритмів мурашиної колонії є достатньо широкою. Зокрема, ці алгоритми допомагають при визначенні маршрутів літаків та БПЛА. В роботі був розглянутий базовий мурашиний алгоритм, але для реального планування маршрутів застосовується поліпшений max-min метод, що додатково враховує «зони небезпеки» та допомагає їх уникати. Застосування цих алгоритмів допомагає швидко вирішити, описану мною задачу, не звівши її до субоптимального рішення, чого не пропонують інші методи. Актуальність цієї теми привертає увагу все більшої кількості діячів науки, що забезпечує їй розвиток на подальші роки.

### ЛІТЕРАТУРА

- [1] Олексенко О.О., Ярошенко Я.В. *Розробка методу оптимального маршруту польоту безпілотного літального апарату на основі мурашиного алгоритму.* // Колективна наукова монографія. — 2021. — С. 147–158.
- [2] Штовба С.Д., Рудий О.М. *Мурашині алгоритми оптимізації.* // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2004. — № 4. — С. 62–69.
- [3] Юзевич В., Крап Н. *Моделювання туристичних потоків з використанням мурашиних алгоритмів.* // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». — 2011. — С. 98–103.
- [4] Гуцул Т.В. *Огляд існуючих методів мультиагентної оптимізації.* // Журнал Містобудування та територіальне планування Київського національного університету будівництва та архітектури — 2016. — Випуск № 60. — С. 99–105.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна  
 Email address: daniilmereshchenkoal31@gmail.com