

## ГРУППОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ В НЕОПРЕДЕЛЕННОЙ СРЕДЕ

*Хань Дунъюй*

*Магистр*

*Факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия*

*E-mail: handongyu3300@gmail.com*

*Научный руководитель — Ильин Александр Владимирович*

Группа беспилотного летательного аппарата (БПЛА) относится к автономной воздушной интеллектуальной системе, состоящей из определенного количества подобных или разнородных БПЛА, которая использует информационное взаимодействие и обратную связь, стимулы и ответы для достижения взаимной поведенческой координации, адаптации к динамическим условиям и совместного выполнения конкретных задач. Это может не только максимально улучшить общую грузоподъемность и возможности восприятия и обработки информации, но и избежать проблемы нападения или неэффективности при выполнении задач одним БПЛА. В настоящее время растет спрос на совместную работу группы роботов.

Разработал алгоритм управления, обеспечивающий согласованное перемещение группы роботов в неопределенной среде с препятствиями. Неопределенность среды заключается в наличии априори неизвестных препятствий, часть которых может быть нестационарными. Мобильные роботы группы должны автоматически распределиться в заданной области на плоскости [1] и двигаться к цели, по возможности сохраняя заданное взаимное расположение. Для коррекции движения отдельного робота и всей группы при сближении с препятствием предложена модификация алгоритма, базирующаяся на метод искусственного потенциального поля [2].

Для группы роботов **потенциальную энергию** можно рассматривать как расстояние между ними. После расчета расстояния между роботами мы устанавливаем функцию потенциальной энергии, чтобы получить потенциальную энергию. Направление движения группы роботов — от высокой потенциальной энергии к низкой. Здесь можно использовать, например, метод градиентного спуска. После непрерывной итерации положение группы роботов может быть получено каждый раз.

**Метод искусственного потенциального поля** представлен следующим образом:

Динамические уравнения:

$$\begin{cases} \dot{q}_i = p_i \\ \dot{p}_i = u_i \end{cases}, i = 1, 2, \dots, N$$

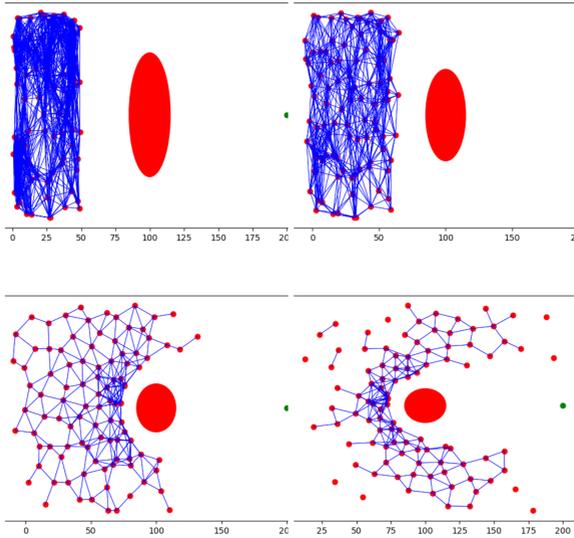
Уравнение управления:

$$\begin{aligned} u_i = & c_1^\alpha \sum_{j \in N_i^\alpha} \varphi_\alpha (\|q_j - q_i\|_\sigma) n_{ij} + c_2^\alpha \sum_{j \in N_i^\alpha} a_{ij}(q) (p_j - p_i) \\ & + c_1^\beta \sum_{k \in N_i^\beta} \varphi_\beta (\|\hat{q}_{i,k} - q_i\|_\sigma) \hat{n}_{i,k} + c_2^\beta \sum_{k \in N_i^\beta} b_{i,k}(q) (\hat{p}_{i,k} - p_i) \\ & - c_1^{mt} (q_i - q_{mt}) - c_2^{mt} (p_i - p_{mt}) \end{aligned}$$

Функция потенциальной энергии:

$$\varphi_\alpha = \rho_h (z/r_\alpha) \times \varphi (z - d_\alpha)$$

### Иллюстрации



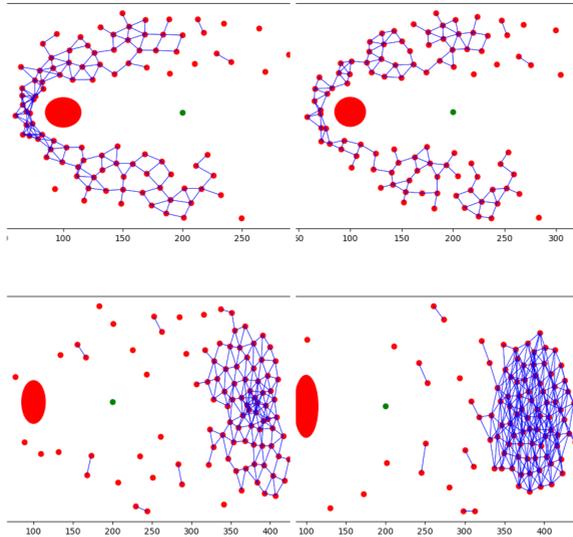


Рис. Процесс движения группы роботов. Красный круг – препятствие, точки – роботы.

### Литература

1. Pshikhov, Viacheslav and Medvedev. Mikhail Group control of autonomous robots motion in uncertain environment via unstable modes // SPIRAS Proceedings, Oct. 2018, V. 5, P. 39.
2. Olfati-Saber. Flocking for multi-agent dynamic systems: algorithms and theory // IEEE Transactions on Automatic Control, March. 2006, V. 51, P. 401-420.