

УДК 681.51

Фарафонов А.Ю.¹, Малий О.Ю.², Піроженко О.О.³

¹ канд. техн. наук, доц., доцент каф. ІТЕЗ НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доцент каф. ІТЕЗ НУ «Запорізька політехніка»

³ аспірант каф. ІТЕЗ НУ «Запорізька політехніка»

ПРОЕКТУВАННЯ РОБОТА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ГРУПОВОЇ ПОВЕДІНКИ

Для дослідження групової поведінки з 2012 року використовуються рішення у вигляді малогабаритних автономних роботів під назвою Kilobot [1], або більш конструктивне складного рішення 2015 року 3D M-Block [2], або рішення Tribots [3], а також так звані роботи з «ройовим» інтелектом, які направлені на оптимізацію зв'язку та взаємодії один з одним: SwarmBot [4], Swarmanoid [5], I-SWARM [6]. Ці рішення повинні реалізовувати наступний функціонал:

- рух вперед;
- обертання;
- зв'язок з сусідами;
- вимірювання відстані;
- масштабування кількості роботів.

У якості елементів зв'язку використовують інфрачервоні або світлодіоди. Але у Kilobot використання інфрачервоного діоду дозволяє отримувати інформацію о найближчих сусідах та не дає змогу визначити напрямок на сусіда. У Robocube взагалі діоди видимого кольору подають усього дві команди: на паркування або продовжити рух.

Масштабування кількості роботів у групі є найскладнішою задачею. Це пов'язано з неможливістю точно визначити кількість роботів, необхідних для виконання конкретної задачі. Технологія S-DASH (масштабоване розподілене самостійне збирання та самовідновлення) дозволяє не тільки масштабувати кількість роботів в групі для відтворення зображення, а й масштабувати саме зображення виходячи з кількості роботів в групі [7]. Таким чином, кількість роботів в групі може обмежуватися лише площею для виконання поставленої задачі.

Використання Kilobot потребує заказ друкованих плат та складне мініатюрне складання та значні витрати коштів на живлення. Конструкція Robocube та Tribots досить складна для відтворення. Конструкції типу роботів-термітів недостатньо описані [8]. Тому пропонується конструкція робота для дослідження групової поведінки з використанням ESP-32. Використання мережі Wi-Fi дозволить проводити керування роботом за допомогою отриманого роботом IP адреса, що значно спрощує доступ та програмну реалізацію загального керування та ідентифікації.

До складу робота входить:

- компас для орієнтації робота;
- лазерний датчик відстані з діапазоном до 2 метрів для визначення сусідніх роботів та перешкод;
- ІЧ приймач для ідентифікації присутності інших роботів поряд;
- аналоговий датчик освітлення для ідентифікації робота від перешкоди та визначення точного напрямку на робота;
- світло та інфрачервоний діоди ідентифікації та світлодіоди індикації стану;
- рухома платформа.

Аналоговий датчик освітлення має додаткові елементи для формування вузької діаграми направленості що і дозволяє ідентифікувати напрямки на робота та підтвердити показами лазерного датчика відстані. Окрім цього аналоговий датчик освітлення за допомогою відповідної схеми перетворюється у приймач інтерфейсу UART – що одночасно дозволяє провести не тільки ідентифікацію робота, але і трансляцію однонаправленого повідомлення за допомогою світлодіоду.

Таким чином, конструкція робота дозволяє імітувати такі елементи групової взаємодії:

1. Орієнтування індивіду у просторі.
2. Почуття присутності інших у зоні дотику.
3. Ідентифікація перешкод та сусідів.
4. Віддалена однонаправлена комунікація у вигляді повідомлення іншим (декларація намірів).

Ця конструкція є базовою та не включає елементи спрямованого двонаправленого зв'язку між сусідніми роботами, що моделює ситуацію взаємодії індивідів на значній відстані.

Якщо необхідно реалізувати двонаправлену передачу даних це можна зробити програмно при ідентифікації одного робота іншим за допомогою Wi-Fi мережі.

Розроблена конструкція є габаритною у порівнянні з аналогами але не потребує оригінальних комплектуючих та складної реалізації живлення та підзарядки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Rubenstein, M., Shen, W-M. Scalable self-assembly and self-repair In A Collective Of Robots // 2009 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS). — 2009-12-11. — С. 1484-1489.

2. Прыгающие робокубы научились узнавать друг друга и самоорганизовываться [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://nplus1.ru/news/2019/10/31/m-blocks>.

3. Распределение обязанностей помогло роботам точно передвинуть груз [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nplus1.ru/news/2019/07/11/tribots>.
4. Mondada, F., Pettinaro, G.C., Guignard, A. et al. Swarm-Bot: A New Distributed Robotic Concept // *Autonomous Robots* 17. — 2004. — С. 193–221.
5. M. Dorigo et al. Swarmanoid: A Novel Concept for the Study of Heterogeneous Robotic Swarms // *IEEE Robotics & Automation Magazine*, vol. 20, no. 4. — Dec. 2013. — С. 60-71.
6. H. Woern, M. Szymanski and J. Seyfried. The I-SWARM project // *ROMAN 2006 - The 15th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, Hatfield, UK — 2006. — С. 492-496.
7. M. Rubenstein, Wei-Min Shen. Automatic scalable size selection for the shape of a distributed robotic collective // *2010 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*. — 2010-10-01. — С. 508-513.
8. A multirobot construction system [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://science.sciencemag.org/content/343/6172.cover-expansion>.