

ВЗАИМОПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ MESH-СЕТЕЙ

Коников А.Д., Понкратов А.А.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Самаль Д.И. – канд. техн. наук, доцент

В настоящее время набирают популярность группы автономных мобильных роботов, образующий рой. Соответственно, для координирования действий группы, каждому участнику роя необходимо знать, положение других относительно себя. Для решения этой задачи, в рамках данной исследовательской задачи, применяются алгоритмы триангуляции. Для обмена данными о цели и взаимном расположении участников роя применяется Mesh-сеть на основе технологии wi-fi.

Область автономных мобильных роботов набирает высокую популярность и получает всё большее развитие. По заслуживающим внимания оценкам, наибольшее развитие она получит в течение ближайших 5-10 лет [1]. Одним из малоисследованных направлений в данной области являются исследования коллективного интеллекта, иными словами роевого поведения. Рой – группа роботов с низким уровнем способностей, но формирующих в совокупности работа с высоким уровнем способностей. Множество независимых компактных роботов смогут объединяться для решения одной

большой и сложной задачи, непосильной для решения одним роботом либо требующей слишком много ресурсов: энергии, времени и т.д.[2] Примером такой задачи является перемещение крупного и тяжёлого объекта, либо большого множества маленьких объектов.

В рамках магистерской диссертации проводится исследование и разработка робототехнической платформы для исследования алгоритмов роевого поведения на основе пьезоробота.

При разработке и реализации группы автономных мобильных роботов, с целью исследования алгоритмов роевого поведения, возникает необходимость в том, чтобы каждый участник роя знал о расположении своих соседей. Для определения взаимного расположения мобильных роботов применяются алгоритмы триангуляции.

В качестве системы управления роботом, в рамках диссертации, используется платформа ESP32 [3], которая представляет собой двухядерный 32-битный микропроцессор с таковой частотой до 240МГц с 520Кб ОЗУ, 448Кб ПЗУ, а также имеет встроенный модуль Wi-Fi 802.11n и Bluetooth версии 4.2. Данный модуль обладает низкой стоимостью и малым энергопотреблением, большим количеством линий ввода/вывода – 34, плюс ко всему имеется 12-битный аналого-цифровой преобразователь, 8-битный цифро-аналоговый и множество других функций. К ним относятся 4 порта SPI, 2 порта I2C, 3 порта UART, 16 каналов ШИМ, инфракрасный порт, поддержка CAN шины, контроллер управления картами памяти и многое другое.



Рисунок 1 – Простейшая конфигурация Mesh-сети на основе модулей ESP32 с применением технологии ESP-Now

Встроенный Wi-Fi модуль позволяет связать роботов между собой в mesh-сеть используя технологию ESP-Now [4]. Таким образом роботы могут обмениваться данными между собой. А множество библиотек, написанных под эту платформу, позволяет сократить время на разработку программного комплекса системы.

Для обнаружения соседей используется система, основанная на инфракрасных передатчиках и приёмниках. Для определения взаимного расположения могут применяться технологии Bluetooth или Wi-Fi. Роботы подключаются в Mesh-сеть, благодаря этому появляется возможность обмениваться данными. Конфигурация простейшей Mesh-сети приведена на рисунке 1. Обе технологии позволяют определять уровень сигнала передатчика. Таким образом, появляется возможность определить расстояние до соседнего робота.

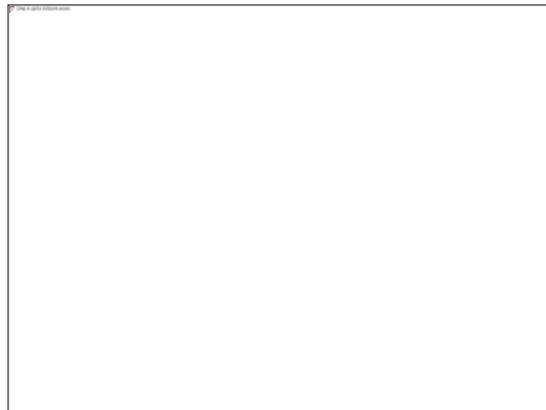


Рисунок 2 – Триангуляция на основании затухания радиосигнала

Зная расстояние между множеством роботов можно вычислить их взаимное расположение путём использования триангуляции радиосигнала, по принципу, схожему с принципом работы системы GPS [5], однако в данном случае расстояние до другого робота (спутника) определяется не на основании разницы во времени, а на основании затухания радиосигнала, диаграмма триангуляционного алгоритма, на основании затухания радиосигнала приведена на рисунке 2.

В случае применения ИК сенсоров [6] также используется триангуляция. Для удешевления системы используется несколько недорогих фотоприёмников расположенных по кругу, таким образом можно определить, с какой стороны находится сосед, переместившись на определённое расстояние и повторно измерив угол взаимного расположения на основании триангуляции можно вычислить расстояние до соседнего робота. Схема расчёта взаимного расположения роботов с применением инфракрасных сенсоров приведена на рисунке 3. При увеличении числа роботов и обмене информацией о взаимном расположении можно добиться высокой точности определения взаимных координат [7].

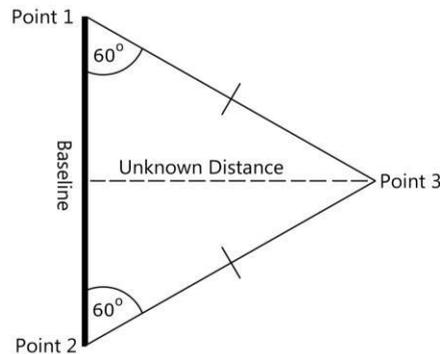


Рисунок 3 – Схема триангуляции с расчётом расстояния на основании углов, измеренных инфракрасными сенсорами

Разрабатываемая робототехническая платформа может применяться для моделирования алгоритмов роевого поведения, для наглядной демонстрации алгоритмов коллективного взаимодействия, что может быть применимо в образовательном процессе для облегчения усвоения материала, а создание копий роботов и доработка платформы студентами позволит развить необходимые инженерные навыки

Список использованных источников:

1. Gartner Hype Cycle [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-emerge-in-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2018/>
2. Карпенко Л. И. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы, вдохновленные природой : учебное пособие / А. П. Карпенко. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. —446, [2] с.: ил.
3. Спецификация микроконтроллеров семейства ESP32 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf
4. Инструкция по применению технологии ESP-now [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://espressif.com/sites/default/files/documentation/esp-now_user_guide_en.pdf
5. Цифровые системы управления технологическим оборудованием : уч. пособие / В. Т. Минченя [и др.]. – Минск : Энциклопедикс, 2016. – 108 с.
6. Пей, А. Сопряжение ПК с внешними устройствами / А. Пей. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 320 с.
7. Justin Yonghui Kim. Designing an Effective Millirobot for Swarm Behaviour Studies with Human-Swarm Interaction / Justin Yonghui Kim –Toronto, Mechanical And Industrial Engineering University of Toronto,2017