

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ГРУППОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ МОБИЛЬНЫМИ РОБОТАМИ

Довнар А. Д.
Кафедра систем управления,
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь
E-mail: dovnar@bsuir.by

Разработка систем управления группами роботов не является тривиальной. Она состоит из большого количества отдельных направлений и подзадач. У начинающих разработчиков и исследователей может возникнуть большое количество проблем в понимании глобальной картины. Это может, привести к неправильному выбору конкретного направления деятельности, плохой оценке трудоемкости проектов на ранних этапах или вовсе к потере интереса к области. Эта работа написана для того, чтобы разъяснить задачи, возникающие в процесс разработки систем управления группами промышленных мобильных роботов.

ВВЕДЕНИЕ

Разработка роботов находится на стыке большого количества направлений деятельности. К 4 основным можно отнести:

- электронику;
- механику;
- программирование;
- системы управления.

По определению ISO 8373[1], подвижное устройство относится к **робототехнике** только если имеет определенную степень автономности. Под автономностью подразумевается возможность устройства выполнять поставленные задачи, основываясь на текущем состоянии и показаниях датчиков без вмешательства человека. Разработка неавтономных подвижных устройств называется **мехатроникой**. Обычно задачи мехатроники проще задач робототехники и делают упор на механику и электронику. Упор в робототехнике делается преимущественно на разработку алгоритмов управления и программного обеспечения, реализующего эти алгоритмы. Таким образом задачу управления группой мобильных роботов можно сформулировать как, задачу управления группой автономных подвижных объектов.

Разобьем задачи управления группами мобильных роботов на две категории:

- управление отдельными роботами;
- управление группой роботов.

I. СПЕЦИФИКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ГРУЗОВЫХ РОБОТОВ

Задачи группового управления роботами во многом идентичны для различных групп роботов, например, летающих, плавающих, мобильных. Однако каждая отдельная группа обладает своими особенностями. Эти особенности могут добавлять дополнительные ограничения или требования из-за чего их стоит рассматривать отдельно.

В работе описаны задачи группового управления промышленными мобильными грузовыми наземными роботами. Роботы компаний OTTO и MIR — хорошие примеры подобных устройств.

Рабочей средой для таких роботов являются складские или производственные помещения. Основные особенности рабочей среды:

- ровные полы;
- относительно хорошая предсказуемость: мало движущихся объектов, карта помещения заранее известна и не меняется;
- контролируемый микроклимат, отсутствие погодных условий;
- отсутствие изменений высоты. Могут быть только изменения этажей, но перемещение между этажами происходит только в лифтах;
- возможность размещать ориентиры на заведомо известных позициях в пространстве.

Данные особенности делают промышленную среду более простой чем, например, открытое пространство на улице.

II. УПРАВЛЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫМИ РОБОТАМИ

Возможность группового управления должна учитываться еще на этапе разработки механики и электроники. Очень важно учитывать параметры рабочей среды, в которой роботы будут работать и особенности их использования.

Обычно, обеспечение группового управления промышленными роботами требует наличия следующих особенностей конструкции:

- мощную систему связи для обмена данными с другими роботами и/или центральной системой;
- сенсорную избыточность (больше сенсоров, тем теоретически нужно для эффективной навигации) для увеличения надежности при взаимодействии с другими роботами и людьми;

- мощную вычислительную систему для обработки данных, получаемых от сенсоров и других роботов.

Кроме этого появляются дополнительные требования к инфраструктуре, например, необходимость наличия производительного сервера для обработки данных, получаемых от группы роботов.

После разработки физического робота актуальной проблемой становится разработка системы управления. Можно выделить несколько основных задач.

Разработка локальной системы управления. То есть как заставить робота двигаться и выполнять требуемые функции. К данной задаче относятся:

- разработка драйверов датчиков;
- разработка систем управления отдельными объектами, например двигателями;
- разработка системы управления движением робота в целом.

Разработка системы навигации. То есть как роботу понять, где он находится. К данной задаче относятся:

- комбинирование показаний разных навигационных датчиков между собой;
- определение текущего положения робота в пространстве, например относительно известной глобальной карты или точки включения робота;
- построение карты местности.

Разработка локального планировщика маршрута. То есть как роботу проехать из точки А в точку Б. Данная задача подразумевает определение желаемой траектории движения. Локальный планировщик получает команды управления извне, например, от глобального планировщика маршрута, пользователя или внешнего мира. Локальный планировщик должен проложить траекторию движения максимально близкую к заданию, но при этом избежать столкновений и других опасных ситуаций.

III. УПРАВЛЕНИЕ ГРУППОЙ РОБОТОВ

После того, как робот самостоятельно передвигается в пространстве, можно начинать работать над групповым управлением несколькими роботами.

Можно выделить несколько основных задач управления группой роботов [2].

Разработка системы глобальной навигации. То есть как роботам понять где они на-

ходятся относительно мира и друг друга, как поделиться этими данными с другими роботами.

Разработка глобального планировщика маршрута. То есть как понять, куда и как должен двигаться каждый отдельный робот в группе.

Разработка алгоритмов взаимодействия. То есть как роботам выполнять совместные задачи. В данном направлении есть огромное множество задач, например движение за лидером, движение в формации, сканирование местности и так далее. Конкретные алгоритмы разрабатываются в зависимости от целей проекта.

Для оценки алгоритмов взаимодействия роботов используются следующие критерии[3]:

- локальность – используется для управления роботом только локальная информация (хорошо) или также глобальная (плохо);
- масштабируемость – работает ли алгоритм одинаково хорошо с несколькими роботами и несколькими десятками роботов;
- безопасность – обеспечивает ли алгоритм возможность избежать столкновений между роботами и роботов с препятствиями;
- децентрализованность – используются ли для алгоритма вычисления на центральном сервере (плохо) или все вычисления проводятся локально (хорошо).

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все задачи описанные в этой работе: разработка конструкции роботов, локальной системы управления и групповой системы управления выполняются каждый раз когда разрабатывается новый промышленный грузовой робот. Любая из этих задач может стать направлением для углубленного изучения.

V. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ISO 8373:2012(en), Robots and robotic devices – Vocabulary [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://wcvw.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8373:ed-2:vl:en> Дата доступа: 18.10.2021.
2. Tkafestas S. G. Mobile Robot Control and Navigation: A Global Overview // J Intell Robot Syst. – 2018. – Т. 91. – № 1. – С. 35-58.
3. Pickem D. и др. The Robotarium: A remotely accessible swarm robotics research testbed // 2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA). Singapore, Singapore: IEEE, – 2017. С. 1699-1706.