ОБЗОР АЛГОРИТМОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ГРУППОЙ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

Горбунов Никита Геннадьевич

аспирант, Воронежский государственный университет, РФ, г. Воронеж

Леденева Татьяна Михайловна

д-р. техн. наук, проф., зав. каф. ВМиПИТ, Воронежский государственный университет, РФ, г. Воронеж

В современном мире большинство отраслей промышленности нуждается во внедрение мобильной роевой робототехники. Наиболее актуальна данная проблема для таких отраслей, как промышленность, сельское хозяйство, строительная и спасательная деятельность и так далее. Применение мобильной роевой робототехники актуально в настоящее время, потому что интеллектуальное управление группой роботов значительно снизит риски, возникающие вследствие ошибок из-за «человеческого фактора», тем самым, позволив оптимально использовать средства и ресурсы.

Научная новизна данного исследования заключается в том, что в предлагаемых алгоритмах реконфигурации роя роботов движение отдельных роботов происходит одновременно, а не поочередно, как это представлено в большинстве научных работ. Это приведет к минимизации энергозатрат – одной из главных задач исследования. Другим аспектом является то, что управление робототехническим роем будет осуществляться с помощью одного главного робота (вожака). Команда будет отправляться только ему, а он в свою очередь будет интеллектуально управлять остальным роем. Таким образом, действия их должны быть максимально оптимальны и в некотором смысле идентичны.

Практическая значимость исследования заключается в возможности использования разработанных моделей и алгоритмов естественнонаучной направленности по робототехнике в различных сферах деятельности человека, такие как промышленность, сельское хозяйство, строительная и спасательная деятельность. При этом затраты на использование ресурсов должен быть минимальны.

Оптимальное управление мобильным роботом строится на классическом подходе к решению следующих прикладных задач: задача синтеза управления, обеспечения устойчивости робота по отношению к точке пространства состояний, относительно которых система управления сможет обеспечить устойчивость [1. С. 1]. Данный подход применим и к управлению так называемым роем (группой роботов).

Управление роем содержит в себе следующее преимущество – пониженная нагрузка на вычислительную систему, а поэтому и высокая вероятность выполнения задачи, расширенный набор выполняемых функций, а также большой радиус действия.

Изучение роевого интеллекта возможно благодаря эволюции группового управления мобильными роботами, что сказалось на стратегии планирования путей и алгоритмах обхождения возможных препятствий.

Создание вероятности столкновения приводит к пониманию того, как их избежать. Роевое избежание столкновений основывается на том, чтобы уклоняться от риска столкновения с мобильными роботами. Очевидно, что при большем количестве роботов в пространстве – больше вероятность того, что интеллектуальный робот, а точнее его траектория, может

Горбунов Н.Г., Леденева Т.М. Обзор алгоритмов для управления группой мобильных роботов // Научный форум: Инновационная наука: сб. ст. по материалам XLII междунар. науч.-практ. конф. — № 4(42). — М., Изд. «МЦНО», 2021. — С. 30-33.

встретиться с траекторией другого, подобного ему мобильного робота.

Так, для того, чтобы избежать данную проблему, Рослов И. А. и Скляров А. А. рекомендуют использовать такой алгоритм, как гибридное взаимное скоростное препятствие, который пока еще требует усовершенствования [2. С. 1].

По нашему мнению, работая сообща в системе, роботы смогут давать больший эффект, решать задачи, которые самостоятельно невозможно решить. Примером служат социальные насекомые – муравьи и пчелы, а также алгоритм поиска косяком рыб, алгоритм светлячков.

Алгоритмы имеют большое значение в управлении роем, поскольку действия роботов будут обуславливаться деятельностью всего роя. Взаимодействие между роботами внутри роя является упорядоченным, тогда как алгоритмы задают правила действия для каждого участника внутри роя.

Вместо центрального интеллекта мы рассматриваем роевый. Под центральным интеллектом мы понимаем организацию работы управления роботами одним «вожаком». В свою очередь роевый интеллект подразумевает упорядоченное действие каждого робота внутри роя. Данный вид интеллекта полезен тем, что он прогнозирует поведение каждого члена роя в определенный момент времени, а также при его определенном положении в пространстве.

Работа роботов внутри роя строится на синхронном взаимодействии в случае небольшого количества роботов, работу которых возможно визуально контролировать, при этом при несинхронном взаимодействии мы можем прийти к увеличению времени жизни каждого робота в рое, тем самым использовать «режим энергосбережения».

Однако возникает ряд определенных трудностей при организации роя.

Во-первых, каждый участник роя должен понимать место ближайшего соседа в любой момент времени, при этом чем больше участников в рое, тем сложнее оценивать позицию каждого участника.

Во-вторых, если заданы определенные правила и условия для конкретной группы роботов внутри роя, то сложно спрогнозировать конечный результат работы роя в целом.

В-третьих, в случае столкновения участники роя могут вывести из строя как себя, так и определенное количество роботов или рой в целом.

В-четвертых, каждый участник роя должен находить оптимальный маршрут до достижения своей цели, сохраняя при этом дистанцию со своими соседями, чтобы избежать столкновения.

Для того, чтобы робот мог выполнять ряд определенных действий, необходимы различные алгоритмы группового управления. Одним из таких алгоритмов является муравьиный алгоритм [3. С. 142].

Под муравьиным алгоритмом мы понимаем алгоритм нахождения оптимального пути. В начальный момент времени муравьи перемещаются хаотично, при этом при выявлении цели – возвращаются в исходное положение, помечая свой путь феромонами. При этом, если другие муравьи почувствуют эти феромоны, то они, скорее всего, пойдут по данному пути.

Однако по прошествии времени феромоны начинают исчезать, вследствие чего путь забывается муравьями. Поэтому чем больше муравьев будет ходить по этому пути, тем дольше будет сохраняться маршрут. Также чем длиннее маршрут, тем быстрее испарится тропа, помеченная феромонами.

Данный алгоритм имеет один недостаток – отсутствие лидера, из-за чего усложняется управление роем в целом.

К достоинствам муравьиного алгоритма мы отнесем следующие:

1. простоту логики алгоритма;
2. масштабируемость, то есть легкое внедрение новых роботов в рой;
3. каждый робот внутри роя взаимозаменяем и равнозначен.

Аналогичным образом работает пчелиный алгоритм [3. С. 143].

Представим, что есть улей. В начальный момент времени оттуда вылетает определенное количество пчел, которые ищут нектар. Когда эти пчелы возвращаются в улей, они определенным образом сообщают остальным пчелам, где и сколько нектара они смогли найти. После чего на указанные участники отправляются другие пчелы, при этом количество отправленных пчел зависит от объема найденного нектара.

Описанный выше алгоритм, точно так же, как и муравьиный, предназначен для достижения определенных целей – поиска ресурса, в данном случае нектара в условиях неизвестной местности.

Данный алгоритм также имеет достоинства и недостаток.

К недостатку мы отнесем так же, как и в муравьином алгоритме – отсутствие лидера в рое, что довольно сильно усложняет управление самим роем.

К достоинствам можно отнести:

1. пчелы взаимозаменяемы и равнозначны;
2. масштабируемость роя легко осуществить за счет добавления новых пчел.

В заключении хочется сказать о том, что в разработке моделей и алгоритмов для управления группой мобильных роботов предполагается, что будет использован один из вышеперечисленных алгоритмов. Каждый алгоритм будет рассмотрен и проанализирован.

В случае, если алгоритм будет выдавать наилучший результат с минимальным количеством ошибок, то данный алгоритм будет усовершенствован и применим. В противном случае необходимо будет дальше рассматривать алгоритмы для решения задач нахождения оптимального пути.

Например, таковыми алгоритмами является алгоритм поиска косяком рыб (Fish School Search, FSS), который предложили в 2008 году Б. Фило и Л. Нето. А также алгоритм светлячков, который был предложен в 2008 году Синь-Ше Ян.

Список литературы:

1. Дивеев А. И., Шмалько Е. Ю. Эволюционные методы вычислений для синтеза управления групповой роботов и поиска оптимальных траекторий их движения / А. И. Дивеев, Е. Ю. Шмалько // Российский университет дружбы народов. Cloud of Science. 2017. Т. 4. №3.

2. Рослов И. А., Скляров А. А. Групповое управление мобильными роботами / И. А. Рослов, А. А. Скляров // СиПУ ИКТИБ ИТА ЮФУ. 2018.

3. Норсеев С. А., Багаев Д. В. Обзор алгоритмов группового управления робототехническими комплексами / С. А. Норсеев, Д. В. Багаев // Электротехнические системы и комплексы. 2013.