

Санкт-Петербургский государственный университет

Математическое обеспечение и администрирование информационных
систем

Кафедра Системного Программирования

Диденко Илья Тимофеевич

Применение одометрии для планирования движения в соревнованиях ”Линия-Профи”

Курсовая работа

Научный руководитель:
ст. преп. Я. А. Кириленко

Санкт-Петербург
2017

Оглавление

Введение	3
1. Постановка задачи	4
2. Алгоритм	5
2.1. Одометрия	5
2.2. Расширение границ	5
2.3. Выбор алгоритма	6
2.4. Алгоритм A^*	8
2.5. Движение по траектории	8
Заключение	9
Список литературы	10

Введение

Соревнования по робототехнике в последние годы стали очень популярны, не только как развлечение, но и как часть образовательного процесса, в основном нацеленная на учащихся старших классов. Одна из стандартных дисциплин на таких соревнованиях — автономное движение по линии. ”Линия-Профи” является усложненным вариантом этой задачи, в котором непрерывная линия заменена на прерывистую линию, состоящую из повторяющихся фигур (см. Рис. 1). Цель остается прежней — пройти дистанция за кратчайшее время.

Для решения этой задачи часто используются различные по сложности алгоритмы работы с камерой и обработки изображения. Но для некоторых алгоритмов пока не хватает вычислительной мощности [1], или они не дают желаемого результата в скорости прохождения трассы.

Было предложено подойти к этой задаче с другой стороны: построить карту с помощью одометрии, по полученным данным построить траекторию и проехать по ней поточечно.



Рис. 1: Полигон соревнований ”Линия-Профи”. Источник: railab.ru

1. Постановка задачи

Реализовать алгоритм построения траектории:

- Получить начальные данные с помощью одометрии
- Расширить допустимые границы с учетом правил соревнований
- Построить траекторию движения

2. Алгоритм

2.1. Одометрия

Первый круг робот проходит медленно, используя один из простых алгоритмов, например по камере. При этом через фиксированные отрезки времени по показаниям гироскопа и энкодерам вычисляется приблизительное положение робота и записывается в память для дальнейшего использования (см. Рис 2). Расчетные формулы могут быть найдены в презентации к курсу “Autonomous Robot Navigation” Принстонского университета [2].



Рис. 2: Точки полученные с помощью одометрии

2.2. Расширение границ

Согласно правилам соревнования [3] допускается, что робот может покидать линию, но при определенных ограничениях: не дольше, чем на пять секунд, и не дальше, чем на три длины робота от линии. Поэтому было принято решение построить расширенный коридор, в котором можно двигаться (см. Рис. 3).

Для этого запускается обход в ширину из каждой точки, полученной

Ширина коридора см	Алгоритм A*	Алгоритм Дейкстры сек
5	31	435
10	100	1695
15	186	3618

Таблица 1: Сравнение времени работы алгоритмов

- Были сделаны улучшения на уровне языка, но полученное улучшение оказалось незначительным, около 0.5-1%
- При повороте ребрам добавляется дополнительный вес, в зависимости от резкости поворота. Направление задается числом от 0 до 7, а вес – разностью по модулю 8. Было сделано предположение, что изменение формулы для веса может увеличить производительность, так как алгоритм будет меньше рассматривать не оптимальное направление, поэтому был проведен эксперимент. Оказалось, что дополнительные операции вызывают серьезное замедление (см. Таблица 2), поэтому формула была возвращена к первоначальному виду

Формула	Алгоритм A*, сек	Алгоритм Дейкстры, сек
f	31	435
f ³	39	4094
100*f	34	2009

Таблица 2: Сравнение времени работы для разных формул, ширина коридора = 5 см, f – начальная формула

- Карта была разделена на 2 части, чтобы избежать поиска пути в противоположном направлении. Это позволило получить заметные улучшения (см. Таблица 3). Но если сделать это деление на симметричной известной карте несложно, то на произвольной карте это может быть затруднительно

Таким образом после оптимизации алгоритм Дейкстры проигрывает в производительности в 6-7 раз, а результирующая траектория не

	Алгоритм A*	Алгоритм Дейкстры
	сек	сек
Единая карта	31	435
Разделенная карта	18	111

Таблица 3: Сравнение времени работы до и после разделения карты, ширина коридора = 5 см

меняется в зависимости от выбора алгоритма.

2.4. Алгоритм A*

Алгоритм рассматривает точки в порядке возрастания эвристической функции, равной сумме стоимости пути до точки и эвристической оценки расстояние до финиша. В данном случае расстояние считается по диагональному расстоянию. Стоимость пути состоит из пройденного расстояния и стоимости поворотов, которые встретились на пути. Когда рассматривается очередная точка, для всех её соседей вычисляется значение функции и новая стоимость пути. Если новая стоимость меньше старой или сосед еще не был рассмотрен, то он добавляется в очередь на рассмотрение. После того, как кратчайший путь найден, необходимо восстановить его траекторию, поэтому для каждой точки записывается с какого направления мы в неё пришли. Таким образом получаем траекторию, по которой планируем двигаться (см. Рис 4).

2.5. Движение по траектории

Робот получает траекторию в виде последовательности точек. Следуя из точки в точку, он проходит запланированный путь. Для реализации движения используется одометрия. По примерной текущей позиции и позиции следующей точке рассчитывается направление, в котором робот должен двигаться, и корректируется текущее направление.

Список литературы

1. Чусовитин Д.А. Распознавание линии на базе контроллера ТРИК. — 2016.
2. Dr. Clark Christopher. COS495 Autonomous Robot Navigation, Lecture 5. — 2011. — URL: <https://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall11/cos495/COS495-Lecture5-Odometry.pdf>.
3. railab.ru. Регламент соревнований «Линия-Профи». — 2016. — URL: https://robofinist.org/uploads/competition_file/2016/06/line_pro_2_1_ru.pdf.