

РАСЧЕТ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА В ЧАСТНОЙ ЗАДАЧЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ

Чистяков М.Г.

Юдин А.В.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

CALCULATION OF MOBILE ROBOT MARCHING TRAJECTORY IN PARTICULAR TASK OF OBJECT MOVING

Chistyakov M.G.

Yudin A.V.

Bauman Moscow State Technical University, IU4 department, Moscow, Russia

Аннотация

В данной статье приведен алгоритм для расчета траектории движения мобильного робота при расстановке объектов на плоскости, разделенной на клетки. Алгоритм основан на методе перебора, снабженного дополнительной логикой. Рассмотрены различные модификации алгоритма, в зависимости от технических возможностей устройств на которых он будет выполняться. Приведены возможные приложения алгоритма, а также рассмотрены дальнейшие планы по решению описанной в статье задачи.

Abstract

In this article an algorithm is presented for calculating the trajectory of mobile robot for placement of objects on the plane, divided into cells. The algorithm is based on brute force, equipped with additional logic. Various modifications of the algorithm are considered, depending on the technical capabilities of devices on which they are executed. The possible applications of the algorithm are presented and also future plans to address the problem described in this article are reviewed.

1. Введение

В современных условиях все большую актуальность приобретают автономные, не управляемые человеком, транспортные средства. Примером таких систем могут служить: автомобили с системой автопилота, когда человек на некоторое время может передать управление транспортным средством системе автоматического управления; роботизированные мобильные устройства, выполняющие опасные для человека задачи, например, в зонах катастроф различной природы, а также выполняющие рутинные операции, поддающиеся алгоритмизации, освобождая тем самым человека от скучной работы, а продукцию от возможных ошибок человека.

Если рассмотреть задачи, стоящие перед разработчиками подобных автономных транспортных средств, то неминуемо встанет вопрос об организации системы навигации, которая позволит транспортному средству эффективно перемещаться в пространстве. При этом важно отметить, что как способ передвижения, так и прикладная задача, возложенная на транспортное средство, влияют на алгоритм движения и навигации. Далее рассмотрим одну из частных задач подобного рода.

2. Постановка задачи

Рассмотрим некоторое поле (плоскость), разделенное на шахматные клетки. Клетки соответственно отличаются по цвету (рис.1). Кроме того, на поле находится некоторое количество объектов. Изначально объекты находятся на поле в случайных позициях. Робот, перемещаясь по полю и взаимодействуя с объектами, должен расставить их по клеткам определенного цвета. Помимо прочих, существуют особые клетки, занять которые было бы выгоднее, чем остальные. Задача: Написать алгоритм для расстановки объектов на клетки определенного цвета, при этом установить большинство объектов на выгодные клетки.

3. Вводимые упрощения

Для расчетов требуются следующие упрощения:

- поле имеет конечные размеры (6х6 клеток);
- количество объектов на поле конечно (9 штук);
- размер каждого объекта равняется половине размера клетки;
- на одну клетку можно установить только один объект.

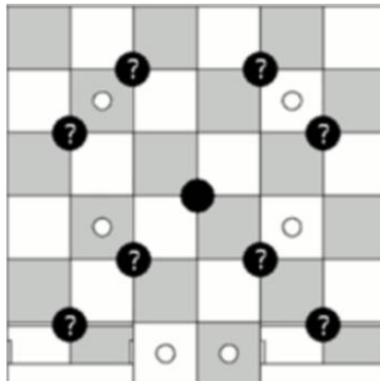


Рис. 1 - Пример части поля с объектами и выгодными клетками (они помечены кругами)

4. Варианты решения

Имея возможность консультации со специалистами в таких областях как математика и робототехника, а также обладая некоторым опытом в области разработки робототехнических систем, авторам удалось выявить возможные пути решения поставленной задачи. Такими методами могут быть: методы искусственного интеллекта, метод локальных вариаций, метод частичного повторения, метод перебора, трассировочный метод.

5. Сравнение методов

Для сравнения методов, зададим определенное время действия на поле, например 90 секунд. Оценка эффективности будет проводиться с помощью бальной системы. Так установка объекта на нужную клетку приносит 10 баллов. А если любой из объектов на поле поставить на выгодную клетку, то количество баллов за объект увеличивается на 30. Таким образом, мы имеем возможность сравнить результаты работы различных алгоритмов по количеству заработанных баллов: по принципу «чем больше баллов, тем лучше».

Для решения данной задачи из всех вышеперечисленных методов оптимальным и базовым оказался метод перебора. Так как задача решается на вычислительной машине, то использование данного метода, позволяет найти решение, которое другие методы пока не в силах обеспечить. Основной недостаток метода состоит в том, что необходимо выполнить большое количество вычислений, что приводит к значительным временным затратам на расчеты.

Стоит отметить, что в рамках работы над данной задачей ставится также вопрос о выработке наиболее формального математического решения, что позволило бы ускорить принятие решения о дальнейших действиях робота.

6. Алгоритм решения

Для решения задачи навигации разобьем поле на клетки, по размерам равные размерам объектов. Каждую клетку будем считать как точку с определенными координатами (рис 2). Траектория движения записывается как последовательный массив из координат точек. Из точек составляются векторы движения. Далее с помощью векторов движения получаем путь и углы поворота. С помощью векторов можно найти кратчайший путь при движении по заданным точкам. Далее введем оценку действия, т.к. ближайший объект не всегда может оказаться оптимальным при дальнейших действиях. Для этого произведем трассировку

объектов, т.е. просчитаем, какое количество раз каждый объект встречается при движении на каждую точку поля. И, соответственно, выгодным будет тот объект, который встречается большее количество раз. Т.к. не все объекты равнозначны, введем у каждого объекта свой коэффициент, чем коэффициент больше, тем выгодней объект. Конечная клетка, для постановки объекта, так же близостью, но т.к. клетки тоже разные по «цене» то у каждой вводится свой коэффициент.

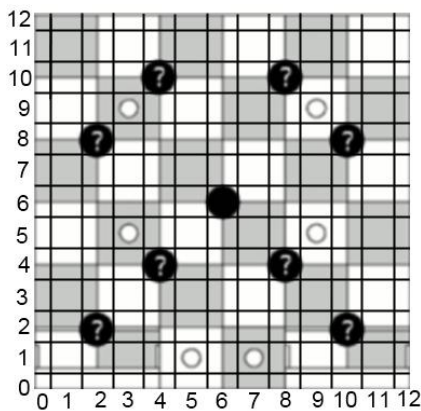


Рис. 2 – разбивка поля

Описанный алгоритм (рис. 3) повторяется столько раз, сколько необходимо, либо по времени, либо по количеству действий. В зависимости от выбора начальной точки, он может быть с разной степенью вложенности.

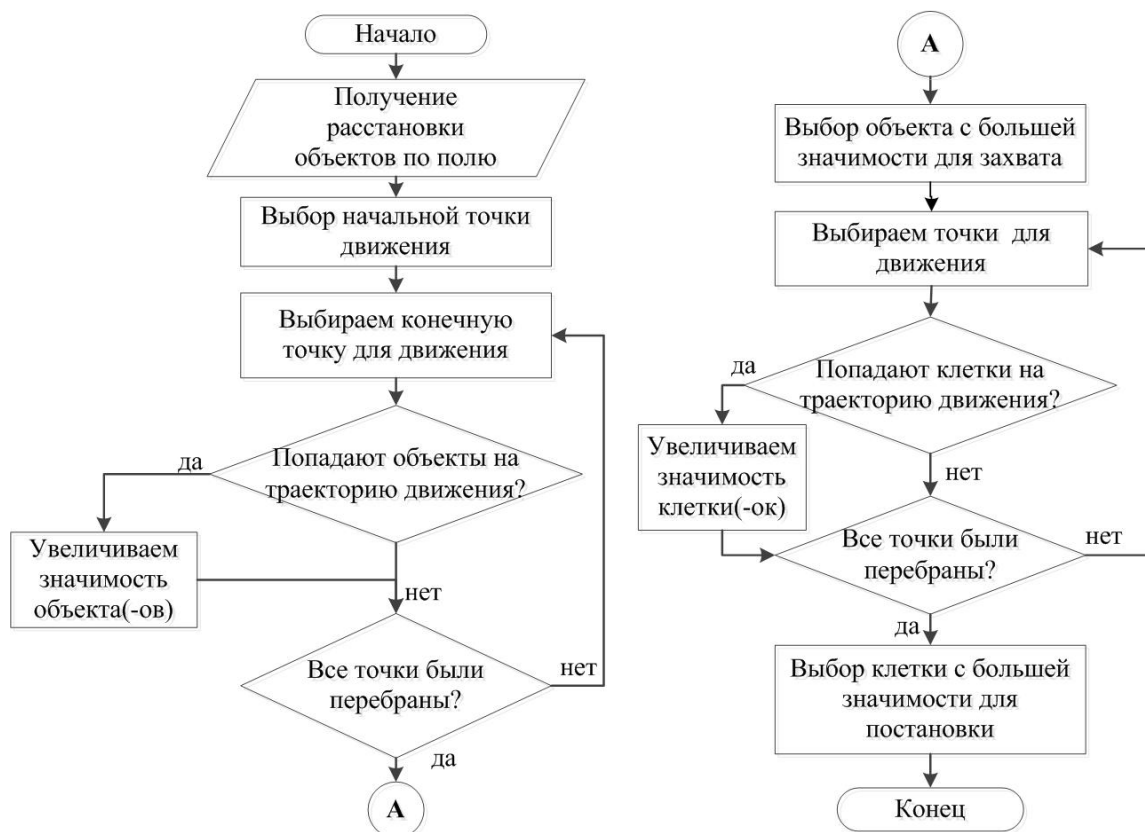


Рис. 3 – алгоритм со степенью вложенности один для перестановки одного объекта

6.1. Степень вложенности один

За начальную точку каждый раз принимается текущее положение робота. Данная модификация алгоритма дает четкий ответ, какое действие выгодней выполнить на данном

этапе, но не учитывает следующие действия, из-за чего некоторые действия могут оказаться не оптимальными.

6.2. Степень вложенности два

Степень вложенности два позволяет рассчитывать действие с учетом одного следующего действия. Для этого после определения выгодности всех объектов необходимо повторить алгоритм, но, уже считая, что действие с каждым из них было выполнено, и за начальную точку берется местоположения робота после мнимо сделанного действия. Затем необходимо сравнить результаты каждой последовательности действий и выбрать результат дающий наиболее выгодный результат (большее количество баллов).

6.3. Степень вложенности три и более

Данная степень вложенности уже позволяет определить длинные выгодные пути. Аналогично предыдущему пункту после выбора объекта проводится сравнение последующих. Количество выборов точек для расчета напрямую зависит от вложенности.

6.4. Степень вложенности бесконечность

Алгоритм со степенью вложенности бесконечность аналогичен модификации алгоритма со степенью вложенности три, но он выбирает точку для последующего расчета до тех пор, пока не достигнута оптимальная расстановка, и последующее перемещение объектов только ухудшают результат. В нашем случае поле ограничено, поэтому мы имеем счетное количество вариантов расположения точек для расчета.

7. Реализация алгоритма

Рассмотренный алгоритм разрабатывался для нужд навигации мобильного робота, выполняющего регламент соревнований Eurobot 2011. Базовый алгоритм реализован на языке С и используется для выявления наиболее выгодных тактик действия робота на стационарном компьютере. Также он используется в исследовании возможных методов решения поставленной задачи, т.к. дает глобальное, а не локальное решение. Таким образом, мы имеем возможность проверять различные подходы, которые могут давать лишь локальное, не оптимальное решение.

Кроме чисто исследовательского использования, представленный алгоритм используется в работе мобильного робота на базе контролера ATmega128 и непосредственно участвует в организации планирования действий роботом.

8. Выводы

Применение рассмотренного алгоритма позволяет найти наилучшие пути расстановки объектов. В зависимости от быстродействия вычислительной машины можно применять разные модификации алгоритма. Т.к. алгоритм выполняется в реальном времени, то каждая степень вложенности напрямую влияет на время принятия решения. Величина погрешности алгоритма обратно пропорциональна степени вложенности алгоритма, т.е. чем больше степень вложенности, тем оптимальней решение.

Хотя предлагаемый алгоритм разрабатывается и используется для нужд соревнований мобильных роботов, его применение этим не ограничивается. Например, его можно адаптировать для складской работы, где есть необходимость расставить привезенный товар по определенным местам. Также можно адаптировать его и для нужд автоматической расстановки радиоэлементов на печатную плату.

В дальнейшем планируется продолжить исследования по выявлению наиболее формального решения рассмотренной задачи, а также более сложных ее вариантов, когда объекты могут быть собраны в «башни», действия на поле выполняются несколькими равноправными участниками и т.п. Отдельно рассматривается вопрос о решении заявленной задачи методами искусственного интеллекта.

Литература

1. Таха, Хэмди А. Введение в исследование операций, 7-е издание, Пер с англ. -М.: Издательский дом "Вильямс", 2007. - 912с.:ил.
2. Волков И.К., Загоруйко Е.А. Исследование операций: Учеб для вузов / Под ред. В.С. Зарубина, А. П. Крищенко. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2000 - 436 с (Сер Математика в техническом университете. Вып. XX).
3. <http://www.eurobot.org>