

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА МАРШРУТА ПЕРЕДВИЖЕНИЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА В УСЛОВИЯХ ЧАСТИЧНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Е.Д. Баран, Ж.С. Першина, И.Н. Швайкова

ГОУ ВПО «Новосибирский государственный технический университет», 630092, Новосибирск, пр. К.Маркса, 20, тел. 383-3460855, zhanna.pershina@ngs.ru

1. Постановка задачи

Одной из важнейших и ответственных задач, решаемых при проектировании автономных мобильных роботов, является выбор и реализация алгоритма перемещения робота в точку с заданными координатами [1]. В процессе движения могут встречаться препятствия, которые робот должен объезжать, причем форма, размеры и координаты препятствий априори неизвестны. Робот должен достигнуть цели за минимальное время и/или с минимальным расходом энергии.

Очевидно, что в подобных условиях робот должен обладать способностью обнаруживать препятствия, оценивать их геометрические характеристики, измерять расстояния до препятствий, принимать решения по выбору направления и скорости движения, и, наконец, двигаться по направлению к цели.

В работе описываются программные и технические средства, разработанные авторами для моделирования и оценки эффективности алгоритмов поиска маршрута движения робота.

2. Используемое оборудование и программное обеспечение

Система моделирования алгоритмов поиска маршрута разработана в среде LabVIEW 8.6, апробация алгоритмов выполнена с использованием конструктора LEGO MINDSTORMS NXT, программное обеспечение для макета робота спроектировано с помощью LabVIEW NXT Toolkit.

3. Описание решения

Формально задача построения и выбора алгоритма поиска маршрута движения робота относится к классу задач планирования локально-оптимальных (например, по длине трасс) передвижений, соединяющих начальное и целевое местоположения робота. Решение задачи приходится искать в условиях частичной неопределенности, поскольку форма, размеры и координаты препятствий заранее неизвестны. При этом обычно модель проблемной среды (ПС), в которой осуществляется движение, представляется взвешенным графом, а модель робота описывается габаритными размерами робота и некоторыми свойствами его двигательной системы. В графе ПС вершинам соответствуют некоторые точки местности, например, координаты границ препятствий, а весам ребер — расстояния между этими точками [2]. Тогда планирование траектории сводится к отысканию пути на графе.

Существует несколько универсальных алгоритмов поиска пути на графе, основной сложностью при реализации которых является выбор способа представления графа. Одним из основных подходов к решению данной проблемы служит метод декомпозиции ячеек [3].

Суть метода заключается в разложении свободного пространства на конечное количество дискретных участков, называемых ячейками. Простейшая декомпозиция ПС представляет собой квадратную сетку с равномерным шагом [4], а планирование пути в пределах одного участка ПС может быть организовано элементарными передвижениями робота по прямой или по диагонали.

Тогда задача поиска маршрута формализуется в задачу поиска пути на метрическом графе, представляющем собой совокупность $MT = \langle A, d \rangle$, где A – матрица ячеек

$$A_{m \times n} = \{a_{ij}\}; \quad a_{ij} \in \{0, 1\}; \quad 0 < i \leq m; \quad 0 < j \leq n$$

а d – метрика на множестве

$$A^+ = \left\{ a_{ij} \mid a_{ij} \in A, a_{ij} = 0 \right\}$$

В работе реализованы следующие алгоритмы поиска пути:

1. Поиск в глубину;
2. Поиск в ширину;
3. Алгоритм Дейкстры;
4. Алгоритм A*;
5. Алгоритм DA*.

Для имитационного моделирования поиска пути МР в условиях частичной неопределенности и сравнительного анализа реализованных алгоритмов разработано программное обеспечение, позволяющее:

- формировать проблемную среду;
- выполнять выбранный алгоритм;
- оценивать характеристики алгоритма
- сравнивать результаты оценки алгоритмов.

На первом этапе моделирования производится формирование двумерной карты ПС в виде квадратной сетки с заданной размерностью и определенной величиной дискретных участков ячеек. Процедура нормирования размеров сформированной двумерной карты определяет метрические характеристики координатной сетки системы локальной навигации, что в свою очередь позволяет определить координаты активной ячейки после каждого шага.

На следующем этапе на закладке лицевой панели «Алгоритмы поиска пути» (рис. 1) активируется процедура ввода исходных параметров: координат начальной и целевой точек; параметров препятствий.

Ввод значений координат объектов ПС осуществляется наведением и фиксацией курсора на требуемой ячейке координатной сетки ПС, после чего происходит программный расчет координат. На рис. 1 показан пример модели ПС.



Рис. 1. Пример модели проблемной среды

Запуск на исполнение необходимого алгоритма производится путем выбора из списка алгоритмов, представленного набором кнопок на закладке лицевой панели «Алгоритмы поиска пути».

Процесс выполнения алгоритма отображается в виде перемещения активной клетки по карте ПС. Результатами моделирования алгоритма служат достижение активной клетки целевого местоположения и получение количественных показателей производительности алгоритма, которые отображаются на закладке «Результаты исполнения алгоритма»:

- стоимость пути (количество сохраненных родительских ячеек)
- временная сложность (время, затраченное на нахождение решения)
- пространственная сложность (количеством обработанных вершин)
- комплексный показатель эффективности

Анализ алгоритмов с целью выявления наилучшего производится путем сравнения количественных показателей производительности алгоритмов.

Для апробации алгоритмов использован макет мобильного робота (рис.2), в состав которого входят следующие основные функциональные блоки:

- бортовой контроллер, управляющий процессами ориентации робота в ПС и перемещения в соответствии с реализуемым алгоритмом
- двухканальная дальнометрическая система на базе ультразвуковых сенсоров
- исполнительная система, выполняющая простейшие операции перемещения робота
- беспроводная система коммуникаций с компьютером оператора

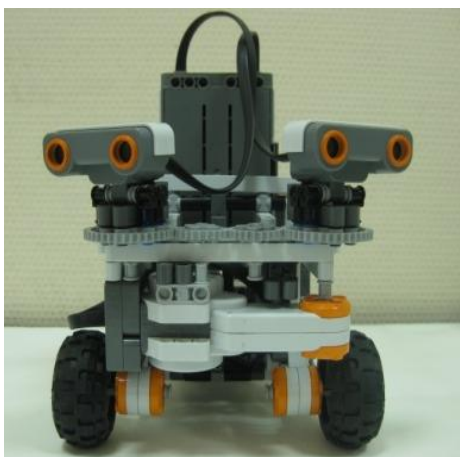


Рис. 2. Макет мобильного робота

4. Внедрение и его перспективы

Систему моделирования и анализа алгоритмов предполагается дополнить возможностями автоматической генерации ПС и статистической оценки эффективности алгоритмов.

Разработанные средства будут использованы в учебном процессе.

5. Список литературы

1. Интеллектуальные роботы: учебное пособие для вузов / под общей ред. Е.И. Юревича / И.А. Каляев, В.М. Лохин, И.М. Макаров и др. – М.: Машиностроение, 2007. – 360 с.: ил.
2. Берштейн Л.С. Планирование поведения интеллектуального робота / Л.С. Берштейн, В.Б. Мелехин. – М.: Энергоатомиздат, 1994. – 240 с.: ил.
3. Яковлев К.С. Алгоритмы планирования перемещения на плоскости. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ah.raai.org/resurs/papers/kii-2010/present/Yakovlev-CAI-2010.ppt>, свободный.
4. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. – 1408 с.: ил.