ОБ ОДНОЙ МОДИФИКАЦИИ АЛГОРИТМА А*

Е.Д. Баран, Ж.С. Першина, Н.А. Савицкая

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

При построении кратчайшего пути передвижения мобильного робота с использованием картографической модели окружающей среды, содержащей препятствия, широко используется алгоритм А. Однако алгоритмом А* строит путь, нереализуемый физически. В статье описан способ корректного построения кратчайшего пути, основанный на предварительной обработке картографической модели.*

Ключевые слова: картографическая модель, мобильный робот, поиск пути, А.*

1. Постановка задачи

Известно множество алгоритмов поиска пути на графе [1], среди которых видное место занимают эвристические алгоритмы. Широко известным алгоритмом, используемым в задачах поиска пути является алгоритм эвристического поиска А* [2], разработанный в 1968 году группой ученых Питером Хартом, Нильсом Нильсоном и Бертраном Рафаэлем.

В палитре функций Path planning модуля LabVIEW Robotics есть функция A Star Plan.vi, реализующая алгоритм А*. Этот алгоритм предполагает построение картографической модели с учетом размеров робота. Однако этот алгоритм и его реализация строит кратчайший путь через диагонально смежные ячейки, даже если соседние с ними ячейки, смежные относительно другой диагонали, заняты препятствиями. На рис. 1а пунктирными окружностями обведены такие фрагменты картографической модели, а на рис. 1б серым цветом выделены ячейки, по которым проходит построенный алгоритмом кратчайший путь.

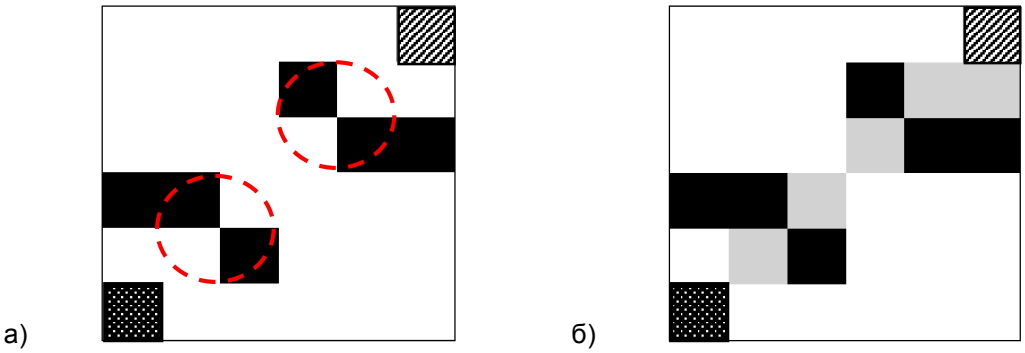

Рис. 1. а) Пример картографической модели; б) Физически нереализуемая траектория

Чтобы предотвратить построение пути по свободным от препятствий, но реально не проходимым диагональным ячейкам предлагается до применения алгоритма А* выполнить предварительную обработку картографической модели.

2. Описание картографической модели

Как обычно, исходное пространство подвергается разложению на конечное количество дискретных участков. При этом картографическая модель окружающей среды представляется прямоугольной сеткой с равномерным шагом, каждая клетка сетки является элементарной ячейкой. Размер клетки выбирается с учетом габаритных размеров робота и свойств его исполнительной системы.

Определение положения объектов и их метрических параметров на двумерной сетке предполагает введение начала координат, направления отсчета и размерности среды функционирования. Таким образом формируется базовая система координат.

Создание двумерной картографической модели внешней среды в LabVIEW выполняется с использованием функций подпалитры Occupancy Grid палитры Path Planning.

В результате геометрического разбиения внешней среды получается множество, представляющее собой матрицу элементов, каждый из которых соответствует определенной ячейке (1).

$$V_{m\times n} = \{v_{ij}\}: v_{ij} \in \{0;1\}, \forall i,j: 0 \le i < m,\ 0 \le j < n \qquad (1)$$

где m, n – количество элементов по оси абсцисс и ординат соответственно. Элемент v_{ij} является проходимым, если $v_{ij} = 0$, и непроходимым, если $v_{ij} = 1$.

Таким образом, в самом общем случае, внешнюю среду условно можно разбить на следующие непересекающиеся подмножества дискретных участков Obs – множество препятствий (2), $Free$ – свободные от препятствий зоны (3):

$$Obs = \{v_{ij} : v_{ij} = 1\} \forall i,j: 0 \le i < m,\ 0 \le j < n \qquad (2)$$

$$Free = \{v_{ij} : v_{ij} = 0\} \forall i,j: 0 \le i < m,\ 0 \le j < n \qquad (3)$$

К препятствиям относятся объекты среды, габариты которых соизмеримы с габаритными размерами робота.

К свободным от препятствий зонам относятся участки, позволяющие перемещение робота в любом направлении на расстояния, равные зоне прямой видимости его сенсорной системы.

Следовательно, задача планирования траектории сводится к определению связей между участками $v_{ij} \in Free$, с использованием, например, алгоритма поиска пути A*.

3. Алгоритм предварительной обработки картографической модели

Рассмотрим ситуацию, когда кратчайший путь проходит по свободным от препятствий диагонально смежным ячейкам, например, v_{ij} и v_{i+1j+1}, при том, что соседние ячейки, смежные по другой диагонали, принадлежат подмножеству препятствий $v_{i+1j}, v_{ij+1} \in Obs$. Очевидно, что данная траектория физически не может быть реализована (рис.1. б.). Решением проблемы является исключение из подмножества $Free$ одной из двух свободных смежно диагональных ячеек v_{ij} или v_{i+1j+1}.

Псевдокод 1. Алгоритм предобработки картографической модели

if $(v_{i\,j} \wedge v_{i+1\,j+1} = \text{TRUE})$

$\quad v_{i\,j+1} = 1$

if $(v_{i+1\,j} \wedge v_{i\,j+1} = \text{TRUE})$

$\quad v_{i+1\,j+1} = 1$

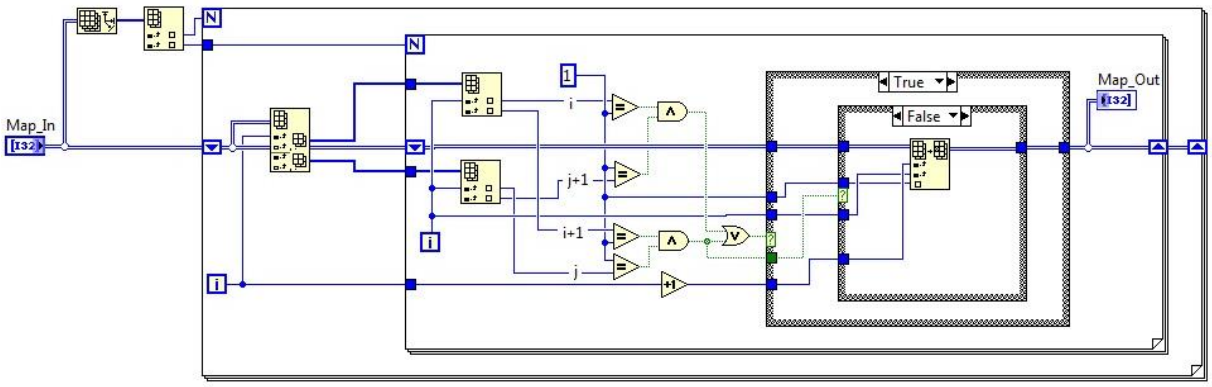

Рис. 2. Блок-диаграмма алгоритма предварительной обработки картографической модели

На рис. 3. а представлен результат работы алгоритма на примере картографической модели, приведенной на рис.1. а.

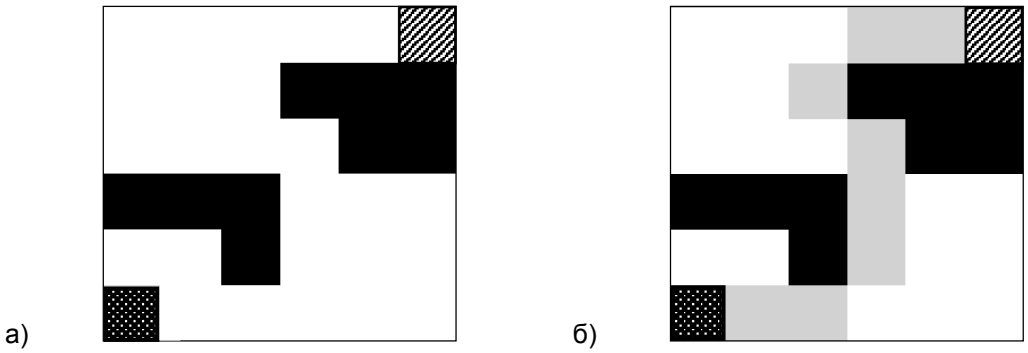

Рис. 3. а) Пример обработанной картографической модели; б) Физически реализуемая траектория

4. Заключение

Предложенный алгоритм предварительной обработки двумерной картографической модели внешней среды МР позволяет исключить ситуации формирования физически не реализуемой траектории движения МР.

5. Список используемых источников

[1]. Рассел, Стюарт. Искусственный интеллект: современный подход / С. Рассел, П. Норвиг / М.: Издательский дом «Вильямс». – 2007. – 2-е изд. – 1408 с.

[2]. Нильсон, Нильс. Искусственный интеллект. Методы поиска решений / под ред. С.В.Фомина // М.: Издательство «Мир». – 1973. – 270 с.

[3]. Генерация моделей карт местности для исследования алгоритмов поиска пути мобильного робота / Ж. С. Першина, Е. Д. Баран // Материалы международной научно-практической конференции Робототехника и искусственный интеллект. - Железногорск, Россия, 2011 г.

ABOUT A MODIFICATION OF THE ALGORITHM A*

E. D. Baran, Z. S. Pershina, N. A. Savitskaya

NOVOSIBIRSK STATE TECHNICAL UNIVERSITY
NOVOSIBIRSK, RUSSIA

The algorithm A is commonly used for building the shortest path of a mobile robot's movement using a map of the environment with obstacles. However, the algorithm A* builds a path which cannot be physically implemented. This article describes the correct method of constructing the shortest path based on the pre-processing of the map.*

Keywords: map, mobile robot, path finding, A.*