

[数理科学与信息科学研究]

# 基于A\*算法的智能配送路径规划

王超,汪席娟,胡超

(铜陵学院 电气工程学院,安徽 铜陵 244061)

**摘要:**为了让机器人选择最优路径到达目标点,同时能有效地避开障碍物且能够高效地完成给定任务,结合机器人自身的特点,将A\*算法应用其中,并通过栅格法模拟小区内部环境,利用MATLAB仿真平台随机生成二维地图对其进行仿真实验。仿真实验表明,该算法达到了良好的效果。

**关键词:**机器人;障碍物;A\*算法;路径规划

**中图分类号:**TP242

**文献标识码:**A

**文章编号:**1672-2914(2021)04-0029-03

## Intelligent Distribution Route Planning Based on A\* Algorithm

WANG Chao, WANG Xijuan, HU Chao

(School of Electrical Engineering, Tongling University, Tongling 244061, Anhui, China)

**Abstract:** In order for the robot to choose the optimal path to reach the target point, while being able to effectively avoid obstacles and efficiently complete the given task, the author of this article combines the characteristics of the robot itself, applies the A\* algorithm to it, and simulates the interior of the cell through the grid method environment, using the MATLAB simulation platform to randomly generate a two-dimensional map for simulation experiments. The simulation experiments show that the proposed algorithm has achieved good results.

**Key words:** robot; obstacles; A\* algorithm; path planning

路径规划技术是近年来发展较为迅速的一门学科,已经应用在各个行业,尤其是在机器人<sup>[1]</sup>领域。如果仅仅为了到达目标,规划出一条路径,传统的路径规划算法基本都能实现<sup>[2-3]</sup>。但针对特殊应用场景,很容易让机器人陷入平行移动或静止等待等情况。为了提高机器人的高效性和智能性<sup>[4-6]</sup>,找到一个合适的算法显得尤为重要。

近年来,我国的外卖市场发展迅速,已经形成了较为成熟的市场和稳定的竞争格局,但由于疫情的影响,小区实行了封闭式管理,传统的人力配送方式带来许多新的问题。通过平台为小区配备配送机器人,专门负责小区内部的外卖配送业务,能有效地解决封闭式管理带来的问题。因此,针对机器人的自身特性,结合小区内部构造等特点,快速、准确地找到一条最优路径让机器人将外卖送到消费者手中成为解决问题的关键。

## 1 A\*路径规划算法

首先对A\*算法<sup>[7-8]</sup>进行介绍,然后针对小区道路的特殊性,模拟出典型的小区道路交通障碍图,将算法应用其中,以验证算法的可行性。

### 1.1 基本思想

A\*(A-Star)算法是一种静态道路中求解最短路径搜索方法,常用于二维地图路径规划,利用启发式搜索来解决实际问题,减少搜索范围,降低实际问题的复杂度。对于错综复杂的小区内部环境,我们需要找到一条合理的从出发点到终点的最短路径,A\*算法就可以扮演导航的角色,帮助解决这类问题。

A\*算法表示为

$$f(n) = g(n) + h(n) \quad (1)$$

其中 $f(n)$ 是从初始状态经由状态 $n$ 到目标状态的代价估计; $g(n)$ 是在状态空间中从起始点到节点 $n$ 的预估消耗; $h(n)$ 是从节点 $n$ 到目的点的估计代价。

**收稿日期:**2021-01-11

**基金项目:**安徽高校省级自然科学基金重点项目(KJ2017A472);铜陵学院科研项目(2020tlxy05);铜陵学院大学生创新创业训练项目(tlxy202010381002)。

**作者简介:**王超(1989—),男,安徽芜湖人,铜陵学院电气工程学院教师,硕士,研究方向为通信与信息系统。E-mail: liehen25@163.com。

计算方法有很多,本文采用曼哈顿式,即

$$h(n)=x+y。(2)$$

在做路径优化的过程中,每个节点都存在一个估计值,估计值更优的节点会被优先遍历。将小区的平面分布用小方块来规划,最终的优化路径就是由若干个小方块组成的路径。如图1所示区域,简化成5×5的方格矩阵。其中A表示机器人,B表示目标点,黑色用来模拟碰到的障碍物。

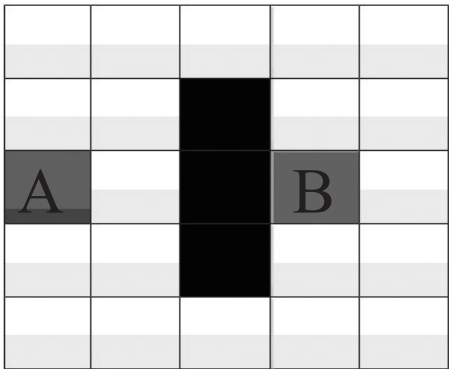


图1 算法简化图

初始时,从A起始点开始,采用每次搜索都找到代价值最小的点再继续往外搜索的过程,一步一步找到最优路径。重复该操作,直到遍历完所有节点。

### 1.2 工作原理

以图1为例,来对A\*算法进行介绍。初始状态下,从起点开始,创建open列表,将机器人起始节点加入open列表中,计算A节点的相邻节点,如图2的灰色方块所示,并计算他们的f值。

以A节点右边的灰色节点为例, $g(n)=1$ ,从A节点移动到该节点,只需要消耗1步, $h(n)=2$ ,其移动到绿色目标点需要消耗横向2步(曼哈顿式<sup>[9]</sup>),则 $f(n)=3=g(n)+h(n)$ 。此时选取 $f(n)$ 的最优解作为下一组计算的父节点,并设置成黄色,在做遍历计算过程中,碰到边界和黑色障碍物均设置为空,不进行f值计算。

重复以上步骤,直到到达目标B节点,并遍历完所有节点,可以得出f的最优路径。当机器人遇到平

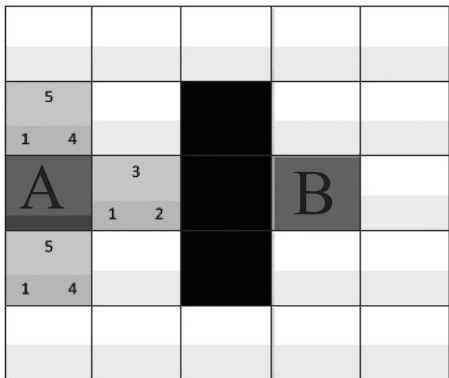


图2 计算相邻节点f值

行选择时,即有多种最优选择方案时,会按照预先设定的优先级来进行移动,该系统设定“前右左后”为机器人移动的优先级顺序。完整的行走路线如图3所示,箭头为所行走路线。

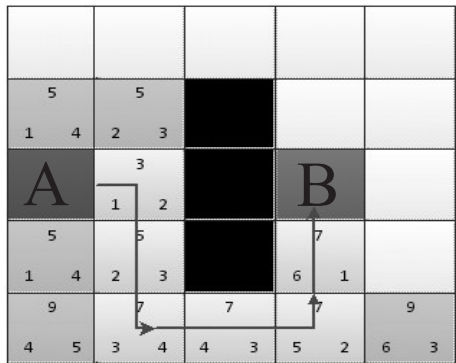


图3 完整算法示意图

### 1.3 总体设计

智能配送系统主要涉及到的用户有调度员、移动机器人、商家、订单客户和信息管理员。整体的相互联系构成了整个智能配送系统的功能需求。按照各个功能需求间的关系,整体结构功能被划分为机器人追踪管理模块、机器人调度管理模块、配送任务信息维护模块和基础功能4个功能模块,其间的关系如图4所示。整个配送过程都是基于任务为目的来驱动的,核心模块主要是地图构建和路径规划部分。

## 2 仿真与实现

### 2.1 程序流程图

本文所提智能配送系统核心部分是地图构建和路径规划部分,为了更好地验证算法的可行性,采用随机产生地图的方式,并构建栅格地图。在实际操作中,随机产生的地图容易产生无解状态,即无法到达目的地,为了更好地实现仿真结果,设置了复位按

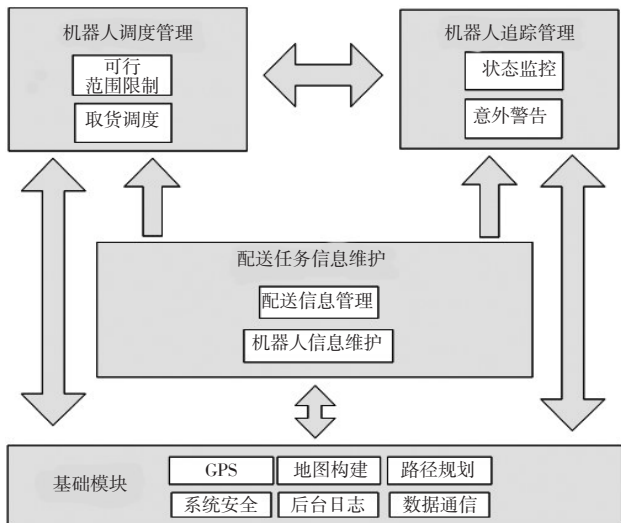


图4 智能配送系统结构图

钮,可以多次随机产生地图,并进行路径规划。完整的算法程序流程图如图5所示。

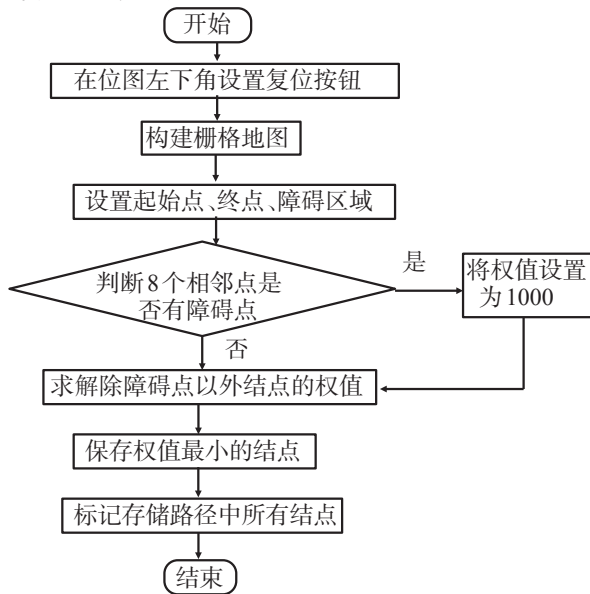


图5 A\*算法流程图

## 2.2 仿真结果

小区道路存在多种复杂情况,为了达到良好的仿真效果,本章节基于MATLAB R2018b环境,将城市建筑模拟成黑色方块区域,通过俯视图来展现,机器人用小圆圈表示,目标点用小方块表示。用5×5方阵脱离实际,难以表达真实的环境,同时方正阶次提高,会提高运算的复杂度,带来多余运算时间,增加成本。为不失一般性,本文采用10×10的方格矩阵来模拟小区分布结构,障碍物与可行区域的比例设置为1:1,设置机器人的移动速度为0.5 m/s,地图和起始位置、目的地位置随机产生。完整的小区道路模拟图如图6所示,起始位置坐标为[4,8],目的地位置坐标为[9,8]。

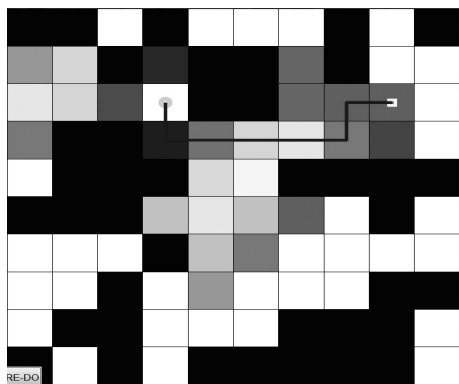


图6 A\*算法路径规划

机器人需要对整个区域进行遍历,定义机器人可以朝着前后左右四个方向运动,即 $[j+1, j-1, i-1, i+1]$ 。直到找到目标点为止,用不同的灰色度记录每

一次计算 $f$ 值产生的父节点。对另一个随机产生的地图进行路径规划,起始位置坐标为[2,6],目的地位置坐标为[7,10],完整规划图如图7所示。

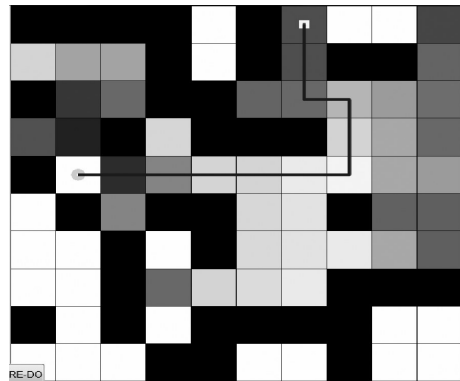


图7 A\*算法路径规划

## 3 结论

对于常见的小区内部分布情况,本文运用了A\*算法,有效地避开了所有的障碍物,并且找到一条最短的行走路径,大大减少了机器人的运动路径,达到了最优的规划效果。但此算法还存在优化的地方,比如挨着黑色区域太近,存在一定的风险。实际仿真采用10×10方阵并随机产生地图来模拟实际避障,存在地图无解的问题,即无法到达目标点。如何将真实的小区规划应用其中,将是后续研究的重点。

## 参考文献:

- [1] 蒋浩然,陈军,王虎,等.移动机器人自动驾驶技术研究进展[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2012,39(12):207-213.
- [2] 朱大奇,颜明重,滕蓉.移动机器人路径规划技术综述[J].控制与决策,2010,25(7):961-967.
- [3] 陈豪,李勇,罗靖迪.基于改进A\*算法优化的移动机器人路径规划研究[J].自动化与仪器仪表,2018,230(12):7-10.
- [4] AHMED H Q, YASAR A. Intelligent bidirectional rapidly-exploring random trees for optimal motion planning in complex cluttered environments[J]. Robotics and Autonomous Systems, 2015, 68: 1-11.
- [5] 欧阳鑫玉,杨曙光.基于势场栅格法的移动机器人避障路径规划[J].控制工程,2014,21(1):134-137.
- [6] 刘亦晴.外卖机器人技术发展及其运用[J].科技经济市场,2020(6):14-16.
- [7] 赵晓,王铮,黄程侃,等.基于改进A\*算法的移动机器人路径规划[J].机器人,2018,40(6):903-910.
- [8] 方正,吴成东.自主导航:赋予移动机器人智能感知与运动的能力[J].自动化博览,2019(8):68-72.
- [9] 周和平,钟璧楠,彭霞花,等.出租车合乘路径选择与费率优化模型[J].长沙理工大学学报(自然科学版),2011,8(1):20-24.