

# 自动规划实验报告

## 自定规划问题求解

专业：	人工智能
学号：	58119125
年级：	19 级
姓名：	蒋卓洋

签名：蒋卓洋

时间：2022/6/13

一. 选题

1. 八数码问题（为搬运小车问题求解做准备）：

八数码问题是求解一个状态到另一个状态的搜索问题，与搬运小车问题类似，因此我先尝试复现了以八数码问题为代表的搜索问题，了解了算法实现和运用的完整思路，从而将八数码问题的求解方法迁移到搬运小车的问题中去。

2. 扫地机器人（为小组报告做准备）：

扫地机器人模拟人的清扫行为，扫地机器人利用传感器对家庭环境信息进行认知分析、确定行走路线、做出行为决策，和无人驾驶拥有相同的技术框架，也可以从感知、理解、决策和执行这四个层面去理解，这形成了一个自动规划的机制，感知和理解是自动的前提，而决策和执行则是一个规划的过程，因此我们通过对扫地机器人全流程的了解和复现，熟悉了自动规划的一个很有价值的应用。

二. 规划问题概述

1. 规划问题描述：

（1）八数码问题：

在 3×3 的棋盘上，摆有八个棋子，每个棋子上标有 1 至 8 的某一数字。棋盘中留有一个空格，空格用 0 来表示。空格周围的棋子可以移到空格中。要求解的问题是：给出一种初始布局（可解的初始状态）和目标布局（0123456789 按顺序排列），找到一种最少步骤的移动方法，实现从初始布局到目标布局的转变。

（2）扫地机器人：

扫地机器人，又称自动打扫机、智能吸尘、机器人吸尘器等，是智能家用电器的一种，能凭借一定的人工智能，自动在房间内完成地板清理工作。一般采用刷扫和真空方式，将地面杂物先吸纳进入自身的垃圾收纳盒，从而完成地面清理的功能。一般来说，将完成清扫、吸尘、擦地工作的机器人，也统一归为扫地机器人。扫地机器人模拟人的清扫行为，扫地机器人利用传感器对家庭环境信息进行认知分析、确定行走路线、做出行为决策，和无人驾驶拥有相同的技术框架，也可以从感知、理解、决策和执行这四个层面去理解。

2. 规划要素概述：

规划任务名称	环境感知	动作集合	初始环境	目标环境	规划生成机制
八数码问题	对完整盘面进行记忆、读取，找到 0 号元素所在位置，以执行动作。	0 号元素上下左右四个方向的棋子可以从上方、下方、左方、右方移到空格中	一种可解的初始布局（初始状态）	目标布局（0123456789 按顺序排列）	BFS 广度优先搜索与规划过程记忆。
扫地机器人	激光或摄像头感知环境情况、惯性传感器感知运动情况	1. 一定范围内感知 2. 感知结果生成记忆地图 3. 移动 4. 清扫垃圾 5. 倒垃圾 6. 充电	有垃圾和障碍物的居家环境，扫地机器人位于充电位	垃圾清扫完成的居家环境，扫地机器人回归充电位	1. 视觉或激光感知环境 2. 依据感知结果，基于 SLAM 生成记忆地图 3. 依据记忆地图进行行为规划与决策

### 3. 规划问题分析求解:

#### (1) 八数码问题:

##### ①环境感知——数据结构选取:

记录 8 数码九宫格内每一个格子对应的位置信息与存放的数码。

xPosition :行数 0 代表第一行

yPosition: 列数 0 代表第一行

puzzleId: 数码 0~8

##### ②环境存储:

声明一个节点, 存储当前九宫格状态, 以目标状态为例:

puzzle: {{0,0,0},{0,1,1},{0,2,2},  
{1,0,3},{1,1,4},{1,2,5},  
{2,0,6},{2,1,7},{2,2,8}}

##### ③动作集合:

{[1,0]    向上移动  
[-1,0]   向下移动  
[0,1]    向左移动  
[0,-1]}  向右移动

##### ④规则生成机制:

###### 1) 记忆存储机制:

以“预先推理尝试可行的动作”为规划方案, 在推理机制中广度优先地尝试当前状态下可行的动作, 并生成结果状态, 进行记忆存储, 加入广度优先队列, 进行下一层次的尝试性搜索, 不断剔除不可行的动作, 最后余下的动作记忆构成状态空间中的一条路径, 即为规划结果。

###### 2) 广度优先搜索:

广度优先搜索本质上将状态的隐藏性空间建模为一个图, 在图中从初始状态节点出发进行遍历, 比较遍历路径中经历的节点是否为目标节点, 对这种有限状态的规划问题有较简单的规划方案。

#### (2) 扫地机器人:

##### ①环境感知:

当下扫地机器人的智商集中体现在路线行走是否有逻辑以及能否避开潜在风险物品, 这两个痛点的解决分别对应无人驾驶的 SLAM 技术(Simultaneous Localization And Mapping, 即时定位与地图构建)和基于深度学习的视觉物体识别技术。在扫地机器人的应用中, 目前 SLAM 技术相对成熟, 物体识别技术有待突破。

物体识别技术本质就是感知环境要素, 而 SLAM 则是对感知结果进行空间建模和地图生成, 从而记忆下整体环境的即时状态, 为自动决策提供依据。

##### ②决策规划:

依据环境感知所构建的地图, 扫地机器人通过各种较为成熟的搜索或规划算法, 设定不同目标并进行优先级决策, 进而规划目标实现方案。

例如: 我们小组实验中设计的扫地机器人有三个基本目标:

- 清扫环境中的所有垃圾
- 垃圾装满时及时回到垃圾清空地点倒垃圾
- 电量不足时及时回到充电站充电

扫地机器人会将以上三个基本目标按照优先级进行决策规划, 进而对每一个基本目

标进行搜索式规划（如：使用 A\*算法沿一定路径到达目标）。

### ③动作执行：

按照设定的目标和基本环境要素，动作需求主要有：

- 一定范围内的环境扫描与记忆
- 根据环境记忆进行避障和垃圾清扫规划
- 根据电量和环境记忆进行充电规划
- 根据垃圾储量和环境记忆进行垃圾清空规划

基本动作集包括：

- 基础移动：上下左右四个方向
- 垃圾清扫：机身覆盖垃圾后将垃圾吸入
- 避障：遇到障碍物，绕行
- 充电：在充电位时关闭垃圾清扫系统，进行电量提升
- 清空垃圾：在垃圾清空处，将之前累计的垃圾清空

## 三. 日志

- 2022.4.10：确定扫地机器人选题
- 2022.4.11：与同学构建基础模拟环境描述：“四格地图”（见 PDDL 代码）
- 2022.4.12：尝试解决扫地机器人四格地图环境规划，将该问题作为自定规划问题
- 2022.4.12：编写四格地图 PDDL 代码，完成自定规划问题求解
- 2022.5.10：构建完整扫地机器人环境地图描述方案，将自定规划问题升级为小组研讨问题
- 2022.5.10：编写完整地图的扫地机器人 python 游戏代码
- 2022.5.11~2022.5.31：完善扫地机器人全流程自动规划，形成小组报告
- 2022.4.13：搬运小车规划问题的 PDDL 问题求解代码编写失败
- 2022.6.3：确定八数码问题为搬运小车问题前置问题，并对八数码问题进行理解
- 2022.6.5：八数码问题 C++代码编写
- 2022.6.5：八数码问题 C++代码迁移到搬运小车问题中

## 四. 总结

在个人自定的规划问题中，我选择以其他两个规划项目为基本导向，选择了可以辅助指定规划问题和小组规划问题求解的前置问题进行解决，在解决这些前置问题的过程中，我明白了所有复杂问题都是由简单环境演化而成的，当我们在解决一些困难问题时，不妨选择一些简单问题进行解决，从而梳理出这类问题的思考流程和解决方案，达到最终的目的。