

# SLAM 简介

AI 航团队

## 1. SLAM 简介

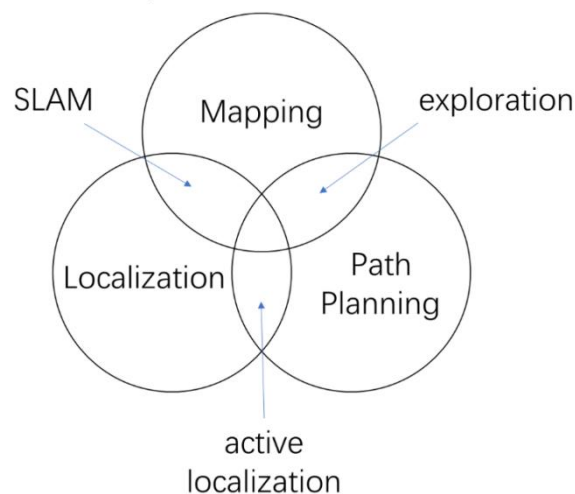
机器人研究的问题包含许许多多的领域，我们常见的几个研究的问题包括：建图 (Mapping)、定位 (Localization) 和路径规划 (Path Planning)，如果机器人带有机械臂，那么运动规划 (Motion Planning) 也是重要的一个环节。而同步定位与建图 (SLAM) 问题位于定位和建图的交集部分。

SLAM 需要机器人在未知的环境中逐步建立起地图，然后根据地图确定自身位置，从而进一步定位。

随着传感器种类和安装方式的不同，SLAM 的实现方式和难度会有很大差异。按传感器来分，SLAM 主要分为激光、视觉两大类。其中，激光 SLAM 研究较早，理论和工程均比较成熟。视觉方案目前 (2016) 尚处于实验室研究阶段，极少看到实际产品应用。

SLAM 研究自 1988 年提出以来，已经过了近三十年。早期 SLAM 研究侧重于使用滤波器理论，最小化运动体位姿和地图的路标点的噪声。21 世纪之后，学者们开始借鉴 SfM (Structure from Motion) 中的方式，以优化理论为基础求解 SLAM 问题。这种方式取得了一定的成就，并且在视觉 SLAM 领域中取得了主导地位。

下图为建图 (Mapping)、定位 (Localization) 和路径规划 (Path Planning) 三者关系。



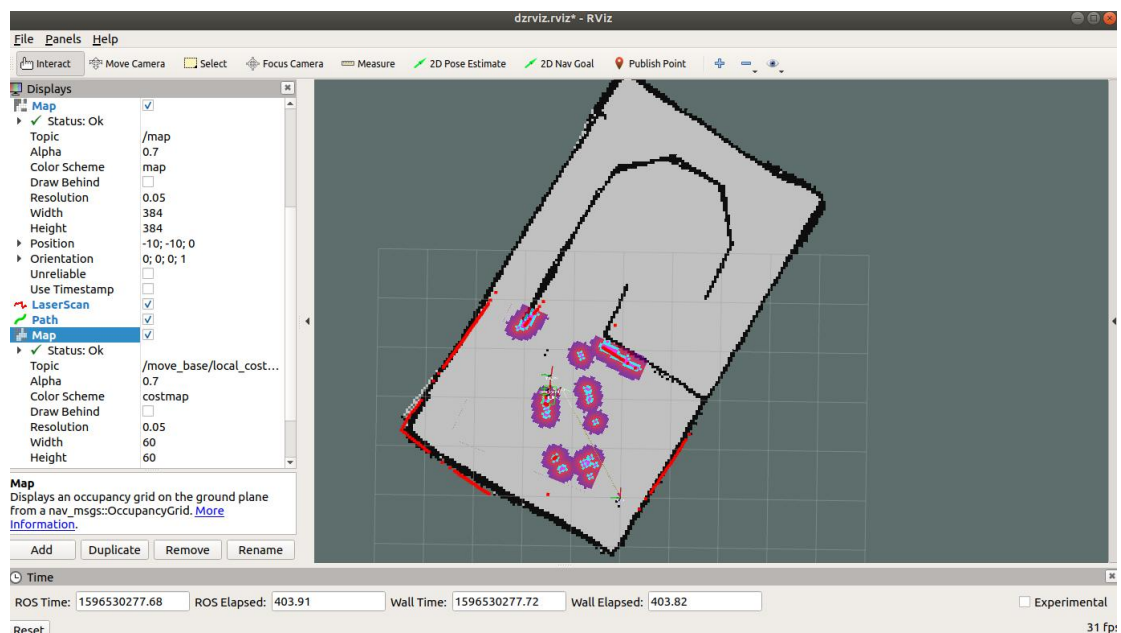
## 2. 选择地图

和人类绘制地图一样，机器人描述环境、认识环境的过程主要就是依靠地图。它利用环境地图来描述其当前环境信息，并随着使用的算法与传感器差异采用不同的地图描述形式。

机器人学中地图的表示方法有四种：**栅格地图**、**特征点地图**、**直接表征法**以及**拓扑地图**。

### 2.1 栅格地图

机器人对环境地图的描述的方式最常见的为栅格地图(Grid map)或者称为 Occupancy Map。栅格地图就是把环境划分成一系列栅格，其中每一栅格给定一个可能值，表示该栅格被占据的概率。

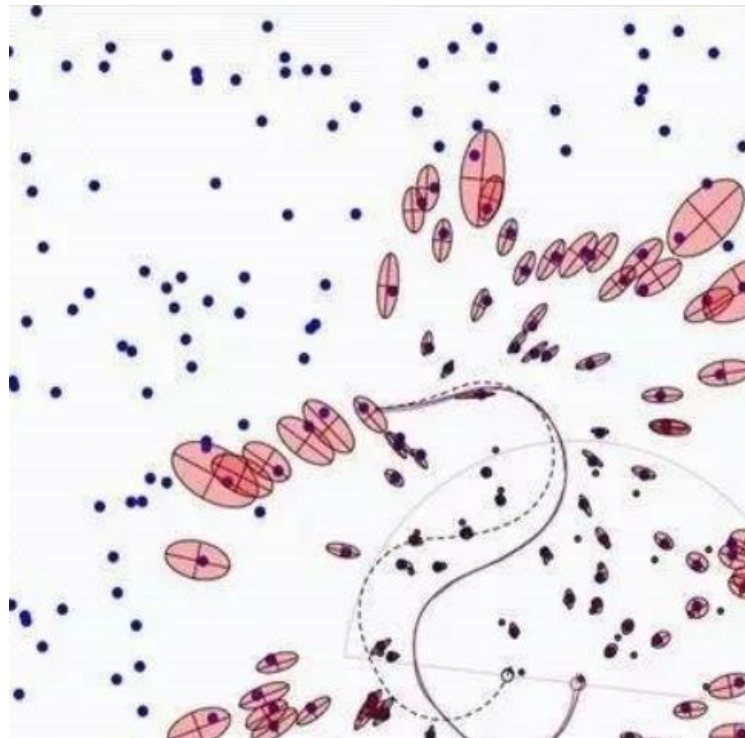


一般来说，采用激光雷达、深度摄像头、超声波传感器等可以直接测量距离数据的传感器进行 SLAM 时，可以使用该地图。这种地图也可以通过距离测量传感器、超声波（早期）、激光雷达（现在）绘制出来。

### 2.2 特征点地图

特征点地图，是用有关的几何特征（如点、直线、面）表示环境，常见于 vSLAM（视

觉 SLAM) 技术中。



相比栅格地图，这种地图看起来就不那么直观了。它一般通过如 GPS、UWB 以及摄像头配合稀疏方式的 vSLAM 算法产生，优点是相对数据存储量和运算量比较小，多见于最早的 SLAM 算法中。

## 2.3 直接表征法

直接表征法中，省去了特征或栅格表示这一中间环节，直接用传感器读取的数据来构造机器人的位姿空间。

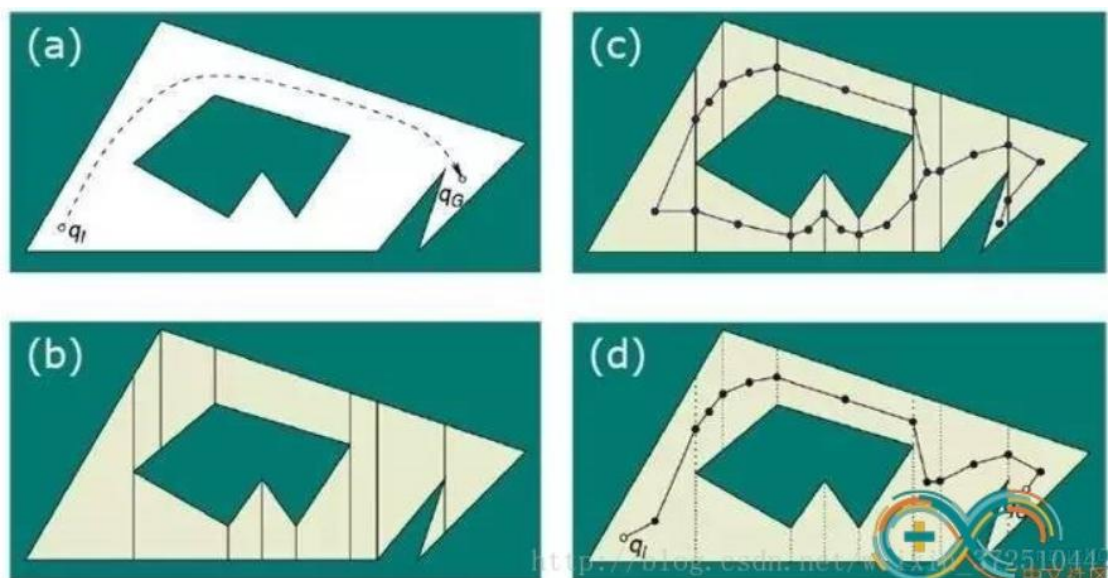


上图就是直接记录了屋子内天花板画面的图像地图。这种方法就像卫星地图一样，直接将传感器原始数据通过简单处理拼接形成地图，相对来说更加直观。

## 2.4 拓扑地图

拓扑地图，是一种相对更加抽象的地图形式，它把室内环境表示为带结点和相关连接线的拓扑结构图，其中结点表示环境中的重要位置点（拐角、门、电梯、楼梯等），边表示结点间的连接关系，如走廊等。这种方法只记录所在环境拓扑链接关系，这类地图一般是由前几类地图通过相关算法提取得到。

比如扫地机器人要进行房间清扫的时候，就会建立这样的拓扑地图：



### 3. 总结

在机器人技术中，SLAM 的地图构建通常指的是建立与环境几何一致的地图。

一般算法中建立的拓扑地图只反映了环境中的各点连接关系，并不能构建几何一致的地图，因此，这些拓扑算法不能被用于 SLAM。

直接表征法类似卫星地图，它是直接使用传感器（一般是图像传感器）构建得到。这种方法的信息冗余度最大，对于数据存储是很大的挑战，同时，机器人要从中提取出有用的数据也要耗费一番周折，因此在实际应用中很少使用。

特征点地图又是另一个极端，虽然数据量少，但是它往往不能反应所在环境的一些必须的信息，比如环境中障碍物的位置。vSLAM 技术中，多采用这种地图来解决机器人定位问题。想让机器人进行自主避障和路径规划，还需要额外配置距离传感器，如激光雷达、超声波来完成。

**栅格地图**，或者 Occupancy Map（占据地图）恰好介于其中，一方面它能表示空间环境中的很多特征，机器人可以用它来进行路径规划，另一方面，它又不直接记录传感器的原始数据，相对实现了空间和时间消耗的最优。因此，栅格地图是目前机器人所广泛应用的地图存储方式。