

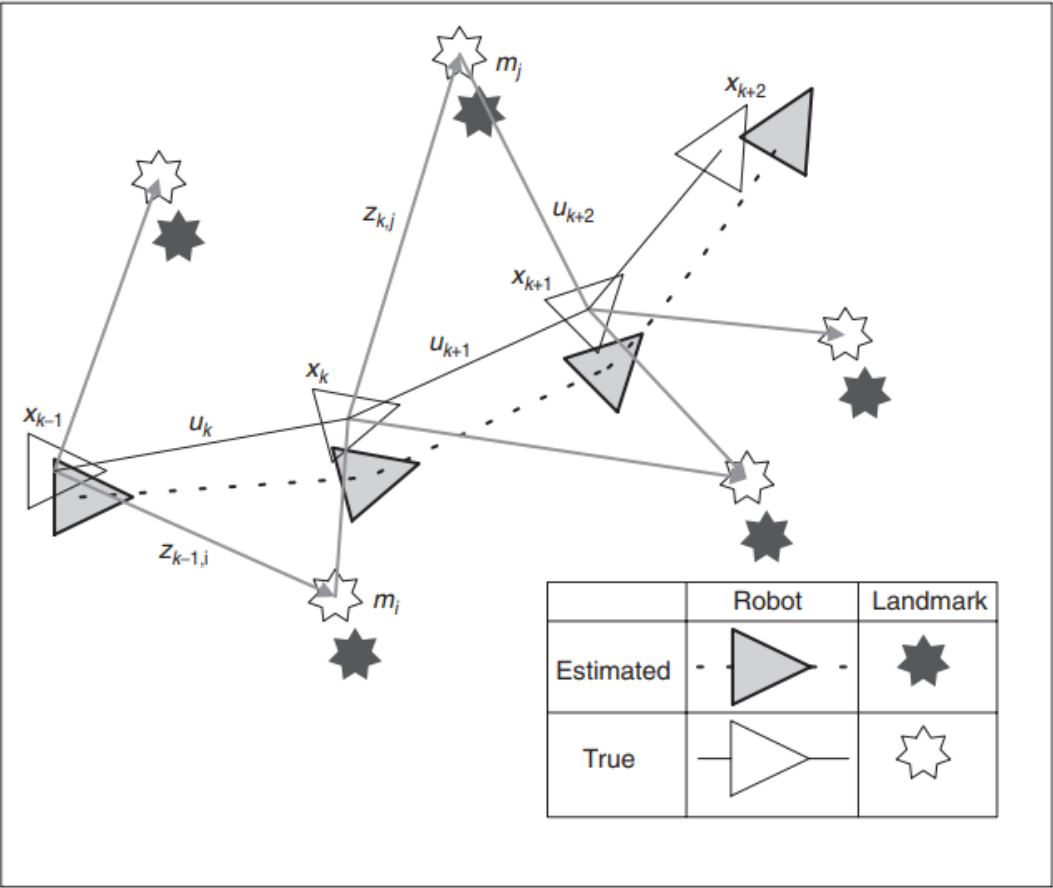
介绍：

SLAM(simultaneous localization and mapping)即同步定位与建图，在1986年被提出，最早被应用于机器人领域。自动驾驶领域现有的定位方法对于某些特定情况表现不佳，如GNSS受天气与高楼影响；SLAM问题被认为是实现真正自主机器人的关键之一，因此它是自动驾驶汽车的重要方面。

目的：

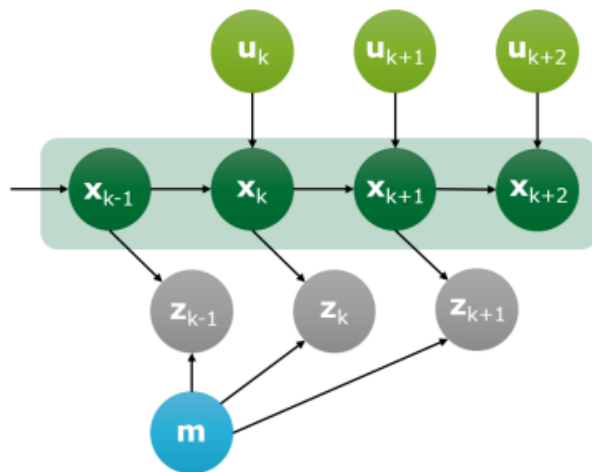
将机器人放置在未知环境中的未知位置，在没有任何预先输入的情况下，根据传感器信息构建出周围环境地图并推测出自己的定位。

公式与结构：



\mathbf{x}_k ：状态向量，描述机器人位置以及朝向的向量；
 \mathbf{u}_k ：控制向量，控制机器人从 \mathbf{x}_{k-1} 到 \mathbf{x}_k ；
 \mathbf{m}_i ：描述第 i 个地标的向量，假设其不变；
 $\mathbf{z}_{k,j}$ ：机器人在 k 时刻观测到第 j 个地标时产生的观测数据，当任意时刻有多个地标被观测到或当特定地标与此次讨论discussion无关时，观测数据被简写为 \mathbf{z}_k ；
 $\mathbf{X}_{0:k} = \{\mathbf{x}_0, \mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_k\}$ ：机器人的定位历史；
 $\mathbf{U}_{0:k} = \{\mathbf{u}_1, \mathbf{u}_2, \dots, \mathbf{u}_k\}$ ：控制输入历史；
 $\mathbf{m} = \{\mathbf{m}_1, \mathbf{m}_2, \dots, \mathbf{m}_n\}$ ：地标集合；
 $\mathbf{Z}_{0:k} = \{\mathbf{z}_1, \mathbf{z}_2, \dots, \mathbf{z}_k\}$ ：地标观测数据集合；

概率SLAM



在概率形式中，同时定位和地图构建(SLAM)问题要求计算所有时间 k 的概率分布

$$P(\mathbf{x}_k, \mathbf{m} | \mathbf{Z}_{0:k}, \mathbf{U}_{0:k}, \mathbf{x}_0)$$

观测模型: $P(\mathbf{z}_k | \mathbf{x}_k, \mathbf{m})$;

运动模型: $P(\mathbf{x}_k | \mathbf{x}_{k-1}, \mathbf{u}_k)$;

时间更新:

$$P(\mathbf{x}_k, \mathbf{m} | \mathbf{Z}_{0:k-1}, \mathbf{U}_{0:k}, \mathbf{x}_0) = \int P(\mathbf{x}_k | \mathbf{x}_{k-1}, \mathbf{u}_k) \times P(\mathbf{x}_{k-1}, \mathbf{m} | \mathbf{Z}_{0:k-1}, \mathbf{U}_{0:k-1}, \mathbf{x}_0) d\mathbf{x}_{k-1}$$

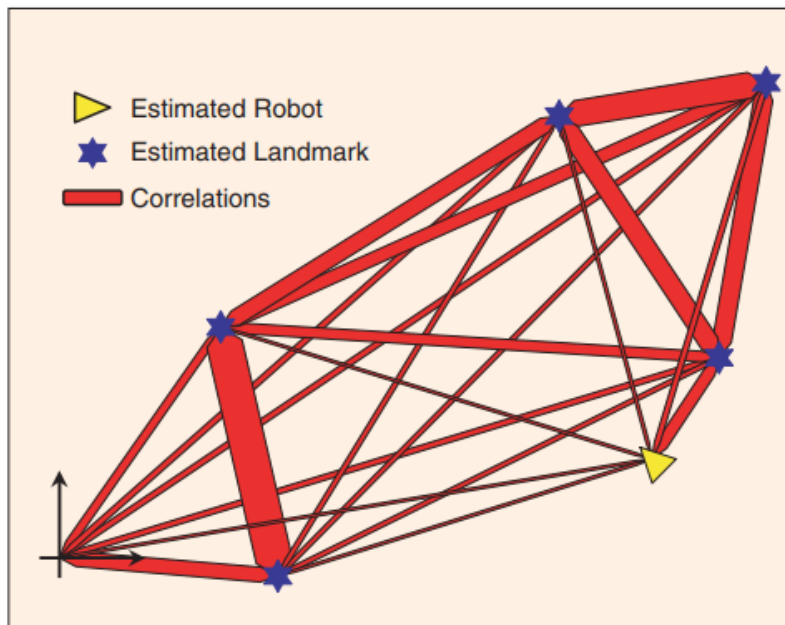
测量更新:

$$P(\mathbf{x}_k, \mathbf{m} | \mathbf{Z}_{0:k}, \mathbf{U}_{0:k}, \mathbf{x}_0) = \frac{P(\mathbf{z}_k | \mathbf{x}_k, \mathbf{m}) P(\mathbf{x}_k, \mathbf{m} | \mathbf{Z}_{0:k-1}, \mathbf{U}_{0:k}, \mathbf{x}_0)}{P(\mathbf{z}_k | \mathbf{Z}_{0:k-1}, \mathbf{U}_{0:k})}$$

概率SLAM的结构:

估计地标和真实地标位置之间的共同误差在地标之间很常见，而且误差的来源比较单一；在机器人进行地标位置的观测时，误差就产生了。反过来说，这意味着地标位置估计中的误差是高度相关的。

在SLAM中最重要的认识是，随着越来越多的观察结果的出现，地标估计之间的相关性在单调增加。实际上，这意味着地标的相对位置的估计总是不断改善，永远不会发散，不管机器人的运动如何。

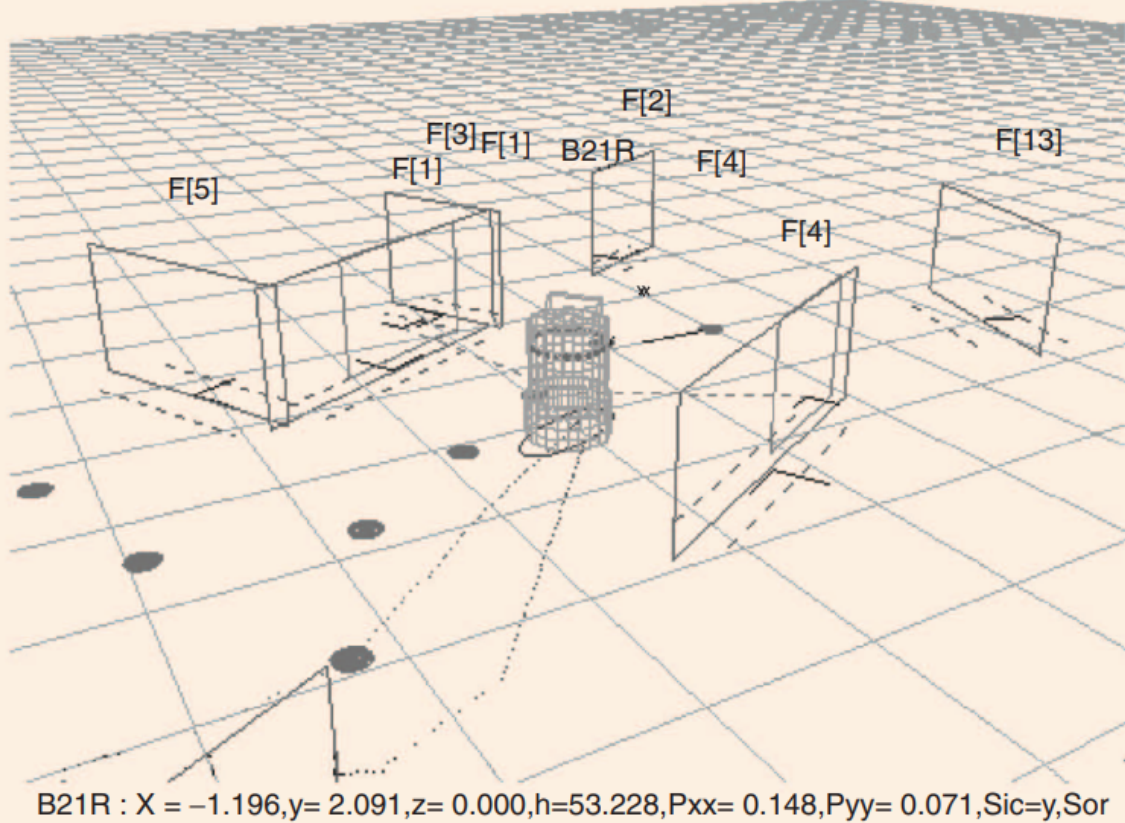


SLAM解决方案

概率SLAM问题的解决方案包括为观测模型和运动模型寻找一个适当的表示。

EKF-SLAM、Rao-Blackwellized Filter等

SLAM的实现



该实现中机器人在探索阶段由人工驱动，操作员没有视觉接触，操作员仅依靠机器人地图的实时渲染。回程时，机器人规划路径并返回，无需人工干预。

SLAM存在的问题

自动驾驶车辆的SLAM时出现的两个主要问题：

1. 定位随时间漂移
2. 地图不一定适用于每种驾驶条件