

【题目】EKF-SLAM

毋庸置疑，SLAM 技术已经成为当下最热门的技术热点。作为机器人以及自动驾驶领域不可缺少的核心技术，SLAM 是机器能够感知外部环境，形成对环境要素以及自身位置准确认知的关键。尽管随着深度学习和神经网络技术的发展，端对端的 SLAM 技术逐渐成为了研究的主流。但是，过大的数据需求以及过高的资源消耗，使得端对端解决方案有些让人“不堪重负”。相比之下，基于滤波和优化的轻量级 SLAM 在移动端的优势正在逐渐体现，海量的工业级和消费级机器人平台也为轻量级 SLAM 提供了近乎无限的应用场景。

SLAM 的内部逻辑并不像初看起来那样复杂，【1】简要给出了 SLAM 各要素的全面介绍。【2】对基于视觉/惯导的 SLAM 作了更加直观的介绍。【3】是名著《Probabilistic Robotics》中关于 SLAM 基本介绍的章节，对 EKF-SLAM 作了简明但又不乏严格性的推导。基于 EKF 的 SLAM 更多地依赖于滤波来完成空间对象之间的关联，【4】的介绍比较详细。【5】的介绍相对直观易读。关于 SLAM 以及 EKF-SLAM 的各类网络介绍和教程（知乎，CSDN 等）更是汗牛充栋，这里就不作更多推荐。关于 EKF-SLAM 的理论研究，主要集中在 Consistency 方面，【6】【7】提供了有价值的参考。如何在实际算法设计中增强和改善 EKF-SLAM 的 Consistency，【8】【9】的讨论值得关注。【10】【11】反映了 EKF-SLAM 的某些新进展。

我们此次大作业的任务如下：

1. 阅读文献，形成对 EKF-SLAM 的初步认识，把握其基本概念、基本理论和基本方法。
2. 借助 Github 等资源，以 EKF-SLAM 的某个开源实现（C、Python、MATLAB 均可）作为起点。借助公开数据，实现一个简单的可以运行的 EKF-SLAM 系统。
3. 通过相应的理论计算与数值仿真，针对已有系统的不足（肯定有！），进行理论分析或者算法改进（哪怕有一点点就好）。
4. 整理所得到的结果（理论公式/曲线/表格），完成大作业报告。

【注 1】网络上可以借助的开源资源可以说是汗牛充栋。这里推荐

<https://docs.mrpt.org/reference/latest/>

该网址不但提供和 SLAM 相关的 API，而且还有公开数据可供研究。

【注 2】 这里提供一份 UCSD 的学生做的 EKF-SLAM 大作业，供参考

<https://github.com/roumenguha/Visual-Inertial SLAM via the EKF>

【参考文献】

- 【1】** A Tutorial Mobile Robotics, SLAM, Bayesian Filter, Keyframe Bundle Adjustment and ROS Applications
- 【2】** Stergios_VINS_Tutorial_IROS19
- 【3】** SLAM - Chap 10 Probabilistic Robotics
- 【4】** Simultaneous localization and mapping with the extended Kalman filter
- 【5】** slam04-ekf-slam
- 【6】** Consistency_of_the_EKF-SLAM_Algorithm
- 【7】** Convergence and Consistency Analysis for A 3D Invariant-EKF SLAM
- 【8】** Generalized Analysis and Improvement of the Consistency of EKF-based SLAM
- 【9】** A First-Estimates Jacobian EKF for Improving SLAM consistency
- 【10】** SLAM Backends with Objects in Motion
- 【11】** Geneva_An_Efficient_Schmidt-EKF_for_3D_Visual-Inertial_SLAM_CVPR_2019_paper