

Final Project 说明

高翔

2019年8月

1 Final Project 说明

Final Project 可以由至多 3 人组队完成，最终提交完成的报告。组队过程可以由学员自主决定，也可以一人组队。由多人组队的，在提交报告时需说明分工情况。多人组队的情况下，对完成度要求会适当提高。

Final Project 有四周完成时间，提供若干道选题。队员可从中选择自己感兴趣的一题。Final Project 的题目是开放的，没有标准答案，最后按照报告的完成度和丰富程度进行打分。

选题 1: Kitti 的双目视觉里程计 (10 分)

Kitti 的 Odometry 提供了左右双目的视觉图像（以及激光，但本作业不使用激光数据），并提供了标定信息。它一共含有若干个 Sequence，其中一部分 Sequence 的真实轨迹是开放的，另一部分则是隐藏的，作为测试使用。在 Kitti 官网可以上传你对测试部分的轨迹估计，系统会计算与真实轨迹的差异，并给出评分。

现在我们已经介绍了所有关于视觉 SLAM 方面的内容，你可以基于已有算法，实现一个双目的视觉里程计了。Kitti 官网 odometry 分类下提供了双目相机的所有信息。请你根据已学知识，实现双目视觉里程计，然后运行任何一个 sequence，并与标准轨迹比较。



以下是实现过程中的一些提示。这是通常 SLAM 中的做法，你可以作为参考，但并不一定必须使用这样的结构。

1. 你可以先实现一个 Frame-by-Frame 的里程计，即仅估计当前图像与上一个图像之间的运动，然后把它们组成完整的相机轨迹。这样的工作方式应该是有效的，但误差会很快累积，导致轨迹发散。
2. 接下来，从轨迹中提取关键帧，对关键帧进行 bundle adjustment。由于 BA 过程重投影误差必定是下降的，可以有效的抑制误差累积。同时，你需要一个机制来

管理所有地图点和关键帧。

3. 最后，请测试你的方案在 kitti 上的表现，例如轨迹精度，运行时间等等。

选题 2: VIO 的 Bundle adjustment 推导 (10 分)

在 VIO 里，除了传统的 bundle adjustment 以外，我们还有 IMU 提供的测量量。请根据文献 [1]，推导并实现带有 IMU 测量的 Bundle Adjustment。以下是一些提示：

1. 首先，请推导 IMU 测量方程，即角速度和加速度分别测到的是什么量。这其中需要用到相机的运动学，请一并推导。
2. 第二，请说明按照图优化的思路，如何建立 VIO 的图模型？其中包括哪些节点和边？
3. 第三，说明各节点储存的量是什么，各边的误差如何计算，雅可比如何计算？
4. 最后，利用 Ceres、g2o 或 gtsam 等库实现这些运算。

你也可以参考其他文献来回答这些问题。请注意 VIO 中的数学符号比较多，请使用一致的符号。

选题 3: 开源 SLAM 方案的评价与比较 (10 分)

在 SLAM 研究中，我们通常需要在各数据集上测试各个方案的性能情况。请对不少于三种开源 SLAM 方案（你可以在 github 上搜索），在不少于三个公开数据集上进行测试，并给出性能和精度和鲁棒性指标。其中，你需要说明：

- 评价了哪几个方案？使用了哪些数据集？
- 如何将各数据集的数据放到 slam 方案中？你书写了哪些运行实例？
- 性能、精度和鲁棒性指标是如何定义，如何计算的？例如整条轨迹的 ATE, RPE 是如何计算的，运行时间如何测量等等。
- 探讨参数对 SLAM 方案的影响，例如特征点的数量或运行过程中的阈值等等。

Bibliography

- [1] C. Forster, L. Carlone, F. Dellaert, and D. Scaramuzza, “On-manifold preintegration for real-time visual–inertial odometry,” *IEEE Transactions on Robotics*, vol. 33, no. 1, pp. 1–21, 2017.