**视觉定位与感知课程作业（期末大作业）**

**（截止时间：2019年01月11日晚23：00，请务必按时提交，不然无法录入成绩）**

通过本课程的学习，我们知道通过若干张图像，我们可以同时获得图像中所拍摄场景的三维信息，并得到图像拍摄时的6个自由度的姿态和位置。

本课程大作业内容是使用自己的手机或相机，对同一个场景，分别在三个角度拍摄三张图像，最终获得三张图像拍摄时的姿态和位置，以及图像中特征点的三维坐标信息，并评估和验证所实现算法的正确性和精度性能。

**一、实现思路**

算法实现的思路是，首先选择其中两张图像，通过特征点匹配基础矩阵的求解得到两个拍摄视角的相对位姿，然后使用三角化得到对应特征点的三维点云。对于第三张图，我们可通过相机位姿估算的方式求解其姿态和位置。最后我们可以采用非线性最小二乘法对稀疏三维点和三个相机Pose同时优化，得到最终结果。

具体步骤如下：

1. 标定相机的内参

* (<http://www.vision.caltech.edu/bouguetj/calib_doc/> )，
* 打印一个标定图案
* 注意标定时需要保证相机拍摄到不同姿态的标定板，并让标定板充满画面。

1. 选择一个合适场景，拍摄三张图像

* 所选择的场景纹理丰富，并且三维结构突出（不要选择一个纯粹平面的场景，庙门是一个不错的场景）
* 三个拍摄角度间既要有足够的基线，也要控制相互夹角不大于30度，不然会造成后续特征点匹配的困难。

1. 去除畸变的影响

* 见第7课第53页PPT，使用像素映射的方式得到没有畸变的图像。

1. 选取其中两张图进行特征点匹配

* 建议用SIFT和SURF特征点和特征描述子进行匹配
* 为了降低Outlier的比例，可利用最佳匹配和第二好匹配的特征描述子距离比值进行筛选（如让比值大于1:0.7）

1. 使用RANSAC和8点法或5点法去估算基础矩阵或本质矩阵

* 注意在理论抽样次数基础上再叠加额外迭代次数
* 迭代结束，将所有inlier拿进去再算一遍基础矩阵，以提升估算精度。

1. 从本质矩阵中分解，并对多个解进行筛选得到唯一解

* 结合下一步进行判断合理的组合

1. 利用三角化进行三维点云重构

* 采用齐次坐标和非齐次坐标两种计算方法都可以

1. 将两张图中的一张与第三张进行特征匹配（类似步骤四），利用已经三角化的特征点，得到第三张图的3D-2D对应关系
2. 使用RANSAC或M-estimator实现第三个视角的相机位置姿态估算。

* RANSAC过程中可采用使用开源或自己实现的P3P，PnP，ePnP或者POSIT方法实现3D-2D位姿估算。
* 若采用M-estimator可将邻近视角的相机位姿作为初始位姿，然后调用非线性最小二乘法迭代更新位姿
* 也可两者结合，先用RANSAC得到位姿估算初值，然后代入到M-estimator中进一步优化。

1. （可选）利用非线性最小二乘法，对所求解出的个三维点坐标，和三个相机的位姿进行Bundle Adjustment优化。

其中表示第个三维点在第个视角的重投影误差。

完成前面9个步骤视为作业完成。

**二、评估验证**

* 评估至少需要包含定性分析，验证算法实现的正确性。
* 亦可通过仿真实验和真实实验加入定量分析，对所实现算法的关键步骤或整体性能进行量化评估（可选）。

**三、提交要求**

压缩包命名格式：学号-姓名。 压缩包内应包括代码、报告、图片（代码输入）。报告提交word原始版本+PDF版本，应包括实验原理，算法思路（可包含伪代码），实验结果分析，文档采取字体小四，行间距多倍行距，1.25。程序单独附上环境配置编译运行的说明文档（建议用markdown文件）。

**四、评分标准**

**情况A. 所有步骤完成且结果正确**

* 80基本分

**情况B.未完成**

* 按步骤完成度给分(0起到80)

**加分项（与基本分累积不超过100）：**

* 应用课程知识自己实现以下关键核心算法 (不限于RANSAC特征匹配，8点法，P3P或者Posit, M-estimator) (每个+5)
* 文档齐全程序编译运行方便；(+2~5)
* 程序界面友好可视化直观 (+1~3)
* 步骤10的实现（+5）
* 量化评估实现（+2~5）
* 实验全面，评估方法合理，分析论证详细全面；(+5)

**扣分项：**

* 完成但结果不正确，视bug严重程度扣分