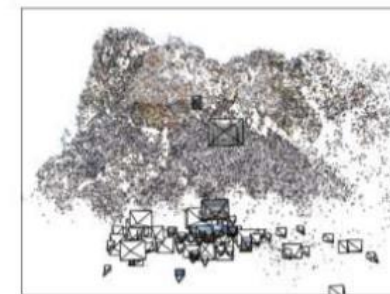
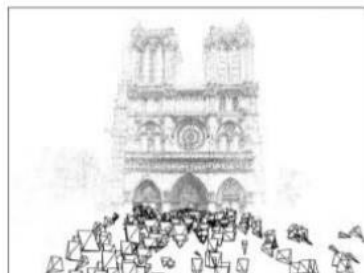


实验三： Structure from Motion

- 教员：易任娇，朱晨阳
- 助教：张嘉翌

实验发布时间：2020年6月22日

实验截止时间：考试日期前一天（预估7.21前）



注意

- 课程使用trustie作为实验发布和上传平台。
- 实验内容的更新或更正都会发布在trustie，并通过微信群告知。
- 每个组必须独立完成作业。
- 可以在微信群或者私信助教，提出实验安排或者自己实现中遇到的问题。
- 推荐使用Python+OpenCV

实验内容

本次实验可能会有难度

本次实验需要各位实现课堂内容中关于Structure from Motion的算法流程：

1. 获得两张图像的SIFT描述子，并利用RANSAC去除离群点（with fundamental matrix）。
2. 利用给定的内参分解fundamental matrix为essential matrix,再分解essential matrix得到Rotation matrix(R)和translation (t)。
3. 三角化(Triangulation)得到3D 点
4. 重复这个过程，得到所有相邻图片对的3D点。

(Bonus1) 实现特征点递推 ($A \leftrightarrow B, B \leftrightarrow C \Rightarrow A \leftrightarrow C$)，得到更多的特征点从而有更稠密的重建结果

(Bonus2) Rotation average or Translation average，再解出每一个对图像对应的3D点的基础上，增加一个全局的旋转或平移的优化，得到更好的结果。

Details

- 实验会提供24张关于同一个场景的图片，所有图片的内参 (intrinsic) 矩阵如下：

$$K = \begin{bmatrix} 424.9000 & 0 & 176.0000 \\ 0 & 424.9000 & 144.0000 \\ 0 & 0 & 1.0000 \end{bmatrix}$$



.....



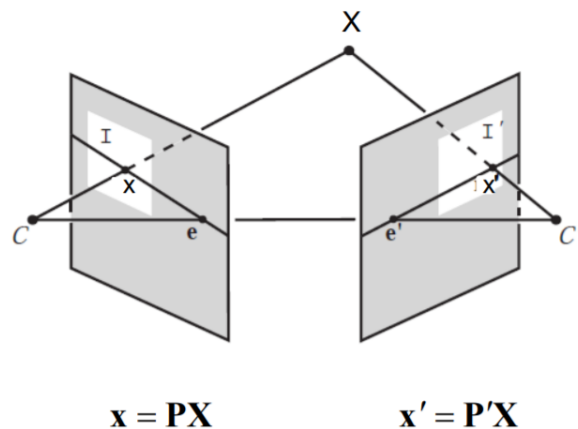
.....



Details

- 三角化求3D点 (Linear solution) :

因为收到各种误差的影响，最后重建的结果可能不会非常精确，但应该会有一个大概的轮廓



$$\mathbf{x} = w \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} \quad \mathbf{x}' = w' \begin{bmatrix} u' \\ v' \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} \mathbf{p}_1^T \\ \mathbf{p}_2^T \\ \mathbf{p}_3^T \end{bmatrix} \quad \mathbf{P}' = \begin{bmatrix} \mathbf{p}'_1{}^T \\ \mathbf{p}'_2{}^T \\ \mathbf{p}'_3{}^T \end{bmatrix}$$



$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} u\mathbf{p}_3^T - \mathbf{p}_1^T \\ v\mathbf{p}_3^T - \mathbf{p}_2^T \\ u'\mathbf{p}'_3{}^T - \mathbf{p}'_1{}^T \\ v'\mathbf{p}'_3{}^T - \mathbf{p}'_2{}^T \end{bmatrix}$$

$$[U, S, V] = \text{svd}(\mathbf{A})$$
$$\mathbf{X} = V(:, \text{end})$$

结果可视化

- 在utils文件夹里提供了ply_utils.py用来将3D点数据（用numpy数组表示）写出为一个ply文件，可以用meshlab打开。

```
def pcwrite(filename, xyz):  
    """Save a point cloud to a .ply file.  
    """
```

只需要输入 $n \times 3$ 的3D点数组 $[x,y,z]$

```
def pcwrite_rgb(filename, xyz, rgb):  
    """Save a point cloud to a colored .ply file.  
    """
```

需要输入 $n \times 3$ 的3D点数组 $[x,y,z]$ 和 $n \times 3$ 的颜色数组 $[R,G,B]$



Meshlab, 可视化和处理3D数据的软件

评分与提交

小组分 (50分) :

- (5分) 实验包含所有要求的部分, 代码可以编译和运行: 实验报告+代码+结果
- (10分) 正确实现RANSAC+ fundamental matrix
- (15分) 正确的解出essential matrix和对应的R和t
- (10分) 正确的三角化解出3D点
- (10分) 正确的得到所有的图像对最终的3D点结果
- (10分) 实验报告内容完整, 有中间过程的可视化结果 (可选)
- (10分) 实验报告内容详细, 实验分析能够体现课堂学习成果。

个人分 (50分) :

根据小组分和个人贡献决定

Bonus (各10分) : 需要在实验报告中注明实现了那一部分, 并给出结果

实验提交（实验报告和源码）

提交压缩包结构：

- 小组号.zip
 - 实验报告.doc/.docx
 - Code.zip
 - Result.zip

1.实验报告：不会提供模板，只需要包含以下要求的内容：

- 小组成员信息（姓名，学号，邮箱（可选））
- 实验硬件和软件环境
- 实现细节（不需要在报告中解释源代码，注重分析实现流程）
- 实验和结果分析
- 成员贡献

2.源码和实验结果：关键部分提供注释，并与拼接结果一起提交。

- 源码请删除中间文件，仅提交 **.py**。其中包含全部流程的主文件需要命名为main.py，用于评分的依据
- 结果中需要提交最后的点云文件