

# 实验报告

## 一、概述

在本次作业中，我们实现了运动结构（Structure from Motion, SfM）和束调整（Bundle Adjustment, BA），以同时估计外部相机参数（姿态）并进行三维重建。该过程涉及捕获一系列二维图像，提取特征，跨图像进行匹配，然后从这些对应关系中重建三维结构。

## 二、实验过程

### 1、预处理（preprocess.py）

预处理步骤包括加载图像和提取特征，具体细节如下：

- （1）图像加载：从指定的数据集中加载所有图像；
- （2）特征提取：使用特征检测器识别每幅图像中的关键点；
- （3）特征描述：计算识别到的关键点的描述符；
- （4）匹配：使用适当的匹配技术，匹配连续图像之间的特征。

### 2、运动结构（sfm.py）

sfm.py 脚本执行运动结构算法的核心部分，关键点包括：

- （1）相机姿态初始化：使用前几帧来初始化相机姿态；
- （2）三角测量：对匹配的特征点，通过相机投影矩阵三角测量其位置；
- （3）姿态优化：基于二维-三维对应关系优化相机姿态，使用非线性最小二乘优化方法。

### 3、束调整（bundle\_adjustment.py）

束调整对相机参数和三维点进行精细化，以最小化重投影误差：

- （1）问题设置：将优化问题构建为相机姿态和三维点作为变量；
- （2）成本函数：定义一个成本函数，基于观察到的二维点和投影的三维点之间的差异；
- （3）优化：利用稳健的优化器（如 Levenberg-Marquardt）最小化成本函数，精细化相机姿态和三维点。

## 三、实验结果

### 结果一：

我们可以从输出文件的目录当中，获取到相机轨迹的可视化图(图 1、图 2) 这种轨迹图通常用于可视化和分析结构从运动(SfM)和 bundle 调整(BA)算法的输出结果,以帮助理解相机在场景中的移动过程。这样的可视化有助于验证重建的准确性和相机姿态的优化效果。

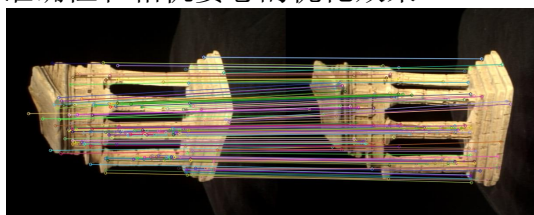


图 1

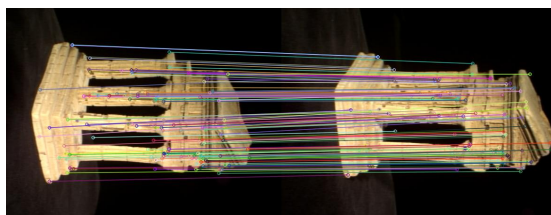


图 2

## 结果二:

我们可以从输出文件的目录当中，获取到 3D 重建的可视化图(图 3、图 4) 我们可以看到大量分散的黑色点聚集在一起, 形成了一种不规则的云状结构。这种点云表示通过结构从运动 (SfM) 和束调整 (BA) 算法从 2D 图像中重建出来的 3D 点集, 并且这些点代表了场景中的特征点, 它们的位置和分布反映了物体的 3D 形状和结构, 这种可视化有助于直观地展示 3D 重建的效果和质量。

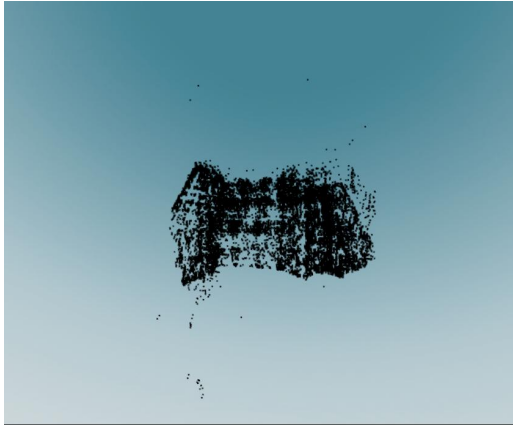


图 3 (Temple)

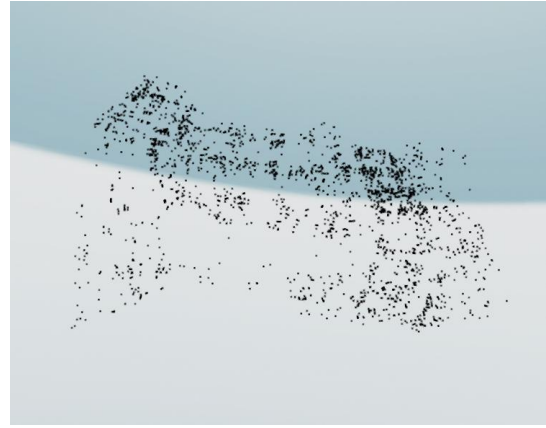


图 4 (Mini-temple)

## 四、实验结论

本次作业提供了运动结构和束调整技术的实践经验, 成功的实现和结果突显了这些方法在计算机视觉和三维重建任务中的重要性。