

### 实验 3 图像特征匹配、跟踪与相机运动估计实验

#### 实验目的：

在熟悉相机模型和点云图的基础上，深入理解图像特征点及其描述子概念，掌握常见特征点原理，编程实现双目图像中 ORB 特征点的提取和匹配方法。

运用 ICP 方法对匹配的 3D 特征点进行 SVD 分解和非线性优化，求解相机姿态运动。

为实现连续的相机姿态解算，需要跟踪特征点在后一帧画面的位置，需掌握相较特征点法更为快速的光流特征跟踪原理，数学描述及其编程实现。

#### 实验内容：

1. g2o 库的安装与使用
2. ORB 特征点提取
3. 双目图像的位姿变换体验
4. ICP 法相机位姿估计
5. 光流法特征跟踪

#### 实验设备：

自带笔记本 PC 机头，安装 Ubuntu12.04 或以上系统，OpenCV 开发库

#### 预备知识：

1. 深度图像程序模型及坐标转换
2. linux, C++编程基础, Cmake 编译器
3. OpenCV 图像处理库

#### 实验步骤：

##### 1. 环境准备 图优化算法库 g2o 的安装

g2o 安装依赖如下：

```
sudo apt-get install libeigen3-dev libsuitesparse-dev libqt4-dev qt4-qmake  
libqglviewer-qt4-dev
```

```
sudo apt-get install cmake libeigen3-dev libsuitesparse-dev libqt4-dev qt4-qmake  
libqglviewer-dev
```

下载 g2o 源码：

```
git clone https://github.com/RainerKuemmerle/g2o.git
```

```
mkdir build
```

```
cd build
```

```
cmake ../
```

```
make
```

```
sudo make install
```

如果安装 g2o 时候有 eigen3 相关的告警或是错误，需要更新 eigen3，upgrade 方式或者源码安装，其中源码安装方式如下：

官网下载 tar 包：

[http://eigen.tuxfamily.org/index.php?title=Main\\_Page](http://eigen.tuxfamily.org/index.php?title=Main_Page)

执行如下命令：


```
sudo tar -xvf /home/ljhong/share/eigen-eigen-26667be4f70b.tar.bz2 -C  
/usr/local/include
```


```
sudo mv /usr/local/include/eigen-eigen-26667be4f70b /usr/local/include/eigen3
```

安装好之后，在 /usr/local/include 目录下有个 eigen3 的文件

## 2. 实验代码下载有重新编译

(1) 下载实验附件代码，已按不同操作系统版本进行验证，自行选择所需版本。

 ch7-ubuntu12.4-2018-1-10.tar.gz

 ch7-ubuntu14.4-2018-1-10.tar.gz

(2) 编译（如果 eigen3 是按照上面源码方式安装的，ch7 文件夹里编译规则文件

CMakeList.txt 中的“usr/include/eigen3/”应改成每个同学自己的实际存放路径，比如“

usr/local/include/eigen3/”）：

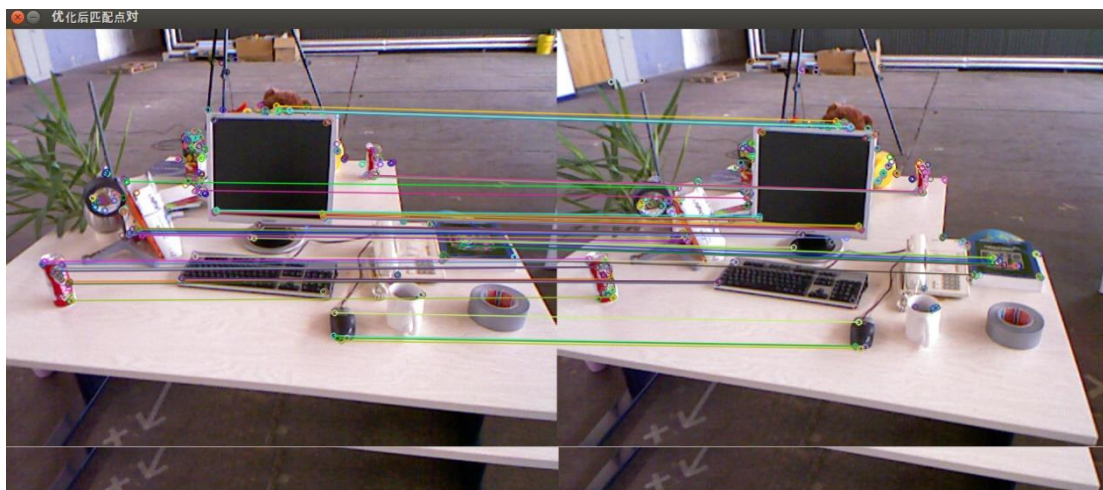
```
cd ~/share/slambook/ch7
```

```
cmake .
```

```
make
```

正确的实验结果应如图所示：

```
ljhong@ubuntu:~/share/ch7$  
ljhong@ubuntu:~/share/ch7$ ls  
1_depth.png  CMakeCache.txt      cmake_modules  feature_extraction.cpp  pose_estimation_3d2d  triangulation  
1.png        CMakeFiles           extra.cpp      Makefile               pose_estimation_3d2d.cpp  triangulation.cpp  
2_depth.png  cmake_install.cmake  extra.h        pose_estimation_2d2d   pose_estimation_3d3d   pose_estimation_3d3d.cpp  
2.png        CMakeLists.txt      feature_extraction  pose_estimation_2d2d.cpp  pose_estimation_3d3d  
ljhong@ubuntu:~/share/ch7$  
ljhong@ubuntu:~/share/ch7$  
ljhong@ubuntu:~/share/ch7$  
ljhong@ubuntu:~/share/ch7$  
ljhong@ubuntu:~/share/ch7$ ./feature_extraction 1.png 2.png  
-- Max dist : 95.000000  
-- Min dist : 4.000000
```



## 3. 双目图像的位姿变换体验


用自备手机，选取非单一背景颜色的环境进行拍照，具体方法为 双手持稳相机，拍第一张照片，然后小幅度旋转相机，拍摄第二张照片，重复上述 1-2 步，实现两张图片的特征点检测与匹配。

## 4. ICP 法相机姿态估计

参考教材 Book0\_视觉 SLAM 十四讲(QQ 群文件有电子版，仅供研究学习用途)，P178 页的 ICP 代码(<https://github.com/gaoxiang12/slambook>)，编译运行，求得相机姿态并分析结果。

## 5. 光流特征跟踪

参考教材 Book0\_视觉 SLAM 十四讲, P189 页的光流法实验代码, 实现对 TUM 数据集中图像特征点提取和跟踪, 分析实验结果。

 slambook\_1-ch8

## 实验报告

### 实验原理简述

1. 作为图像描述的关键点, 图像特征点需具备哪些性质? 请给出至少 3 种图像特征点, 并简述其概念和检测原理。
2. 在视觉里程计中, 有多种求解相机运动的方法, 请简述 ICP 法的原理, 并给出 DLT 法和 ICP 法不同之处。

### 实验代码分析

3. 用自己的话给出上述实验各步骤代码框架, 主要代码分析和实验结果。

文档以 Word+代码形式, 放入文件夹打包提交, 以“**Robotic\_lab3\_学号\_姓名**”格式命名, 每人一份, 提交至教辅系统, 截至时间为 2019 年 12 月 27 日。