# Solution of 第五节课习题 (macOS 平台)

### 张吉祥

#### 2018年3月30日

- 1 习题说明
- 2 ORB 特征点
- 2.1 ORB 提取

实践结果见图 1

- 2.2 ORB 描述
- 2.3 暴力匹配

实践结果见图 2。 问题回答:

- 1. 因为 ORB 的**描述子**由二进制数组成。
- 2. 阈值增大会导致误匹配数增加;反之,会导致特征点匹配数量不够。
- 3. 暴力匹配所花时间相对较长。减少计算量的匹配方法: 快速近似最近邻 (FLANN)。
- 3 从 E 恢复 R,t

输出四个可能的解,见图3。

## 4 用 G-N 实现 BA

问题回答:

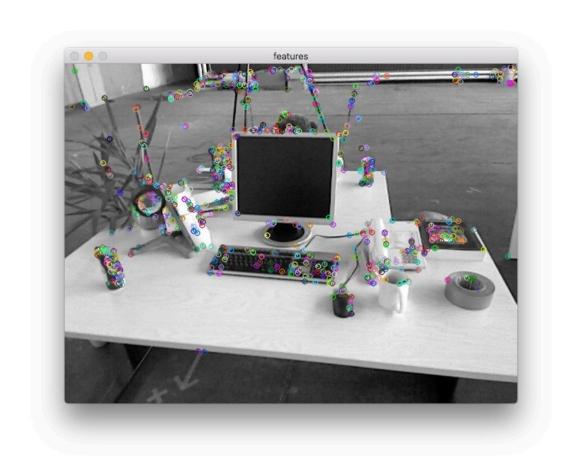


图 1: ORB 特征点提取



图 2: 暴力匹配结果

```
1. zhangjixiang@matheecs: ~/Desktop/SLAM理论与实践/L5/code (zsh)
× ..实践/L5/code (zsh) 第1 × ..timation_3d3d (z... • 第2
~/Desktop/SLAM理论与实践/L5/code //build/E2Rt
     -0.365887 -0.0584576
-0.00287462 0.998092 0.0616848
  0.930655 -0.0198996 0.365356
R2 = -0.998596 0.0516992 -0.0115267
-0.0513961 -0.99836 -0.0252005
0.0128107 0.0245727 -0.999616
t1 = -0.581301
-0.0231206
 0.401938
t2 = 0.581301
0.0231206
-0.401938
t^R = -0.0203619 -0.400711 -0.0332407
  0.393927 -0.035064 0.585711
-0.00678849 -0.581543 -0.0143826
```

图 3: 四个可能的解 R,t

1. 重投影误差的定义: 将像素坐标与 3D 点按照当前估计的位姿进行投影得到的位置相比较得到的误差,即

$$u_i - \frac{1}{s_i} K \exp(\xi^{\wedge}) P_i$$

2. 关于 ξ 的雅可比矩阵

$$\frac{\partial e}{\partial \delta \xi} = - \begin{bmatrix} \frac{f_x}{Z'} & 0 & -\frac{f_x X'}{Z'^2} & -\frac{f_x X' Y'}{Z'^2} & f_x + \frac{f_x X^2}{Z'^2} & -\frac{f_x Y'}{Z'} \\ 0 & \frac{f_y}{Z'} & -\frac{f_y Y'}{Z'^2} & -f_y - \frac{f_y Y'^2}{Z'^2} & \frac{f_y X' Y'}{Z'^2} & \frac{f_y X'}{Z'} \end{bmatrix}$$

3. 采用更新量  $\Delta \xi$  的指数映射 (李群) **左乘**上一次的估计。具体代码实现方式:

```
1 T_esti = Sophus::SE3::exp(dx) * T_esti;
```

实验计算结果,如图 4。

## 5 \* 用 ICP 实现轨迹对齐

实验结果如图 5。

```
1. zhangjixiang@matheecs: ~/Desktop/SLAM理论与实践/L5/code (zsh)
   ..实践/L5/code (zsh) 第1 × ..timation_3d3d (z... • 第2
                                     ./build/GN-BA
points: 76
iteration 0 cost=645538.2282513
iteration 1 cost=12413.208557065
iteration 2 cost=12301.351931575
iteration 3 cost=12301.350653801
iteration 4 cost=12301.3506538
iteration 5 cost=12301.3506538
cost: 301.3506538, last cost: 301.3506538
estimated pose:
   0.997866186837 -0.0516724392948
                                        0.0399128072707
                                                          -0.127226620999
                     0.998339770315
                                        0.0275273682287 -0.00750679765283
 0.0505959188721
  -0.041268949107
                   -0.0254492048094
                                         0.998823914318
                                                           0.0613860848809
                0
```

图 4: BA 优化结果

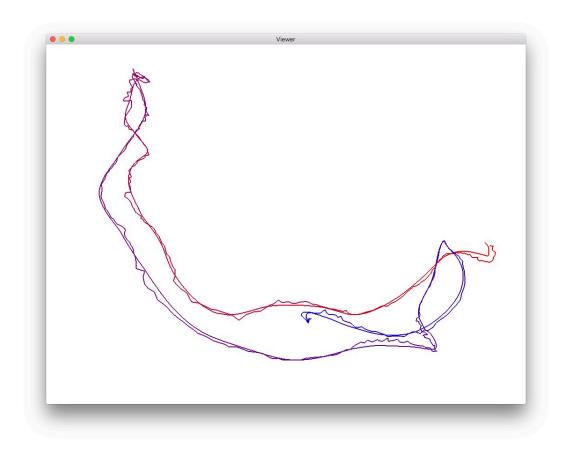


图 5: 轨迹对齐结果