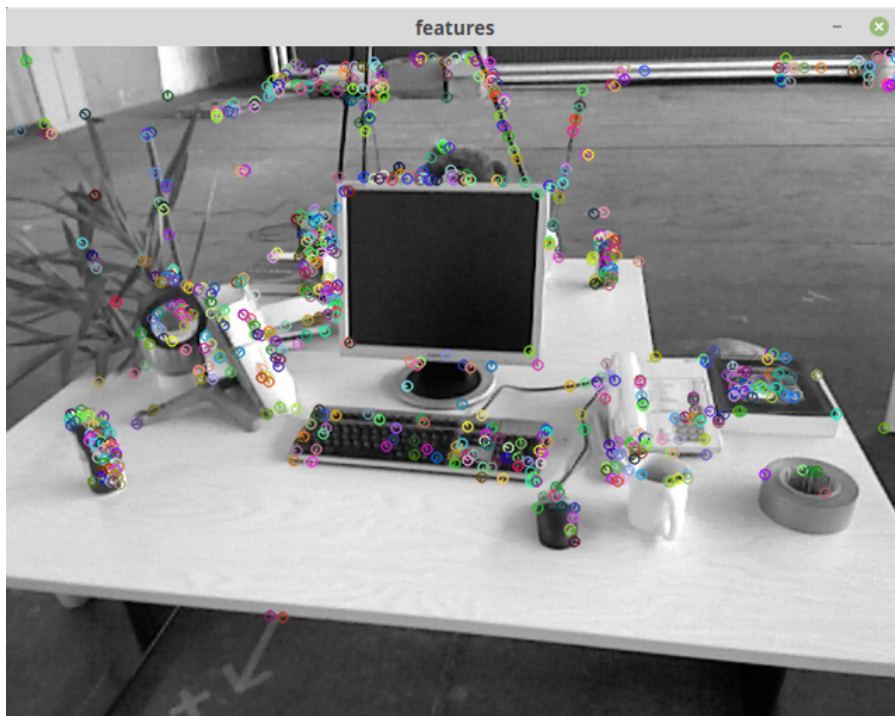


2. ORB特征

2.1 ORB提取



2.2+2.3 ORB描述和暴力匹配



问题回答

- ① ORB的描述符是一个二进制的向量, 因此是一个二进制特征.
- ② 取50表示有三分之二的特征描述是相似的, 当取更大值时会有很多误匹配, 取更小值则匹配数量会太少.
- ③ 暴力匹配约花了122ms, 可以根据视差只对局部区域进行搜索, 或者使用kdtree来加速搜索速度.

3. E恢复R, t

程序运行结果截图

```

R1 =    0.998596 -0.0516992  0.0115267
      0.0513961    0.99836  0.0252005
      -0.0128107 -0.0245727  0.999616
R2 =    0.365887  0.0584576 -0.928822
      0.00287462 -0.998092 -0.0616848
      -0.930655  0.0198996 -0.365356
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

```

4. G-N BA

程序运行结果截图

```

points: 76
iteration 0 cost=622769.1141257
iteration 1 cost=12206.604278533
iteration 2 cost=12150.675965788
iteration 3 cost=12150.6753269
iteration 4 cost=12150.6753269
cost: 150.6753269, last cost: 150.6753269
estimated pose:
      0.997866186837  -0.0516724392947  0.0399128072711  -0.127226621
      0.050595918872   0.998339770315  0.027527368229 -0.00750679765341
      -0.0412689491074 -0.0254492048097  0.998823914318  0.061386084881
                0                0                0                1

```

问题回答:

① 重投影误差定义为:

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

这里, u_i 是像素坐标, P_i 是点的3D坐标, K 是相机投影矩阵, z_i 是 P_i 在相机坐标系下的深度.

② 线性化 $e(\xi + \Delta\xi) = e + J\Delta\xi$, Jacobian 矩阵为:

$$\begin{aligned}
 J &= \frac{\partial e}{\partial \Delta\xi} = \frac{\partial e}{\partial P'} \frac{\partial P'}{\partial \Delta\xi} \\
 \frac{\partial e}{\partial P'} &= - \begin{bmatrix} \frac{\partial u}{\partial X'} & \frac{\partial u}{\partial Y'} & \frac{\partial u}{\partial Z'} \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} \frac{f_x}{Z'} & 0 & -\frac{f_x X'}{Z'^2} \\ 0 & \frac{f_y}{Z'} & -\frac{f_y Y'}{Z'^2} \end{bmatrix} \\
 \frac{\partial P'}{\partial \Delta\xi} &= [I \quad -P'^\wedge] \\
 \Rightarrow J &= - \begin{bmatrix} \frac{f_x}{Z'} & 0 & -\frac{f_x X'}{Z'^2} \\ 0 & \frac{f_y}{Z'} & -\frac{f_y Y'}{Z'^2} \end{bmatrix} [I \quad -P'^\wedge]
 \end{aligned}$$

这里对K做了处理, 去掉了最后一行, 其不构成误差, 偏导数恒等于0.

③ 解出之后做如下更新

$$\exp(\xi) = \exp(\Delta\xi) \exp(\xi)$$

5. ICP轨迹对齐

程序运行结果:

