注意：先认真用理论分析，然后设计实验及保存的数据。反复调整实验方法。

1. TUM数据集handled\_slam-rgbd\_dataset\_freiburg2\_large\_with\_loop轨迹每次跑的结果不一样的问题
2. 数据集信息：5182张图片，图片名即拍摄时间，单位为s；1311875745.126861-1311875572.406161=172.7207s，两帧间隔大约0.033s；
3. 猜想可能原因
4. 自己改动过程序

解决：重新下载源程序，跑的结果和自己注释过代码差不多。

1. Ransac方法不同造成
2. 特征点每次提取不一样
3. 和笔记本散热是否有关，笔记本放瓷砖上似乎表现好
4. 设计验证：
5. 查找程序中会出现跟踪丢失的地方，注释//yilu lost。编写小程序打印重要信息，重点关注658时丢失情况。
6. 编写python小程序读取每条轨迹保存的帧序号，并统计不同帧出现的次数，观察次数多的帧和次数少的帧在实验中的表现，画出曲线，观察哪里断了。
7. 统计并分析每次开始丢失的帧
8. 实验结果分析
9. 原程序和注释程序分别得到4/11，2/10次好结果；关键帧最多结果保留210张图片：579-658=79s，658-734=76（丢失），734-744=10s（loop）

跟踪时间内约5182\*89/172=2681张图，得到210/2681=7.83%的关键帧，关键帧间隔89/210=0.424s。

因为中间丢失一段，故最后是重定位，并非闭环

* 其它好结果情况：

nomodified：跟踪 丢失 重定位

3（203）：579-658，658-737，737-745

6（202）：580-658，658-738，738-744

10（203）584-663，663-739，739-745

modified：

4（209）：573-658，658-733，733-745

6（205）：580-658，658-737，737-744

* 其它结果（只给出关键帧段，两帧间隔超过5s算丢失）：

nomodified：

1（50）：579-592，734-744

2（9）：572-573

4（33）：574-581，735-744

5（59）：573-593，736-744

7（74）：581-611，738-744

8（166justnoloop）：594-659（594初始化太晚了，没能重定位）

9（80）：581-614，738-745

11（141在中间丢失一次重定位）：595-630，640-659（重定位，初始化太晚第二个重定位没看到）

modified：

1（93）：573-603，733-744

2（194）：583-658，739-745 接近好情况

3（40）：581-592，734-744

5（83）：579-612，734-745

7（94）：573-609，734-744

8（127）：573-625，733-745

9（36）：582-592，737-744

重数据来看：好的结果是在658处发生丢失，其它丢失见数据，2次初始化太晚，到了594，因而不能在最后重定位。

10（196）：582-658，738-744 接近好情况

1. 1
2. 关键方法
3. 通过4-1）数据分析，找出了主要原因就是丢失，然后分析观察丢失发生的图片，通过代码分析可能原因
4. TUM中robot\_slam初始化问题
5. 问题：4条轨迹初始化总是失败
6. 实验方法：在初始化失败的地方将数据打印出来
7. 解决：通过打印数据发现，即使场景是3D的，但总是使用单应矩阵H来重建，故打印阈值RH观察，发现范围在0.41-0.48，主要在0.44-0.46，最后将阈值从0.4设置为0.46，能够初始化。
8. 实验总结（实验4条轨迹）

* 常在H、F重建环节失败
* F重建成功常在0.43-0.45，阈值可再提高到0.47左右，重建失败原因常是not a clear winner，且相似数常是2。
* H失败原因常是第一好的没有明显优于第二好的和视差不足（三角化2射线夹角小于1°）。
* 小车在转弯时特别容易跟踪丢失

1. 疑问

* 转弯时跟踪丢失的原因可能时转得比较快没有足够时间新建新的3D点，试设计实验验证猜想：设定程序给定相同运动曲线控制指令，速度不一样。r=v/w。
* 初始化时的2帧间隔多帧会不会更好，基线更长

1. 测试树莓派和笔记本连在同一个WiFi上图片实时性和是否存在掉帧的情况

使用rosbag分别在笔记本和树莓派记录数据，用于对比是否掉帧，在笔记本使用image\_view观察实时性。

1. 实验方法：将摄像头装在树莓派上，笔记本和树莓派连接同一个路由器通过ros通信，分别在树莓派和笔记本上实验rosbag记录/image\_raw话题
2. 实验结果：结果存在~/experiment/LAN\_speed,传输图片画面流畅，肉眼看不出明显延迟，但树莓派rosbag记录的文件2G，而笔记本记录数据372.5MB，重放时在转弯时会明显模糊。最后将图片用rosbag记录下来，对比两个数据，掉帧3-4帧（如1-5中间掉3帧），真实帧速0.05-0.06s，实际0.15-0.26s。
3. 测试更改阈值RH为0.46后，小车能否正常初始化，以及跑一个闭环试试，
4. 实验方法：将摄像头装在树莓派上，笔记本和树莓派连接同一个路由器通过ros通信，在笔记本上跑ORBSLAM2源码，帧率较低，8HZ左右，一直在房间跑。
5. 实验结果：最后轨迹存在

~/experiment/home/trajectory/bedroom\_about\_2\_hours

* 可以初始化
* 转弯容易丢失，尤其是在较窄的直角的位置，如床角
* 随着时间增加，在房间重建的关键帧很多（820帧），一直在增加，跑了2小时左右，内存从2G左右达到4.2G左右

1. 实验总结：转弯时，若路标点比较远没那么容易丢失，较远的路标点更容易跟踪；若速度太快时，等不及localmapping线程三角化更多的路标点
2. 在房间和测试速度多大是ORB\_SLAM会失败：将bag记录的图片加快播放速度
3. 相机对着家里窗不动时初始化问题：在源码加代码记录初始化两帧及其对应未校正的特征点位置，然后自己读取和显示这两帧图片观察，记录图片数据，方便重复实验。
4. 静止是打印IMU数据观察偏差
5. 实验时要注意像VINS图10那样打印数据出来观察，然后选择合适的解决方法
6. 单独用相机和IMU进行测量，以相机作为标准，观察imu漂移与时间（更新频率）的关系，同理可测量相机的漂移，使用laser作为参考
7. 画一个典型的角点，通过改变摄像头的角度、远近看检测结果如何，先仔细用理论分析会带来什么结果，
8. 对共视图进行可视化，认真分析错匹配等情况。
9. vins实时性和主要部分时间测试，MH04-20h-200hz-1min44s和car\_bag-20hz-200hz-280s，实验数据见experiment/vins/runningdata

MH04

* rviz、vins、loop全打开：初始化时间244-282ms左右
* vins

1. 图像特征提取与跟踪线程：期望处理频率20HZ（50ms），相机帧率。初始化完成时间点后，稳定在30-40ms，主要时间在跟踪，其他时间1ms左右，跟踪过程中，如39.76ms-19.05光流跟踪，0.94ms设置mask，15.65探测新的角点，32.73ms-13.78光流跟踪，0.64ms设置mask，15.14探测新的角点，
2. 处理imu和image线程： 期望处理频率10HZ（100ms），相机帧率一半
3. 初始化前1-5ms
4. 初始化后平均时间80ms左右，50-140ms波动比较大，处理imu数据1ms左右，1ms左右处理其他，剩下时间主要在处理图像，处理图像主要时间在优化，其他就1ms左右，优化中预边缘-7ms左右，边缘化-30-35ms。
5. 处理的基本都是关键帧，非关键帧处理时间比关键帧少20-30ms，最后快停下时，连续的非关键帧，处理总时间降到30ms左右

* Loop

1. 添加KF线程：30-270ms，波动较大，中间有很多退出条件，随运行时间变长而变长，关键帧库不断变大
2. 4DOF优化：8-24-127-158-255-196ms，随运行时间增长时间变长，

* 只打开vins时

1. 处理imu和image时间：平均时间55ms左右，40-70ms波动比较小，主要集中在55-66ms

* leica-20hz速度计算：525-535：0.468998138/时间=0.782968539m/s，505-515：0.584261813/时间=1m/s

car\_bag:占用内存5.86，cpu四个核将近100%。初始化成功661ms，global SFM失败230ms左右。关键帧情况，视觉共视帧大于等于4的特征点120左右，优化时间65ms左右，150左右，优化时间100左右。其他时间和MH04相近，相差5ms左右。

* 总结

1. 都是关键帧的原因是无人机运动速度比较快，相隔两帧10hz运动距离较大
2. 话题的回调函数给输入图像提供了缓冲。将输入图像和处理图像（后端优化）作为两个线程，输入图像特征提取和跟踪处理线程稳定，可防止丢帧，也给后端优化处理时间的不稳定提供了一定的缓冲的时间。
3. 关闭loop、rviz线程处理速度提高了20-30ms，且波动较小，因而在时间充足的情况下，没必要开太多线程
4. 优化的时间波动主要和边缘化和视觉约束项有关，非关键帧先验少，视觉共视帧多的特征点多时优化项多
5. 从car\_bag实验结果保存的轨迹图可以看出，比较vio绿色轨迹（未校正漂移）和闭环的红色轨迹（可以看成groundtruth）可以看出，单目比双目漂移严重，类似的可以比较单目+imu和单目+imu+里程计
6. car\_bag中280s运行就占了5.86G,16G大约814s（14min），那么现实生活中长时间运行势必需要大量内存，故长时间运行应该清除先前建的地图
7. 小车在直线上初始化测试，实验数据见experiment/vins/runningdata，

1546877106.824599000-1546877391.969599000s(285.145s)

1. 全局三次实验观察差异（不开闭环检测）
2. 初始化成功时间：123.504，123.504，123.504（一开始是停止的状态）
3. 奇怪现象：第一、二次158.604突然变负后又变正，1cam0\_69\_1闭环优化漂移严重
4. 三次初始化后第一帧位姿相近：最后第一次和第二次相差最大：x-0.120826m，y-0.018169m，z-0.006778；w-
5. 在不同时间转弯后面一点
6. 69s（175.824）：初始化时刻177.204，176.904，177.204，176.954，177.204，176.904

* 初始化结果比较：177.204-178.204-185.404，将2cam（初始化176.904）作为groundtrth，2轨迹与2cam绝对误差和相对误差：77-78：0.008，0.182；0.144，0.273；

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 77-78-1 | 77-78-2 | 77-85-1 | 77-85-2 |
| 绝对误差 | 0.008，0.144，0.011 | 0，0.05，0.011 | 0.031，0.126，0.044 | 0.002，0.145，0.11 |
| 相对误差 | 0.182，0.273， | 0，0.086，1.833 | 1，0.021，1.833 | 0.063，0.025，4.583 |
|  | 85-236 |  |  |  |
| 绝对误差 | 0.229，0.746， |  |  |  |
| 相对误差 | 0.014，0.031， |  |  |  |

1：t: 0.004037 1.006104 0.011119 q: 0.710034 -0.703987 0.007677 0.013983

t: -0.035877 1.444442 0.022575 q: 0.716202 -0.697620 0.010006 0.016752

t: 0.003529 6.759037 0.079390 q: 0.712034 -0.693792 0.087939 -0.062665

距离：77-78：0.036，0.438，0.011；77-85：0.001，5.753，0.068

2：t: 0.003208 0.845636 0.020876 q: 0.720944 -0.692780 0.005568 0.016254

t: -0.041083 1.478086 0.038255 q: 0.720155 -0.693560 0.006394 0.017614

t: -0.026983 6.870311 0.155073 q: 0.715743 -0.690321 0.091315 -0.053197

距离：77-78：0.044，0.632，0.017；77-85：0.03，6.024，0.134

2cam\_69s: t: 0.002119 0.865179 0.001999 q: 0.712467 -0.701483 0.006197 0.016548

t: -0.041542 1.446928 0.007950 q: 0.714047 -0.699959 0.002596 0.013709

t: -0.029516 6.744157 0.025770 q: 0.711680 -0.695050 0.080928 -0.062195

距离：77-78：0.044,0.582，0.006；77-85：0.032，5.879，0.024

2-2cma1（开始时间一样）：185.404-236.004

2：t: 16.473166 -18.301383 0.095390 q: -0.028879 0.010326 -0.702458 0.711064

2cma1：t: 16.241979 -17.681589 0.061305 q: -0.030964 0.010839 -0.702670 0.710759

* 取第3次185.904和206.504比较：2点距离15.660（69s开始）-15.843=0.183m，x-1.382-0.811=0.571m，y-15.783-15.639=0.144，
* 取第3次185.904和206.504比较：2点距离4.479（69s开始）-4.267=0.212m，x-4.23-1.805=2.425m，y-1.473-3.866=2.393m，

1. 在不同时间转弯前面一点
2. 总结
3. 鲁棒性可以通过在同一个地方进行初始化，观察2次结果差异评判
4. 初始化时的误差还是比较大的
5. 相同帧开始初始化的结果比较相近
6. 噪声影响的是绝对误差，速度越快，移动距离越远，相对误差越小，那么原地停止是是否会飘？
7. 1