



深蓝学院
shenlanxueyuan.com

从零手写VIO-第七期 第二次作业 思路讲解



主讲人 张兵兵



第二次作业

基础作业，必做

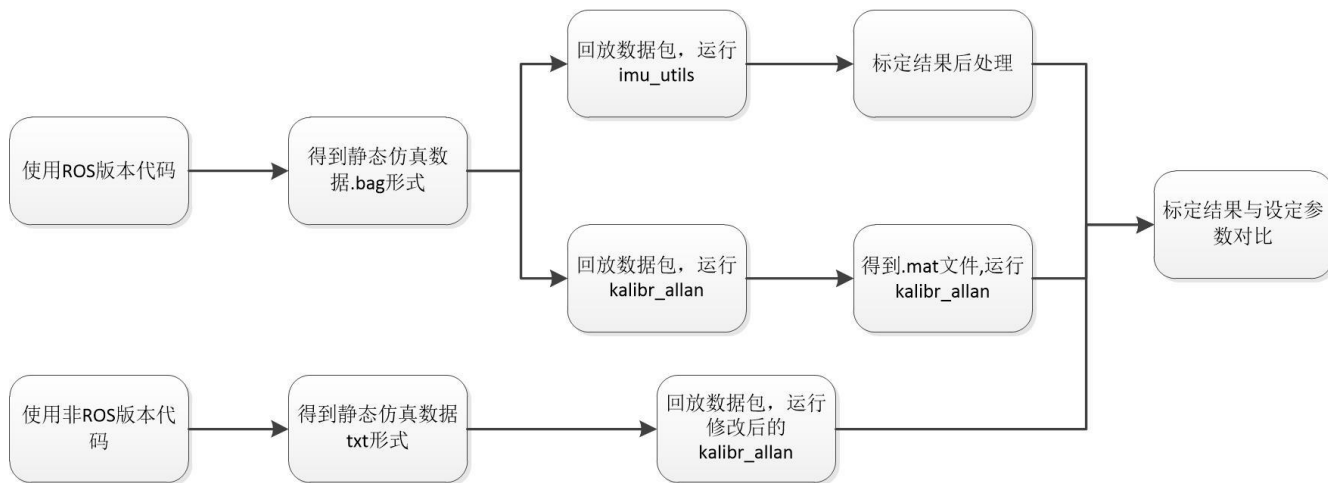
- ① 设置 IMU 仿真代码中的不同的参数，生成 Allen 方差标定曲线。
allan 方差工具：
https://github.com/gaowenliang/imu_utils
https://github.com/rpng/kalibr_allan
...
- ② 将 IMU 仿真代码中的欧拉积分替换成中值积分。

提升作业，选做

阅读从已有轨迹生成 imu 数据的论文，撰写总结推导：

- 2013 年 BMVC, Steven Lovegrove ,Spline Fusion: A continuous-time representation for visual-inertial fusion with application to rolling shutter cameras.

● 使用Allan曲线标定IMU参数



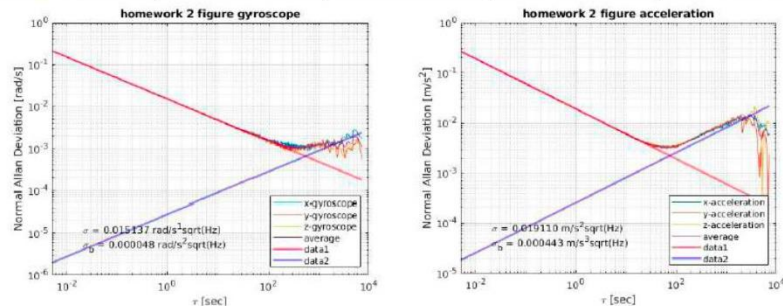
修改kalibr需要对代码有一定的理解

使用kalibr可以直接得到结果，比较简单直接。如果遇到NaN，可以适当调大仿真参数

基础作业

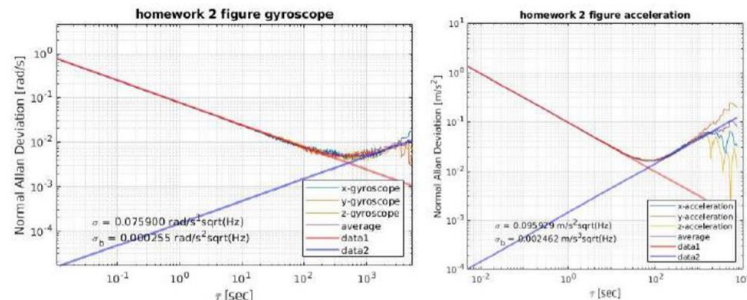
● 使用Allan曲线标定IMU参数

参数名称	陀螺仪 bias 随机游走偏差 σ_{bg}	陀螺仪白噪声 σ_g	加速度计 bias 随机游走偏差 σ_{ba}	加速度计 白噪声 σ_a
设定值	0.000050	0.015000	0.000500	0.019000
标定值	0.000048	0.015137	0.000443	0.019110
相对误差	4.0%	0.9%	11.4%	0.6%



默认值

参数名称	陀螺仪 bias 随机游走偏差 σ_{bg}	陀螺仪白噪声 σ_g	加速度计 bias 随机游走偏差 σ_{ba}	加速度计 白噪声 σ_a
设定值	0.000250	0.075000	0.002500	0.095000
标定值	0.000255	0.075900	0.002462	0.095929
相对误差	2.0%	1.2%	1.5%	1.0%



默认值放大5倍

- 使用imu_utils的步骤
 - (1) workspace的src中加入code_utils，编译
 - (2) 加入imu_utils，编译（否则会报错）

● 使用imu_utils的结果后处理

➤ 用到的量

- 白噪声 white noise 双对数图上拟合斜率为-0.5的直线与 $\tau=1s$ 的交点纵坐标
- 零偏不稳定性 bias instability 一般取双对数图上斜率为零且最小的纵坐标
- 速率随机游走 rate random walk 双对数图上拟合的斜率为0.5的直线与 $\tau=3s$ 的交点纵坐标

➤ 需要标定的量

- 白噪声 white noise
- 速率随机游走 rate random walk

- 使用imu_utils的结果处理
 - 从离散到连续，除以sqrt(200)

$$\sigma_d = \frac{\sigma}{\sqrt{\Delta t}}$$
$$\sigma = \frac{\sigma_d}{\sqrt{f}}$$

- 使用imu_utils出现的问题

未找到backward.hpp

```
/home/john/Desktop/vio_SLAM/IMU/src/code_utils-master/src/sumpixel_test.cpp:2:10
: fatal error: backward.hpp: No such file or directory
#include "backward.hpp"
      ^
compilation terminated.
code_utils-master/CMakeFiles/sumpixel_test.dir/build.make:62: recipe for target
'code_utils-master/CMakeFiles/sumpixel_test.dir/src/sumpixel_test.cpp.o' failed
make[2]: *** [code_utils-master/CMakeFiles/sumpixel_test.dir/src/sumpixel_test.c
pp.o] Error 1
CMakeFiles/Makefile2:857: recipe for target 'code_utils-master/CMakeFiles/sumpix
el_test.dir/all' failed
make[1]: *** [code_utils-master/CMakeFiles/sumpixel_test.dir/all] Error 2
make[1]: *** Waiting for unfinished jobs....
[ 95%] Built target pnp
Makefile:140: recipe for target 'all' failed
make: *** [all] Error 2
Invoking "make -j12 -l12" failed
```

解决方法是在CMakeLists.txt添加include_directories("include/code_utils")

- 使用ROS的问题
 - (1) 查找.bag文件publish的topic名称: rosbag info
 - (2) rqt_graph可以查看节点信息是否接通

- 产生动态数据，使用欧拉积分和中值积分处理离散测量值

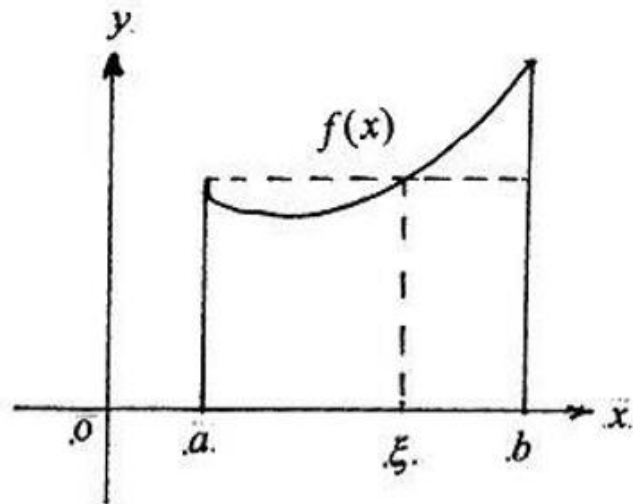
使用非ROS版本的代码，修改其中的数值积分部分，画出轨迹

- 中值积分和欧拉积分

第一中值积分
$$\int_a^b f(x) dx = f(\xi)(b - a)$$

$$\int_a^b f(x) dx \approx \frac{f(b) + f(a)}{2}(b - a)$$

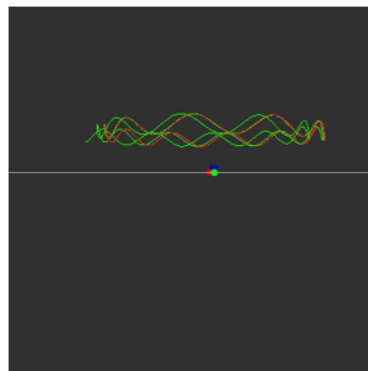
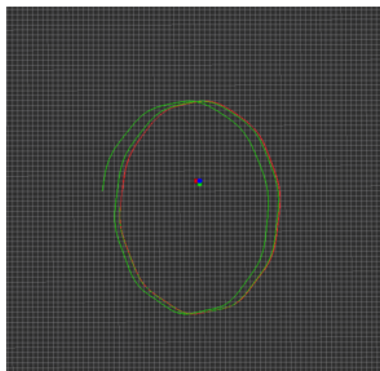
$$\int_a^b f(x) dx \approx f(a)(b - a)$$



● 对比欧拉积分和中值积分

中值积分（红色）

欧拉积分（绿色）



回环误差:

	欧拉积分	中值积分
误差	0.9076	0.0348

Lovegrove, Steven, Alonso Patron-Perez, and Gabe Sibley. "Spline Fusion: A continuous time representation for visual-inertial fusion with application to rolling shutter cameras." BMVC. Vol. 2. No. 5. 2013.

● 目的

用离散位姿拟合曲线,获得连续运动方程,用于优化高频、异步的传感器融合算法.

- 为什么论文得到连续运动方程又离散化？

通过视觉估计的位姿是低频的（10-30Hz），IMU测量数据是高频的（100Hz以上）。通过B样条估计相机的连续运动方程,再求导得到合成的(synthesized)IMU测量值。





深蓝学院
shenlanxueyuan.com

感谢各位聆听 !
Thanks for Listening

