



深蓝学院
shenlanxueyuan.com

从零手写VIO-第九期 第二章作业 思路讲解

主讲人 常鑫



●作业内容

基础作业，必做

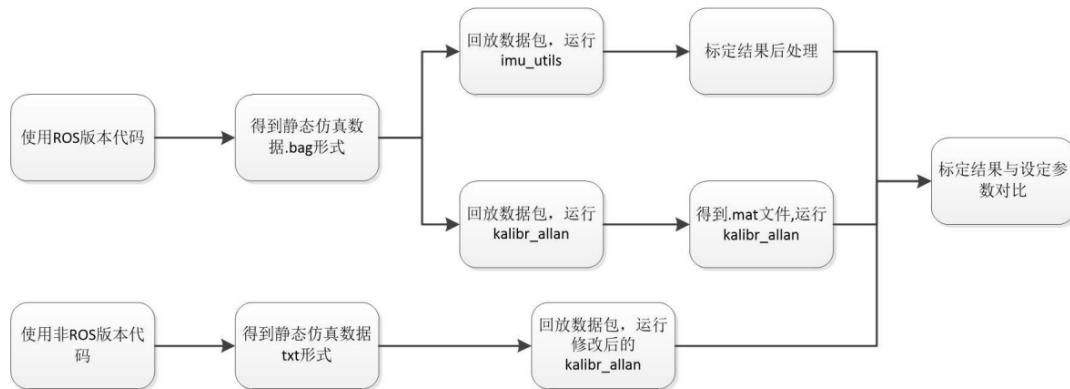
- ① 设置 IMU 仿真代码中的不同的参数，生成 Allen 方差标定曲线。
allan 方差工具：
https://github.com/gaowenliang/imu_utils
https://github.com/rpng/kalibr_allan
...
- ② 将 IMU 仿真代码中的欧拉积分替换成中值积分。

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-timerepresentation for visual-inertial fusion withapplication to rolling shutter cameras.

●使用Allan曲线标定IMU参数



图：Allan曲线标定流程

● 注意事项

● 标定参数的含义：

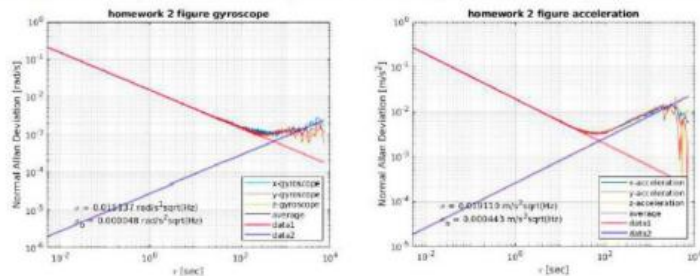
- IMU仿真代码设置了陀螺仪和加速度计的**高斯白噪声**和**bias**随机游走
- Kalibr标定得到的是**高斯白噪声**和**bias**随机游走
- imu_utils 得到的是**高斯白噪声**和**bias**
- imu_utils和kalibr的标定参数含义请参考其github介绍
 - kalibr链接：<https://github.com/ethz-asl/kalibr>
 - imu_utils链接：https://github.com/gaowenliang/imu_utils

- 使用ROS注意事项
 - 查找bag文件发布 (publish) 的话题 (topic) 名称: `rosvag info`
 - `rqt_graph`可以查看节点信息是否接通
 - 利用`rosvag play -r`可以加快包的播放速度, 减少等待时间

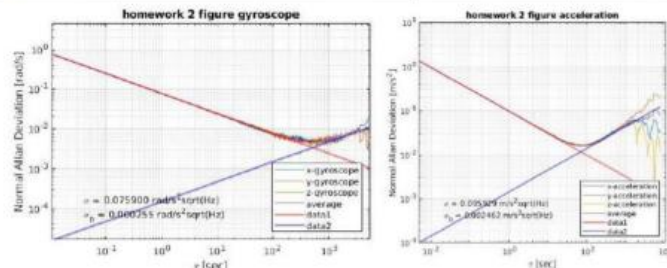
基础作业

●使用Allan曲线标定IMU参数（kalibr效果）

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%



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%



使用Kalibr结果可视化效果更好，但是安装相对imu_utils来说比较复杂；kalibr如果遇到NaN，可以适当调大仿真参数

- 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

- 使用imu_utils的结果后处理
 - 从离散到连续，除以 $\text{sqrt}(200)$

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

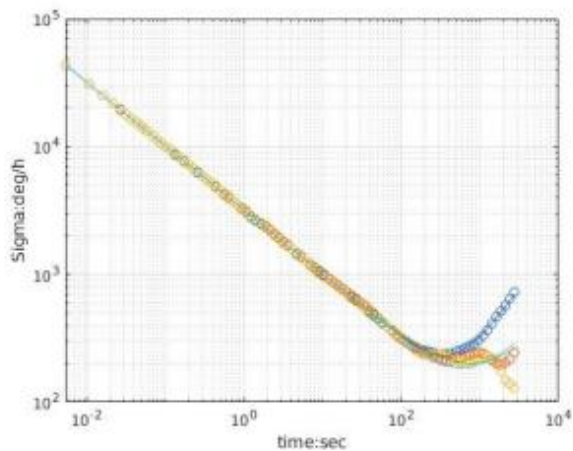
- 使用imu_utils的结果后处理
 - 从离散到连续，除以 $\text{sqrt}(200)$

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

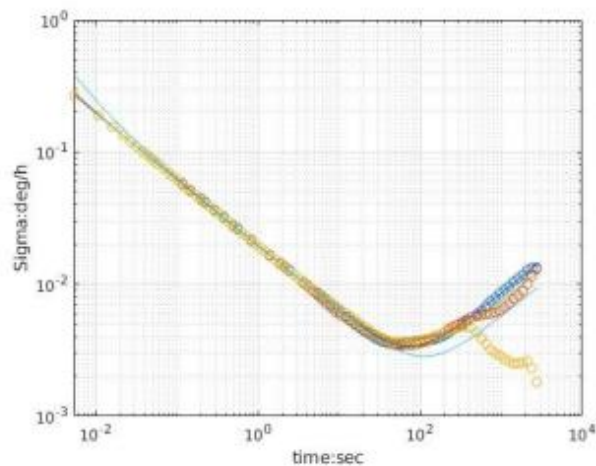
基础作业

● imu_utils 标定效果

陀螺仪



加速度计



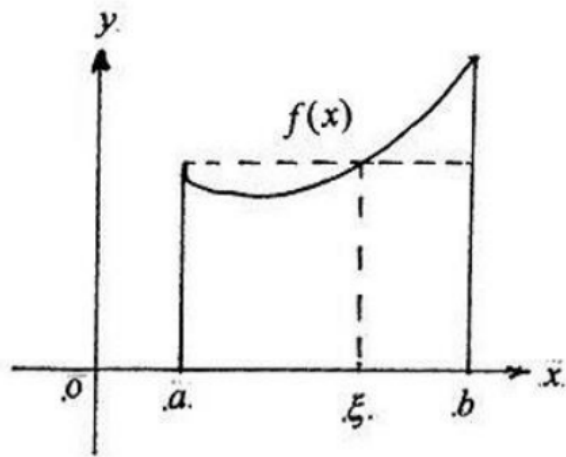
- 产生动态数据，使用欧拉积分和中值积分处理离散测量值

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

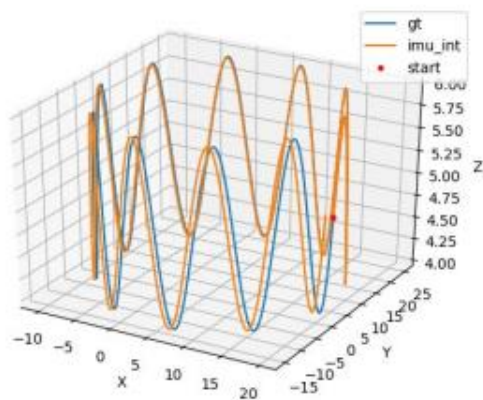
$$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{f(b) + f(a)}{2}(b-a)$$
$$\int_a^b f(x)dx \approx f(a)(b-a)$$



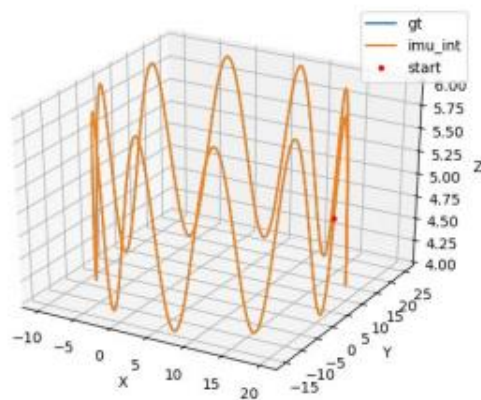
基础作业

● 对比欧拉积分和中值积分

欧拉积分



中值积分



- Lovegrove, Steven, Alonso Patron-Perez, and Gabe Sibley. "Spline Fusion: A continuoustime 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
- 为什么得到连续方程又离散化
 - 通过视觉估计的位姿是低频的（10-30Hz），IMU测量数据是高频的。通过B样条估计相机的连续运动方程，求导得到合成的IMU测量值

- 辅助型问题

- 贝塞尔曲线是什么？它的控制点有什么样的特点？
- 贝塞尔曲线的缺点是什么？
- B样条曲线和贝塞尔曲线有怎样的关系？

Q&A

感谢各位聆听
Thanks for Listening

