

# 多传感器融合定位

第3章惯性导航基础 作业解答

点击[此处](#)获取完整代码实现

# 1. 仿真IMU数据, 并进行Allan方差分析

## 关键点

- Allan Variance Analysis 本质是**采样频率对方差的回归分析**, 详细模型参考附件

$$\sigma_{total}^2 = \sigma_{quant.}^2 + \sigma_{ARW}^2 + \sigma_{biasInst}^2 + \sigma_{sin}^2 + \sigma_{RRW}^2 + .. \quad (3.21)$$

- Allan Variance Analysis 要求在采集数据时, IMU保持**静止**

# 1. 仿真IMU数据, 并进行Allan方差分析

## 工程实现

- [ROS GNSS-INS-SIM Wrapper](#) 将GNSS-INS-SIM数据直接保存为ROS Bag
- [ROS Allan Variance Analysis](#) 重构后的Allan Variance Analysis工具
  - 重构回归分析的C++实现
  - 同时将MATLAB可视化部分转为Python实现

## 2. 设计一种转台旋转方案, 进行内参求解

### 关键点

- **Gyroscope标定** 按照任大佬讲义PPT 33-34页描述的流程
- **Accelerometer标定** 按照任大佬讲义PPT 27-28页描述的流程

转台旋转方案 设计如下. 方案包含 两个阶段：

- 第一阶段--陀螺仪刻度系数K与安装误差S求解
  - 使转台分别沿 IMU 系  $+X$  ,  $+Y$  ,  $+Z$  三个轴正反方向做角速度幅值, 时间相同的定轴旋转, 标定 陀螺仪 的 刻度系数 与 安装误差 .
- 第二阶段--陀螺仪零偏误差Epsilon求解, 以及加速度计刻度系数K, 安装误差S以及零偏误差Epsilon的求解
  - 使转台分别绕 IMU 系 Yaw , Pitch , Roll 三个轴旋转  $\pm 90^\circ$  度, 然后静止一段时间, 标定 陀螺仪 的 零偏误差 , 以及 加速度计 的 刻度系数 , 安装误差 以及 零偏误差 .

## 2. 设计一种转台旋转方案, 进行内参求解

### 工程实现

- [GNSS-INS-SIM Extended](#) 扩展后的GNSS-INS-SIM, 支持三种系统误差参数(K, S & Bias)的配置
- [转台方案的motion\\_def实现](#) 此处使用**gps\_visibility**作为状态切换中/数据可用的标志
- [标定数据解析与标定实现](#) 基于Python Pandas的数据解析与Python Numpy的标定实现

# 3. Accel标定的LM推导与下三角模型的实现

## 关键点

- LM的手工推导仅针对**Accelerometer, Gyroscope**的推导过于复杂, 建议直接使用Ceres的数值导数. 若坚持获取解析表达式, 可以使用SymPy
- LM的标准构建流程, 请参考**深蓝状态估计课程***State Estimation for Robotics*, Pg. 129 ~ Pg. 133的相关讨论.

# 3. Accel标定的LM推导与下三角模型的实现

## 工程实现

- [SymPy推导Jacobian](#) 如何使用SymPy求解复杂Jacobian的解析表达式, 深蓝VSLAM Assignment 07
- [LM for Accel Calib推导](#) *State Estimation for Robotics*流程的实现
- [IMU TK代码修改](#) 具体细节参考GitHub Repo README.



# 4. 导航解算验证

## 关键点

- 整个流程可总结为
  - 用中值积分计算角增量
  - 角增量计算等效旋转矢量
  - Orientation的四元数更新
  - Pos&Vel的中值积分更新

## 4. 导航解算验证

### 工程实现

- [基于轨迹解析表达式的IMU测量值仿真](#) 搬运自**深蓝VIO**课程, 适配ROS C++, 可定义运动轨迹的解析表达式, 进行更加灵活的仿真
- [导航解算实现](#) 参考GitHub README.

# Keep Learning Keep Coding

Ge Yao

D&G Cyber-Physics Consulting  
Co. Ltd.

Follow Me at  
<https://github.com/AlexGeControl/Sensor-Fusion>

