深蓝学院
shenlanxueyuan.com

惯性器件误差分析及标定作业分享

分享人 谷溢

纲要

深蓝学院
shenlanxueyuan.com

第一部分：理论

第二部分：实验

理论部分

Errors come from 3 parts：bias, scale and misaligned errors.

1. Bias:

$$b^a = \begin{bmatrix} b_x^a \\ b_y^a \\ b_z^a \end{bmatrix}, b^g = \begin{bmatrix} b_x^g \\ b_y^g \\ b_z^g \end{bmatrix}$$

2. Scale

$$K^a = \begin{bmatrix} s_x^a & 0 & 0 \\ 0 & s_y^a & 0 \\ 0 & 0 & s_z^a \end{bmatrix}, K^g = \begin{bmatrix} s_x^g & 0 & 0 \\ 0 & s_y^g & 0 \\ 0 & 0 & s_z^g \end{bmatrix}$$

理论部分

深蓝学院 shenlanxueyuan.com

3. Misaligned errors:

$$\mathbf{T} = \begin{bmatrix} 1 & -\beta_{yz} & \beta_{zy} \\ \beta_{xz} & 1 & -\beta_{zx} \\ -\beta_{xy} & \beta_{yx} & 1 \end{bmatrix} \longrightarrow T^a = \begin{bmatrix} 1 & -\alpha_{yz} & \alpha_{zy} \\ 0 & 1 & -\alpha_{zx} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T^g = \begin{bmatrix} 1 & -\gamma_{yz} & \gamma_{zy} \\ \gamma_{xz} & 1 & -\gamma_{zx} \\ -\gamma_{xy} & \gamma_{yx} & 1 \end{bmatrix}$$

So the final error model:

The complete sensor error model is

$$\mathbf{a}^O = \mathbf{T}^a \mathbf{K}^a (\mathbf{a}^S + \mathbf{b}^a + \boldsymbol{\nu}^a)$$

for the accelerometers, and

$$\boldsymbol{\omega}^O = \mathbf{T}^g \mathbf{K}^g (\boldsymbol{\omega}^S + \mathbf{b}^g + \boldsymbol{\nu}^g)$$

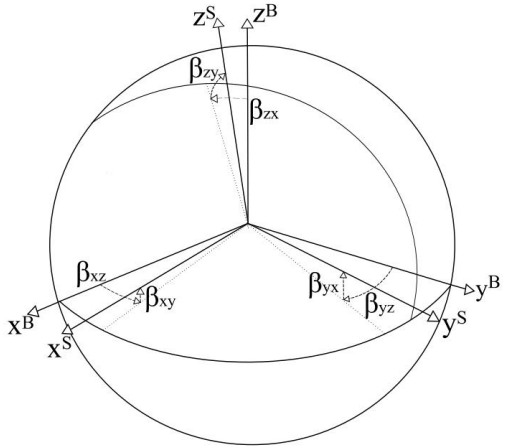
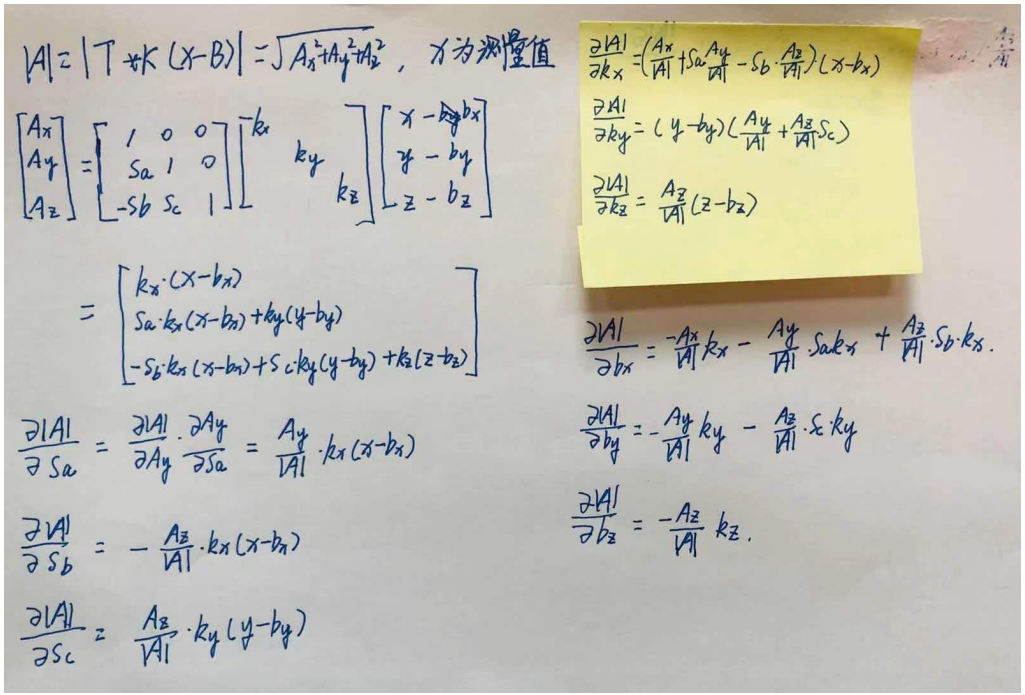


Fig. 2. Non-orthogonal sensor (accelerometers or gyroscopes) axes (x^S, y^S, z^S), and body frame axes (x^B, y^B, z^B).

理论部分

深蓝学院
shenlanxueyuan.com

Derivatives



纲要

- 第一部分：概述
- **第二部分：实验**

实验部分

实验部分换成下三角模型，本质上是选择加速度frame和body frame的哪一个轴对齐，todo部分填充好，解析求导参考之前的作业，通过验证源码标定结果与下三角标定结果是否一致即可。

课程中提到使用近似方法求解：

$$
\begin{aligned}
&(I + S_a)^{-1} \approx I - S_a \\
&a = (I - S_a)\, K_a' (A - b_a) \\
&\quad \approx (I - S_a)\, K_a' A - b_a
\end{aligned}
$$

实验部分

深蓝学院
shenlanxueyuan.com

- 这里需要描述一下关于xsens_xxx.mat的数据格式,读取的数值并不是角速度或加速度,而是16位带符号数作为陀螺仪测量数据输出,即数据类型是int16,需要根据传感器的量程转换计算,加速度计也一样,具体可以参考博客:
- https://blog.csdn.net/lgcjlu/article/details/88536094

Ref

- https://blog.csdn.net/lgcjlu/article/details/88536094
- https://github.com/Kyle-ak/imu_tk
- https://github.com/Neil-Oyoung/imu_tk
- Calibration and performance evaluation of low-cost IMUs
- A Robust and Easy to Implement Method for IMU Calibration

在线问答

深蓝学院
shenlanxueyuan.com

Q&A

深蓝学院
shenlanxueyuan.com

感谢各位聆听！

Thanks for Listening