



芯仑光电 IMU 标定验证操作手册

上海芯仑光电科技有限公司

目 录

1、IMU 标定验证目的和方法	3
1.1 陀螺仪	3
1.2 加速度计	3
1.3 磁力计	3
1.4 相机坐标系	3
2、验证操作流程	4
2.1 IMU 标定结果验证流程介绍	4
附录一：版本说明	6

1、IMU 标定验证目的和方法

使用本工具验证 IMU 标定结果，可以确保标定参数基本正确，快速发现标定中不合理操作或数据误差带来的明显错误。

1.1 陀螺仪

陀螺仪偏置在补偿后应该为零。因此静止状态下陀螺仪输出应该均为零，静止状态下陀螺仪输出偏置在 $0.002(\text{rad/s})$ 以下属于正常情况。

1.2 加速度计

加速度计在补偿角度偏差、尺度偏差和偏置后输出的数据在 3 维空间中应该落在一个球面，理想情况下半径为重力加速度真值 $G (= 9.80665\text{m/s}^2)$ 。因此，需要通过加速度的模和 G 比较。不同角度误差在 0.05m/s^2 范围内属于正常。

1.3 磁力计

磁力计在使用标定参数校准后，3 维数据在空间中应该落在一个球面上，球心应该为 $[0, 0, 0]$ 。标定需要不停旋转磁力计，尽可能让数据均匀覆盖球面。使得输出数据 X、Y 和 Z 轴（分别）和零点对称，即最大和最小值的绝对值一样。由于地磁受环境影响强烈，最大和最小值的绝对值差别在 $\pm 4\text{uT}$ 范围内属于正常。

1.4 相机坐标系

相机坐标系定义如图 1 所示。

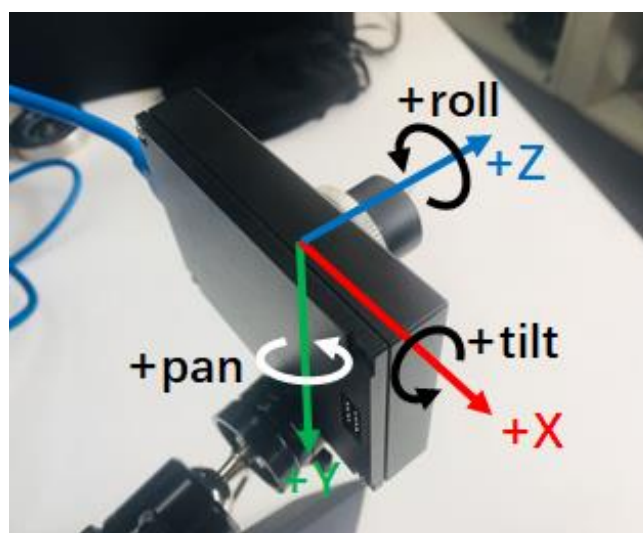


图 1 相机坐标系定义

2、验证操作流程

2.1 IMU 标定结果验证流程介绍

整个流程大约需要 5 分钟。详细操作如下

- a) 把待验证的标定文件 IMUCalib.ini 放到 IMU_Verification / config 文件夹中，否则运行出错。
- b) 启动标定验证程序 “IMU_Verification.exe”，Sensor 正常启动后控制台提示 “Sensor gets ready! ”。若显示 “Sensor cannot open! ”，需要把 USB 数据线拔出来重新连接和重启 Sensor。如果显示 “Load file error in setCalibParam() ” 则 IMUCalib.ini 文件未放入 IMU_Verification / config 文件夹中。
- c) 输入数字 1-3 可选择要验证的传感器模块，分别对应 d)、e)和 f)步骤。
- d) 若输入 1，则需要保持静止放置，控制台提示 “Keep stationary.” 等提示，等待时间在 1 分钟以内。如果出现 “Warning, no imu data! Please restart.” 代表没有 imu 数据，固件需要更新。之后程序自动给出陀螺三轴标定后的偏置值，和提示 “Finish the verification for Gyrometer.”，静止状态下陀螺仪输出偏置三轴都在 0.002(rad/s)以下属于正常情况。
- e) 加速度计验证：
 - i. 按照图 2(a)所示姿态调节传感器，并静止放置一段时间（约 5 秒），再输入 2。此时控制台显示 “Keep stationary.” 等提示，继续静止等待。输出||Acc||的数值和 9.8 (m/s²)比较，判断相差是否在 0.05 (m/s²) 以内。
 - ii. 继续按照图 2(b)的姿态，调整传感器并静止，再输入 2，观察||Acc||和 9.8 (m/s²)的差别。
 - iii. 按照图 2(c)的姿态，再次传感器并静止，再输入 2，观察||Acc||和 9.8 (m/s²)的差别。
 - iv. i-iii 对应三个姿态的||Acc||和 9.8 差别都小于 0.05(m/s²)，才说明标定成功，误差较小。

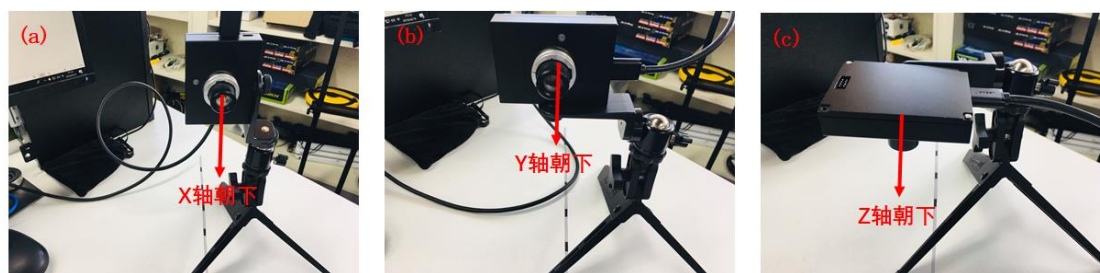


图 2

- f) 磁力计验证。输入 3，需要连续不停地转动传感器，保证传感器的 3 个轴的朝向遍历整个空间，直到所有数值稳定为止（例如 5 秒内数据不变化）。X、Y 和 Z 轴的最大和最小值的绝对值差别都在 ± 4 (uT) 范围内标定成功，误差较小。键盘按“q”可退出磁力计验证。本操作需要尽量远离电子设备和金属，防止电磁干扰。

例如输出“Range of magnetic data: $-32 < X < 33 \mid -31 < Y < 33 \mid -35 < Z < 38$ ”，则说明标定成功。

如果出现“Range of magnetic data: $-32 < X < 33 \mid -31 < Y < 33 \mid -35 < Z < 42$ ”，则 Z 轴最大和最小值绝对值差别达到 7(uT)，因此该标定误差较大。

附录一：版本说明

版本号	版本说明	时间	作者
v1.2	优化文档	2019.04.17	Qisheng He
v1.1	修正文档错误		Qisheng He
v1.0	介绍验证工具使用方法，工具初步实现陀螺仪、加速度计和磁力计的验证		Qisheng He