

# IMU 校准

## SteamVR™ Tracking

### 简介

IMU（惯性测量单元）是可定位对象 PCB 上的一个硬件组件，负责测量对象的运动和旋转。要实现正确的定位，确保 IMU 测量值尽可能精确至关重要。制造公差、装配工艺和温度变化都会影响 IMU 测量值的精度。最终装配之后对各个装置执行的校准例程可降低这些不精准之处对定位性能的影响。

### 概述

校准流程包含从三个正交方向获取正负 IMU 测量值。您可将这些方向视为与 +X、-X、+Y、-Y、+Z 和 -Z 轴方向一致，尽管它们无需与设备内部的 IMU 实际各轴的方向一致。利用这六个测量值，校准工具会生成数据，这些数据可被插入到您对象的 JSON 文件以改善性能。

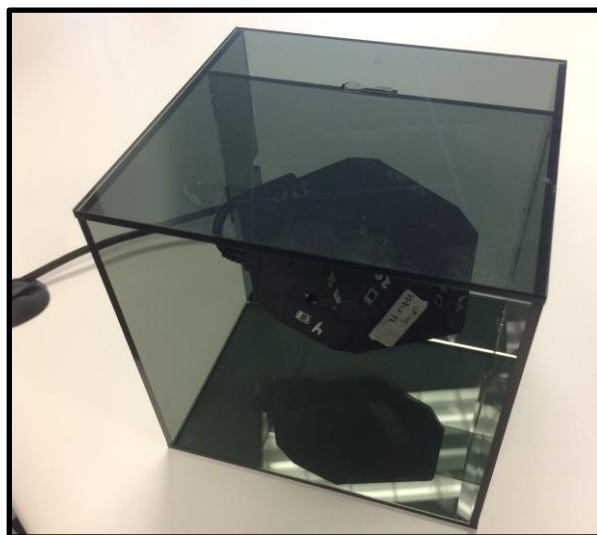
### 设定

要执行校准，您需要用到：

1. **imu\_calibrator.exe** - 此命令行实用工具位于以下文件夹中。

```
C:\Program Files (x86)\Steam\steamapps\common\SteamVR Tracking HDK\tools\bin\win32
```

2. **可定位对象** - 要在校准后验证对象的性能，对象应包含有效 JSON 文件。将 IMU 校准信息会被添加到各个对象的 JSON 文件之中。如果对象已包含 JSON 文件，请使用 lighthouse\_console 下载该文件。
3. **坚固的表面** - 为了获得最佳结果，应将可定位对象置于不会发生移动或振动的牢固静态水平表面上。
4. **可定位对象安装座** - 为了保证测量方向尽可能正交，建议在校准期间将设备牢牢安装在一个直边型的物体内。下面所示就是此类安装座的一个示例。



# 运行校准

要执行校准，请按以下步骤操作：

1. 将您的可定位对象通过 USB 连接到主机 PC。
2. 从命令行运行 imu\_calibrator.exe。它将尝试连接到您的可定位对象。如果成功，它将显示：

```
Press enter to sample, 'q' to quit.
```

3. 将对象以第一种方位放置，确保对象不会移动，并按 Enter 键。您会看到：

```
Recording 5000 samples
```

数秒后，将出现类似于以下内容的输出：

```
Accel Average = (-0.179, -0.4414, 9.769)
Accel Variance = (0.003485)
Gyro Average = (-0.03114, -0.001897, 0.01296)
Gyro Variance = (0.0001806)
ACCEPTED.Sample 1 / 6.
```

4. 这时，系统会再次提示您：

```
Press enter to sample.
```

5. 将设备移至与第一种方位正交的新方位，并按 Enter 键。
6. 对立方体的其余四个面重复步骤 3-5，注意不要对同一面重复执行两次。如果某一面发生重复，您会看到以下消息，并返回之前的提示信息。

```
REJECTED.Duplicate orientation
```

完成后，您会看到以下内容：

```
DONE.
```

## 校准结果

完成后，校准工具会把输出结果打印到命令行。

```
Calibrating to gravity sphere, radius 9.8066
0.04417 accelerometer fit error (6 sample vectors x 8 subsamples per vector)
```

成功校准后，加速计拟和误差应小于 0.1。如果拟和误差过高，请核实对象是否牢牢安装在其框架中，以及桌面是否稳定和水平。如果拟和误差一直高于 0.1，可能是 IMU 已损坏。

IMU 校准工具的最终输出是该对象的 JSON 文件的 JSON 代码片段。

```
"acc_scale" : [ 0.998, 0.9983, 0.9915 ],
"acc_bias" : [ 0.05089, -0.03676, -0.2253 ],
"gyro_scale" : [ 1.0, 1.0, 1.0 ],
"gyro_bias" : [ 0.06253, 0.01054, -0.02128 ],
```

如果校准成功完成，将此代码复制到 JSON 文件的“imu”部分中，并使用 lighthouse\_console 将其上载到该对象。有关如何编辑 JSON 文件的更多信息，请参阅文档“**JSON 文件**”。

## 完整的输出示例

以下是 imu\_calibrator.exe 的预期输出的完整示例:

```
C:\>imu_calibrator
version: imu_cali.exe (buildbot_vortex-windows_steamvr_rel_win32@vortex-windows)
03586200
FindAndAcquireLighthouseImu vid: 28de, pid: 2300, desc: IMU, serial: LHR-71D20826
Acquired Lighthouse IMU.
Attempting HID Open IMU: LHR-71D20826
hid_open_nths
    vid=0x28de, pid=0x2300, sn=LHR-71D20826
    vid=0x28de, pid=0x2300, sn=LHR-71D20826
    vid=0x28de, pid=0x2300, sn=LHR-71D20826
HID opened: VID 28de PID 2300 serial LHR-71D20826 seq 1 | if 0
Lighthouse IMU HID opened
LHR-71D20826: Firmware Version 1464829396 seanke@wiseeyell-w 2016-06-01 FPGA 0.6
LHR-71D20826: Successfully fetched gyro/accelerometer range modes from the
device.GyroRangeMode:3 AccelRangeMode:2
Estimated IMU rate 1000Hz
Attempting HID Open Optical: LHR-71D20826

Press enter to sample, 'q' to quit.
hid_open_nths
    vid=0x28de, pid=0x2300, sn=LHR-71D20826
    vid=0x28de, pid=0x2300, sn=LHR-71D20826
    vid=0x28de, pid=0x2300, sn=LHR-71D20826
HID opened: VID 28de PID 2300 serial LHR-71D20826 seq 2 | if 1
Lighthouse Optical HID opened
Attempting HID Open VrController: LHR-71D20826
hid_open_nths
    vid=0x28de, pid=0x2300, sn=LHR-71D20826
    vid=0x28de, pid=0x2300, sn=LHR-71D20826
    vid=0x28de, pid=0x2300, sn=LHR-71D20826
HID opened: VID 28de PID 2300 serial LHR-71D20826 seq 3 | if 2
Lighthouse VrController HID opened

Recording 5000 samples...
    Accel Average = (-0.03243, -9.854, 0.1275)
    Accel Variance = (0.003163)
    Gyro Average = (0.06223, 0.01031, -0.02125)
    Gyro Variance = (9.465e-006)
ACCEPTED.Sample 1 / 6.

Press enter to sample, 'q' to quit.

Recording 5000 samples...
    Accel Average = (0.1524, 9.774, -0.7174)
    Accel Variance = (0.002327)
    Gyro Average = (0.06255, 0.01053, -0.02096)
    Gyro Variance = (8.942e-006)
ACCEPTED.Sample 2 / 6.

Press enter to sample, 'q' to quit.

Recording 5000 samples...
    Accel Average = (-9.774, 0.09511, -0.3012)
```

```

    Accel Variance = (0.002878)
    Gyro Average = (0.0625, 0.01059, -0.02108)
    Gyro Variance = (9.478e-006)
ACCEPTED.Sample 3 / 6.

Press enter to sample, 'q' to quit.

Recording 5000 samples...
    Accel Average = (9.875, -0.1822, -0.3791)
    Accel Variance = (0.002393)
    Gyro Average = (0.06266, 0.01053, -0.02145)
    Gyro Variance = (8.818e-006)
ACCEPTED.Sample 4 / 6.

Press enter to sample, 'q' to quit.

Recording 5000 samples...
    Accel Average = (-0.09916, -0.4699, -10.11)
    Accel Variance = (0.002386)
    Gyro Average = (0.06296, 0.01092, -0.02189)
    Gyro Variance = (8.582e-006)
ACCEPTED.Sample 5 / 6.

Press enter to sample, 'q' to quit.

Recording 5000 samples...
    Accel Average = (0.08173, 0.5885, 9.645)
    Accel Variance = (0.002718)
    Gyro Average = (0.0623, 0.01034, -0.02108)
    Gyro Variance = (1.028e-005)
DONE.

Calibrating to gravity sphere, radius 9.8066
0.04417 accelerometer fit error (6 sample vectors x 8 subsamples per vector)

"acc_scale" : [ 0.998, 0.9983, 0.9915 ],
"acc_bias"  : [ 0.05089, -0.03676, -0.2253 ],
"gyro_scale" : [ 1.0, 1.0, 1.0 ],
"gyro_bias"  : [ 0.06253, 0.01054, -0.02128 ],

```