

统计信号处理 Project2

袁宜桢

April 10, 2023

1 设计检测器

一下两个检测器可以单独使用，也可以酌情联合使用

1.1 角动量

1.1.1 Intuition

显而易见，如果是静止的 IMU，它必然不会动，那么我们可以检测其三个角动量的值是否均为 0，然后将其概率联合起来就可以知道是否在运动了

$$P(x; A, H_1) = \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{N/2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} \sum (x - A)^2\right)$$

$$\frac{\partial \ln P(x; A, H_1)}{\partial A} = \frac{1}{\sigma^2} \sum (x - A)^2 = 0$$

$$A = \bar{x}$$

$$L(x) = \frac{P(y^\omega = 0)}{P(y^\omega \neq 0)} > 1$$

$$\frac{\frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{N/2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} \sum x^2\right)}{\frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{N/2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} \sum (x - \bar{x})^2\right)} > 1$$

$$-\frac{1}{2\sigma^2} \left(\sum x^2 - \sum (x - \bar{x})^2 \right) > 0$$

$$\sum 2x\bar{x} - \bar{x}^2 < 0$$

$$\frac{N\bar{x}^2}{2\sigma^2} < 0$$

就判给 H_0

乍一看很离谱，但是实际上，如果 $A = \bar{x} = 0$ 的话 $H_1 = H_0$ 。按照老师说的可以给予惩罚项，但是我觉得也可以通过 $\frac{\bar{x}^2}{\sigma^2}$ 来求出 Z 值从而获得概率来计算

1.2 三个角速度的处理方式

然而我们一共有三个角速度，我们不应该采用投票制来决定是否是静止，而应该采用最大值（如果采用投票制，我把一个手机绕着某个轴精确的狂转，由于另外两个轴都是静止的，所以还是会被视作静止，这很明显是不合理的）

1.3 力的绝对值是否等于 g

这个方法更加简单一些，直接将三个值合并，计算其模长，若绝对值接近 g ，则判静止，否则判动，一样，和角速度一样输出一个概率，最后通过概率判断

1.4 结合

如果是静止的，则两个都应该符合要求，如果是动的，则两个至少有一个不符合要求，所以只需要判断两个的结果是否都判断成静的，如果是则是静，否则就是动。也就是说两个判断器如果有一个动的概率超过了 50，我们即认定为动

2 实验

所使用的移动数据来源于 <https://www.cvl.isy.liu.se/research/datasets/goproimu-dataset/>。下载并打开文件夹后，有几个场景，这里选用的是 Play-ground1。静态数据采用蒙特卡洛仿真获得。

考虑到我有两个检测器，我将分开研究他们的门限

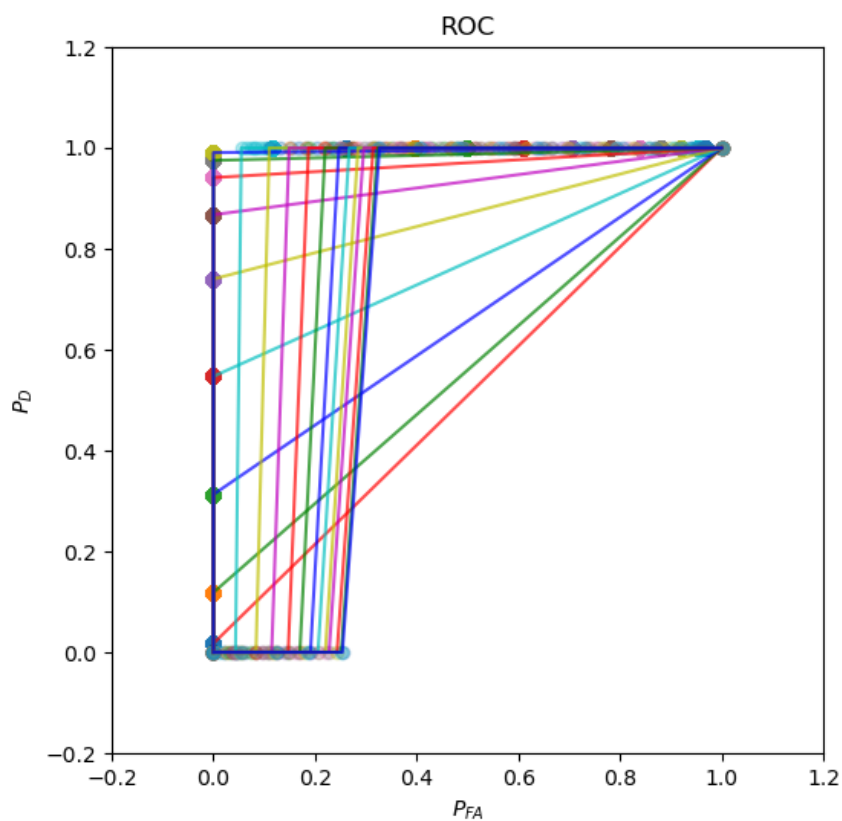
2.1 每个角度设门限下调整受力门限获得的 P_D 和 P_{FA}

每条线的角度门限都一样，然后不断调整力量门限从而获得该线上的数据，由于数据过多，无法具体标注。最左上角的线是将角度 σ 设置成

$\frac{10}{3}\sigma$ 获得的

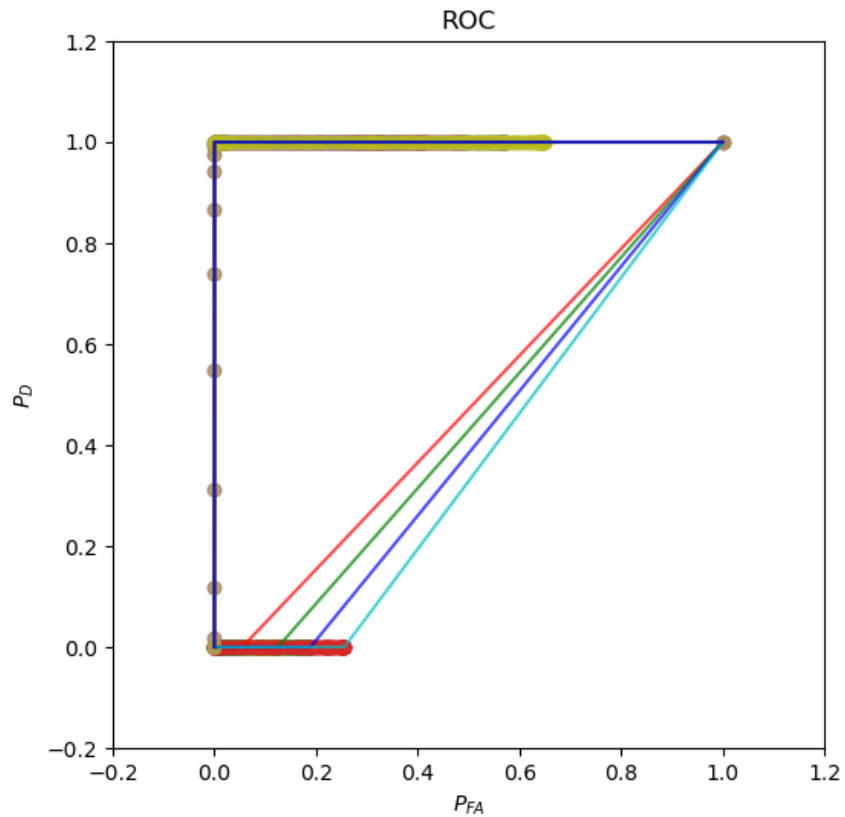
P_D 不足的线的 σ 都小于最优值，这也很合理，当门限很严格时，False Alert 会很少，但同时也会有很多静止的物体被检测为动的

P_{FA} 不足的线的 σ 太大了，导致当很多动的被检测成静的的时候，静的物体依然被检测成动的（考虑到力量门限的调整）



2.2 每个受力门限下调整角度门限获得的 P_D 和 P_{FA}

当调整受力门限时，同理，太小的门限将会导致识别能力太差，但是太大的受力门限好像没有问题，可能时因为即使受力门限很大时，依然有角度的门限来确保检测的正确性

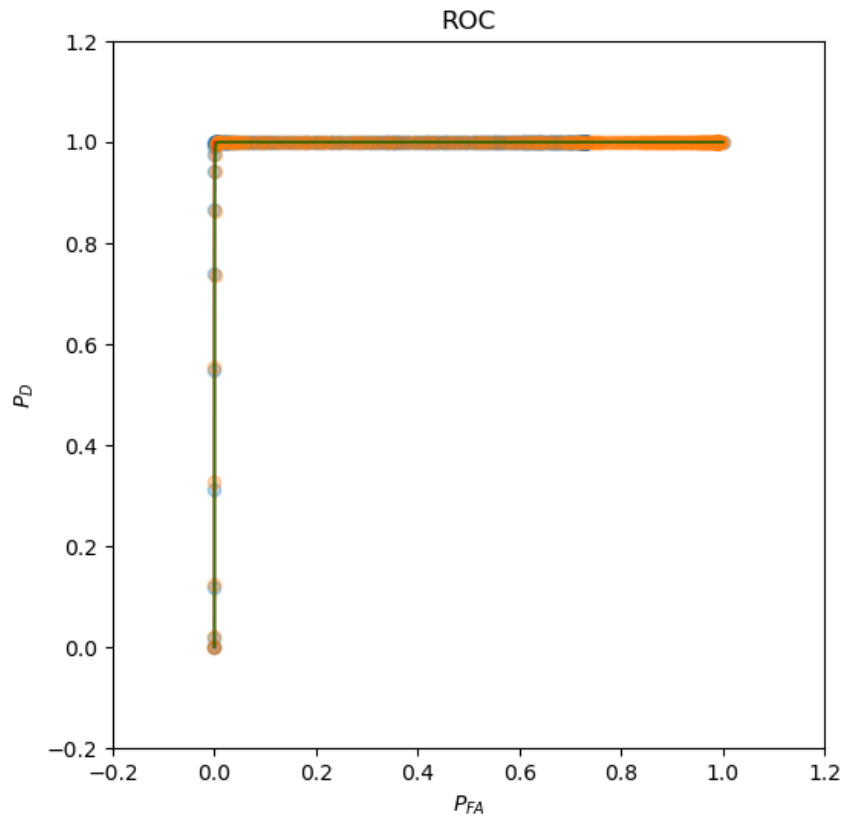


2.3 参数选定

接下来的所有参数均被锁定在 Force Sigma=4.0276, Degree Sigma=0.03977, 如果需要调整 (画 ROC 曲线), 则锁定 Degree Sigma, 调整 ForceSigma

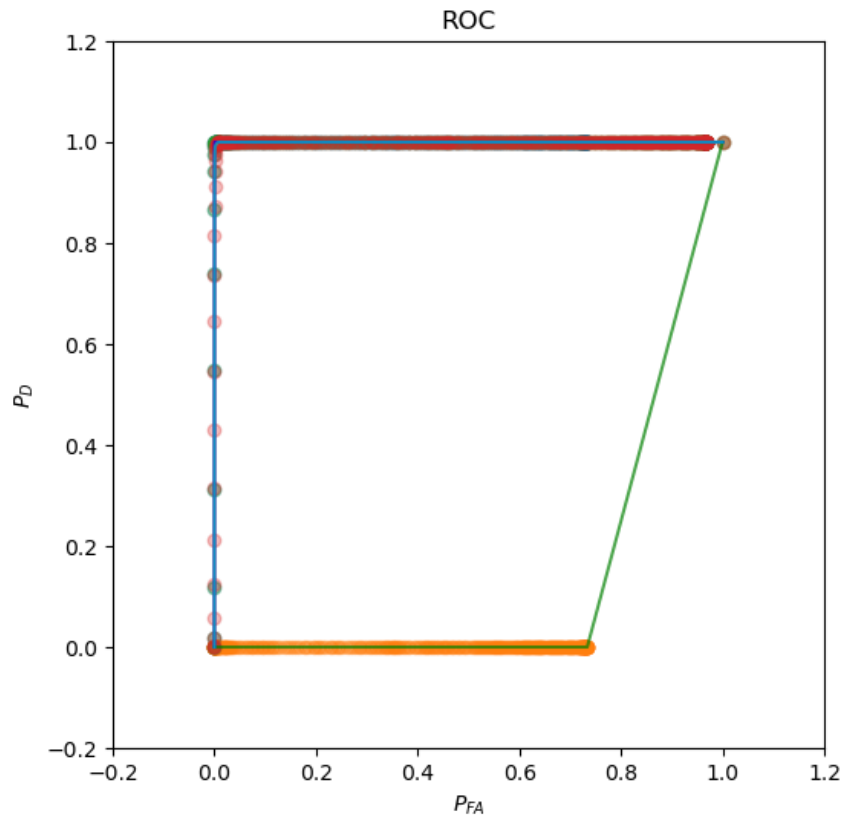
2.4 IMU 运动状态

我们测试了两种镜头,一种是手持的 (Apple3) 一种是胸前的镜头 (Play-ground1), 结果均能近乎完美检测



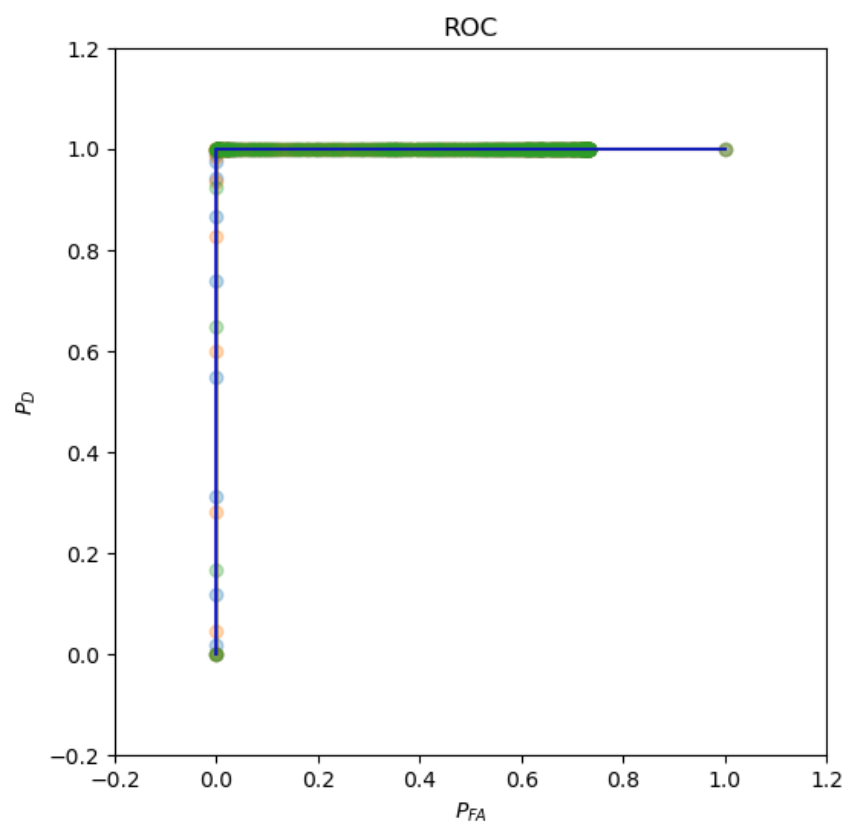
2.5 噪声对性能影响

我们测试了不同角度 $\sigma(0.03977, 0.03977 \times 2)$ 和不同噪声水平 $(0.01193, 0.01193 \times 2)$ 数据。其中除了 Degree Sigma = 0.03977 和噪声水平为 0.01193×2 时以外, 结果均接近完美。这也符合我们的预期, 用小的 degree 容忍度来判断大 noise 的数据效果肯定不会好



2.6 窗口对性能的影响

我们测试了窗口为 2 和窗口为 5 时的检测结果（并非采用严格的滑动窗口，而是直接将最近的 2/5 个数据平均），结果接近完美

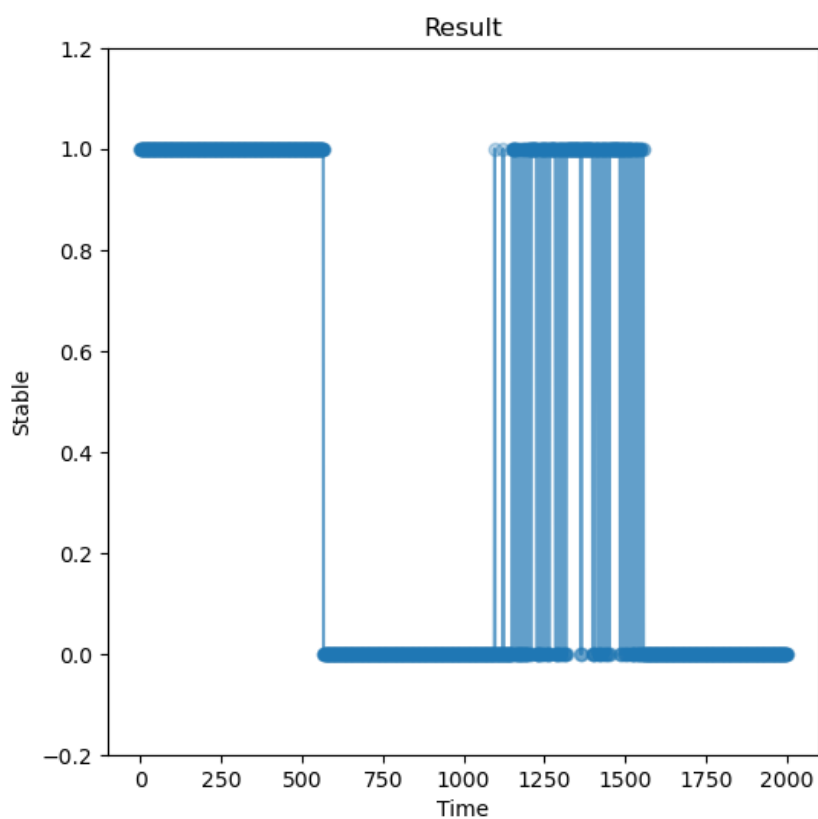


2.7 总结

可能是 IMU 本身的检测性能太好，或者我们的运动幅度太大，从而导致检测任务过于简单

3 Final Test

最终结果如图所示



可能是老师的手比较稳，所以有一个区块检测不那么明显，在这种情况下可以联合用户的其他数据来进行判断，也可以增大检测窗，或者用 Support Vector Machine 来找出最合适的值

但是其实这次的目的已经完成了，我们只需要将确保是静止的检测为静止即可，我们的目标是校准，不是精确判断是否静止，处于这种考虑，可以将两个门限进一步调低