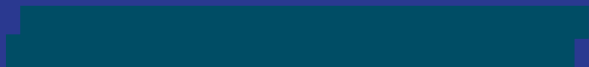


# 基于三轴加速度的饮水量测量



# 流程



# 硬件

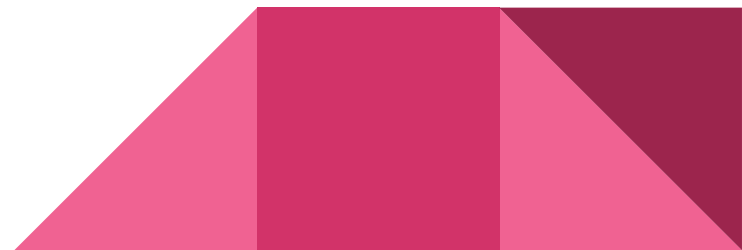


Arduino Uno 开发板、mpu 6050 传感器、HC-05 蓝牙模块、食品秤 (0.1g/1kg)

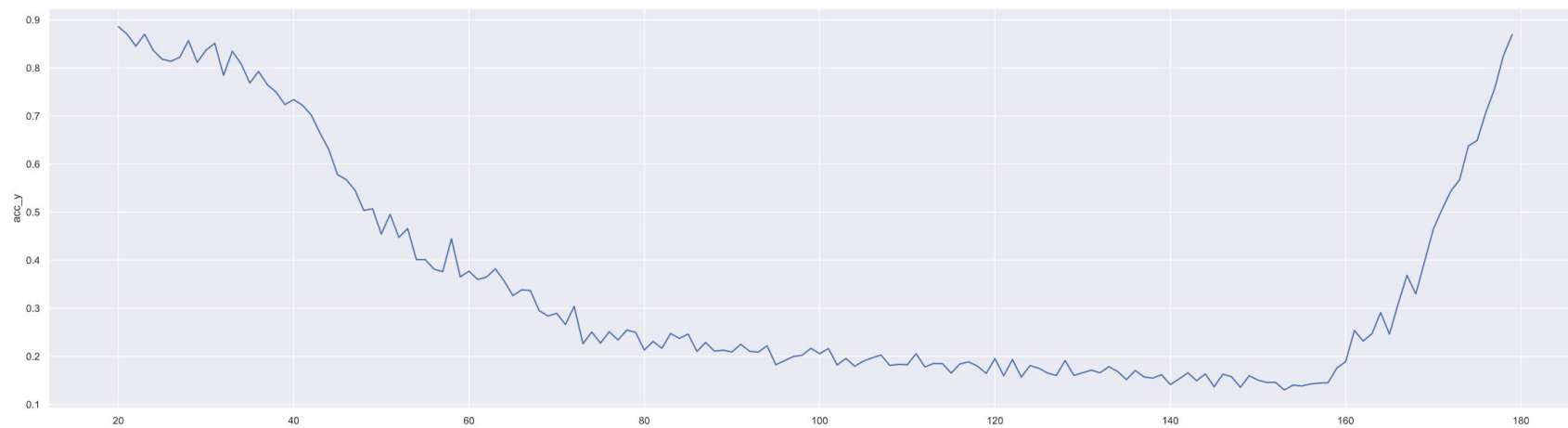
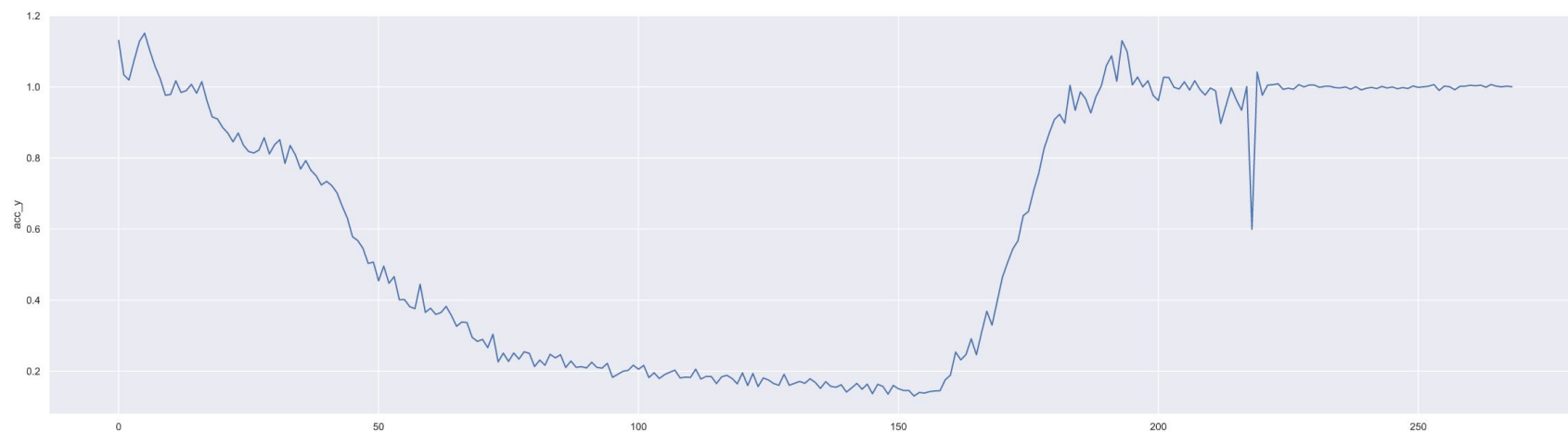
圆柱形玻璃杯 (内径、高度已知)

# 数据处理

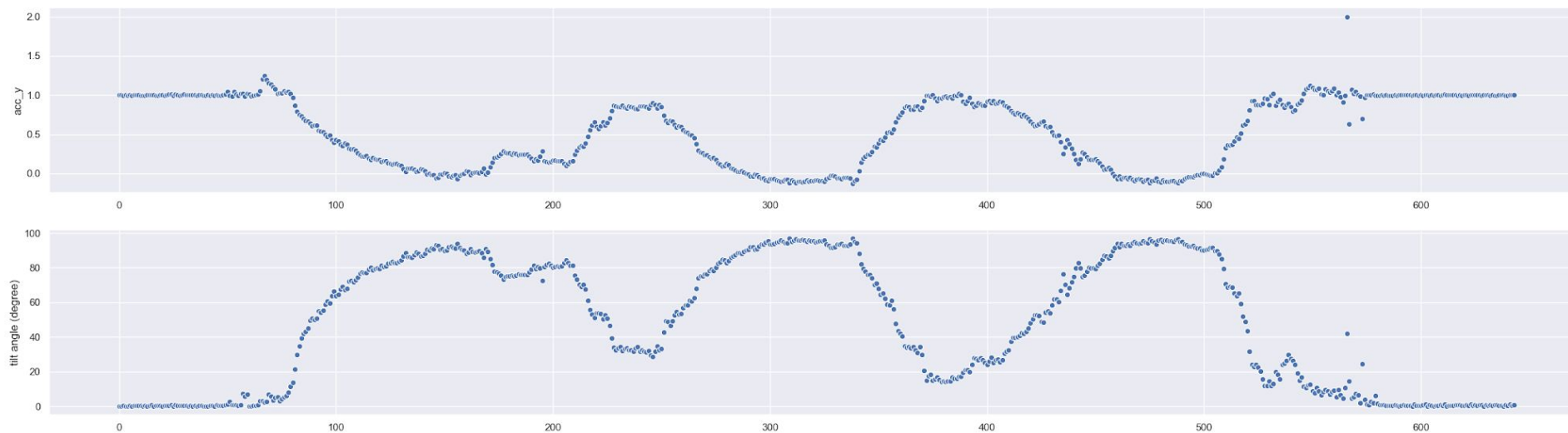
- 分段
- 消除数据抖动
- 拟合
- 求导
- 根据加速度变化率阈值找出喝到水到起止点
- 根据加速度计算倾斜角
- 根据倾斜角和杯子参数计算饮水量



# 数据分段



# 数据分段

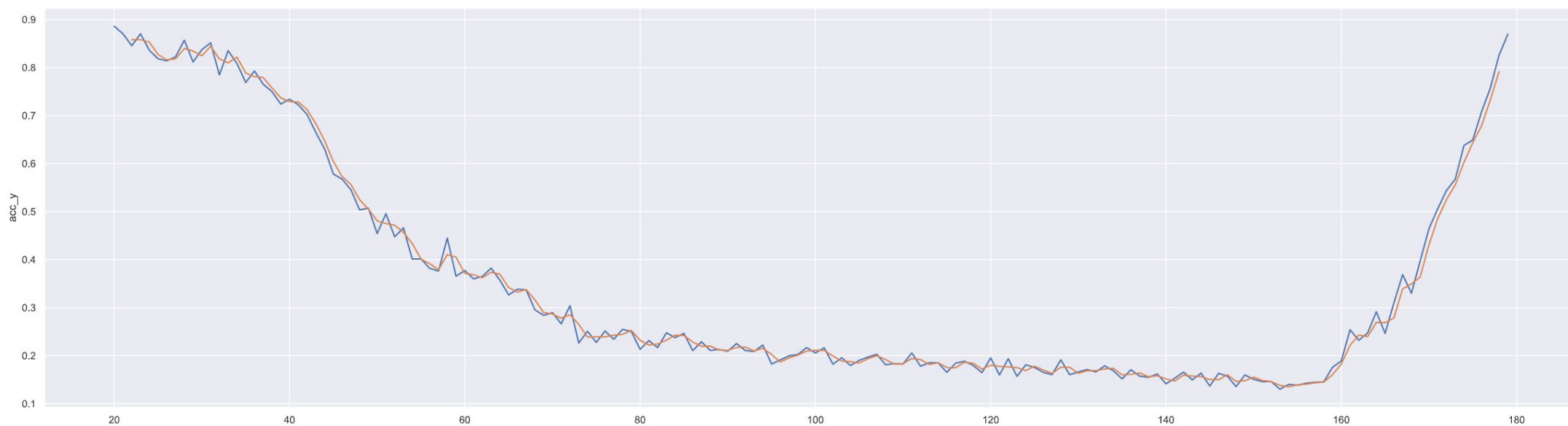


固定阈值无法分段的情况

# 消除数据抖动

滑动窗

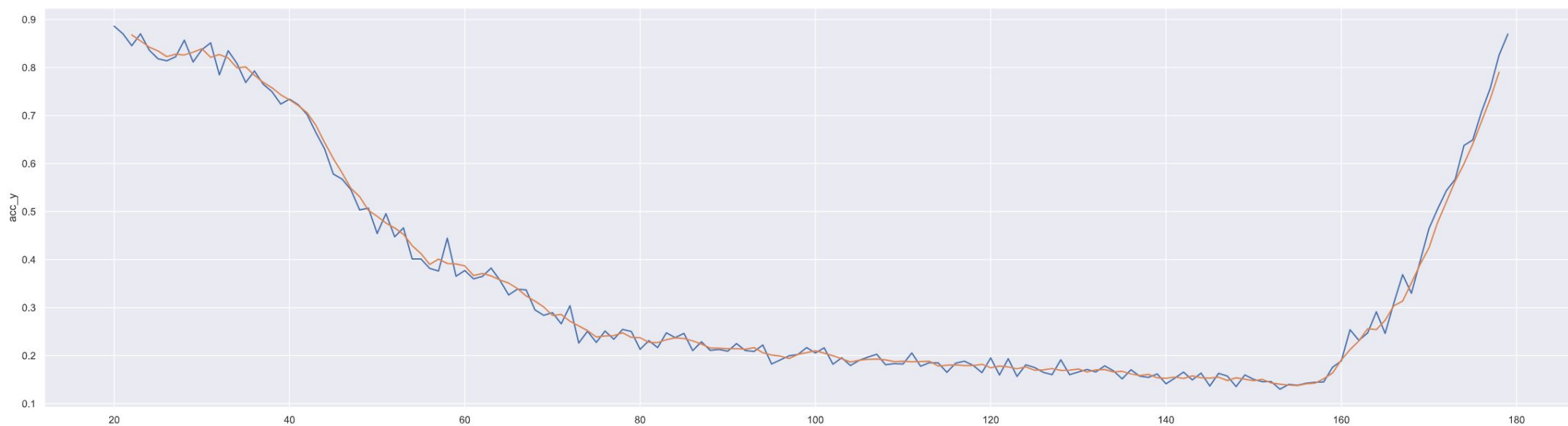
- hanning window, size = 4



# 消除数据抖动

## 滑动窗

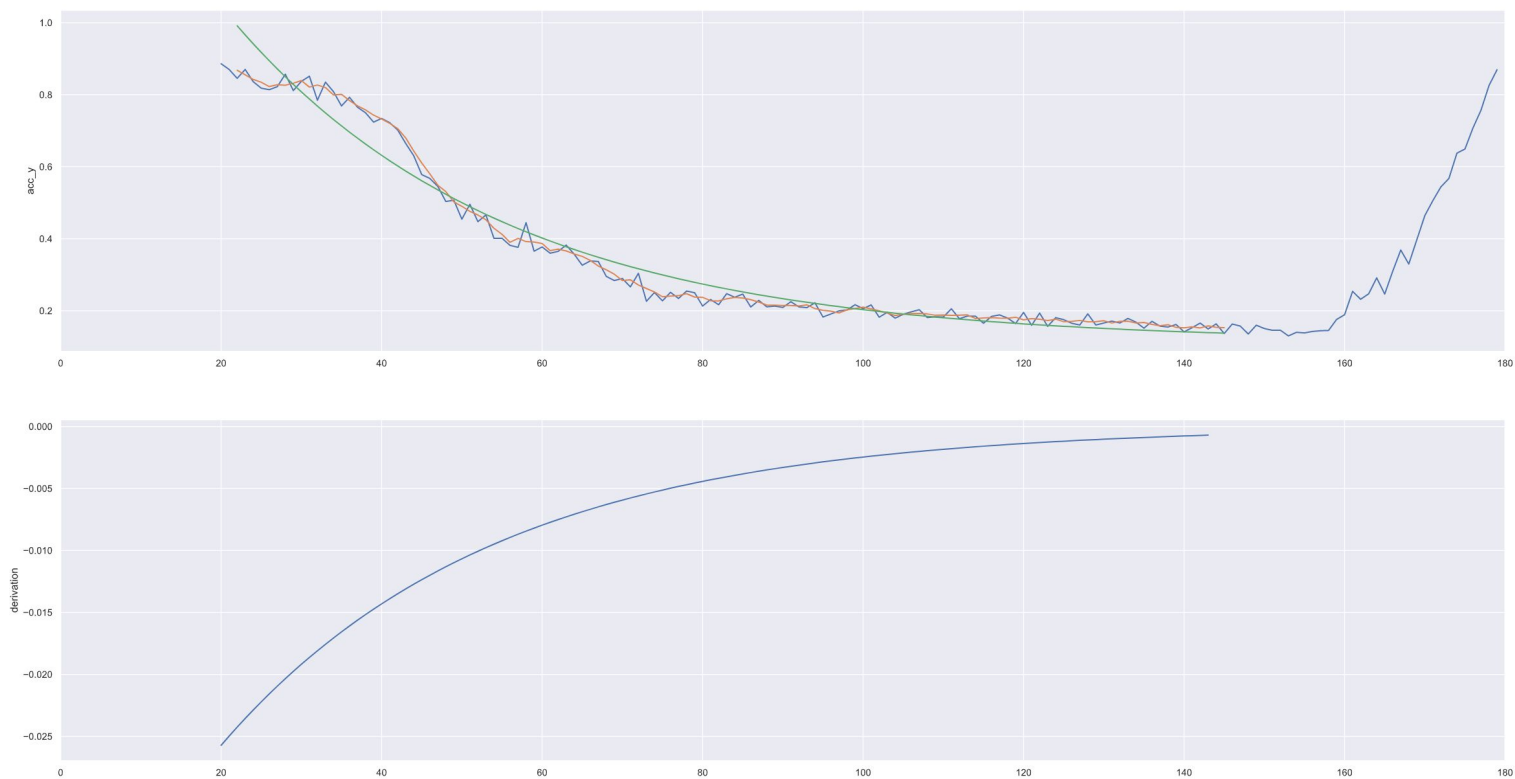
- 平均值，size = 4, 相对更平滑





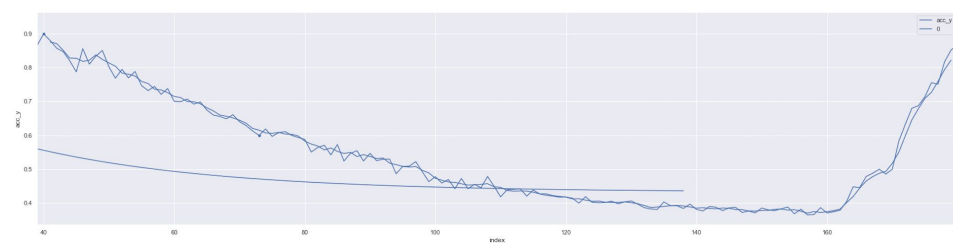
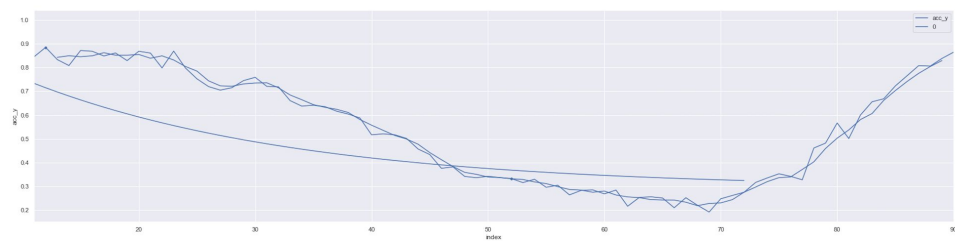
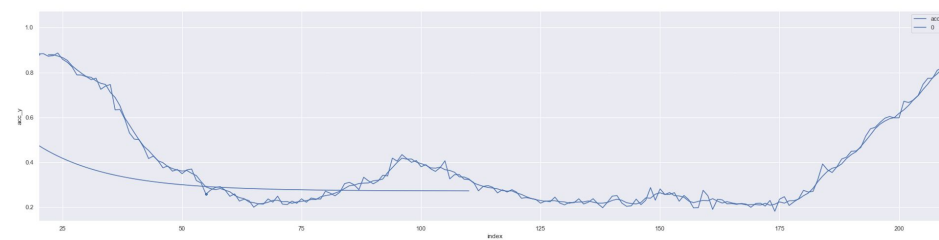
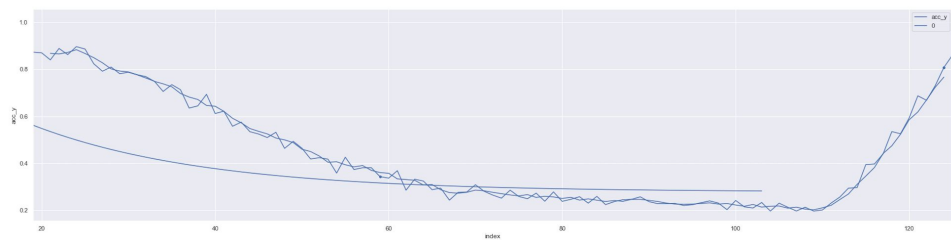
# 拟合、求导

尝试1: 移除上升曲线后, 用指数模型拟合



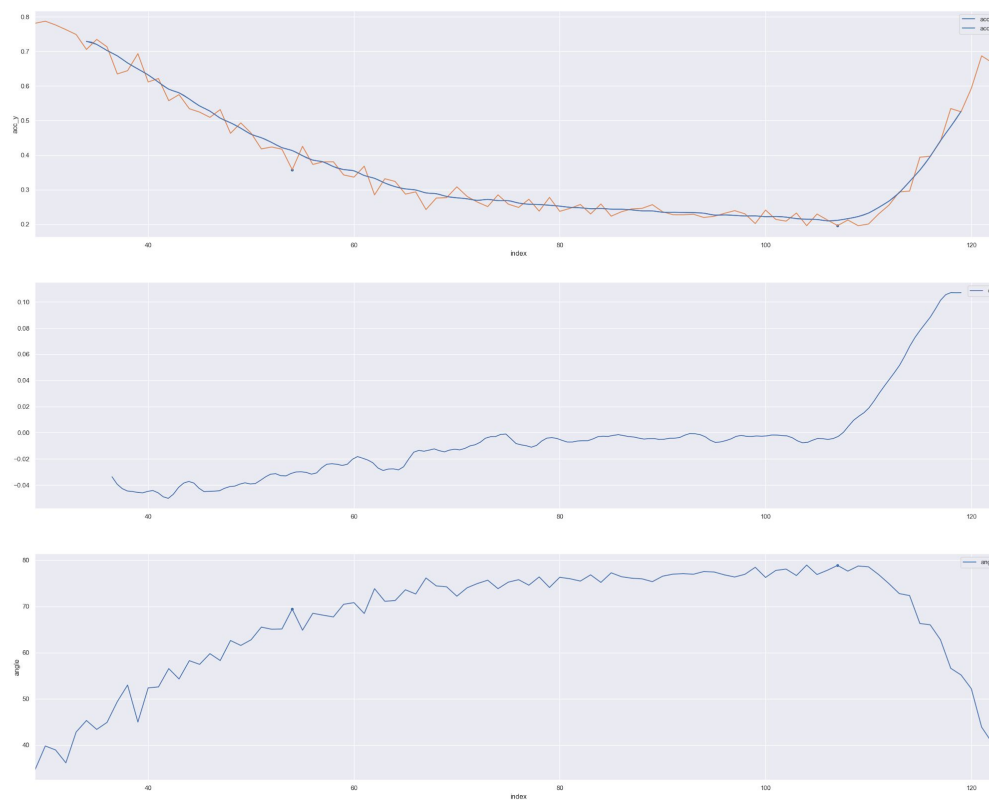
# 拟合、求导

但是不 robust



# 拟合、求导

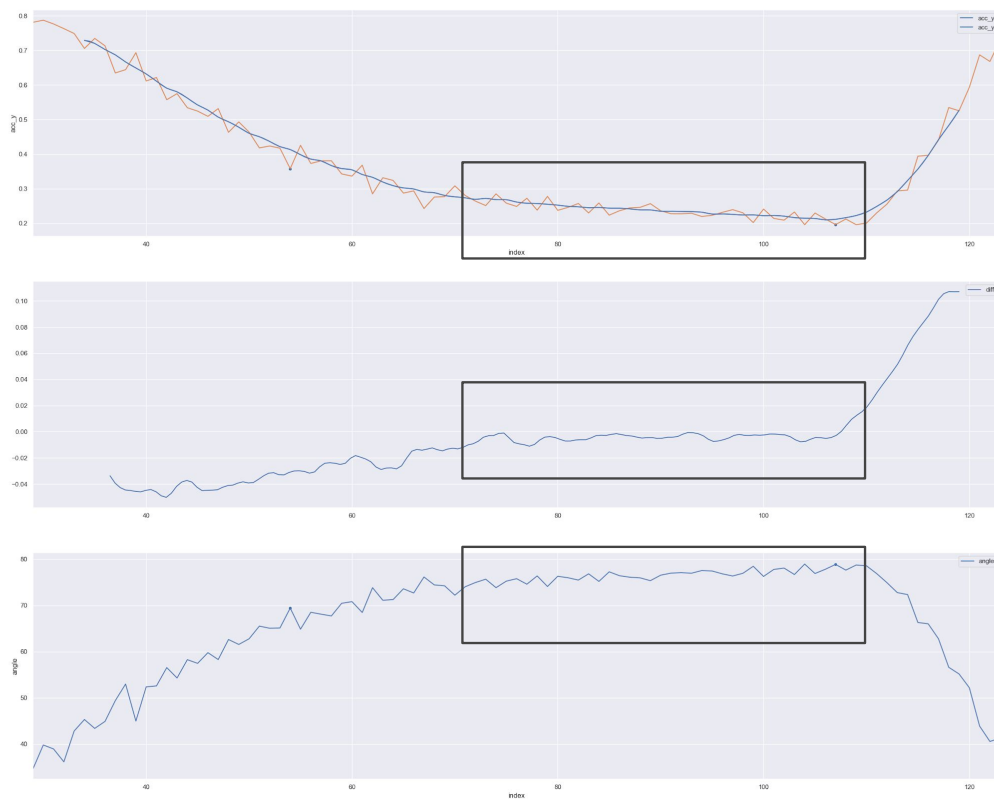
尝试2: 加大 window size, 使数据更平滑, 然后用差分近似导数



# 找临界角

特征：平底 → 两端是否是喝水的起始点？

临界角：接近0的阈值；结束角：加速度变化率由负转正的点

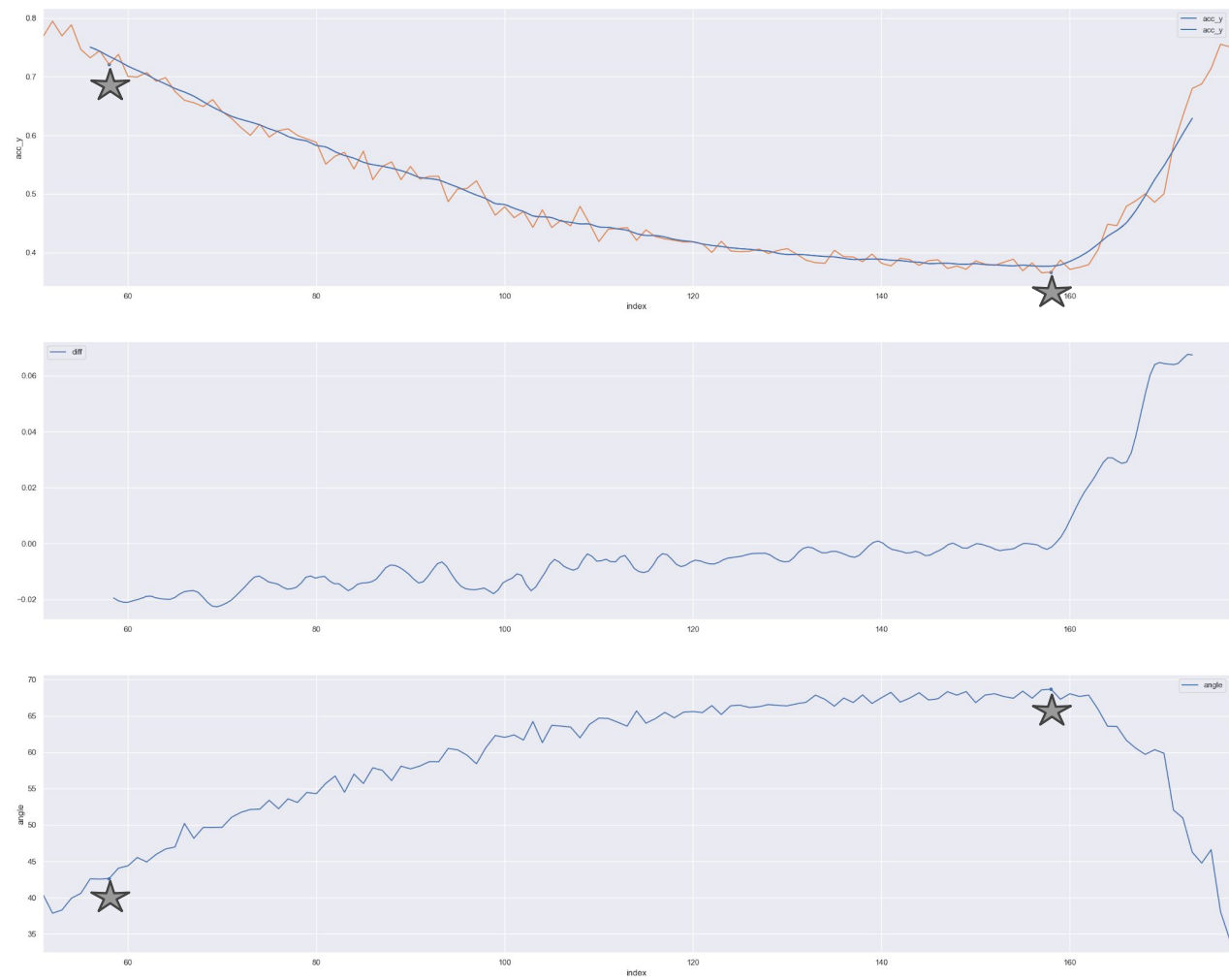


## 实验结果•diff window size = 5

	重量 (g)	角度 (°)	实际饮水量 (ml)	计算饮水量 (ml)	误差 (ml)
1	217.1 to 178.9	42.61 to 68.68 (289.54g, 152.9g)	38.2	136.66	识别不好
2	145.8 to 112.9	69.40 to 78.86 (146.2g, 62.7g)	32.9	83.46	50.56
3	112.9 to 104.9	42.76 to 75.40 (289.1g, 91.8g)	8	197.34	识别不好
4	104.9 to 87.8	68.65 to 77.59 (153.2g, 73.1g)	17.1	80.08	62.98

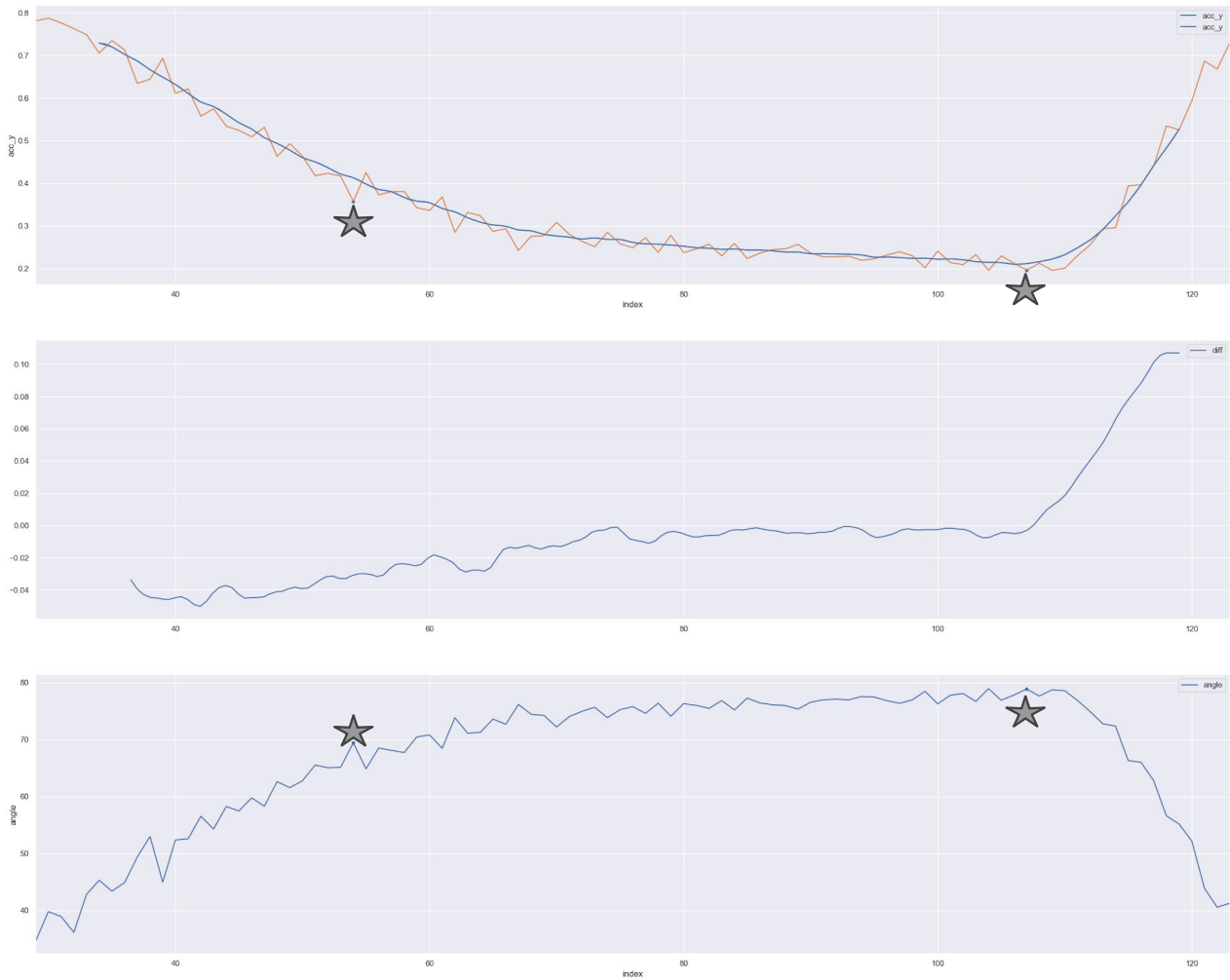
# 实验结果

慢喝一口	重量 (g)	角度 (°)	实际饮水量 (ml)	计算饮水量 (ml)	误差 (ml)
1	217.1 to 178.9	42.61 to 68.68 (289.54g, 152.9g)	38.2	平滑效果不好	



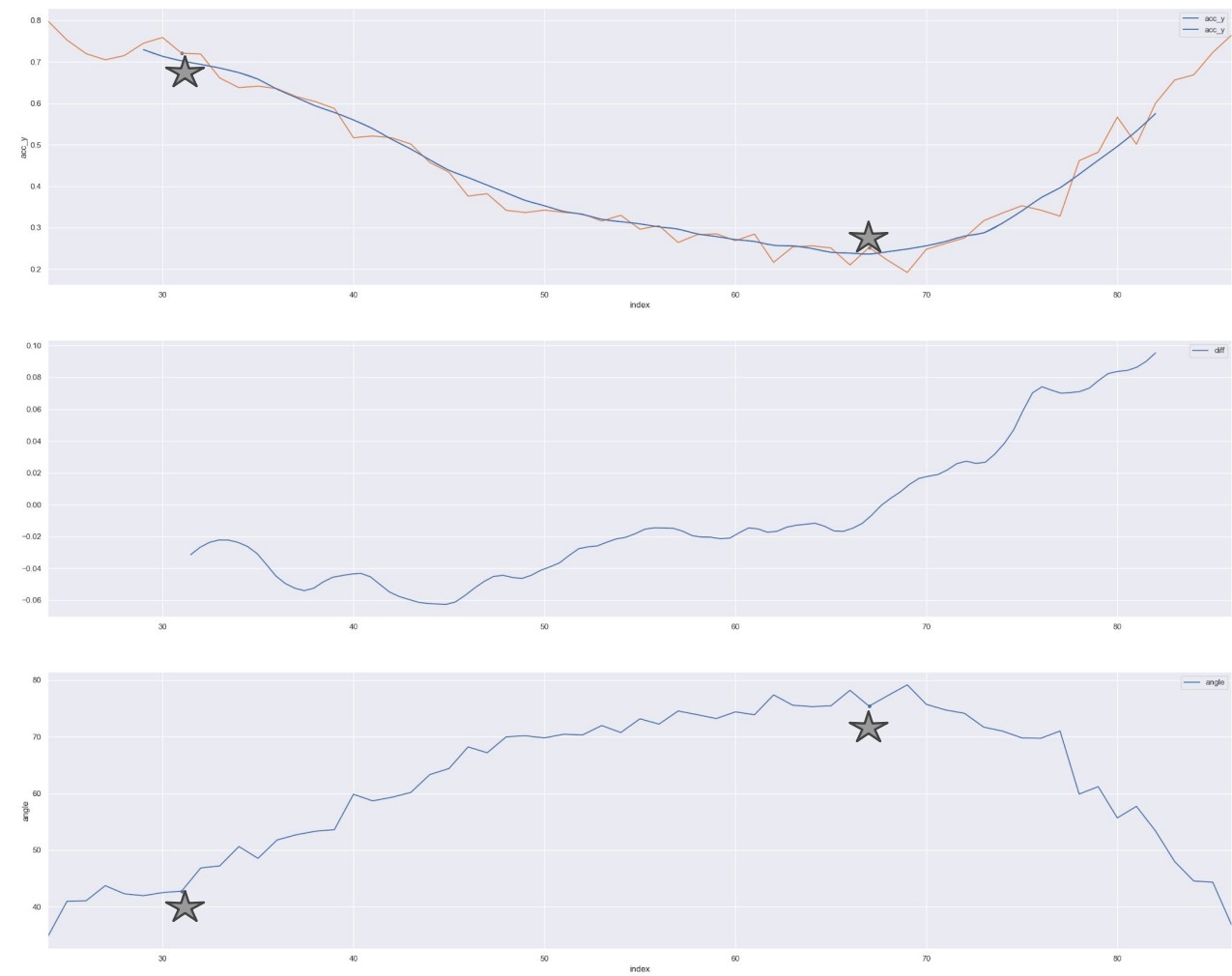
# 实验结果

慢喝一口	重量 (g)	角度 (°)	实际饮水量 (ml)	计算饮水量 (ml)	误差 (ml)
2	145.8 to 112.9	69.40 to 78.86 (146.2g, 62.7g)	32.9		



# 实验结果

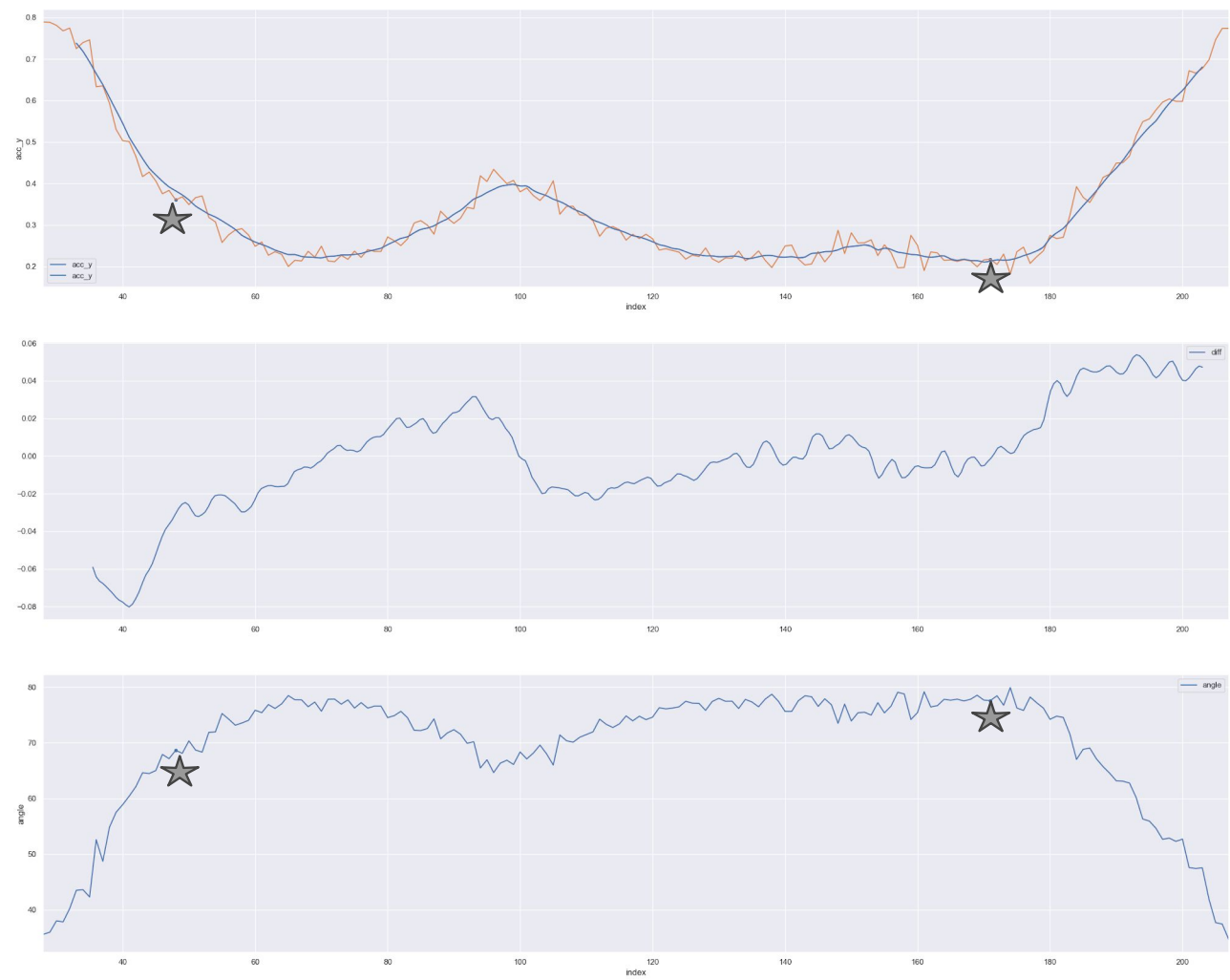
快喝一小口	重量 (g)	角度 (°)	实际饮水量 (ml)	计算饮水量 (ml)	误差 (ml)
3	112.9 to 104.9	42.76 to 75.40 (289.1g, 91.8g)	8		





# 实验结果

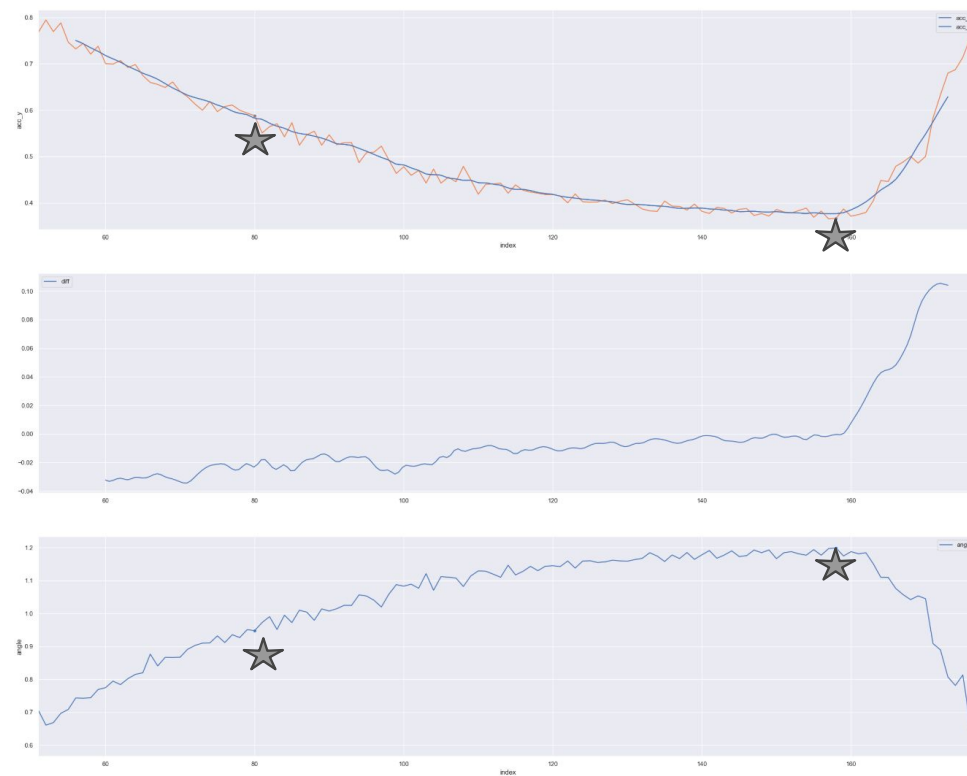
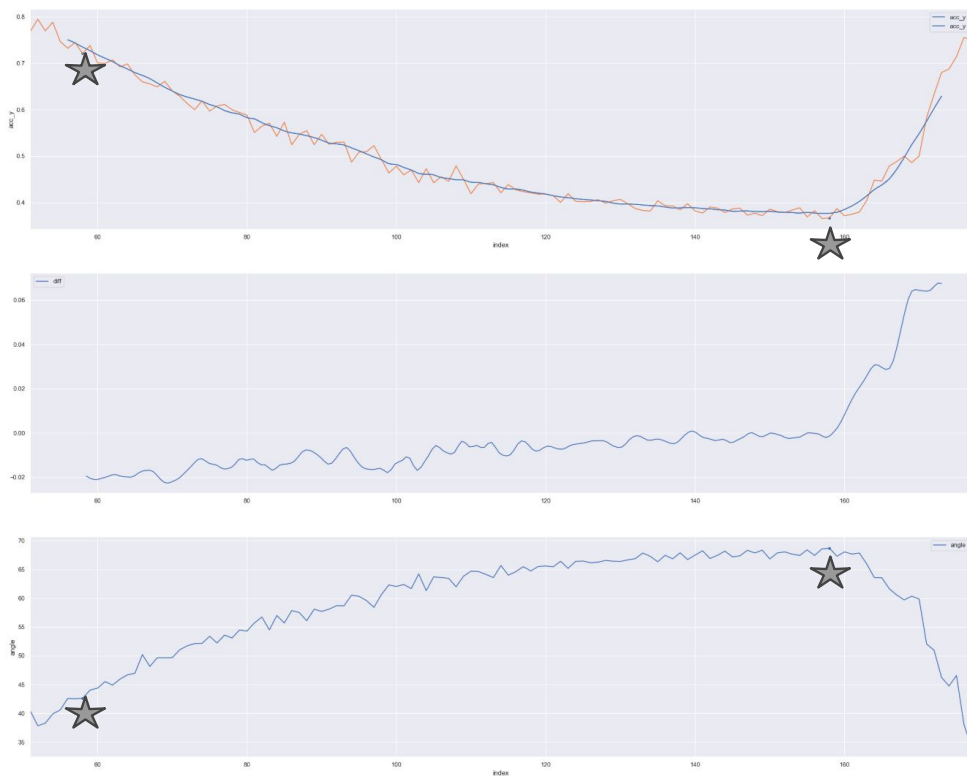
连续3小口	重量 (g)	角度 (°)	实际饮水量 (ml)	计算饮水量 (ml)	误差 (ml)
4	104.9 to 87.8	68.65 to 77.59 (153.2g, 73.1g)	17.1		



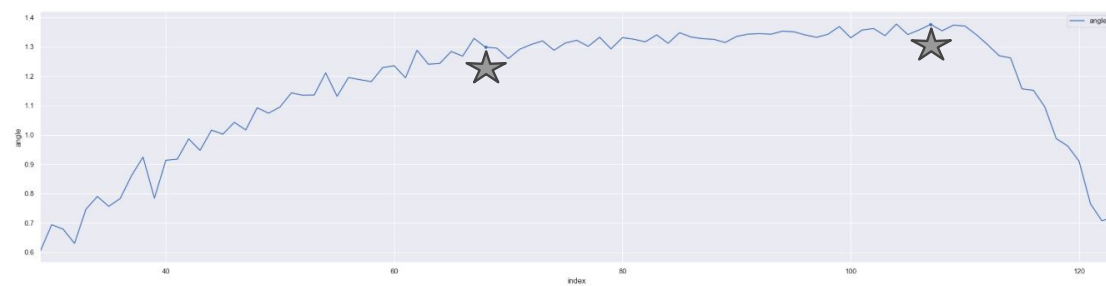
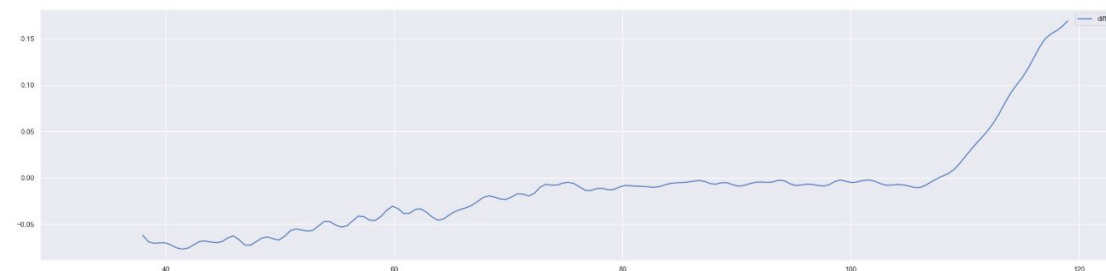
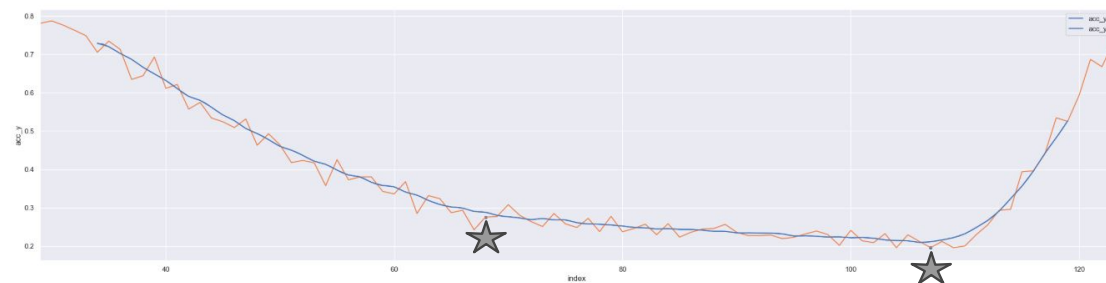
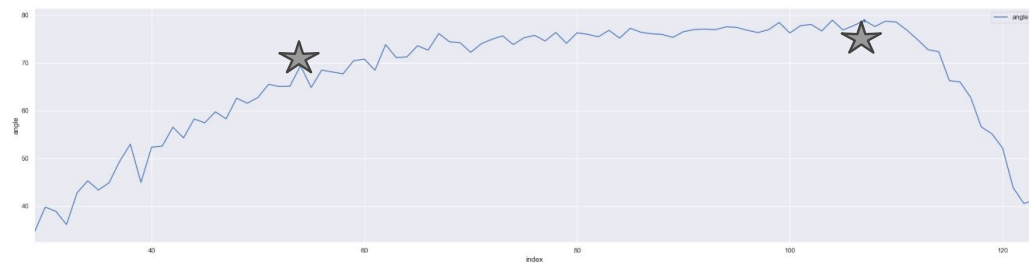
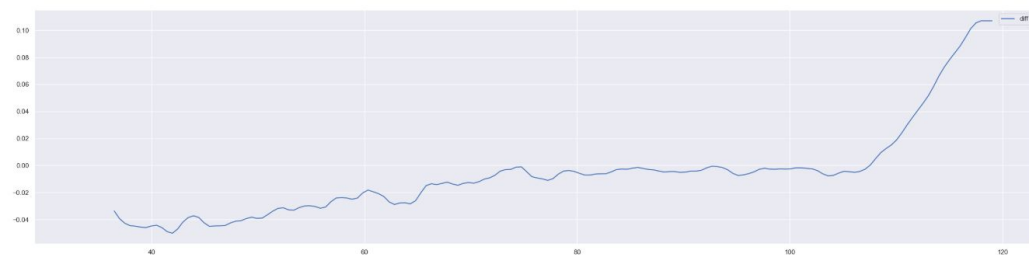
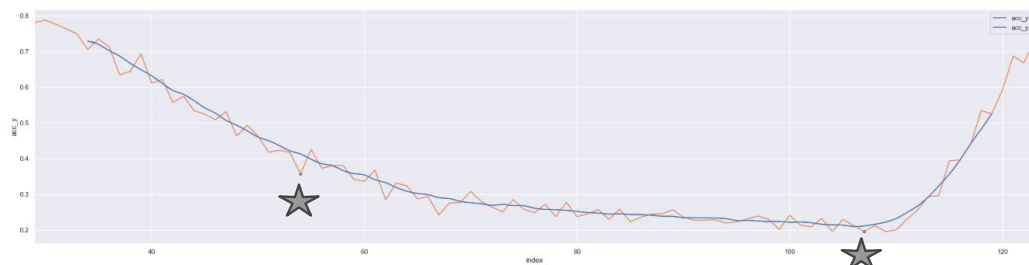
# 实验结果•diff window size = 8

	重量 (g)	角度 (°)	实际饮水量 (ml)	计算饮水量 (ml)	误差 (ml)
1	217.1 to 178.9	54.30 to 68.68 (249.5g, 152.9g)	38.2	96.65	误差变小了
2	145.8 to 112.9	74.42 to 78.86 (100.37g, 62.73g)	32.9	37.64	4.74
3	112.9 to 104.9	78.2 to 77.3 (68.1g, 75.5g)	8	-7.42	取绝对值还不错
4	104.9 to 87.8	78.48 to 77.59 (65.8g, 73.1g)	17.1	-7.28	取绝对值后为10

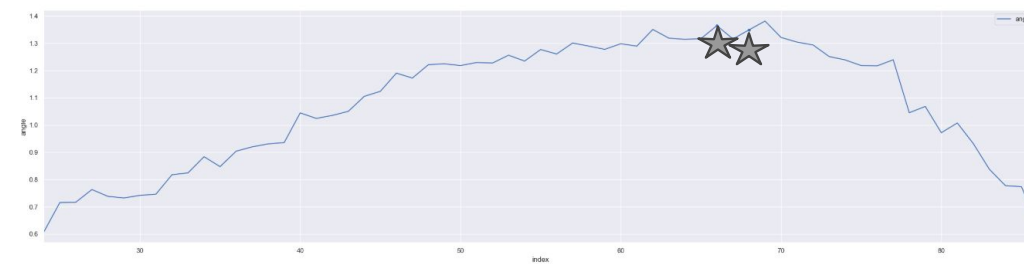
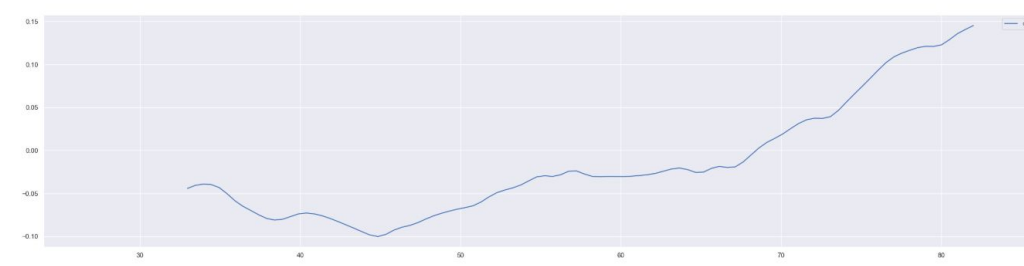
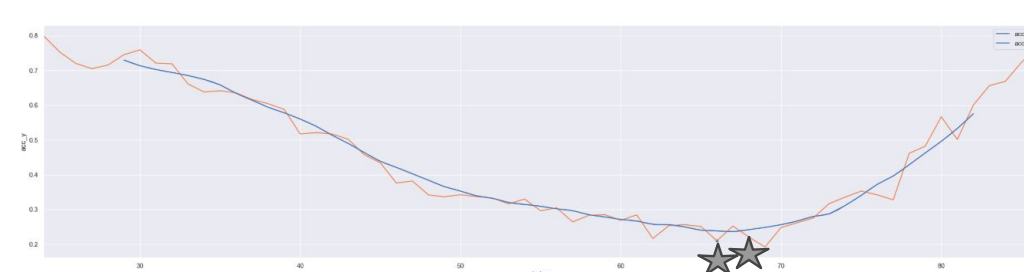
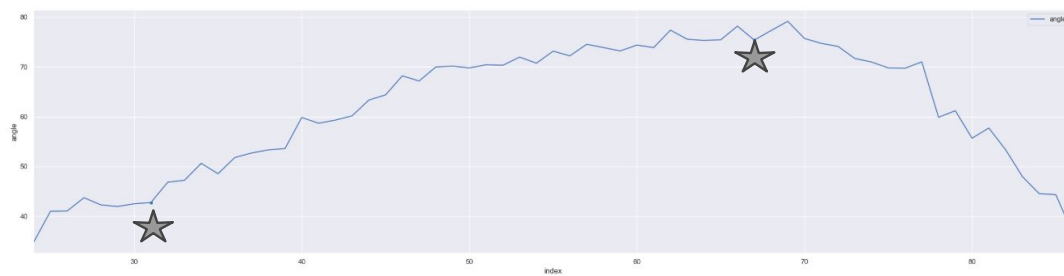
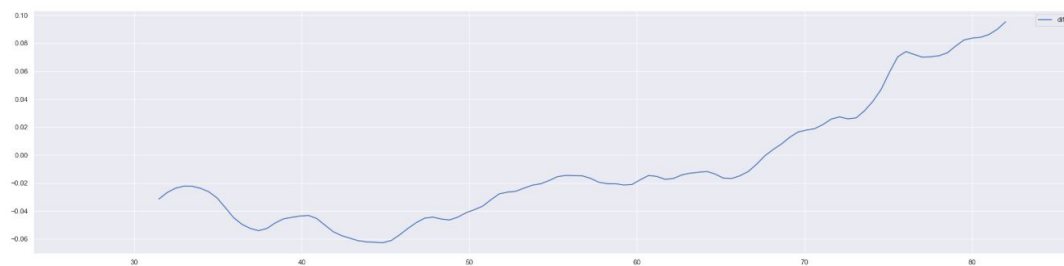
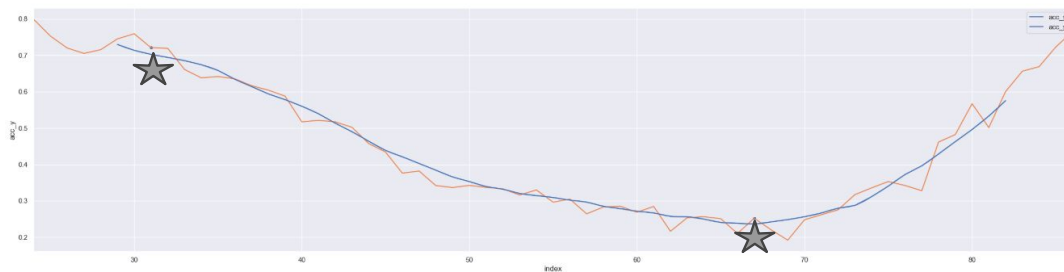
# 调参•diff window size = 8



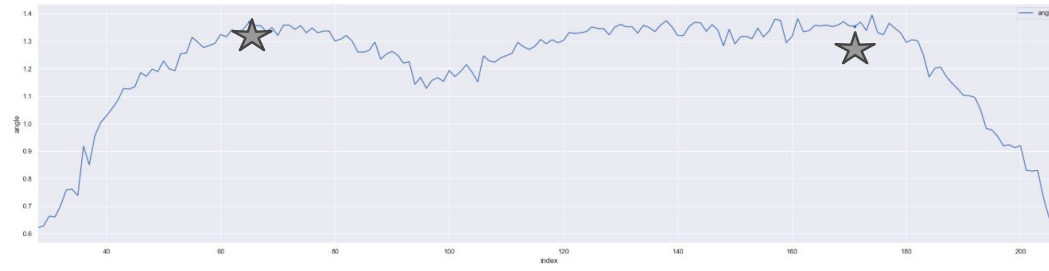
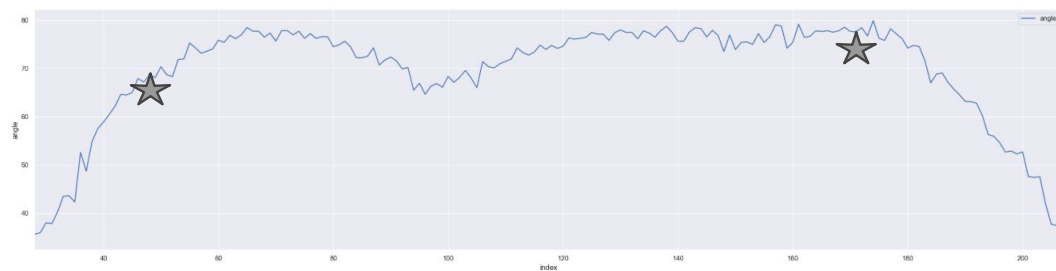
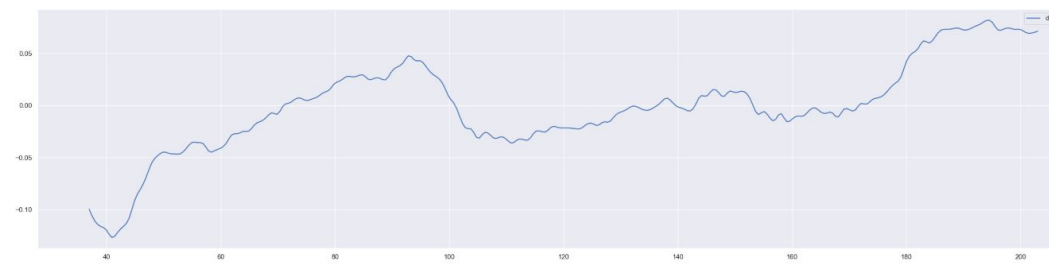
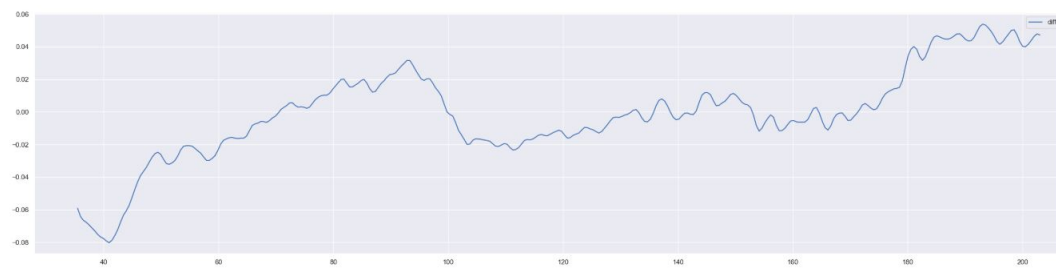
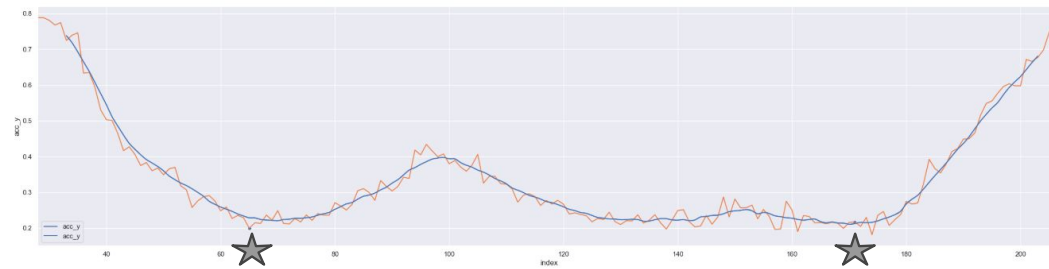
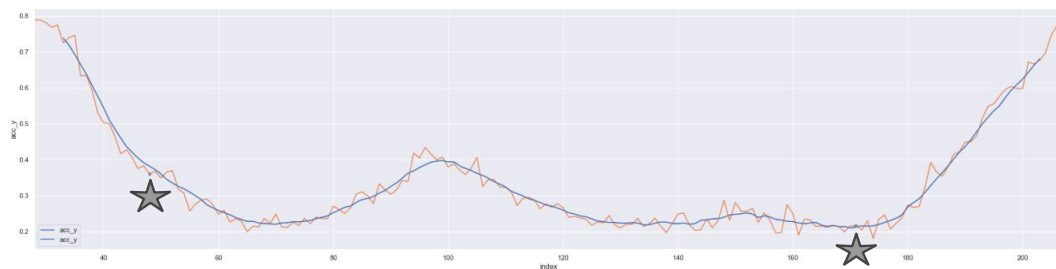
# 调参•diff window size = 8



# 调参•diff window size = 8

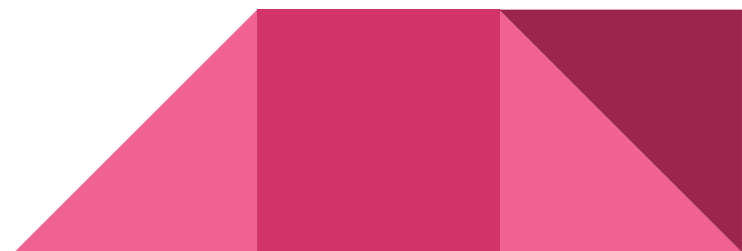


# 调参•diff window size = 8



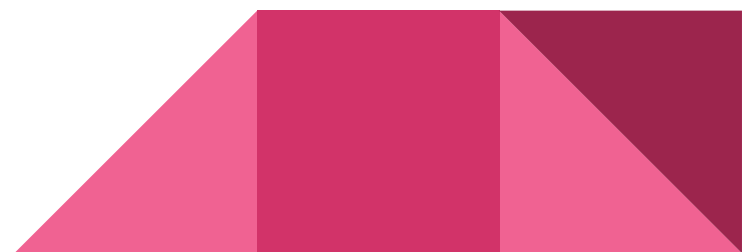
# 总结

- 加速度变化率下界变动范围广, -0.02、-0.04、-0.08 都有
- 加速度变化率波动如不消除, 难以通过固定阈值筛选方式找喝水临界点
- 喝水起始点不在平底波形的两个端点, 从加速度变化率曲线上未发现明显的识别特征



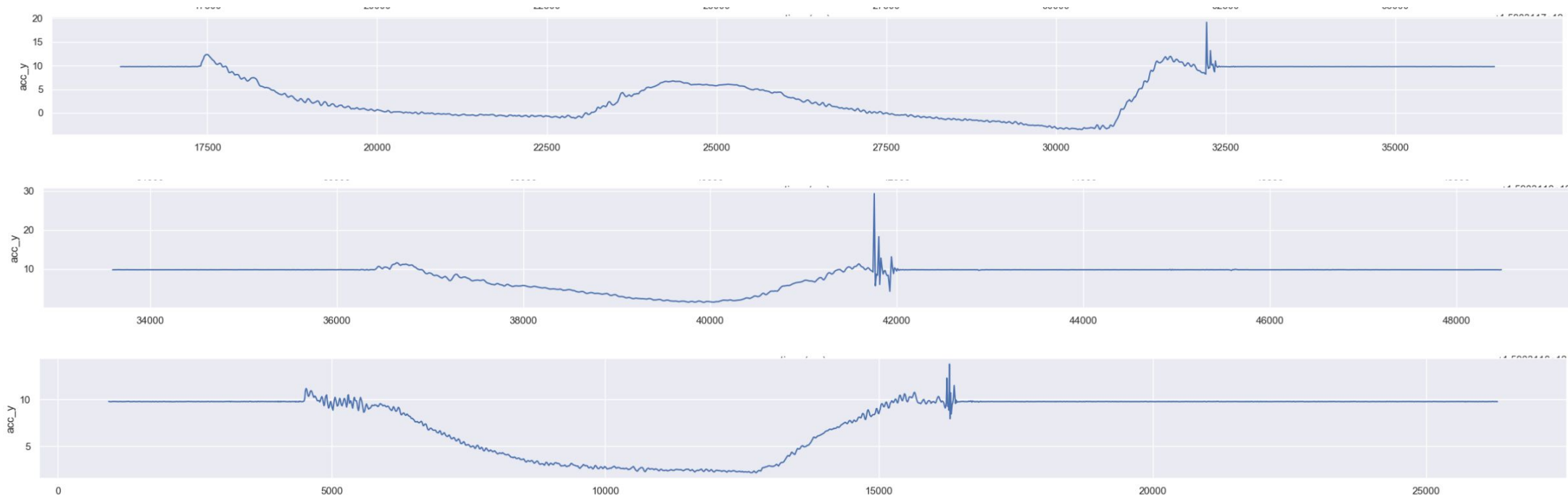
# 老师的建议

1. 在即将喝到水和结束喝水的时候停一下，更容易从数据中识别临界点和  
结束点
2. 检查加速度传感器精度，抖动太大
3. 移除重力加速度的影响
4. 可以尝试对陀螺仪积分来计算角度





# 手机加速度传感器数据平滑度



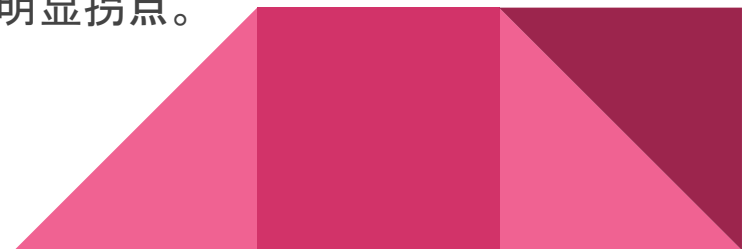
比 mpu6050 平滑

# 增加采样频率

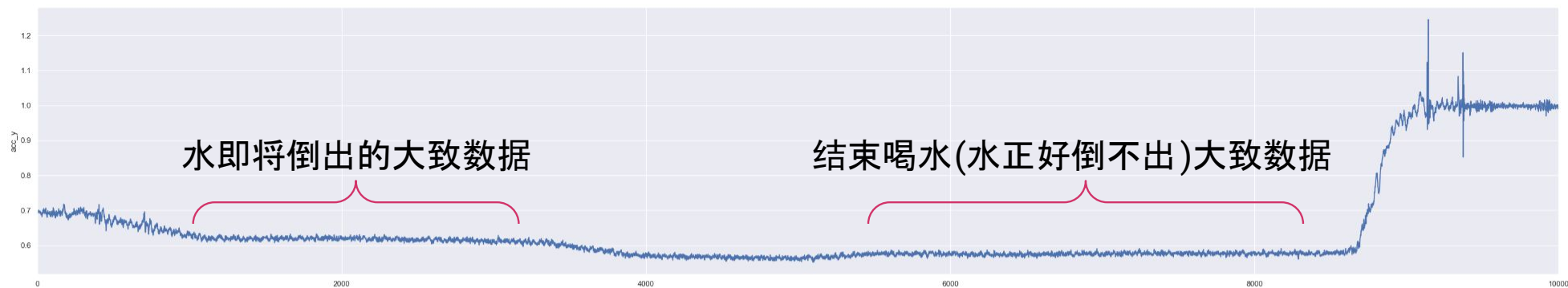
Arduino数据发送频率受执行loop函数以及print函数的速度限制，将波特率由 9600提升到115200可提高单位时间获取到的数据。

下图为在水即将倒出的临界点，以及结束喝水的点停顿后的图。第一幅图是沿杯身方向的加速度数据；第二幅图是对加速度做差得到的数据，可理解为加速度变化率的近似；第三幅图是根据三轴加速度计算的杯身相对垂直水平面方向倾斜角度。(平滑窗口大小=50, diff窗口大小=8)

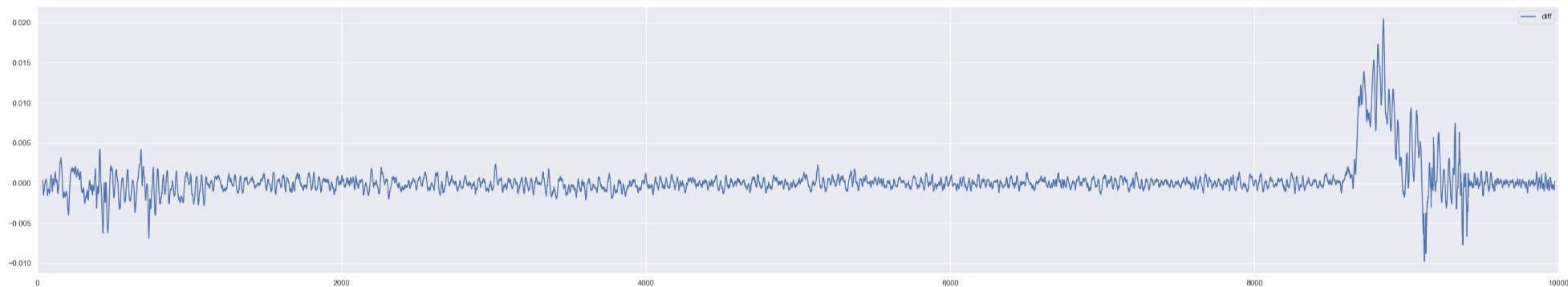
可以看到临界点和结束点之间的加速度变化较为微小，不存在方便识别的明显拐点。



加速度



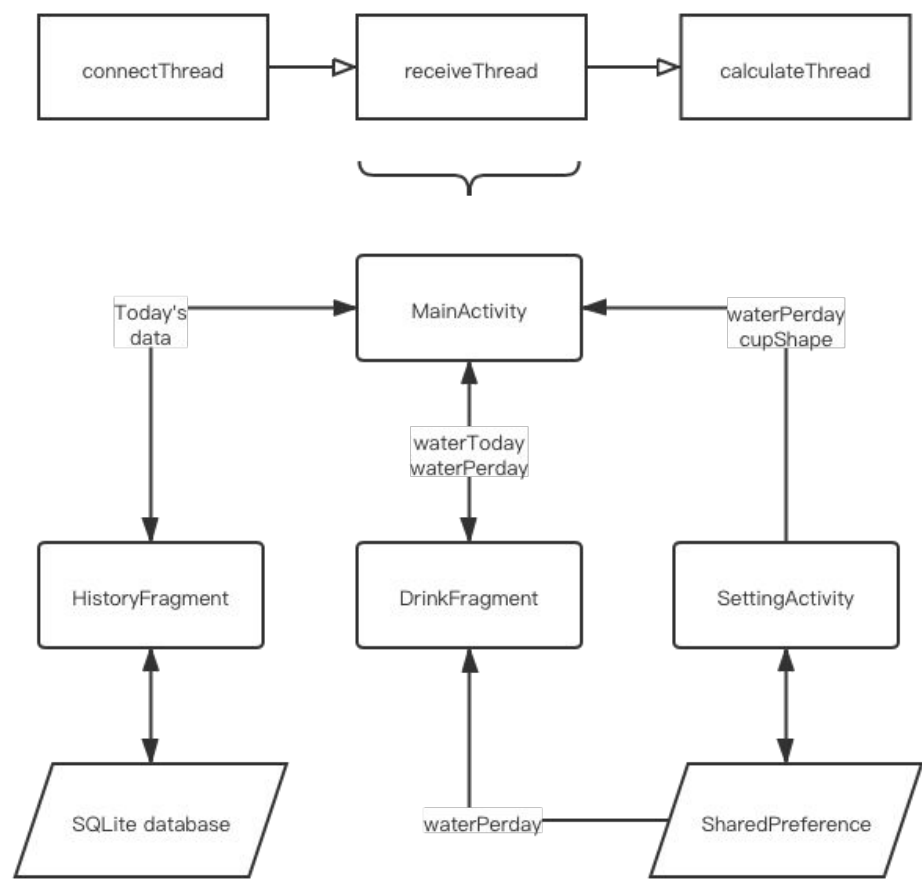
加速度变化



角度



# 安卓APP

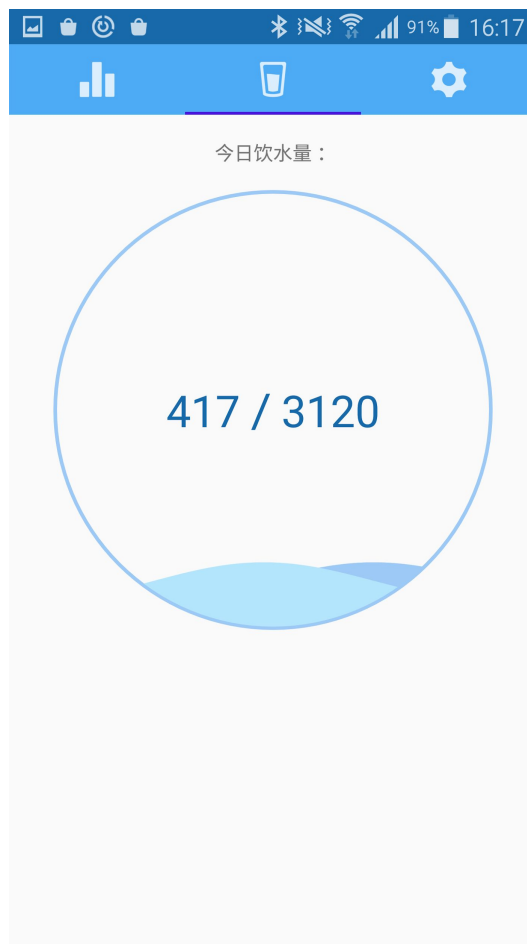
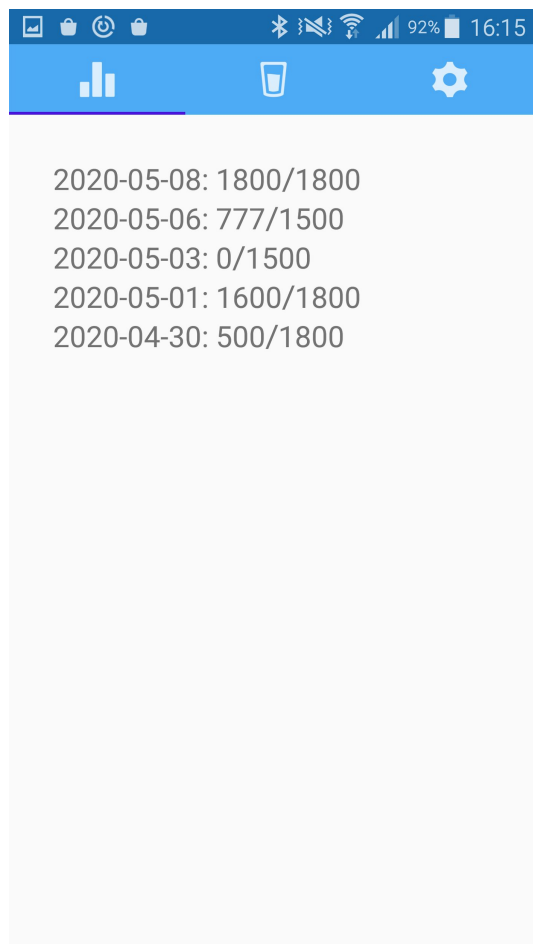


```
+ main cloc --by-file-by-lang .
21 text files.
20 unique files.
1 file ignored.

github.com/AIDanial/cloc v 1.84 T=0.07 s (297.0 files/s, 24518.5 lines/s)
-----
File                                                    blank      comment      code
-----
./java/com/cse5010/drinkwater/MainActivity.java        60          86          386
./res/drawable/ic_launcher_background.xml              0           0          170
./java/com/cse5010/drinkwater/HistoryFragment.java     24          30          143
./java/com/cse5010/drinkwater/SettingFragment.java     17          20          125
./java/com/cse5010/drinkwater/DrinkFragment.java      23          39           90
./java/com/cse5010/drinkwater/WaveHelper.java         14           9           60
./res/layout/fragment_history.xml                     11           0           42
./res/layout/fragment_drink.xml                       8           11           41
./res/xml/root_preferences.xml                        11           7           35
./res/drawable-v24/ic_launcher_foreground.xml         0           0           30
./AndroidManifest.xml                                6           1           27
./res/layout/activity_main.xml                        3           0           19
./res/values/strings.xml                              5           3           19
./res/values/styles.xml                              6           2           17
./res/values/arrays.xml                               1           1           16
./res/values/colors.xml                               1           0            9
./res/values/dimens.xml                              0           1            7
./res/mipmap-anydpi-v26/ic_launcher_round.xml         0           0            5
./res/values/ic_launcher_background.xml               0           0            4
./res/values-w820dp/dimens.xml                       0           3            3
-----
SUM:                                                    190         213        1248
-----

Language      files      blank      comment      code
-----
Java           5         138        184          804
XML            15         52         29          444
-----
SUM:           20        190        213        1248
-----
```

# UI



# 数据流

