

# 基于 phyphox 的计步器

**摘要:** 本实验通过 phyphox 的加速度传感器, 结合电子计步器的原理设计算法, 用 python 编写程序, 实现了计步器的功能

## 一、引言

Phyphox 是一款能够利用手机中内置的多种传感器的 app, 并能够记录数据分析以及导出数据, 通过多种传感器的组合, 来实现一些简单的物理实验。

计步器是一种步行锻炼时有效又方便的计量工具, 通过统计步数、距离、速度、时间等数据, 可以掌握运动量, 估算行走距离, 实时监控健身强度, 以防运动不足或是运动过量。现代计步器采用加速度传感器, 通过检测人体行走时步态加速度的信号, 然后通过相关软件算法计算出人体行走的步数。

Phyphox 中有三轴加速度传感器, 因此想到以此来做一个计步器, 中间的算法通过 python 程序实现。

## 二、实验原理与实验装置

### 1、Phyphox 的加速度传感器



图 1 Phyphox 界面

从图 1 可以看到，Phythox 的加速度传感器能够分别输出三轴的数据，其中三轴的定义由图 2 给出

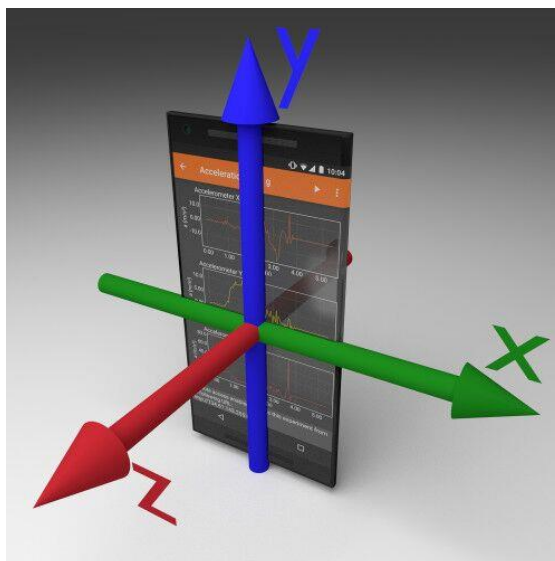


图 2 Phythox 三轴定义

## 2、计步器

在人体平稳行走过程中，人体垂直加速度和前向加速度有着较为明显的周期性规律，前者来源于地面的反作用力，后者来源于脚与地面的摩擦力。以此为根据，我们设置步数判据。但若不规定手机放置角度，则检测步数时就不能以单轴数据作为判据，应综合三轴耦合关系设置判据。

## 三、实验过程

### 1、收集数据

在三种模式下（步行、上下楼、原地跑），收集同一个人的数据，用 Phythox 的远程控制功能收集数据，生成 xls 文件，如图 3 为部分数据展示

1	Time (s)	Linear Acceleration x (m/s <sup>2</sup> )	Linear Acceleration y (m/s <sup>2</sup> )	Linear Acceleration z (m/s <sup>2</sup> )	Absolute acceleration (m/s <sup>2</sup> )
2	0	0.286199987	0.0039	0.430299997	0.516801442
3	0.01	-0.018199999	-0.262999982	-0.0077	0.263741389
4	0.02	0.0105	-0.195199996	0.02	0.196502642
5	0.03	-0.0187	-0.058899999	0.115800001	0.131257533
6	0.04	-0.027099999	-0.0107	0.196799994	0.198945061
7	0.05	-0.042999998	0.007999999	0.230499998	0.234612977
8	0.06	-0.047499999	-0.031999998	0.162799999	0.172580675
9	0.070002	-0.042300001	-0.121299997	0.031300001	0.132222046
10	0.08	0.018999999	-0.181199998	-0.091799997	0.204013918
11	0.09	0.086099997	-0.172399998	-0.196499988	0.275222118
12	0.1	0.046699997	-0.066699997	-0.201499999	0.217329309
13	0.11	-0.105299994	0.090700001	-0.0341	0.143099227
14	0.12	-0.270500004	0.224599987	0.063699998	0.357313723
15	0.130002	-0.380199999	0.25029999	0.176799998	0.488324035
16	0.14	0.150100005	0.167000007	0.207100008	0.520880153

图 3 计步数据

我们能看出一些输出的特点：①时间间隔为 0.01s ②有 x、y、z 方向加速度分量的值与绝对加速度值。根据这些特点我们编写接下来的程序。

## 2、设定条件：如何判定一步

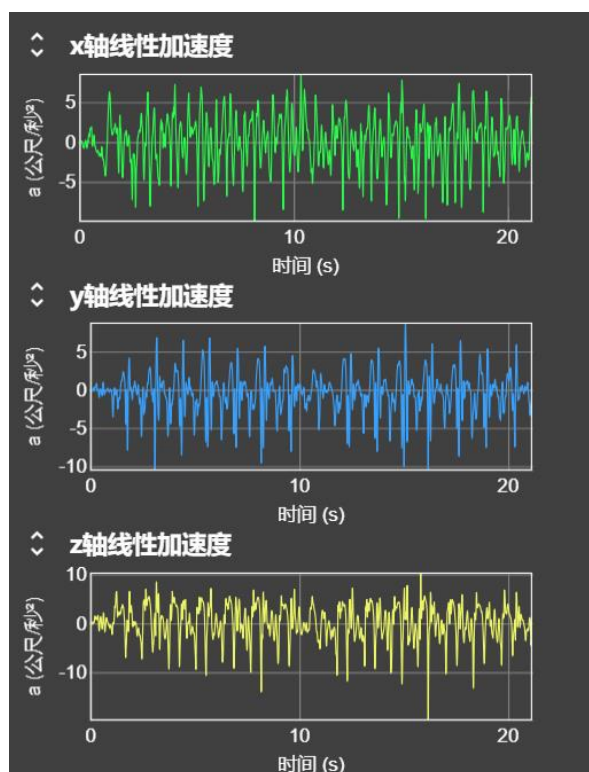


图 4 三轴加速度波形输出

从图 4 中我们能够看出步态波形的一些特点：①波峰很高、波谷很低②同一步的波峰波谷相距很近③相邻波峰或相邻波谷相距较远。基于这些特点，我们设计了以下的步态判据：①加速度触发阈值：开始判定某处是否有可能代表一步②加速度之差阈值：波峰波谷之差最小值③波峰波谷时间间隔阈值：判定是否属于同一步④时间判定阈值：相邻两步之间具有的最小时间间隔。

## 四、实验结果

### 1、步行

由于步行相对简单有规律，这里只使用 y 方向加速度作为判据，具体数据条件见图 5。这里实际步数由人工计数完成，总共为 17 步，通过程序分析数据得出的结果为 14 步，误差约为 17.6%

```

6  steps = 1
7  #步数default为1
8  a_trigger_threshold = 5
9  #判定一步的加速度触发阈值定为5
10 a_judging_criteria = 10
11 #判定一步的加速度之差阈值取10
12 a_time_interval = 20
13 #判定一步的极高与极低时间间隔阈值取0.2秒
14 time_interval = 50
15 #判定一步的时间判定阈值为0.5秒
16
17 col2 = sheet.col_values(2)
18 acceleration_y = col2[1:]
19 #步行时取y方向加速度为用来判定的数据
20
21 def first(the_iterable, condition = lambda x: True):
22     for i in the_iterable:
23         if condition(i):

```

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL

本次运动您的行走步数为: 14  
本次运动您的行走步速为: 0.6625650733554188 步/秒

图 5 步行判据与结果

## 2、上下楼与跑步

这两种情况较为复杂，我们综合三轴加速度进行分析

<pre> 6  steps = 1 7  #步数default为1 8  a_trigger_threshold = 15 9  #判定一步的加速度触发阈值定为15 10 a_judging_criteria = 30 11 #判定一步的加速度之差阈值取30 12 a_time_interval = 30 13 #判定一步的极高与极低时间间隔阈值取0.3秒 14 time_interval = 50 15 #判定一步的时间判定阈值为0.5秒 16 17 col1 = sheet.col_values(1) 18 col2 = sheet.col_values(2) 19 col3 = sheet.col_values(3) 20 acceleration_x = col1[1:] 21 acceleration_y = col2[1:] 22 acceleration_z = col3[1:] 23 acceleration = [] </pre> <p>PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE <u>TERMINAL</u></p> <p>本次运动您的跑步步数为: 11  本次运动您的跑步步速为: 1.4267185473411155 步/秒</p>	<pre> 5 6  steps = 1 7  #步数default为1 8  a_trigger_threshold = 5 9  #判定一步的加速度触发阈值定为5 10 a_judging_criteria = 20 11 #判定一步的加速度之差阈值取20 12 a_time_interval = 20 13 #判定一步的极高与极低时间间隔阈值取0.2秒 14 time_interval = 50 15 #判定一步的时间判定阈值为0.5秒 16 17 col1 = sheet.col_values(1) 18 col2 = sheet.col_values(2) 19 col3 = sheet.col_values(3) 20 acceleration_x = col1[1:] 21 acceleration_y = col2[1:] 22 acceleration_z = col3[1:] 23 acceleration = [] </pre> <p>PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE <u>TERMINAL</u></p> <p>本次运动您的上下楼步数为: 16  本次运动您的上下楼步速为: 1.132342533616419 步/秒</p>
--	---

图 5 上下楼与跑步判据与结果

上下楼实际步数为 13，分析数据得出为 11，误差为 15.4%；跑步实际步数为 14，分析数据得出为 16，误差为 14.3%。

## 五、实验结论与分析

总体来说，本次实验基本解决了用 phyphox 来计步的问题，但总体来说还有以下不足：①数据量不足，阈值不够准。②没有模式判定，不能将所有模式综合。③需要手机电脑配合，计步过程太复杂。针对这些不足，有一些改进建议：①对多类人多种模式收集数据，确定合理阈值②优化算法，根据波形，动态设置阈值条件，更好地滤波③尝试将计步过程与数据处理放在手机上。

## 六、参考文献：

- [1]陈蔚. 基于三轴加速度传感器的计步器的设计[J]. 数字技术与应用, 2018, 36(9): 181-183.
- [2]徐斌, 裴晓芳, 李太云. 穿戴式智能计步器设计 [J]. 电子科技, 2016, 29(3): 178-182.
- [3]吴晨杰, 徐云, 瞿耀辉. 基于阈值辨别技术的普 通行人用计步器设计研究[J]. 自动化仪表, 2019, 40(1): 79-85.