# 传感器输出的数据

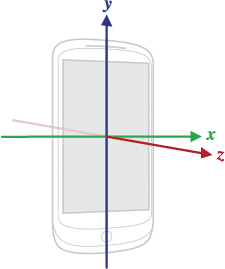


图 1 手机坐标系

## 加速度计

包括两种：Accelerometer，Linear Accelerometer，后者排除了重力因素。

在手机坐标系中，三个轴方向上的加速度标量：，，，单位为，是排除重力因素之后的加速度。

## 陀螺仪

在手机坐标系中，绕三个轴旋转的角速度：，，，单位为。

## GPS

给出了在某一坐标系统中，空间坐标：高度，经度，纬度。

## 心率传感器

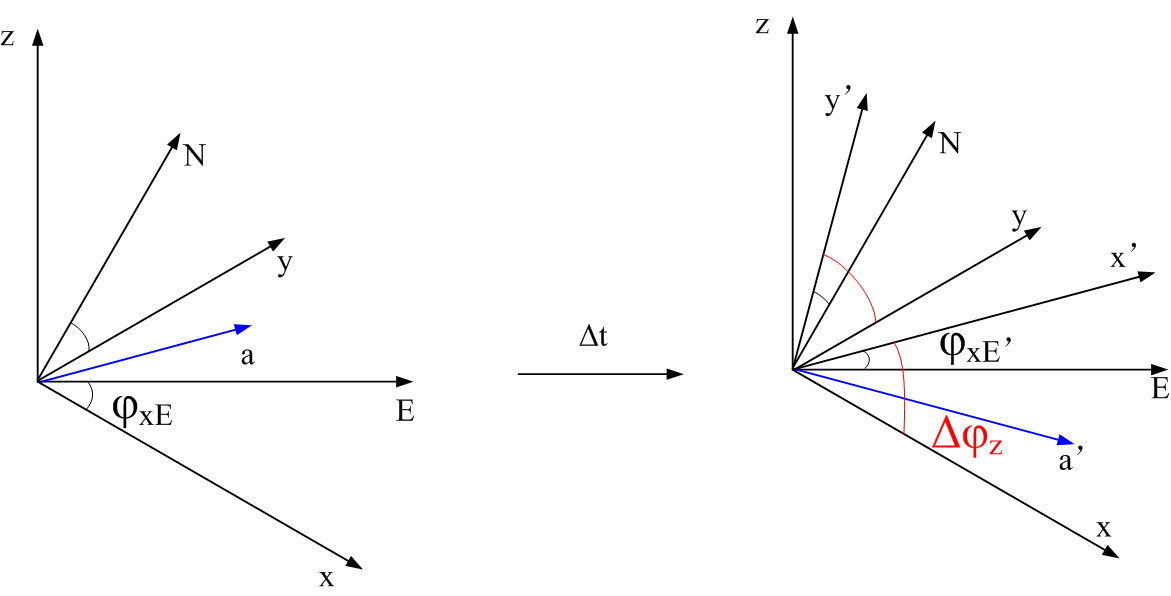
实时心率信息，次/s。

# 传感器数据处理

## 实时速度

### 使用加速度计+陀螺仪

首先以在二维平面（x-y平面）上的运动为例：



如图示，z轴方向不动，且和向上的方向平行，E轴和N轴分别代表东方和北方。经过时间后，方向发生变化，x-y平面绕z轴旋转了，加速度相对于x-y轴发生了方向和大小的变化。

假设在时间内，角速度和加速度的变化都是均匀的（可取很小），这段时间内，由陀螺仪测出的绕z轴旋转的始末角速度为和，我们有：

(1)

在时间内，记加速度矢量a，x轴，E轴之间的始末夹角分别为，，，，，，有：

(2)

(3)

在时间内，记加速度计测出的x，y轴方向始末加速度标量为，，，，记加速度在E，N轴上的分量为，，，，我们有：

(4)

(5)

(6)

(7)

在时间内，记始末速度在E，N轴的分量为，，，，则：

(8)

则时间结束后，速率为：

(9)

假设初始速率、x轴与E轴初始夹角已知，则可以迭代求出任一个时间之后的速率。综上所述，经过时间后，速率迭代公式为：

(10)

其中，为采样间隔，、、、为加速度计输出数据，、为陀螺仪输出数据，、为上一次采样时计算出的速度在E、N轴上的分量，为上一次采样时x轴、E轴的夹角，因此只要知道初始时的这三个值，利用较高频率的采样，就能计算出任意时刻的实时速度。

同理，可以计算出x-z平面、y-z平面的速度分量，通过矢量运算，即可计算出合速度及速率。

### 使用GPS

使用GPS计算速率，假设在内，始末坐标分别为和，该短时间内为匀变速运动，则有：

(11)

其中，、分别为时间内的始末速率，因此只需要知道初始速率，即可计算出任意时刻的实时速率。

## 跑动总距离统计

即运动员的运动总路程，知道了运动员的实时速率之后，只需要将时间对速率积分即可：

(12)

## 不同速度跑动距离统计

将所有采样数据，按照速率的大小进行分类聚合，求出每一个样本的运动路程，然后求和即可。

## 冲刺跑、高强度跑的次数，间隔时间

将所有采样数据按照时间序列，根据冲刺跑、高强度跑的定义，可以筛选每次出冲刺跑、高强度跑的时间范围，然后统计次数和时间间隔即可。

## 实时心率监控、心率监控报警

利用心率传感器，直接获得的便是实时心率。当心率超过某一范围时，即可出发警告信息。

## 不同心率所持续的时间比例

原理和不同速度跑动距离统计相同。

## 运动轨迹热图

将GPS所有采样的数据绘制在坐标系中，即可得出每个运动员的运动轨迹热图。