Detectação de Passos

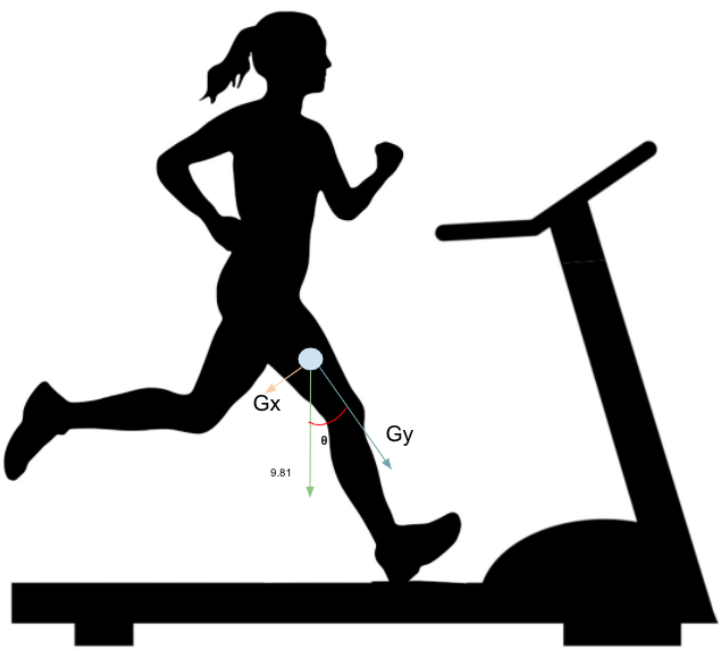
Contents

1 Sensor

Para captarmos quando que o usuário dá um passo estaremos utilizando o sensor MPU6050, o qual apresenta um giroscópio e um acelerômetro embutidos.

Acelerômetro

Para nossa aplicação de deteção de passos utilizaremos somente as capacidades de acelerômetro do MPU6050. Um acelerômetro é capaz de determinar a aceleração gravitacional linear sofrida por um corpo em todas as 3 dimensões (x, y, z). Como o usuário estará sempre na vertical a componente G_z (componente da aceleração gravitacional no eixo z) terá variação mínima e insignificante para a detectação dos passos dados pelo usuário. Com isso temos a seguinte representação gráfica dos dados captados pelo MPU6050:



A partir dos dados presentes na imagem acima, sendo G_y e G_x os valores de aceleração retornados pelo acelerômetro, nós somos capazes de calcular o ângulo θ pela utilização da relação trigonométrica 1:

$$\cos\theta = \frac{G_y}{9.81}$$

$$\theta = \arccos\frac{G_y}{9.81} \tag{1}$$

Tendo o valor de θ e tendo a altura do usuário seremos capaz de determinarmos a distância percorrida pelo usuário pela meia passada dada. Com isso conseguimos somar duas meia passadas seguidas e achar o ΔS de cada passo que o usuário dá.

2 Processamento de Sinal

O sensor MPU6050 é extremamente sensível (como demonstra a imagem 1) o que se demonstra algo prejudicial para a aplicação em questão, pois resulta na contagem de falsos passos no cenário de possíveis choques mecânicos. A fim de evitar a ocorrência desses outliers serem contados como passos, será utilizado um método de *signal smoothing* chamado de “Gaussian Moving Average / Gaussian Filter”, que consiste de uma média ponderada móvel de 100 data points, tendo os valores de uma distribuição Gaussiana Normal como os pesos para a média. A vantagem desse método de processamento de sinal é sua relativa rapidez na velocidade de computação e, principalmente, o fato de que mantém as tendências do data set original. Implicando que podemos usar a derivação e outras ferramentas matemáticas sem que haja uma perda significativa na hora de sua interpretação.

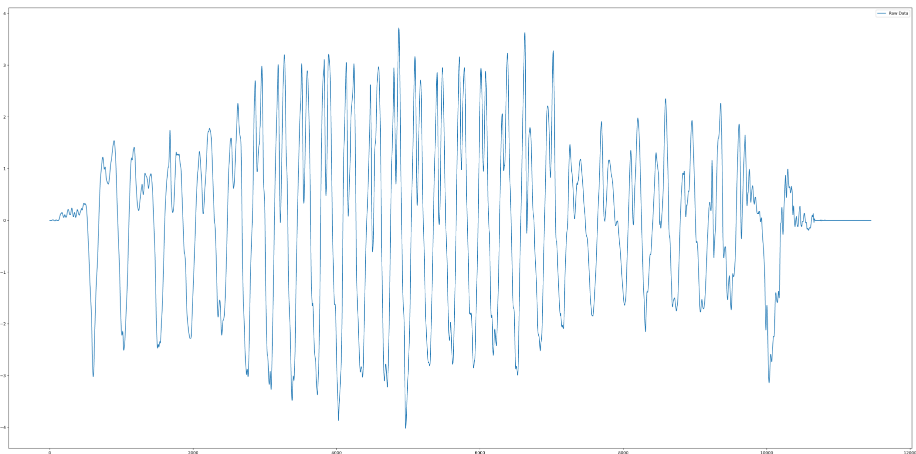


Figure 1: Gráfico $G_x \times t(s)$ sem correção de sinal

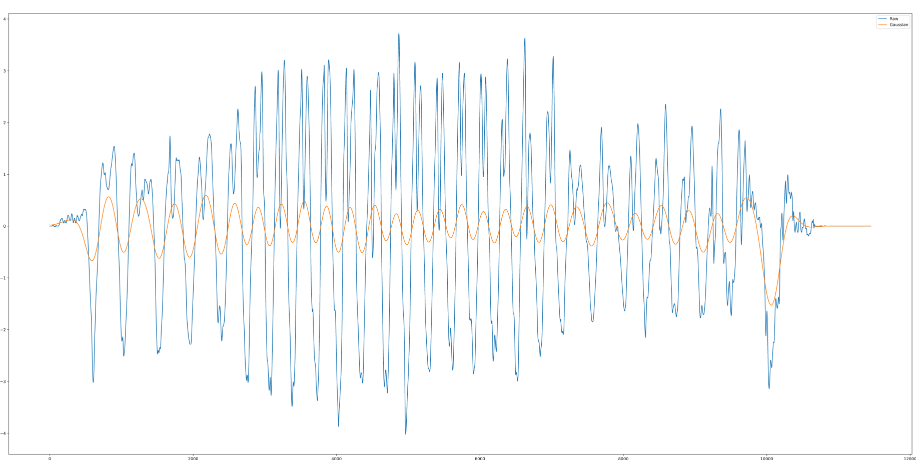


Figure 2: Gráfico $G_x \times t(s)$ com correção de sinal (em laranja)

3 Deteção de Passos

Fazendo o estudo do comportamento dos valores de G_x retornados pelo acelerômetro vemos que, assim que o usuário está com sua perna na posição mais esticada (assim que ocorre o contato entre o calcanhar com o chão) ,temos que a componente G_x assume seu valor máximo. Tendo isso em mente, precisamos somente identificar quando G_x é um máximo local, computar um passo dado, utilizar a equação 1 para calcular o ângulo θ e, por conseguinte, ΔS da passada.

Para detectarmos se G_x é um máximo local podemos simplesmente calcularmos a derivada G'_x. A derivada nada mais é do que a inclinação da reta tangente a um ponto de uma função (no caso da função $G'_x(t)$). Quando a função G_x está no seu ponto máximo, a inclinação da reta tangente é igual a zero, em outras palávras:

$$G_x(t) = G_{x_{Max}} \iff G'_x(t) = 0 \tag{2}$$