

摘要

現今社會有許多簡易的穿戴式醫療設備，可以幫這我們了解病人的身體狀況、活動量等，而我們這個專題主要是針對阻塞性肺病(Chronic Obstructive Pulmonary Disease, 簡稱 COPD)的病患做健康管理，該病患的肺部氣體交換功能不良，因此我們須紀錄病患的心率和呼吸次數，另外我們也實現計步器功能去了解病患的運動狀況。

首先我們利用感測器去蒐集訊號，其中包括用 ADS1292R 去測量心率以及呼吸頻率，以及 BMA253 去測量三軸加速度，由於感測器收到的信號是原始數據，因此我們必須先經過預處理，將資料改成可讀式數據，在原理分析中我們有仔細的說明如何轉換。經過預處理數據之後，由於訊號會包含許多雜訊，因此我們將訊號經過了三階的 butterworth filter 帶通濾波器，最終得到我們要的真實訊號。濾除雜訊之後，我們便可得到三種資料，分別是心電圖、三軸加速度圖和呼吸圖，最終再經過一連串分析便可得到心率、計步器以及計算呼吸次數等功能。

我們利用心電圖找出 QRS 複合波，並搭配動態閾值，來計算心跳的次數並得出心率，在實驗結果中得到正確率高達 **96.71%**；而計步器的實現則是根據人體行走時所造成的物理現象，會導致在跟地面垂直的方向上，每走一步會形成一波峰，經由計算波峰即可得出步數。在實驗中我們也測試了不同動作造成計算步數的差異，例如：走路、跑步、上樓梯、下樓梯，其中走路和跑步的部分還有針對上坡和下坡去做測試，最終的計步器實驗準確度達到 **97.19%**；呼吸方面，我們利用呼吸會使胸腔擴張收縮，進而造成胸口上下起伏的特性，推斷出一次完整的呼吸須包含一個波峰和一個波谷，並搭配上動態閾值，去抓取波峰波谷的位置，最終的數量也就等於呼吸次數。由於每個人呼吸所造成胸口起伏的大小不同之外，不同的運動動作也會影響呼吸的快慢，故在處理呼吸資料時，我們發現呼吸和時間所繪出的呼吸圖是比較紊亂的，最終的實驗準確度只有達到 **87.95%**。

內容

一、前言

本專題設計是為了針對慢性阻塞性肺病(Chronic Obstructive Pulmonary Disease, 簡稱 COPD)的病患做健康管理，由於患者會有肺部氣體交換功能不良之症狀，故需要針對患者之心率以及呼吸次數去作監控，另外我們還加上計步器的功能，可以針對病患的運動狀態、心律以及呼吸做更全面的健康控管。我們利用 Sensor 去蒐集訊號，其中包括 ADS1292R 去得到心電圖以及呼吸頻率，和三軸加速器 BMA253 去做出計步器的功能。

二、原理

1. 心率測量:

我們藉由心電圖的特徵，可藉由計算 R peak 的數量來計算心跳次數，首先我們會取 QRS 的主要頻帶 5~15Hz，得到較清晰的 QRS 波，降低 p 波與 T 波，我們算 R peak 數量有使用過兩種方法。

第一種為靜態閾值的方法，也就是說當我們偵測到一波峰後會讓他大於一固定的閾值才會算為一次心跳，圖 1 為實驗結果，但在走路的情況下晃動等因素會造成心電圖的雜訊較大，導致給予一固定值無法準確抓到 R peak。

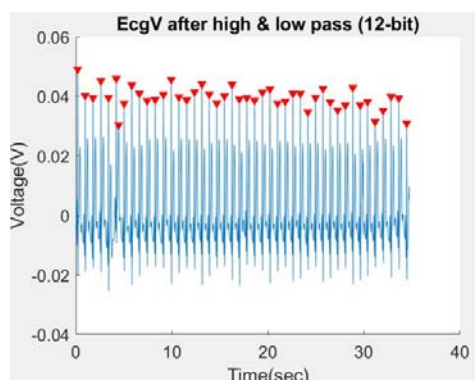


圖 1.靜態閾值找 R peak

因此我們使用 Pan and Tompkins algorithm，來改善這個情況，pan and Tompkins algorithm，主要藉由會根據雜訊來調整閾值來改善此情形，因此會較準確地抓到 R peak，圖 2 為使用此方法的結果，由結果可知即使在有雜訊的情況下仍可準確抓到 R peak。

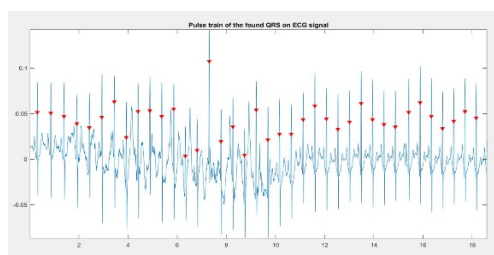


圖 2. Pan and Tompkins algorithm 找 R peak

2. 計步器：

根據人體行走時所造成的物理現象，會導致在跟地面垂直的方向上，每走一步會形成一波峰，經由計算波峰即可得出步數，首先擷取人走路的主要頻帶 0.15~3Hz，由於會有雜訊的關西，波峰必須達於一定值才能算為一步。

一開始我們是使用靜態閾值，也就是波峰所需要大於的值隨時間是固定的，結果如圖 3 所示，由於在地形起伏較大或者時間較長時，會使得數據的變異較大所以會造成較大的誤差。

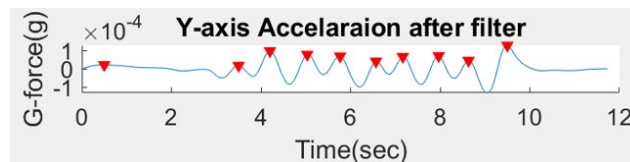


圖 3. 抓取步數，實際值 9 步，測量值 10 步

為了改善靜態閾的誤差，我們將閾值的設定改為動態的，首先將閾值設為每 100ms 的平均，大於閾值才會被算入一的波峰，並且為了替除雜訊，波峰的震幅必須大於 10 個波峰震幅平均的一半才會被算為一步，此種作法改善了跑步、走路較長時間、或地形起伏較大的情況下的準確度，圖 4 為此種做法的結果。

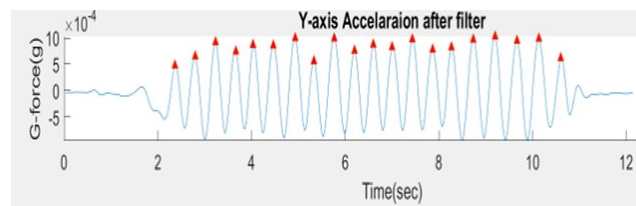


圖 4. 抓取步數，實際值 20 步，測量值 20 步

3. 呼吸次數：

在呼吸方面由於呼吸會使胸腔擴張收縮，進而造成胸口上下起伏，去找出特定的波峰及波谷，並且利用一次完整的呼吸會造成胸口一高一低的特性了解到一次完整呼吸須包含一波峰和一波谷，藉由計算波峰波谷的數量來計算呼吸次數，圖 5 為實驗結果。

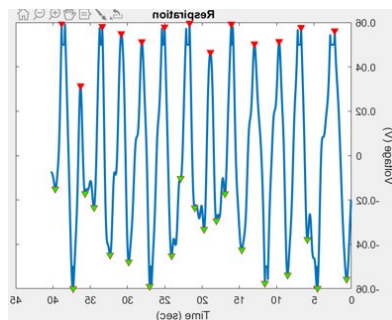


圖 5. 呼吸次數，實際值 13 次，測量值 13 次

三、心得感想

此次專題讓我們除了學習到如何將原始數據轉換成可讀數據以外，還有處理數據以及分析數據的能力，在處理數據的方面，我們研究了高低通濾波器的使用還有截斷頻率要如何設置。另外在分析數據時，我們原本是使用靜態閾值去抓取峰值，但是後因有時數據變化量大，因此最後使用動態閾值去做計算，也大大提升了實驗結果的準確率。若是在未來還有機會的話，我們會希望針對呼吸訊號的帶通濾波器再稍作修正，進而去提升呼吸次數計算的準確率。另外，因為感測器中還有九軸加速度、濕度以及溫度等數據，我們也希望能再針對這些去做研究處理，進而增加此穿戴式感應裝置的實用性，例如九軸加速器可以感測夜晚的翻身次數，因此推斷出睡眠品質；濕度以及溫度可以監控病人的生理狀況，使得醫護人員能在第一時間對患者產生反應措施。

。