

虛擬醫用儀表期末專題

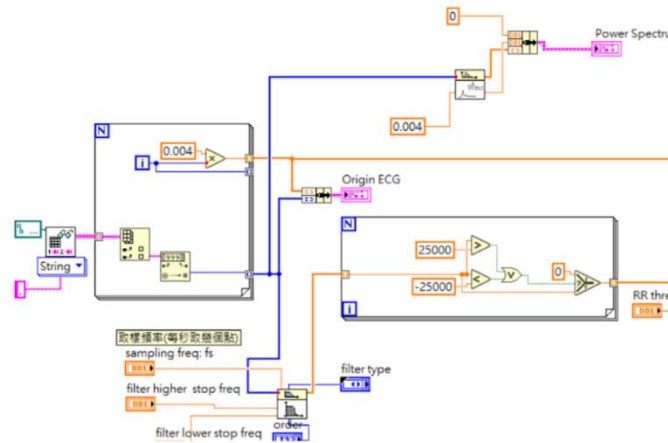
I. 訊號選擇動機及來源

ECG(心電圖)為心臟整體電位的變化，在醫學上有相當多的用途，除了單純了解心跳的變化之外，也可用於診斷心臟是否有疾病，或是用來評估自律神經的作用情況。在心電圖當中最容易被觀測到的是 R 波，因此我們選用 ECG 訊號作為分析訊號，主要目標則為 R 波相關生理參數計算。

訊號的來源為利用 Bioharness 量測取得，每一組資料長度約為 3 到 5 分鐘，可得到的數據包含 ECG、HR、BR 等。藉由這些訊號的量測與分析心跳速率、心率變異度(HRV)，讓受測者可以看到自己的心電圖以及知道自己身體中交感神經、副交感神經之間的作用。

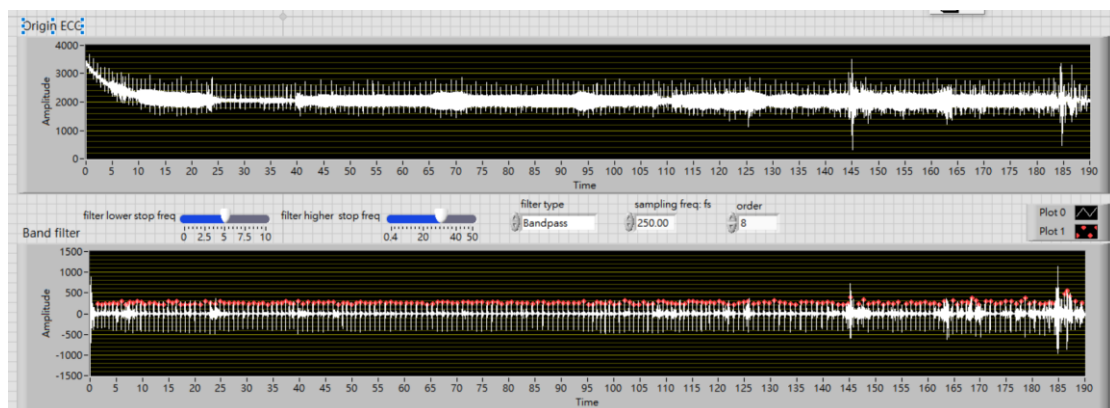
II. 系統架構與使用流程

- A. Bioharness 存取的檔案為 csv 檔，因此會先讀取 csv 檔後做 type 的轉換
- B. 存取的時間為 real time，但為了方便後續繪圖，我們將 x 軸的時間改以每 0.004 秒為一單位
- C. 讀取到的 ECG 訊號會接上 band filter 進行簡單的濾波後繪成圖片



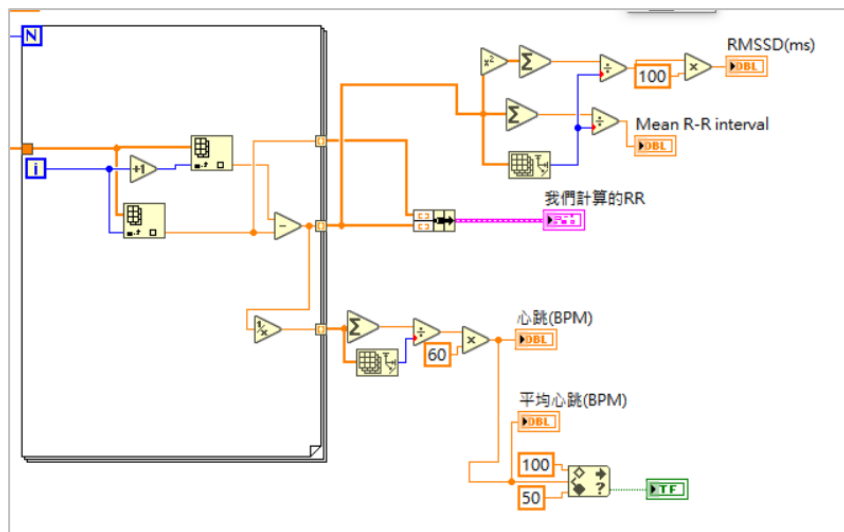
- D. 使用 peak detector 偵測 R 波，根據每筆資料的狀況設定 threshold，並且簡單將距離過近(可能為誤判)的偵測 R 波消除。

下圖為濾波前後的結果比較，紅點則為我們偵測的 R 波



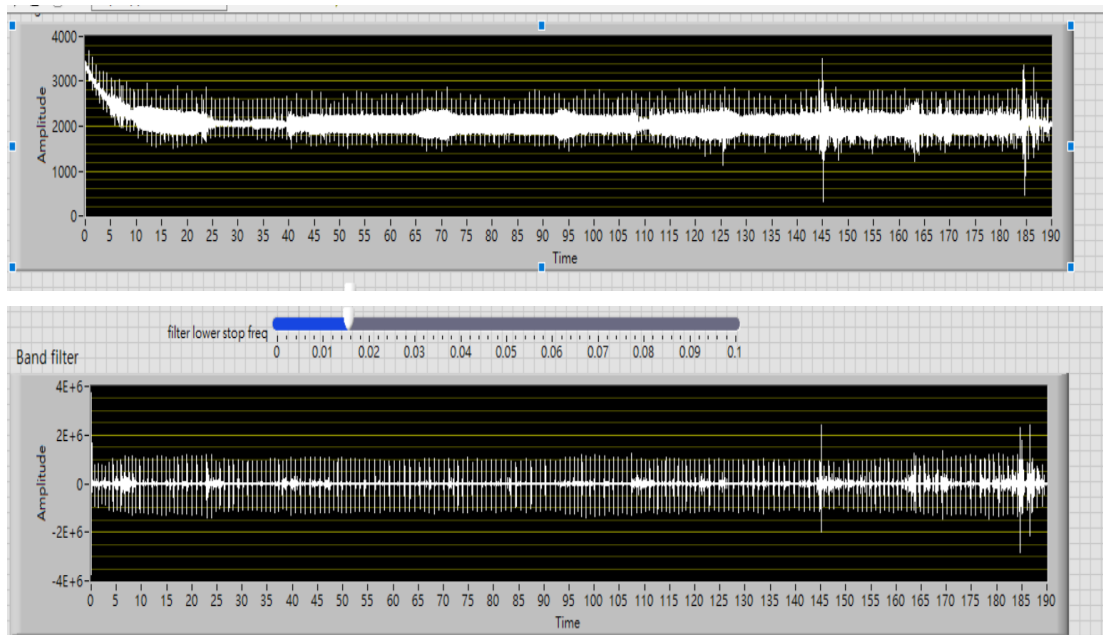
- E. 使用偵測出的 R 波計算 RRI 以及其他生理參數如 RMSSD 等，並與儀器量測出的數據比

較，且根據我們計算出 RRI 反推平均心跳(BPM)，若是落在正常範圍內就顯示綠燈，反之顯示紅燈。



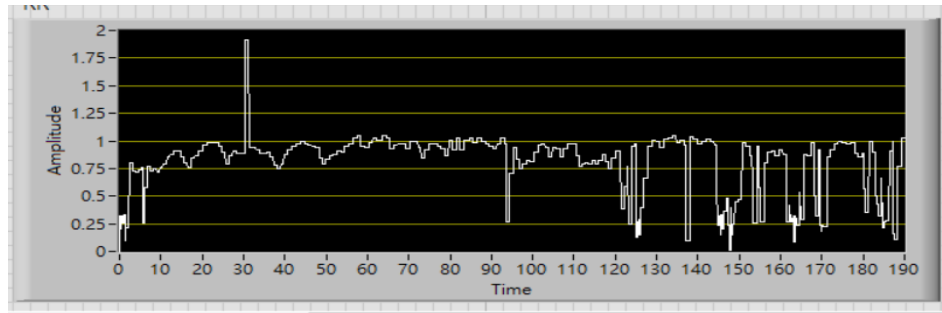
III. 雜訊處理方法

- A. 讀取 ECG 訊號後會以 Equi-Ripple BandPass Filter 進行濾波，使用者可以自行調整 higher stop frequency 和 lower stop frequency，由下方兩張圖可以看到濾過的波形圖是比較清晰的(上圖為原始 ECG 波形，下圖為濾波後 ECG 圖形)

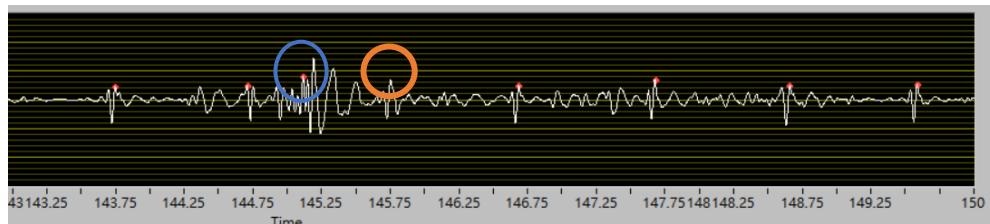


IV. 訊號分析方法

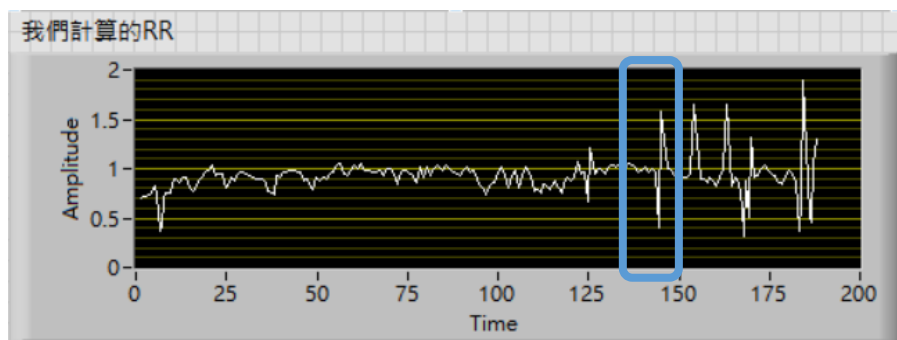
- A. 讀取 RRI 後，透過時域分析計算出 Mean RR 值以及 RMSSD 值，Mean RR 可以了解受測者的 RRI 平均值，但這個直沒有辦法明確了解受測者自律神經系統之作用；RMSSD 值是相鄰正常心跳間期差值平方和的均方根，有相關文獻指出當 RMSSD 值越大，副交感神經的作用較強，因此我們選擇此參數做為參考依據之一，下圖為 biohardness 偵測到的 RRI 圖



- B. 使用 **peak detector** 在濾波後的 ECG 當中重新偵測 R 波，並以此重新計算 RRI，在我們的程式中會簡易去除由於雜訊干擾而距離過近的多個波峰，只留下一個以確保 RRI 數值不會出現如上圖 90 到 100 秒附近的突然下降之錯誤值，但仍然有部份問題：



例如上圖紅點為我們偵測的 R 波波峰，可以看到在 145.25 秒處有大量雜訊，經過程式後將藍圈處標示為 R 波，但實際上的 R 波峰應為橘色處，此一錯誤導致下圖的 RRI 圖變化中出現一個過低的異常數值及過高的數值。



- C. 根據計算出的 RRI 反推平均心跳，並簡單以一個燈號表示它是否落在正常範圍內，另外我們也將 Bioharness 本身量測到的心跳與 RRI 數據與計算出的結果做比較，顯示在面板上。

V. 分析結果推論

- ECG 的部分可以藉由波形看出受測者的心電圖是否正常，例如波型是否具有規律性、受測者是否出現心室顫動、心室頻脈等狀況，除此之外還能夠計算出心搏數和心搏周期。
- RRI 可以觀察到受測者的心率變異度 HRV，藉由時域分析計算 Mean RR 值和 RMSSD 值，下表心率變異參數中有列出男性和女性 RMSSD 值正常應該會在哪一個區間，經由 RMSSD 值可以探討受測者的自律神經系統作用。

表二 男女心率變異參數比較

心率變異參數	女生(n=60)	男生(n=60)
SDNN (ms)	66.47±43.31	69.47±53.97
RMSSD (ms)	84.67±74.19	75.57±83.78
pNN50 (%)	35.12±25.62	32.67±24.12
TP (lnms2)	8.06±1.11	8.13±0.99
LF (lnms2)	6.10±1.04	6.47±1.08
HF (lnms2)	6.69±1.33	6.50±1.11
LF/HF	0.79±0.73	1.29 ±1.25*
LF% (n.u.)	38.17±18.38	49.17±17.31*
HF% (n.u.)	61.68±18.50	51.33±16.60*

註：數值以平均值±標準差表示，* $p<.05$ 。

表格出處：黃鎧毅《心電圖分析方法的研究與發展》

- C. 我們計算出的 RMSSD 為 86.349 左右，根據我們參考的期刊文章中提到，RMSSD 與副交感神經活性有正相關。

LF 與 SDNN 之指數成正相關、HF 與 RMSSD、PNN50% 成正相關。另外，與交感神經活性相關之指標包含 SDNN、SDANN、SDNN index、LF 和 VLF。與副交感神經相關的指標包含 RMSSD、PNN50%與 HF

-吳香宜、吳瑞士〈運動訓練對心率變異度的影響〉

我們量測資料時都是放鬆且為受刺激的狀態，最後計算出的 RMSSD 也稍高於平均值，兩者可以呼應。

- D. 這項專題之後可能的發展及改進方向有幾個：第一，由於 peak detector 本身的限制以及程式的設計問題，我們並沒有辦法很好的找到所有正確的 R 波，之後可以考慮自行用斜率等方式偵測 R 波波峰。第二：由於我們自行量測的數據長度只有 3 到 5 分鐘，無法做心律變異的長期分析如標準差等計算，因此之後若能觀測長期數據的話，可以把這部份功能也加入程式中。

VI. 參考資料

- A. 吳香宜、吳瑞士。2008。〈運動訓練對心率變異度的影響〉。輔仁大學體育學刊 7：239-252 <http://www.phed.fju.edu.tw/article/publication-7/18.pdf>
- B. 黃鎧毅。2014。《心電圖分析方法的研究與發展》
http://ir.lib.isu.edu.tw/retrieve/104337/isu-102-isu10103025M-1.pdf?fbclid=IwAR2Hb32PAQkb2dAYF9r87otc8pZLKxi4AjCbHCNYK_d2mnQ9B466dkWtx5Y
- C. 張育彰。2008。〈什麼是「交感神經」與「副交感神經」？〉
<https://www.kingnet.com.tw/knNew/news/single-article.html?newId=17164>
- D. 翁根本、何慈育、歐善福、林竹川、謝凱生。2009 〈心率變動性分析〉。台灣醫界 52：290-293 <http://www.tma.tw/ltk/98520603.pdf>