

訊號與系統期末專題

老師：蕭子健

助教：WD, YY

學生：109101014 施沐寬、109101015 陳奕帆

## 目錄

一、ECG 訊號處理、分析

二、ICG 訊號處理、分析

三、結果說明

### 一、ECG 訊號處理分析

a. python (ECG to RRI series)



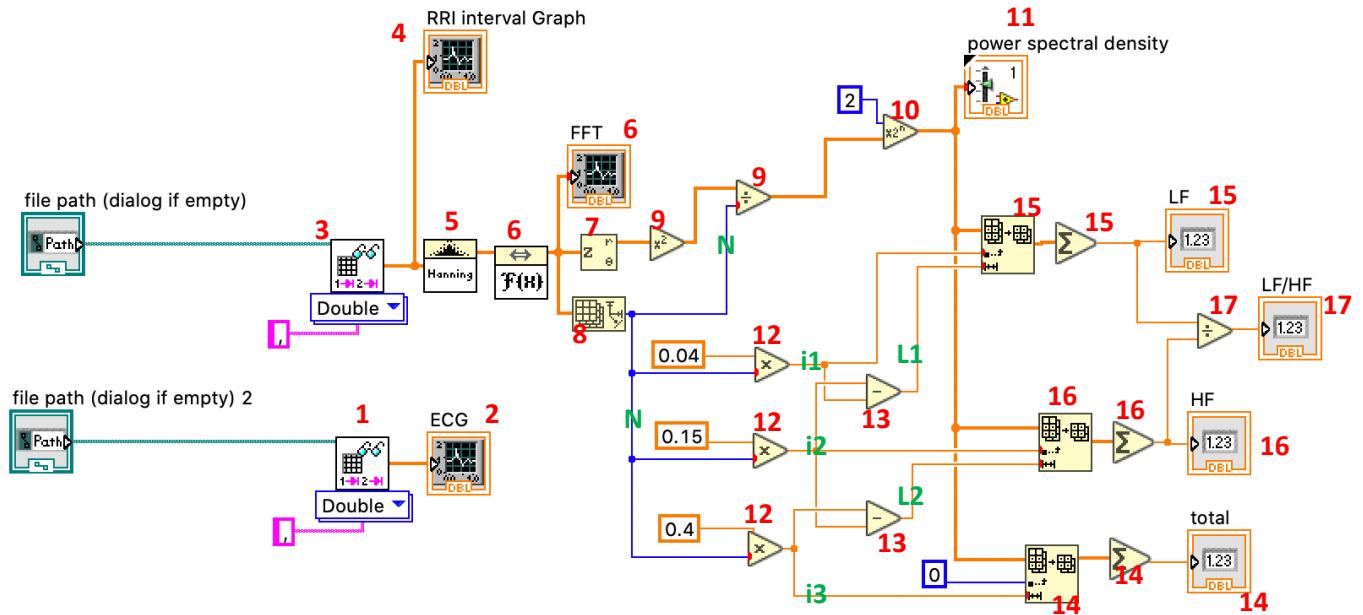
我們觀察到只要訊號來到 0 以上就會衝上 R peak，因此我們使用 python 抓取 ECG 訊號兩次通過 0 的 index，並分析兩個 index 中間所夾的所有訊號點，找出最大值的 index 即是 R 點的位置。意即，把 R 點附近的整個波峰抓下來找最大值的 index。

接著，我們使用變數將每次找到 R 點的 index 紀錄下來，與前一次 R 點的位置相減就可以知道 R-R interval，找出 RRI series.

但我們發現有一些 R-R interval 特別小，原因在於 ECG signal 在通過 0 時並非嚴格遞減或嚴格遞增，在 0 附近可能出現雜訊，因此會意外抓到一個很小的波峰，所以我們也特別將過小的 RRI 濾掉。

詳細流程請參考 ECG\_process.py 的程式碼註解。

b. LabVIEW (RRI series to LF, HF, total energy)



I. 讀檔

1. 以 Read Delimited spreadsheet.vi 讀入 ECG 的.csv 檔案
2. 並以 waveform graph 繪製結果
3. 以 Read Delimited spreadsheet.vi 讀入 RR interval series 的.csv 檔案
4. 並以 waveform graph 繪製結果

II. 資料處理

5. 以 Hanning window 修飾
6. 經過 FFT 轉換，並繪圖
7. 利用 Complex To Polar 取得其絕對值
8. 以 Array Size 取得資料點數目 N
9. 平方後除以資料點數目 N，得到 PSD
10. 乘以  $2^2$  以放大波形
11. 繪製波形

III. total energy, LF, HF

12. 將 N 分別乘以 0.04, 0.15, 0.4 得到位於 0.04Hz, 0.15Hz, 0.4Hz 處的 index，分別為 index1, index2, index3
13. 將(index2 – index1), (index3 – index2) 得到 length1, length2
14. 將 0, index3 送到 Array subset 得 total energy 的 subarray 並 sum 得 total energy
15. 將 index1, length1 送到 Array subset 得 LF 的 subarray 並 sum 得 LF
16. 將 index2, length2 送到 Array subset 得 HF 的 subarray 並 sum 得 HF
17. 將 LF 除以 HF 得其指標

### c. 資料結果

- Total Power

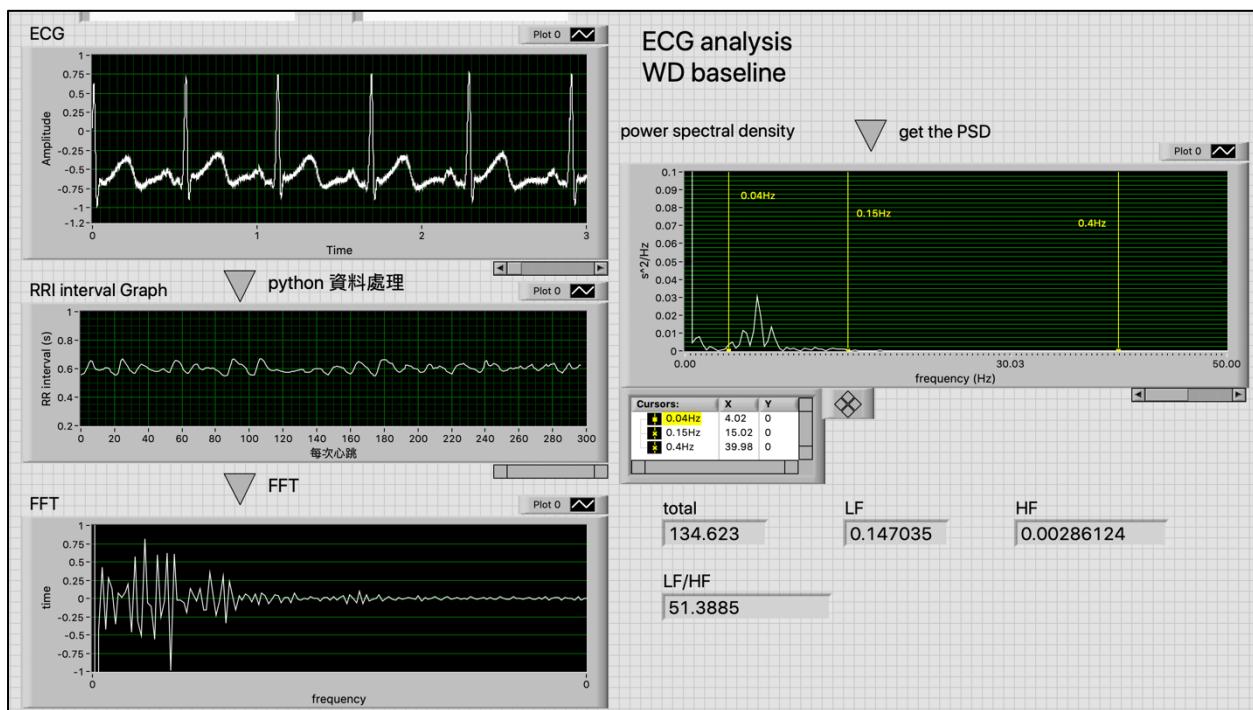
stage	WD	YY
baseline	134.623	175.176
stimuli 1	79.5377	107.445
stimuli 2	88.8345	128.003
stimuli 3	66.2759	82.6046
stimuli 4	68.03	75.8854

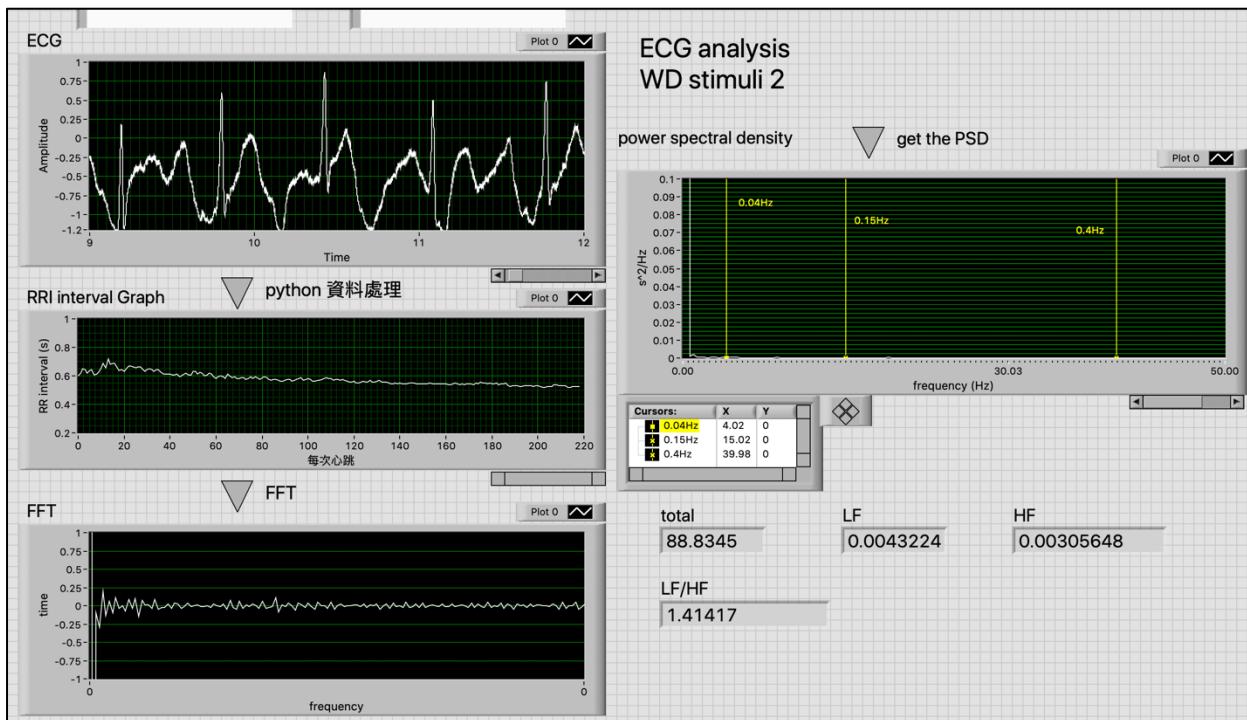
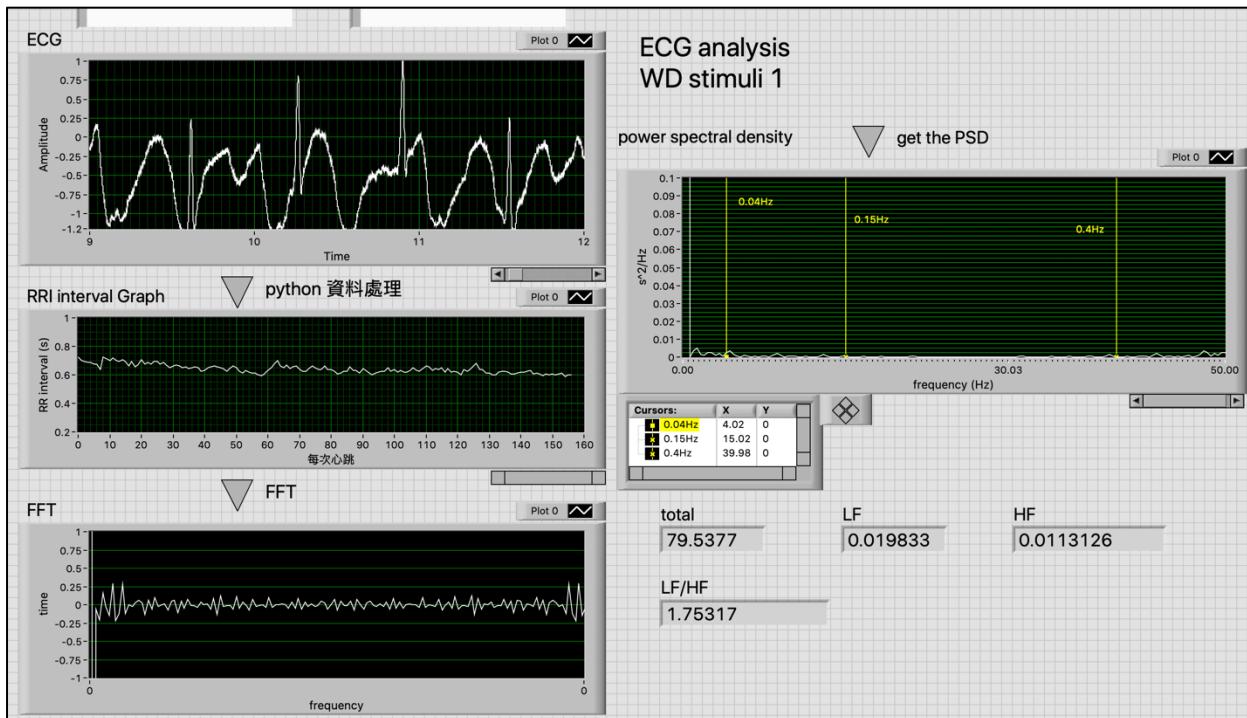
- LF/HF

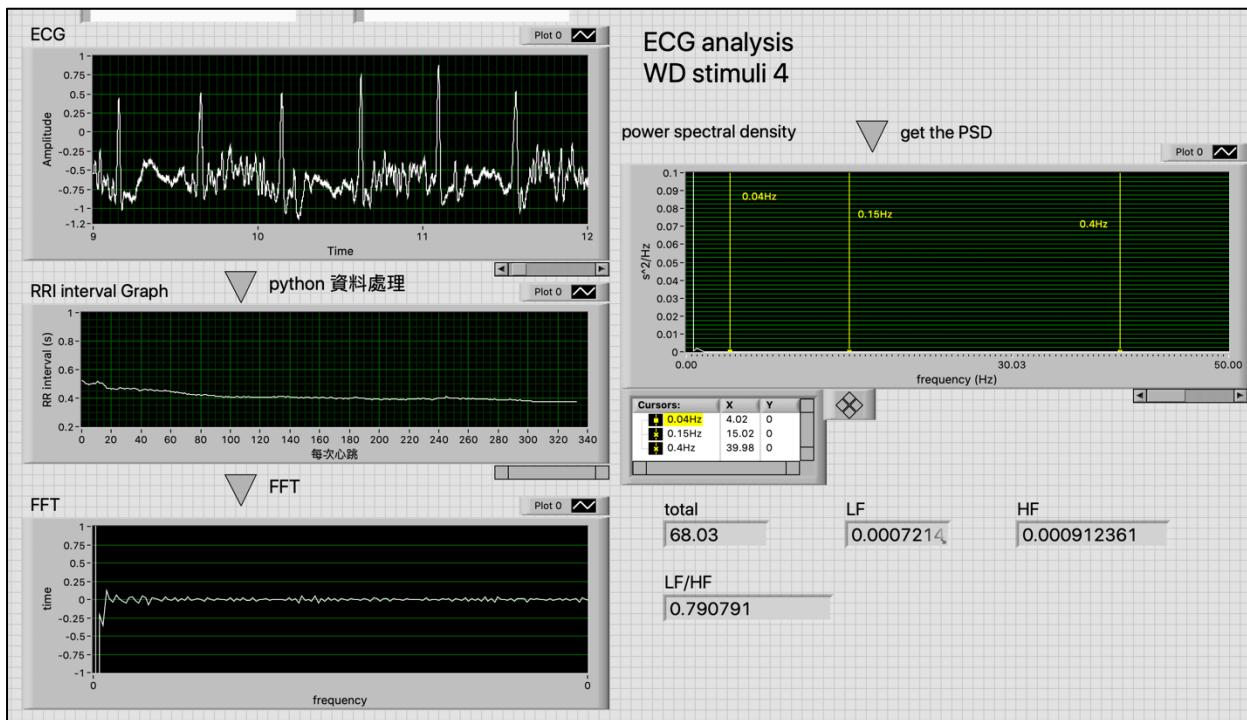
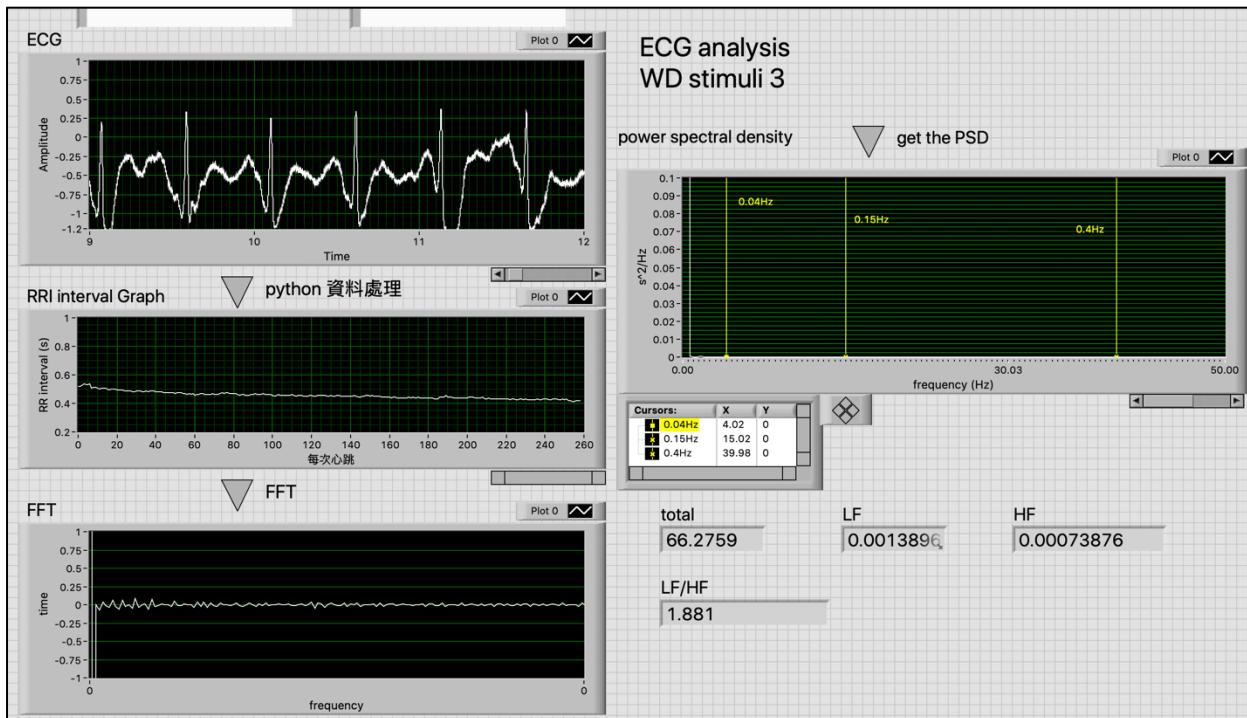
stage	WD	YY
baseline	51.3885	4.08635
stimuli 1	1.75317	2.26951
stimuli 2	1.41417	2.0299
stimuli 3	1.881	1.61776
stimuli 4	0.790791	1.02645

### d. 數據波形

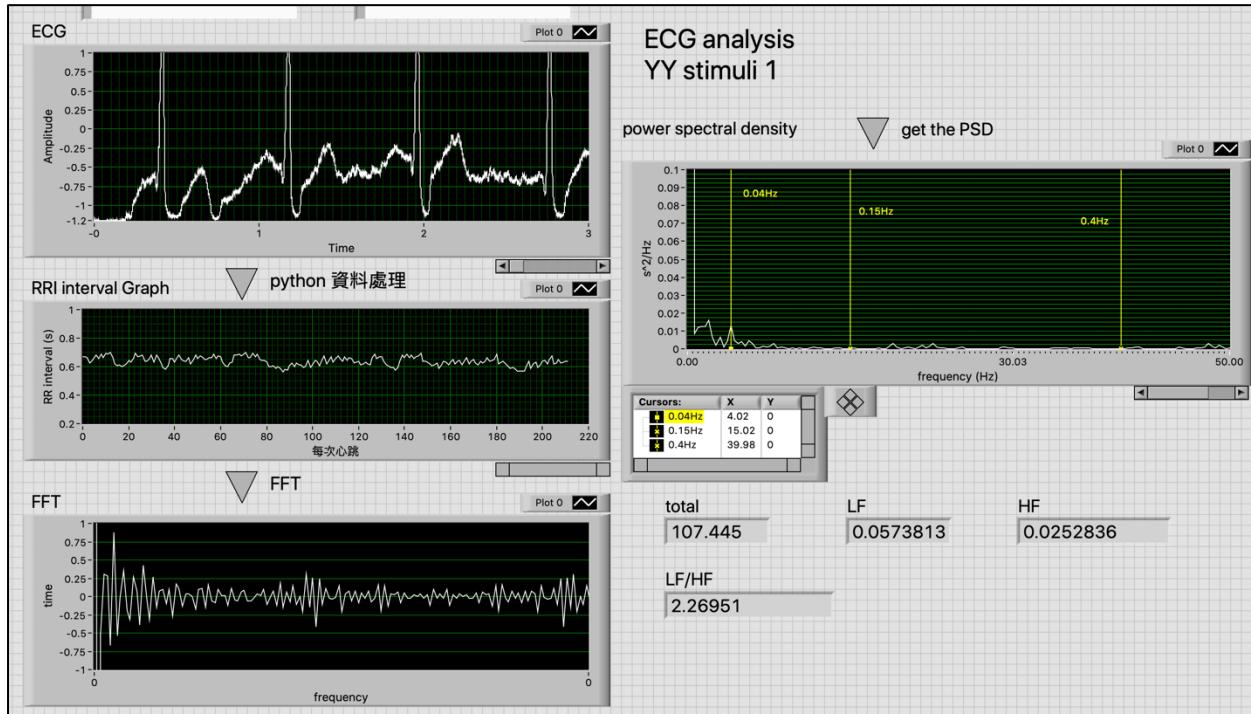
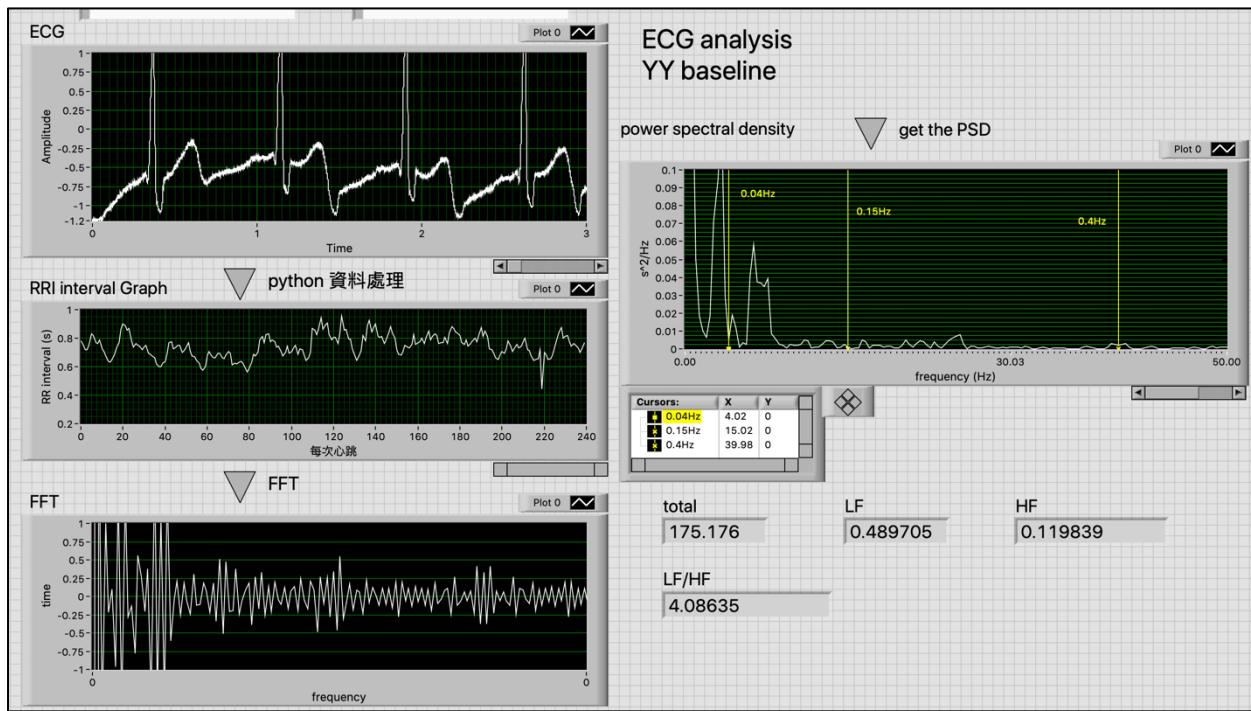
- WD

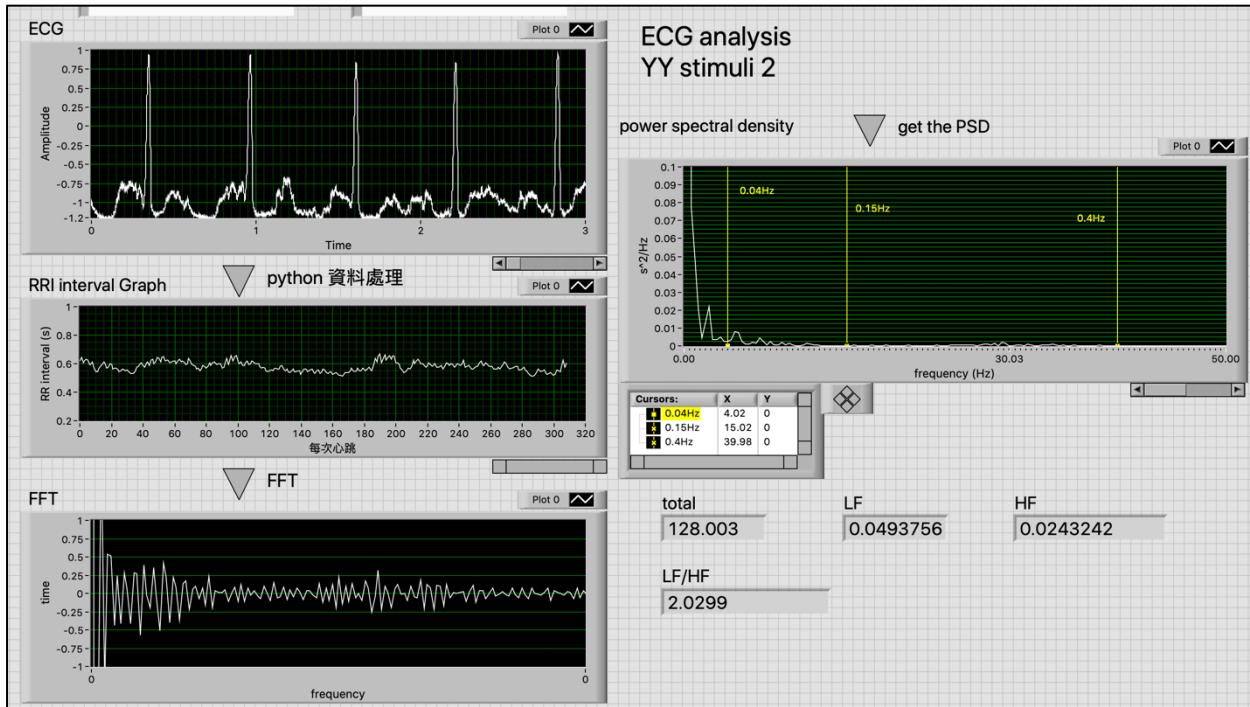


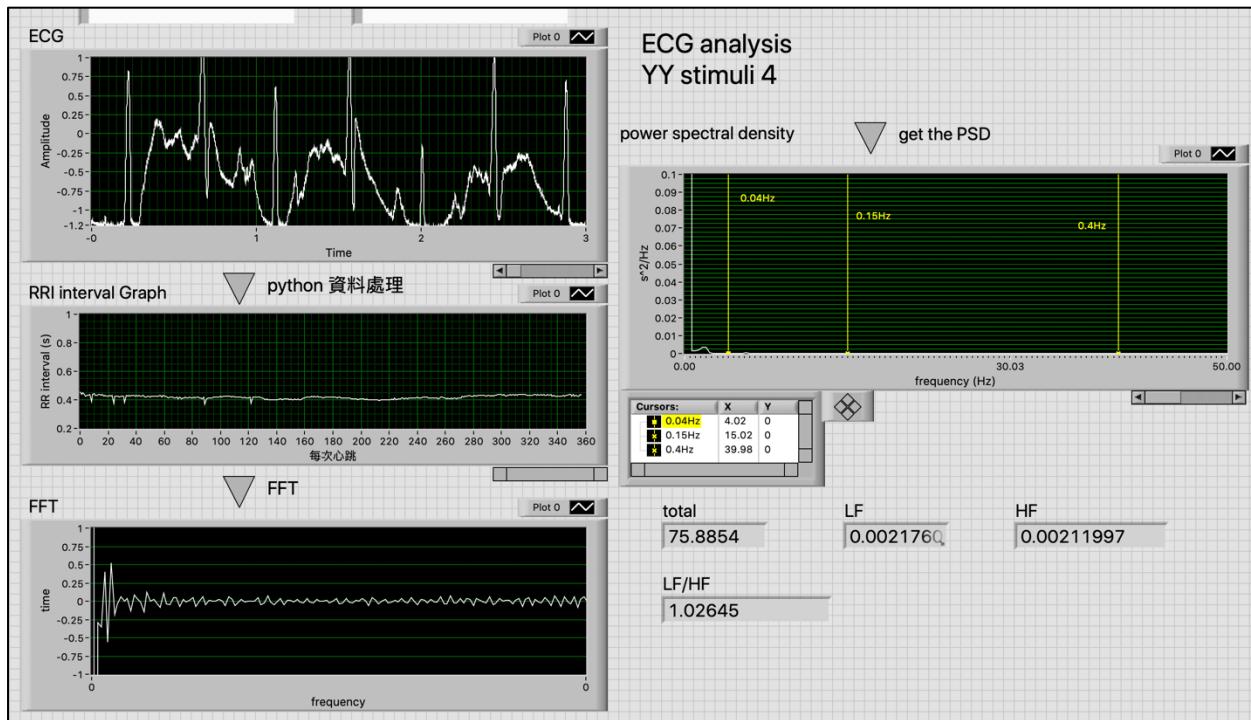




● YY







## 二、ICG 訊號處理分析

### a. 訊號預處理

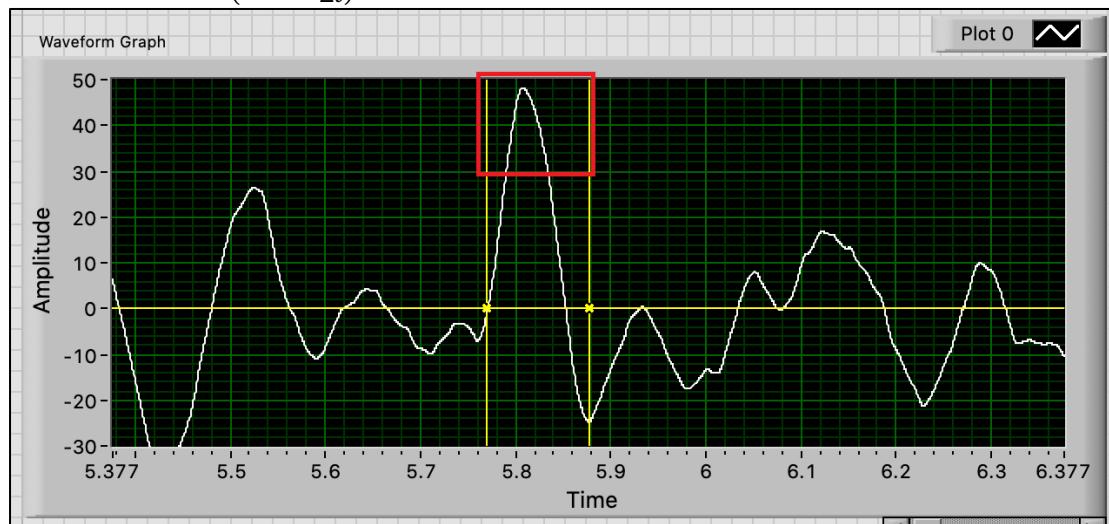
將 raw data 先除 2 再乘以 1000 轉換成 impedance change。接著再將資料對時間進行微分，產出 ICG 訊號。

### b. 抓點

我們使用 python 抓取 C 點、B 點、X 點位置，以進行後續的運算，主要先找出 C 點位置，在由 C 點位置往前往後推得 B 點和 X 點。

- C 點

C 點的方法與前面在 ECG 中找 R 點的方式大同小異。我們觀察到只要訊號來到 30 就會出現 peak，因此我們使用 python 抓取 ICG 訊號兩次通過 30 的 index，並分析兩個 index 中間所夾的所有訊號點，找出的最大值就是所求( $\Delta Zc(t)/\Delta t$ )<sub>max</sub>。



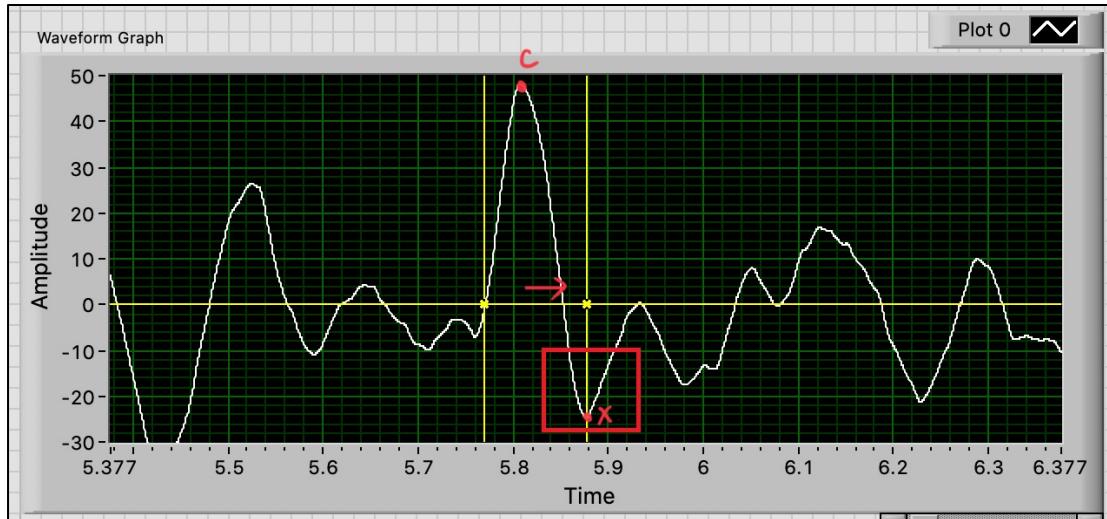
- B 點

找到 C 點後，我們從 C 點 index 往前回推，一直到 ICG 訊號通過 0 的時候該點就是 B 點。



- X 點

找到 C 點後，我們從 C 點 index 往後推，利用與前面找 C 點相似的方法，抓取 ICG 訊號兩次通過-10 的 index，並分析兩個 index 中間所夾的所有訊號點，找出的最小值即可找出 X 點。



### c. SV 計算

將 X 點 index 減去 B 點 index 即為 B-X 之間的訊號數量，在乘以  $1/2000$  秒，就可得到  $T_{LVE}$ 。

我們將所有  $(\Delta Zc(t)/\Delta t)_{max}$  的和  $T_{LVE}$  值取平均，帶入 Kubicek equation 計算出 SV。

詳細步驟請參考 ICG\_process.py 程式碼註解。

### d. SV 結果

- Cmax (ohm/s)

stage	WD	YY
baseline	33.37	35.19
stimuli 1	34.04	35.64
stimuli 2	37.86	37.20
stimuli 3	38.14	38.51
stimuli 4	38.73	39.14

- B-X (s)

stage	WD	YY
baseline	0.1316	0.1572
stimuli 1	0.1220	0.1616
stimuli 2	0.1711	0.1500
stimuli 3	0.1642	0.1499
stimuli 4	0.1535	0.1526

- SV (ml)

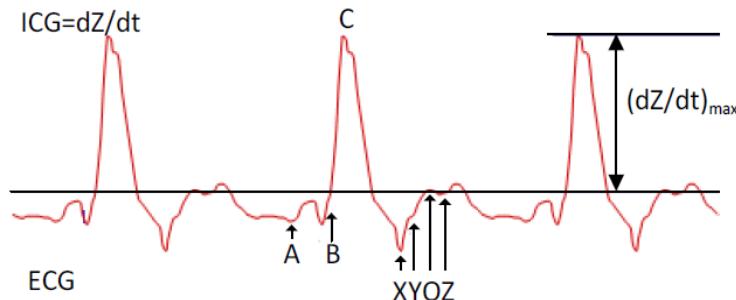
stage	WD	YY
baseline	978.65	1322.8
stimuli 1	925.32	1377.2
stimuli 2	1443.12	1334.18
stimuli 3	1395.49	1380.80
stimuli 4	1324.87	1428.05

e. 誤差討論

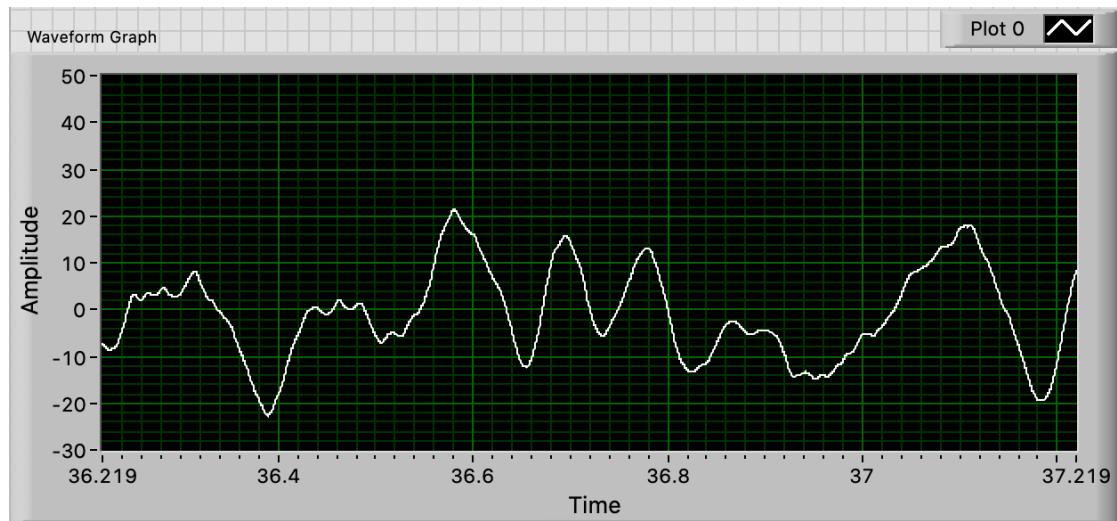
我們計算出來的 SV 數值極大，不太合理，尋其原因，當我們將 Impedance change 微分之後，可以發現 C 點位置的  $(\Delta Zc(t)/\Delta t)_{max}$  幾乎都在 30~50 之間，與正常 C 點的  $(\Delta Zc(t)/\Delta t)_{max}$  (大概 1 左右) 相去非常大。這部分我們不清楚原因，推測可能是因為 raw data 是真實訊號，與理想 ICG signal 有差，導致微分出來的結果與正常值不合。

此外，微分出來的圖形有些區段的圖形與標準的圖形不太相同，所以我們將不合理的圖形資料捨去，只抓取與標準 ICG signal 類似的資料 (有明顯的 peak 的資料)。

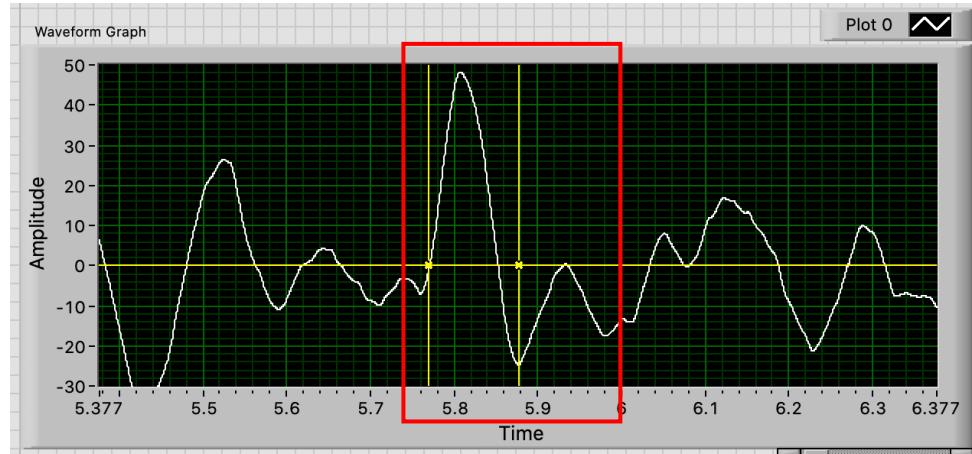
- 標準 ICG signal:



- 我們微分出現的 ICG signal 的某些區段:



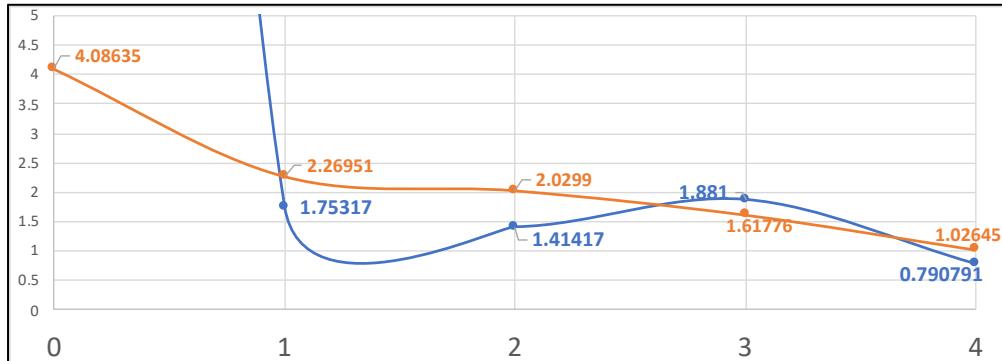
- 我們只抓取這種明確可辨識的訊號，且抓出的 max 值異常的大：



### 三、結果分析

- ECG

HRV (heart rate variability) 頻譜分析中，low frequency 與 high frequency 分別代表心跳間期隨次數的低頻變化與高頻變化，而變化是來自交感與副交感兩者對於心跳的拮抗造成。根據文獻指出，在緊張、精神壓力、運動狀態中 LF 比例會提高；相對的在舒張、放鬆的環境中 HF 會提高。



(藍色：WD; 橘色：YY)

然而，以我們的實驗結果來看，變化趨勢與預測相反：兩受測者的 LF/HF 比直接隨運動階段上升而下降，但我們不清楚原因。

比較兩者數據而言，YY 在 LF/HF 比值普遍較 WD 高。以我們的實驗趨勢來推測，WD 的運動表現較 YY 為佳。