

藍芽生理監測之居家照護裝置

Bluetooth Physiological Monitoring Home Care Device

醫工四乙 10125215 葉競賢, 醫工三乙 10325259 施俊任, 指導老師: 胡威志 教授

Jun-Ren Shih, Jin-Shan Ye, Advisor: Wei-Chih Hu

摘要

藉由文獻指出心電圖訊號 (Electrocardiography, ECG) 與光容積脈搏訊號 (Photoplethysmogram, PPG) 之間具有高度相關性, 所以本研究是用 PPG 訊號來進行分析, 而主要架構是以生理訊號量測裝置和電腦 Visual Studio 2010 做藍芽連結的技術, 利用 Visual Studio 2010 來進行生理訊號的時域分析, 在分析時分別為前端即時訊號分析與後端訊號數據分析。其即時分析以監測 Heart Rate 與 Peak to Peak Interval 為主, 並呈現 PPG 訊號與 Heart Rate; 後端分析擷取前端原始 PPG 訊號, 並利用 PPG 訊號取出 Peak to Peak interval, 再以 Peak to Peak interval 進階分析呈現 Poincaré Plot 圖, 其 Poincaré Plot 圖為二維散佈圖, 同時對於即時的 Heart Rate 與 Peak to Peak interval 做校正。

本研究結果先以 LCD 顯示受測者 Heart Rate 數值, 並在 Visual Studio 2010 Window Form 前端呈現即時 PPG 波形圖與 Heart Rate 數值, 並將訊號數值存取, 後端分析是藉由前端存取訊號數值顯示出 PPG 原始波形, 並利用 Peak to Peak interval 來呈現出其受測者的 Poincaré Plot 圖。藉由理想化的 PPG 訊號所得之 Poincaré Plot 圖, 在未來可藉由專業心臟科醫生來判斷受試者身體自律神經狀態。

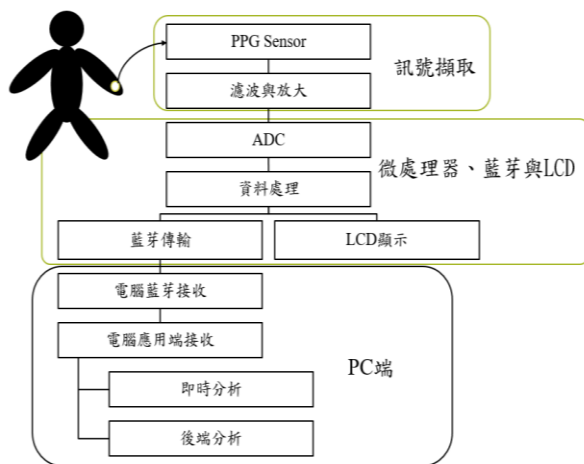
一、研究動機和目的

藉由 PPG 訊號測量結合微電腦裝置將從電路板上輸出之生理電訊號, 經過 ADC

轉換以藍芽無線的方式傳輸, 後在 Visual Studio 2010 實現即時的生理訊號監測, 對於輸入之生理訊號進行時域分析, 以 HR 的方式進行分析, 即能夠監測 Interval、Heart Rate, 再來能將資料以連續不中斷或是特定時間區間內方式儲存, 以使用來進行後端分析, 在即時性前端監測中, 能即時監測受試者的心率以及心跳間期, 並在如果受試者心率以及心跳間期在連續一定時間不正常之時能提供即時的警訊, 讓照護者能夠在第一時間進行相對應的處理, 以更有效率方式來照顧需要被照護者或是避免被照護者發生遺憾的事情, 在後段分析部分來說以特定區間時間的資料範圍來進行 Poincaré Plot 圖之分析, 心臟科醫生利用 Poincaré Plot 圖來判斷受試者本身交感、副交感神經的活躍程度, 又因前端分析是即時且便利性的, 所以能夠達到居家照護中照顧服務、居家護理、復健和喘息服務的需求, 能夠減少照護者的負擔, 並且提高照護者服務的品質。

二、方法

整體架構如圖一所示。量測裝置以固定式套用於使用者手指上, 將 PPG 擷取電路所收集之 PPG 訊號經由 Arduino 微處理進行 AD 轉換並經由 HC-05 藍芽裝置傳輸, 以電腦接收資料並呈現 PPG 訊號, 在後端顯示出 HR 分析與 Poincaré Plot 圖等參數。

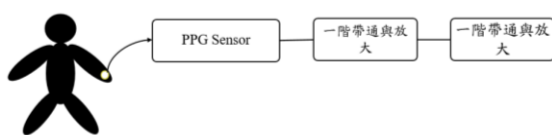


圖一、整體系統架構圖

系統整體架構主要分為三大區。先是訊號擷取部分，此部分包含 PPG 感測器與高、低通濾波電路和放大電路組合之電路；接著微處理器部分，包含類比數位轉換器 (ADC)、資料處理、HC-05 藍芽傳輸及 LCD 顯示心率；以及 PC 端，用 Visual Studio 2010 分心生理訊號做即時分析與後端分析，即時分析為心率呈現、後端分析為 Poincaré plot 圖呈現。

硬體：

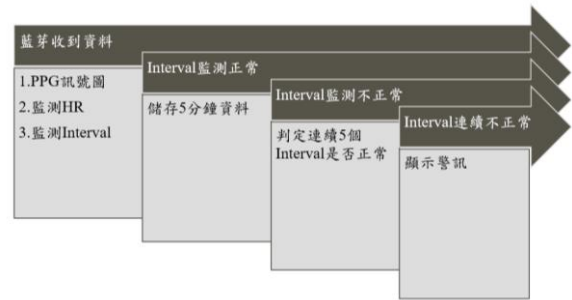
訊號經由電路會將 PPG 訊號內直流訊號去除並抑制高頻訊號的雜訊，再把較弱的 PPG 訊號放大，再把處理過後的訊號傳到微處理器去做後續訊號分析。如圖二。



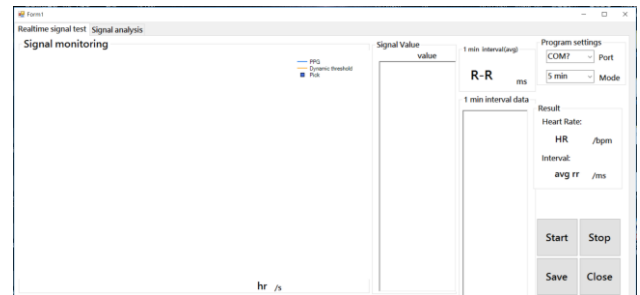
圖二、硬體架構圖

軟體：

從電腦藍芽接收 HC-05 藍芽發送資料，將數位資料經由 Visual Studio 2010 顯示 PPG 波形並持續監測，監測心率與峰對峰值區間是否正常，若正常儲存 5 分鐘訊號，並以其資料進入後端分析；若不正常，監測是否連續 15 秒峰對峰值區間是否正常，其正常一樣儲存資料，其不正常顯示警訊。整體流程圖如圖三所示。Visual Studio 2010 即時分析呈現如圖四所示。



圖三、即時分析流程圖



圖四、即時分析圖

開啟即時所儲存資料，顯示 PPG 波形圖與 Poincaré plot 圖，分析其每分鐘區間內的平均 HR 與 Interval 呈現其值與總區間內的平均 HR 與 Interval 呈現其值。整體流程圖如圖五所示。Visual Studio 2010 後端分析呈現如圖六所示。



圖五、後段分析流程圖



圖六、後段分析圖

三、研究結果

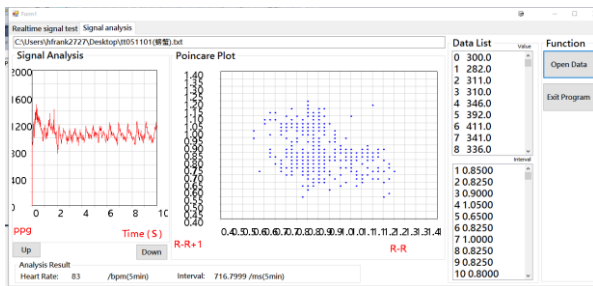
利用 LCD 液晶螢幕顯示其微處理內處理之訊號，以 Heat Rate 顯示。如圖七所示。



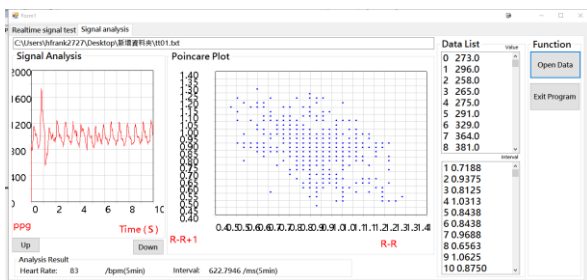
圖七、LCD 液晶螢幕顯示圖

即時監測 PPG 訊號並顯示其波形，並持續監測五分鐘以上，並顯示其 Heat Rate 數值，儲存所量測數值，以利後端分析。

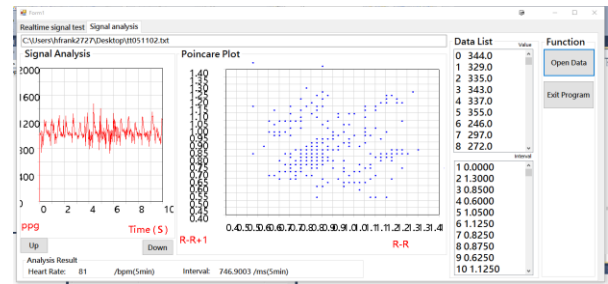
後端分析顯示 PPG 波形圖與 Poincaré plot 圖。將波峰與波峰中間的時間序列的變化，以 Poincaré Plot 圖是將這一些 R-R interval 以二維的方式進行呈現出散佈圖。將每位受試者以 Poincaré plot 圖來呈現，如圖九到十一所示。



圖九、Poincaré plot 圖(受試者一)



圖十、Poincaré plot 圖(受試者二)



圖十一、Poincaré plot 圖(受試者三)

四、討論

1. 討論有關即時心率量測，所呈現數值於血壓機量測兩者所比較誤差。在本研究進行之過程中，利用血壓機量測連續量測 8 次連續心率量測，分 73、70、68、75、63、76、86、79，其平均 73.75。本研究 PPG 量測於 LCD 呈現 74、70、68、69、63、73、75、71，其平均 70.375，本專題量測誤差為 $\pm 4\%$ 左右。
2. 即時監測時為何於不正常區間取值為連續五個區間不正常，當不正常時間是以時間定義時，假如區間為極端值(ex. > 1.2 or < 0.4 秒)，這樣其反應時間太長，所以為了能夠達到即時監測的行動，故區間取值為連續五個區間不正常，推論反應基本時間能介於(2 秒~6 秒間)，但如有連續極端值可能更快或更慢。
3. 在生理資料後端分析中，Poincaré Plot 在所需要的生理資料中，本研究所選取的時間範圍為五分鐘，基本上在選取時間範圍的概念跟心率的測量單位時間是一樣的，其心率的單位是 Bpm 單位是分鐘內，意義在生理學上，心率的每分鐘量測是能表現出一個完整的生理活動的最小單位，然後在 Poincaré Plot 中範圍為五分鐘也是一個最小能呈現自律神經，交感與副交感神經的單位時間，然而五分鐘的資料量也能在程式資料量讀取上較為快速。

五、參考文獻

1. Simulation Recording of an ECG, PCG, and PPG for Feature Extractions Noor Kamal Al-Qazzaz*, Israa F. Abdulazez**,Salma A. Ridha***
2. Monitoring of heart and respiratory rates by photoplethysmography using a digital filtering technique. Nakajima K1, Tamura T, Miike H.
3. Tulppo M, Makikallio TH, Takala T.E.S, “Quantitative beat-to-beat analysis of heart rate dynamics during exercise.”, American Journal of Physiology.”, Vol 40, pp:244-252, 1996.