

開發以無線網路傳輸之多導程心電量測系統

宋文財，陳瑞和，練竑廷

國立勤益科技大學電機工程系

songchen@mail.ncut.edu.tw chenjh@mail.ncut.edu.tw qy008929@yahoo.com.tw

摘要

本研究的目標是針對十二導程心電圖量測透過 ZigBee 技術建置一套生理醫療保健的無線傳輸網路系統作即時的監控。目前，有許多心電圖之即時監測系統，其中絕大多數只提供三個或單一導程的記錄方式。另一方面，若採用十二導程心電圖同時記錄的方法，硬體空間與功率消耗勢必高達單一導程的 12 倍。因此本系統使用了多工的技術，改善了硬體空間及功率消耗問題。本系統由自行開發的心電訊號擷取模組，經由 A/D 轉換電路後，透過 ZigBee 做無線網路之傳輸與接收，再透過 D/A 轉換電路將訊號傳至 DAQ 訊號擷取卡，由 LabVIEW 圖控系統介面呈現而成的一套網路醫療監測系統。

關鍵詞：心電圖、遠端照護、zigbee、LabVIEW 圖控系統、DAQ 資料擷取

1. 前言

近年來，由於資訊科技的進步，使得遠距監控在醫療照護上，逐漸扮演重要的角色。促使無線通訊技術在醫療環境的應用範圍更加廣泛。根據聯合國的調查數據指出，2020 年，全球超過 60 歲以上的銀髮族，將占全球人口數的 15%~20%，再加上少子化現象加溫，逐漸衍生出許多醫療照護方面的問題。未來，若能透過醫療電子進行遠距居家照護，不但能減少高齡化、少子化等因素，造成對社會、家庭的衝擊，更能衍生出龐大的需求市場和商機。加上台灣製造業不但品質優、速度快、運作靈活，還可以快速大量製造、降低成本，有助於打開市場、加速產品的普及化。而資訊電子大廠可以挾最擅長的晶片設計、系統整合、微小化等優勢，投入醫療電子產業，相信對於爭取國際大廠的訂單、迅速累積國際市場知名度，將有相當大的幫助。台灣現在在全球醫療器材市場的市占率仍不到 1%、約 19 億美元，還有很大的成長空間，尤其，醫療電子產品約占醫療器材產值的 60%，相較國外的 40%，更凸顯我國在醫療電子產業的優勢。若能結合我國體質優異的電子產業，相信有機會開創另一頁台灣奇蹟[3]。本研究目的為降低硬體成本與提高系統安全性。再加上電子技術的精進，促使醫療器材朝向微小化、智慧化、簡單化、低侵入性與個人化發展，使得生理量測產品使用範圍由醫院更擴大到一般家庭中。一台簡單的心電圖機只需數顆運算放大器 (OPA)，

硬體成本低廉，最重要的是心電圖訊號不易被模仿或從旁盜錄，大大的提升系統的安全性。

2. 文獻探討

2.1 ZigBee 技術發展

ZigBee 遵循 IEEE 802.15.4 (IEEE 2003) 通訊協定，以美國柏克萊大學所創，以 Mote 為基礎的 WSN 與 NASA 噴射引擎實驗室 (JPL) 所建的感測網 (Sensor Web, SW) 為最具代表性。ZigBee 遵循 IEEE 802.15.4 協定，是一種新的短距離無線通訊標準，最大優勢在於低成本、低耗電及應用範圍廣。這項標準最主要用來改善藍芽技術 (802.15.1) 的缺點，因為藍芽技術只能擷取七個無線設施，而 ZigBee 卻能掌控六萬多個；從開啟藍芽耳機到擷取藍芽手機的訊號約 3~4 秒，Wi-Fi 系統也是如此，但 ZigBee 介面傳輸只 30 毫秒 (ms)。這種 802.15.4/ZigBee 可以設置在手機上或遙控器上，在一個空間內可迅速抓取各個配備同樣介面的無線設施訊號，應用層面非常廣泛 [4]。舉凡建築物自動化、個人醫療與照顧、工業控制、住宅自動化、電腦周邊之遙控與家電自動化等。ZigBee 是一種新興的短距離、低功率、低速率無線接入技術，工作於無須註冊的 2.4GHz ISM 頻段，傳輸速率為 10~250kb/s，傳輸距離為 10~75m。它看起來更接近於藍牙，但比藍牙更為簡單，具有更低的傳輸速率和功率消耗，大多數時間處於睡眠模式。ZigBee 聯盟在制定 ZigBee 標準時，採用了 IEEE 802.15.4 協定作為其物理層和媒體接入層規範。在其基礎之上，ZigBee 聯盟制定了資料連結層 (DLL)、網路層 (NWK) 和應用編程介面 (API) 規範，並負責高層應用、測試和市場推廣等方面的工作 [5] [6]。表 1 為目前市面上新興無線技術比較。

表 1: 目前市面上新興無線技術比較

標準	頻寬	功耗	特性	應用
Wi-Fi	達 54Mbps	40+mA TX, 待機 20mA	高速 數據	網路瀏覽、 PC 網路、檔 案傳輸
藍芽	1Mbps	40mA TX, 待機 0.2mA	互通 作業	無線 USB 手 持裝置

ZigBee	250Bps	30mA TX， 待機 3mA	電池 壽命 長、低 成本	遙控、電池 供電系統、 感測應用
--------	--------	--------------------	-----------------------	------------------------

3. 心電圖原理

3.1 心電生理原理

心臟可以區分為左心房、左心室與右心房、右心室，心臟的收縮便是由右心室上竇房結(SA node)產生每分鐘大約60次的微小電脈衝訊號所控制。一般靜止情況下的心臟細胞帶有電荷，稱作「極化(polarized)」，一旦心臟受到電刺激將引起「去極化(depolarized)」，心肌細胞將帶正電荷並產生收縮反應，簡單說之，『去極化』可視為細胞內電荷由負轉變為正刺激心肌細胞的收縮，而『再極化(repolarization)』就是將『去極化』原本帶正電荷的細胞再次回復原本帶負電荷的細胞[4]。如圖1所示。

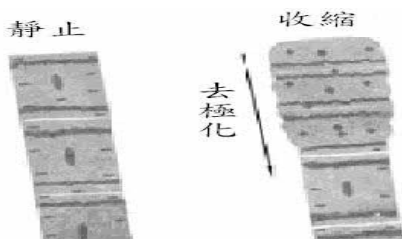


圖1 心肌收縮運動[4]

3.2 心電圖判斷原理

心臟是一個三度空間的器官。因此，他的電氣活動也必須以三度空間的觀念來瞭解。最早的心電圖學家，在將近一世紀前發展出肢導程，就已經知道只有兩三個導程並不足以瞭解心臟的電氣活動。今天，標準的心電圖包括十二個導程，每個導程所記錄的波形都取決於電極在體表的位置和方向，每個導程都以獨特的角度來觀察心臟，以便能對心臟的特定部位有較高的敏感度。觀察的角度越多我們就能得到越多的資訊[5]。正常的心電圖共有PQRST這五個波組如圖2所示。

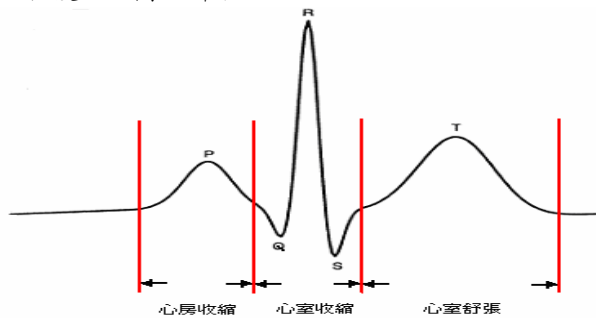


圖2 正常心電圖[5]

4. 系統架構與組成

4.1 8051 單晶片

『8051』源自 Intel 公司的 MCS-51 系列，而目前所採用的 8051，並不限於 Intel 公司所生產的，反而倒是以其他廠商所發行的相容晶片為主，如 Atmel 公司的 89C51/89S51 系列，其價格便宜、品質穩定、發展工具齊全，早為學校或訓練機構所歡迎。8051 單晶片發展至今，雖然有許多廠商各自開發不同的相容晶片，但其基本規格沒有多大的變動，如下所示為標準的 8051 規格。

8051 為 8 位元微處理器。

- (1) 程式記憶體 ROM：內建 4k bytes、外部最多可擴充至 64k byte。
- (2) 資料記憶體 RAM：內建 128 bytes、外部最多可擴充至 64k bytes。
- (3) 四組可位元定址的 8 位元輸出埠，即 P0、P1、P2 及 P3。
- (4) 一個全雙工串列埠，即 UART：兩個 16 位元計時/計數器。
- (5) 五個中斷源，即 INTO、INT1、T0、T1、TXD/RXD。
- (6) 111 個指令碼。

4.2 XBee 無線模組

XBee 為 Digi 公司所研發的 ZigBee 的無線開發模組，如圖 3。



圖3 XBee 無線模組

XBee 模組的主要特點：如圖 4 所示。

- (1) 高性能、低成本
- (2) 低電力
- (3) 先進的網路和防護措施
- (4) 容易使用

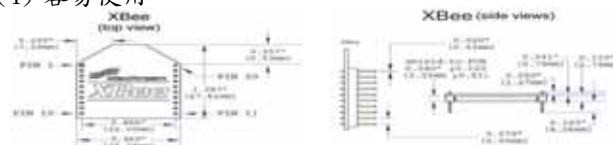


圖4 XBee 頂視圖與側視圖

4.3 DAQ 訊號擷取卡

DAQ 系統可以讓資料之擷取、分析、呈現結果、儲存以及網路傳送等功能開發，變得更快更有效率。DAQ 訊號擷取器能夠建立類比輸入、類比輸出、計數輸入、數位輸入等四個動作。再配合上 LabVIEW 圖形化程式介面軟體使用，本研究採用 USB-6009 型號的 DAQ 訊號擷取器，如圖 5 所示。



圖5 USB-6009 DAQ訊號擷取器



圖9 無線接收實體圖

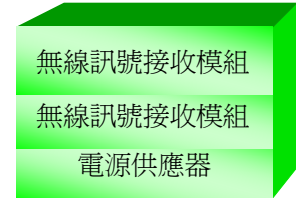


圖10 無線接收示意圖

5. 系統架構流程，如圖6所示。

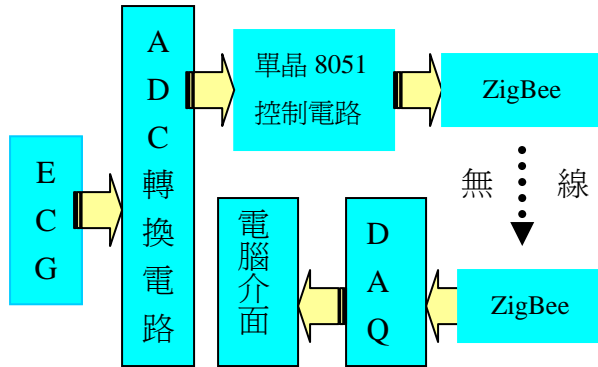


圖6 系統架構流程圖

6. 成果

6.1 心電訊號擷取模組，如圖7所示。

- (1) 將電極貼片貼置人體量測訊號之位置後，接至多工與導程選擇模組。
- (2) 多工電路屬自動部份，可由該電路內部之單晶片控制，自動依序跑完心電量測之所需十二導程訊號；手動部份則由控制面板之選擇，針對所須觀察之導程擷取該部分訊號。
- (3) 透過多工與導程選擇模組擷取之訊號傳至心電訊號擷取模組以產生該導程相對應之心電波形訊號。
- (4) 將所量測完成之心電波形訊號傳送於無線傳輸模組，透過該電路之A/D轉換後至Xbee進行無線傳輸至PC端之無線接收模組，由PC端之LabVIEW圖控系統介面呈現該心電訊號波形。



圖7 心電訊號擷取實體圖

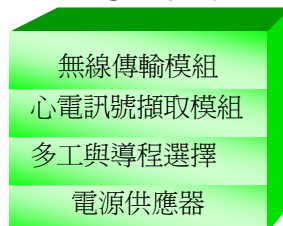


圖8 心電模組示意圖

6.2 無線訊號接收模組，如圖9所示。

- (1) 接收由心電訊號擷取模組所傳至無線訊號，由該模組內部電路之D/A轉換後，傳至DAQ資料擷取卡。

7. 系統成果

本系統是以LabVIEW圖控程式撰寫而成的操作介面，主要功能為心電量測訊號之波型顯示即針對心電波型圖之自動及手動資料儲存功能，可供醫生針對有疾病患者的長時間紀錄與觀察。

7.1 心電圖量測介面

(1) 自動心電波型圖儲存與控制

如圖11所示，可自由設定間隔時間，第一筆資料為自動存檔按鍵ON時，再依間隔時間自動儲存心電波形，同時心電波形圖存放在個人所設的波形自動存檔路徑資料夾中。

(2) 手動心電波型圖儲存與控制

如圖11所示，每當按下存檔時，即可將心電波形圖存放在個人所設的波形手動存檔路徑資料夾中。

(3) 自動儲存之功能顯示(時間間隔為五秒)如圖12所示。

(4) 手動儲存(隨機手動儲存)如圖13所示。



圖11 心電量測介面圖

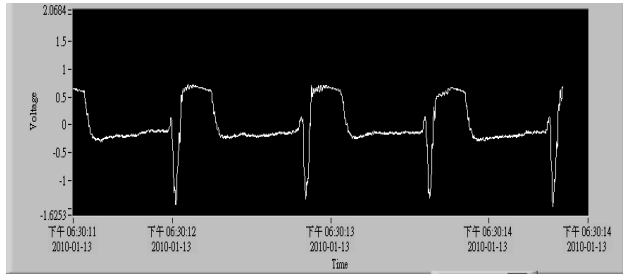


圖 21 V2 導程

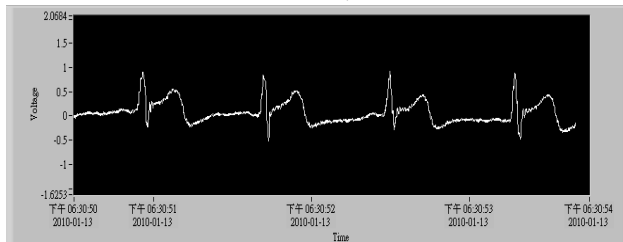


圖 22 V3 導程

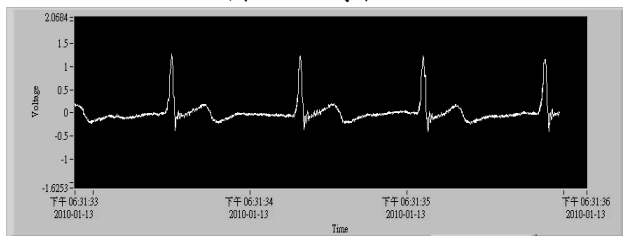


圖 23 V4 導程

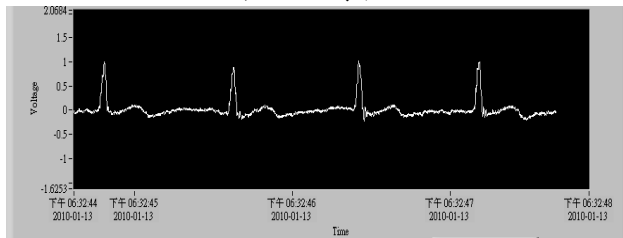


圖 24 V5 導程

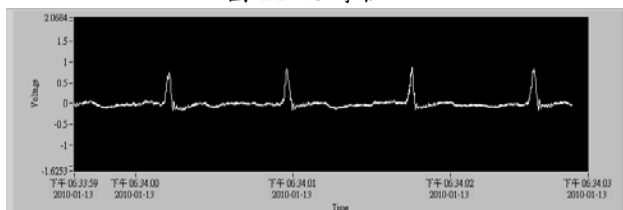


圖 25 V6 導程

8. 結論

心電圖能夠判斷各種心臟疾病，在心電圖上可知道心臟形態上的變化。從不同導程的心電圖畫面上的變化，讓醫生作出更精準的判斷，找出病因。在心電圖上我們可以知道是傳導系統的哪個節點出了問題，可以使我們更了解自己的身體狀況，也能及早發現病因。對於有心臟疾病的患者是需要長期觀察的，醫生更不可能都 24 小時都待在身旁，於是病患在家中的自我照料是非常重要的。

本研究主要以各種生理感測模組透過 ZigBee 技術建

置一套醫療保健的無線傳輸網路系統，發展一套無論在醫療院方的集中管理、個人的保健醫療或是結合已經相當普及化的 Internet 實施遠距醫療均適用的系統。將訊號儲存或即時分析並將結果透過無線網路裝置傳輸至中心監視系統之網路伺服器。

參考文獻

- [1]張凱熊，“嵌入式心電量測系統設計及其在遠距個人保健上之應用”，國立成功大學電機工程系，2004
- [2]張朝凱，“單導程心電圖身份辨識”，朝陽科技大學資訊工程系，2005
- [3]呂嘉陞，“心電圖學必備”合記圖書出版社，台北，2001
- [4]“心電圖病例簡介”，達楷生醫科技股份有限公司，中壢
- [5]涂清源，“建構無線傳輸與網際網路之居家看護系統”，私立中原大學醫學工程學系碩士學位論文，2002
- [6]蕭凱仁，“單晶片控制之藍芽通訊板作血壓信號傳輸應用”，國立成功大學電機工程學系碩士論文，2004
- [7]秋豔芬，“簡易心電圖讀本”華杏股份有限公司，台北，1996
- [8]彭立帆，“無線行動式心電圖即時監測裝置”國立陽明大學醫學工程研究所碩士論文，2006
- [9]林俊宏、韓威如、莊智元，“Lab VIEW硬體介面-DAQ感測器篇(含生理感測)”，高立圖書有限公司，台北，2006
- [10]林俊宏、韓威如、莊智元、蕭子健，“硬體介面專題製作Lab VIEW 7X”，高立圖書有限公司，台北，2005
- [11]蕭子健、王志昱、儲劭偉，“虛擬儀控制程式設計Lab VIEW 7X”，高立圖書有限公司，台北，2007
- [12]劉省宏，“醫用電子學”，全華科技圖書股份有限公司，台北，2000
- [13]陳瑞和、呂欣澤、翁茂鈺，“感測與轉換器補充教材”，國立勤益科技大學，台中，2006
- [14]劉昌祐，“居家型心電圖診斷系統之發展”，國立陽明大學醫學工程研究所碩士論文，2006
- [15]“心電圖感測器”，益眾科技股份有限公司，台北
- [16]“生物醫學傳感器與檢測技術”，化學工業出版社，台北
- [17]Dixie, F., 1994. “In-home tes make health care easier,” FDA Consumer, v. 28, p 25-28