

應用雲端技術於即時生理訊號監測系統

黃勤鑑*

國立高雄第一科技大學
電機工程研究所

e-mail : chini@nkfust.edu.tw

邱奕鈞

國立高雄第一科技大學
電機工程研究所

e-mail : u0116809@nkfust.edu.tw

摘要

病人在醫院看病時，有時並非是真正發病的當下，導致醫生在診斷病患的病況，無法即時依病人發病的情況對症下藥。病人可能會在生活中因為不明原因發病，或者慢性疾病突然病發而死亡。但其實當病人快病發時，人體都會出現某些徵兆，而這些徵兆以心血管疾病為例如心電(Electrocardiogram)、血壓(Blood Pressure)及血氧(Blood Oxygen)這三大的生理訊號。而本研究之目的主要在設計一整套系統設備得以長時間配戴在病人身上，紀錄病人的生理訊號。將即時訊號傳送至雲端伺服器做即時記錄，讓需要觀察與診斷病人的醫生或家屬能即時的掌握病人的情況，並在危急時發送簡訊或E-MAIL 通報。提高病人的生存機率。
關鍵詞：心電、血壓、血氧、雲端伺服器、生理訊號監測系統。

Abstract

It is not on the onset, when patients see a doctor in hospital sometimes. These situations will let doctor not easy diagnose. But at the time of the onset there are some signs will appear. These signs with cardiovascular disease are Electrocardiogram (ECG), Blood Pressure and Blood Oxygen that could be measurable. The main purpose of this study is to design a overall system that can be worn on the patient for a long time and record the patient's physiological signals. The Immediate physiological signals will be real-time sent to the cloud server for recording. These records could be monitored or analyzed with doctor or family to catch the patient's situation immediately. Therefore improve the patient's chances of survival.

Keyword : ECG 、 Blood Pressure 、 Blood Oxygen 、 Cloud server 、 Physiological signals monitoring 。

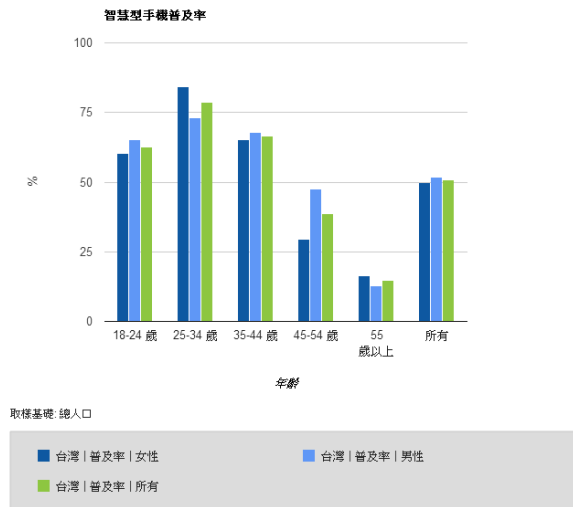
1. 前言

我們以心血管疾病為例人體的心電(Electrocardiogram)、血壓(Blood Pressure)、血氧(Blood Oxygen)為主要的三大生理訊號，都透露著一個人的身體健康狀況與否的特徵，藉由觀察這三大生理訊號的特徵，幫助醫生了解病人的生理狀況，以及病情的嚴重性，但有時候這些危機的生理訊號，並非都能夠在當下看病的時候發生。這也造成醫生未能在發病的當下就立即對症下藥，甚至一些慢性疾病的危機訊號發生時，家人也未能在第一時間內得知狀況，導致延誤就醫治療。因此，若能有一長期而即時量測記錄的生醫平台，將這些重要的生理訊號做傳送紀錄，以提供給醫師做有效診斷病人的歷史依據。又隨著網路科技與智慧型手持式裝置的發展，手持式裝置當作客戶端作為生醫平台與伺服器溝通的橋樑。並應用雲端技術提供多人連線巨量資料處理。而這將會是對提高病人生存機率的福音。

2. 研究動機

本研究承襲了[1]的系統，對其研究做延伸與改良。台灣因人口老化[2]、毒食品盛行[3]、環境汙染嚴重[4]。造成眾多人口罹患許多慢性病。使遠距醫療監控、居家照護逐漸扮演重要的角色。所以我們利用生醫平台，將心電、血壓、血氧這三大訊號做了整合。加上近幾十年來隨著資訊科技的進步，無線人體區域傳感網路(Wireless Body Area Sensor Network)發展迅速，因此大家開始重視這些網路技術如何應用。台灣智慧型手機的普及，[4]所提供資訊顯示智慧型手機普及率已達 51%如圖 1。因此使用可攜帶的生醫平台結合智慧型手持式裝置應用於雲端技術，讓智慧型手持式裝置透過藍芽傳輸接收生醫平台所量測到的訊號並使用智慧型 WiFi 或 3G 網路通訊的技術，將病人生理訊號上傳至雲端儲存。提供醫師以及病患家人這些病患的生理資訊。讓醫生能藉由這些生

理訊號資訊，對病患病情做出正判斷。提高病人的生存機率。



3. 系統硬體規格

3.1 DMATEK 生醫平台

本研究採用「長高科技股份有限公司」所研發的DMATEK生醫電子整合平台來量測人體的心電、血壓、血氧三大生理的訊號。此平台硬體為六合一心電模組、血壓模組，通訊模組，其通訊模組包含有線連接RS232傳輸埠、無線的藍芽(Bluetooth)傳輸模組、無線的點對點(ZigBee)模組、自動組網(ZigBee)模組可透過有線或無線將資料傳送至終端設備，DMATEK生醫電子整合平台如下圖2所示，各模組如圖3所示。



圖 2 DMATEK-Android生醫電子整合平台[6]



圖 3生醫電子整合平台各硬體模組
DMATEK生醫電子整合平台的硬體包

含、心電測量模組、血氧測量模組以及血壓測量模組，以及整合這三種模組的六合一生醫模組整合電源底板。而生醫平台所取得的量測資料皆由串列輸出整合至中央處理模組來進行處理，資料處理完後的生醫資訊利用各種不同的通訊模組將訊號傳送至終端設備[6]。

3.2 Samsung 平版電腦

本研究用以接收DMATEK生醫電子硬體訊號的智慧型手持式設備為Samsung GALAXY Note 8.0平版電腦，利用其平版上的藍芽通訊功能與生電子整合平台通訊。Samsung GALAXY Note 8.0平版電腦裡面搭載著是Android 4.1作業系統有利於在平台上開發應用程式，下表1為Samsung GALAXY Note 8.0平版電腦的規格。

表 1 Samsung GALAXY Note 8平版電腦規格

LCD 尺寸	8 吋 TFT PLS (支援多點觸控)螢幕解析度 1280 x 800 (HD, 189 ppi)
中央處理器	Exynos 4412 + XMM6262 1.6 GHz 四核心
主記憶體	RAM: 2 GB
儲存容量	ROM: 16 G、外接記憶體最高支援至 64 GB MicroSD
顯示晶片	
無線網路	WiFi (802.11 a/b/g/n (2.4 & 5 GHz) + CH Bonding, WiFi Direct)、Bluetooth V4.0、3.5G / HSDPA, 3G / WCDMA, EDGE, GPRS, UMTS 2100
電池	標準容量 4600 mAh
作業系統	Android 4.1
尺寸及重量	尺寸 210.8 x 135.9 x 7.95 mm 重量 345 g

3.3 伺服器電腦

伺服器用於接收從平板電腦所傳送之生醫訊號的程式。採用JAVA語言開發因此並無作業系統上的限制，但程式效能會隨硬體好壞與作業系統而有所影響。下表2為伺服器的作業系統與硬體規格，依此當作一個需求基準。

表 2 雲端伺服器規格

中央處理器	Intel(R) Core(TM) i5-2500 CPU @ 3.3.GHz
主記憶體	DDR3 4G
儲存容量	Seagate 500GB 7200 轉 16MB SATA III
作業系統	Windows 7 64 位元專業版

4. 人體生理訊號介紹

4.1 生醫平台血壓測定原理

DMATEK生醫電子整合平台血壓是採用示波振幅法(Oscillometry)測量，如下圖4所示。

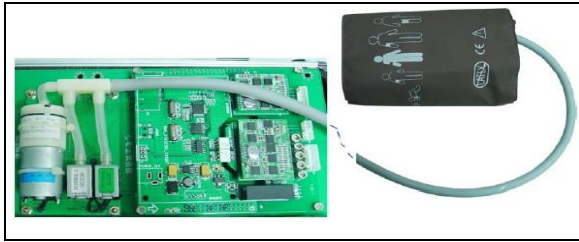


圖4 血壓的測量方法

示波振幅法是將上臂包覆壓脈帶，然後使得壓脈帶充氣給予壓力，壓迫上臂血管，使血流停止，之後再緩緩的放鬆壓力，此時血管中血流壓會因心臟跳動時血管壁的震動至壓脈帶，從而測定壓脈帶的壓力振幅，來決定血壓值[6]。

4.2 生醫平台血氧測定原理

DMATEK生醫電子整合平台血氧的測定是採用不會發出兩種不同波長的通極體探頭套測量方法，將兩種不同的光轉為電信號後，信號越弱表示透過指尖時被組織和血液吸收的越多，而因指尖的骨骼組織對於透光率是固定的，又因血液是流動的，所以而得計算出血氧飽和度，圖5量測方式示意圖[6]。圖6實機量測圖。

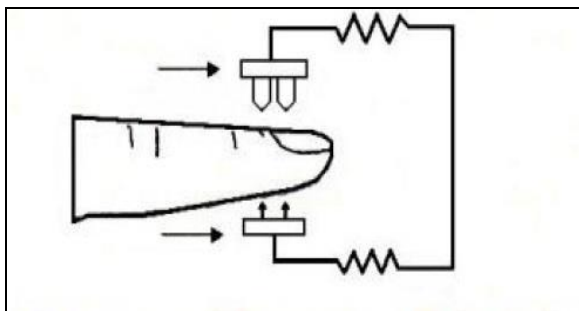


圖5 血氧的測量方法



圖6 實機量測圖

4.3 生醫平台心電測定原理

DMATEK生醫電子整合平台量測心電訊

號的方式是採用Electrocardiogram(ECG)測量方法。心電訊號的行為起源於竇房節(SA-node)，亦稱之為心臟的節律點，是位於右心房上壁的一組特化神經肌肉纖維組織，平均每分鐘約有60至100次的去極化作用，當竇房節開始作用時，電性脈衝首先會傳導至左右心房，使得左、右二個心房收縮，然後傳導至位於左、右心室間的房室節(AV node)，藉由左、右束枝的電性傳導，引起左、右心室的收縮將血液輸出送至全身，如下圖7所示[7][8]。

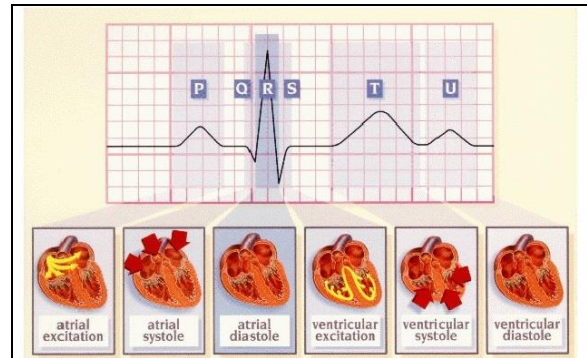


圖7 心臟放電過程圖形[6]

ECG有五條測量的導線，分別可以測量出標準肢導程I、II以及胸前導程V1波型與心率，其對應位置分別為LA、RA、RL對應I波型，LL、RA、RL對應II波型，V對應V1波型與心率，而導線將連接人體的五個位置[6]，如圖8。圖9為量測使用的硬體。

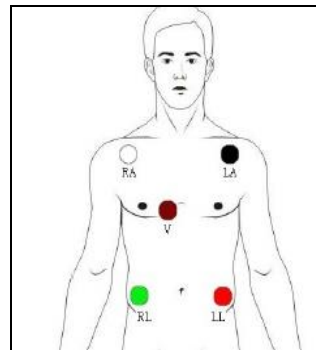


圖8 ECG導線連接位置[6]

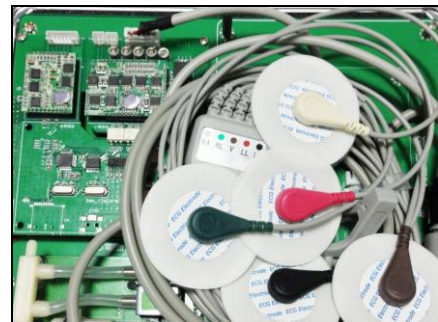


圖9 生醫平台心電導聯示意圖

4.4 生醫電子整合平台的訊號封包

Android客戶端透過藍芽從生醫電子整合

平台所取得的三大生理量測訊號必需要進行解碼，才能獲得正確的生理訊號數據，如下表 3 為從生醫平台取得的三大生理訊號數據封包格式。

表 3 生醫平台訊號封包[1]

生理訊號數據	定義
心電封包	ECG 標準五導聯。
	傳輸速率：為每秒 250 個資料包，每包 15 個位元組。
血氧封包	同步標頭+標誌字+標準 BCI 血氧通訊協定。
	傳送速率：為每秒 60 個資料包，每包為 7 個位元組。
血壓封包	同步頭+標誌字+標準 CAS 血壓協定。
	傳送速率：為每秒 5 個資料包。

5. 系統架構

5.1 研究架構

在系統架構設計參考了許多生醫相關文獻[9][10]。本研究主要是利用以下不同種類的無線網路整合，來傳送與記錄人體的心電、血壓、血氧三大生理訊號，下圖 10 為整體系統的網路傳輸視意圖。



圖 10 網路示意圖

本研系統可以劃分為 DMATEK 的生醫電子整合平台將測量心電、血壓、血氧這三大生理訊號，利用藍芽通訊將訊號資料送出給 Android 平版，而在 Android 平版電腦使用 WiFi 或 3G，將這些生理訊號傳送於雲端的伺服器主機，讓

家人與醫師能利用網際網路觀察或監測受測者的生理訊號，下圖 11 為系統流程架構圖。

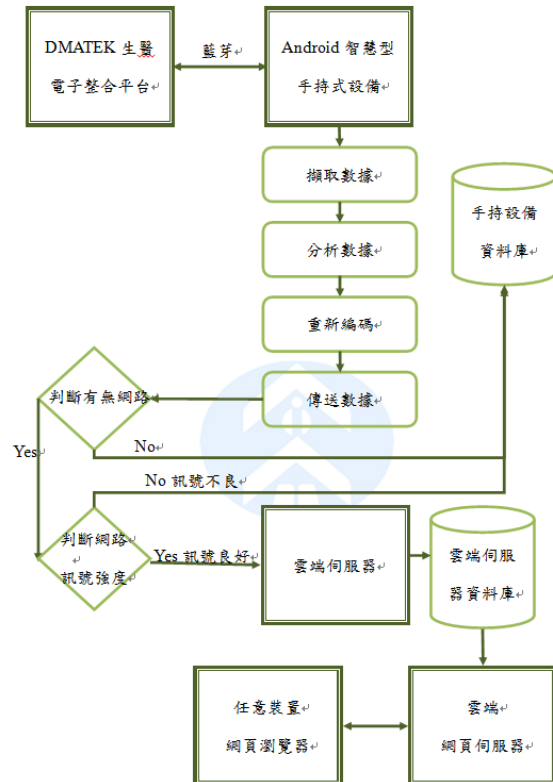


圖 11 系統流程架構圖

我們透過了藍芽通訊技術，使得 Android 智慧型手持式設備能與生醫電子整合平台做連接，而此系統能操作生醫平台的量測與紀錄生醫平台測得的訊號，是利用生醫平台與 Android 平版電腦本身提供的藍芽傳輸模組來達到互相連接與溝通。

在這個系統的流程是由受測者在任何狀態下，如睡覺、跑步等過程中，使用 Android 智慧型手持式設備，操作生醫平台進行生理訊號的量測，當 Android 智慧型手持式設備與 DMATEK 生醫電子整合平台連接時，Android 系統會接受到平台量測訊號，在接收到量測訊號數據時，系統會進行數據的擷取、分析以傳送數據至雲端伺服器。

而在傳送數據的過程中，若受測者所在的地點有可用的網路，系統會先偵測是否有可用的 WiFi 或 3G 網路。若有網路則會判斷訊號的強度是否能穩定傳送資料。訊號強度夠強時與雲端伺服器進行上傳生理訊號數據之動作。若系統並未偵測到有可用的網路或網路訊號微弱時，則會先將生理訊號儲存在 Android 智慧型手持式設備上，待系統偵測到網路時，受測者可以將儲存至系統內的訊號上傳至雲端伺

服务器。

接下來當 Android 智慧型手持式設備在不斷的送出受測者的生理訊號時，雲端伺服器能將訊號做接收以及分析訊號標頭將其訊號分別的存至系統的資料庫，並提供網頁的通訊接口，讓家人與醫師能更輕易使用不同的智慧型電子產品進行監測與做為醫師的診斷依據。

5.2 生理訊號封包定義

以下就系統的生理訊號封包說明如下，當我們從量測端獲取的原始生理訊號數據，我們將數據解碼後，必須再對數據進行新編碼以使數據能夠更清楚的被做紀錄以及使用。為了能識別生理訊號是哪一個受測者所量測的訊號以及是在哪些時間點受測得的，所以我們將所收到的每一筆原始數據都加上使用者的識別名稱(身份證字號)以及當時所量測的時間，接下來再將所有數據分別上傳至雲端伺服器以提供家人或醫師的觀察與診斷，下表 4、5、6 為我們再重新定義心電、血氧、血壓的封包編碼格式。

表 4 心電封包編碼格式

[Header]	[UserID]	[Data]	[DateTime]
HEARTRATE	IDATA	IIDATA	V1DATA

表 5 血氧封包編碼格式

[Header]	[UserID]	[Data]	[DateTime]
OXIMETRY	PULSE	PLUSEDATA	

表 6 血壓封包編碼格式

[Header]	[UserID]	[Data]	[DateTime]
OXIMETRY	PULSE		

5.3 網站架設

本論文的研究中，我們建立網站的目的，是為了讓醫生以及受測者與家屬方便進到雲端伺服器來觀察與診斷受測者的生理訊號，並且提供能讓管理員審核權限，如下圖 12 所示，

而為了使家屬、醫生以及管理員可以登入網站，所以我們必須要有一個用戶註冊頁面，再來根據註冊帳號的權限，導入到不同的搜尋頁面或管理頁面，接下來依據搜尋或管理的指令，再從伺服器資料庫將資料依指令做其對應之動作。

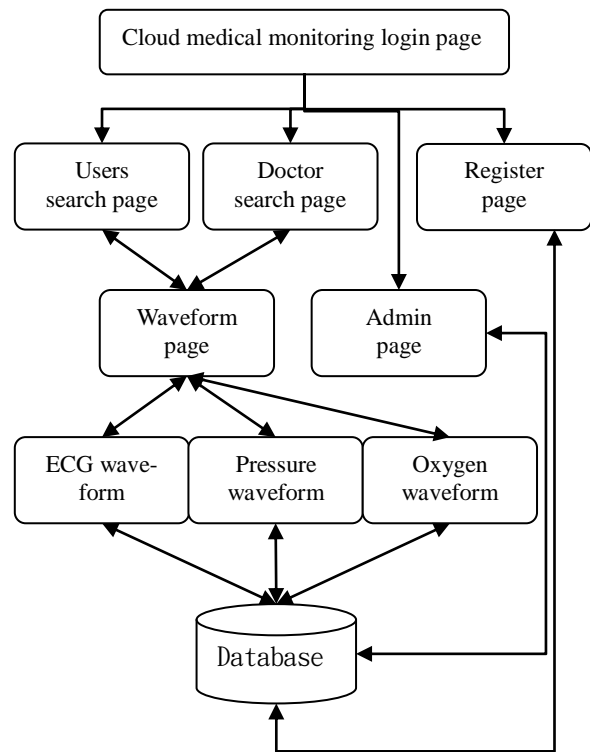


圖 12 雲端醫療監測網站製作流程圖

5.4 系統優化

在[1] 應用雲端技術於即時生理訊號監測的研究中存在兩大問題。第一個問題是客戶端傳送資料時封包遺失，而封包遺失率會隨著系統運作時間而增加。為了找出遺失的原因比對伺服器端接收到之封包與客戶端編碼完成時之封包，發現兩邊的封包資料一模一樣。因此推斷封包遺失應發生在客戶端由藍芽接收生醫平台訊號時。分析系統運作發現發包遺失是因為多執行序的問題。系統使用了四個執行序處理封包，第一個為主執行序(Main Thread)處理接收生醫平台的訊號簡稱 MT、第二個為傳送與刪除血氧封包的執行序(Oxygen Thread)簡稱 OT、第三個為傳送與刪除血壓封包的執行序(Blood Pressure Thread) 簡稱 BPT、第三個為傳送與刪除心電封包的執行序(ECG Thread) 簡稱 ECGT。MT 一直接收生理訊號資料並編碼成封包依血氧、血壓、心電訊號種類分別存在血氧、血壓、心電封包暫存區。OT、BPT、ECGT 固定一段時間區段後會傳送封包並刪除暫存區資料。四個執行序的時間狀態圖如圖 13。發生原因以時間狀態圖說明。當 OT、BPT、ECGT 在 T3 時間區段執行傳送資料動作時，送出 T1、T2 由 MT 接收的資料。MT 在 T3 時間區段仍在接收資料並存到暫存區，而 T4 時

執行序時序狀態圖



圖 13 執行緒狀態時序圖

間區段 OT、BPT、ECGT 執行刪除占暫存區資料的動作，此時暫存區雖有資料但直接被刪除。導致下次傳送時 T3 區段接收的封包遺失。[1]系統無平行化處理因此在多執行序運作下會發生執行序互相競逐單一處理核心資源的問題，這點是導致遺失率隨時間增加而上升的原因。

本研究也是執行於無平行化處理之系統，因此不採用多執行序法來傳送與刪除封包。而是採用封包計數法來傳送封包。封包計數法方式為使用一個執行序接收生醫訊號，接收的過程照其生理訊號種類重新編碼為血氧、血壓、心電三種封包並加以計數資訊。當該種類的封包計數到 1000 筆資料後會傳送並刪除暫存區資料。只用單一執行序避免傳送的同時還在接收資料的問題，也減少多執行序消耗的系統資源。封包計數法經過實驗後系統已經不再發生封包遺漏之問題。

第二個問題為伺服器端資料庫存取過慢而導致伺服器系統延遲，經分析程式碼與運作流程後發現原因出在資料在存取的過程是解析完所有封包後，一個封包一個封包的存入資料庫。造成 CPU 附載過重，參考[11][12]SQL 語法，[11]測試資料庫存取六十萬筆數據儲存時間只花費 6.98 秒。造其存取方式在客戶端接收由藍芽接收到生醫訊號的同時，把其編碼為 SQL 大量插入的資料格式。伺服器在接收到資料時只需一次性寫入資料庫即可。本研究客戶端三大生理訊號封包一千筆封包傳送一次，一分鐘約傳送六千筆資料。在新的方法之中只需存取資料庫六次而非六千次。解決了原系統資料庫存取過慢導致伺服器系統延遲的問題。

另外在無網路的環境下[1]的研究中會把

生醫訊號資料存於 Android 手機上的 SQLite 資料庫中。因 Android 手機無法建立 MySQL，而 SQLite 資料格式也無法直接匯入 MySQL 資料庫中。所以本研究在無網路下將資料存於 Android 上的方式為生醫訊號以 MySQL 的格式編碼於文字檔內。文字檔資料上傳於伺服器後，伺服器可用批次檔方式將上傳資料寫入資料庫。這種方式優點是不需額外資源在手機上建立 SQLite 降低客戶端對手機硬體執行效能的要求，批次檔好處是不用額外的程式即可執行相關指令。

6. 實驗流程和結果

本論文的實驗將記錄人在長時間內測量的三大生理訊號，主要能讓 Android 智慧型手持式設備可以接收生醫平台的生理訊號，將訊號分析顯示以及做封包編碼，利用網路上傳至雲端伺服器，再提供一網站介面，讓家人與醫師能瀏覽與查詢歷史的生理訊號。

一開始受測者身上將連接上生醫平台，並利用 Android 藍芽與生醫平台做連線，讓生醫平台的測量數據可以透過藍芽傳送至 Android 智慧型手持式設備，則系統將做其顯示以及進行數據封包的編碼以及做 TCP/IP 做傳送之動作。接下來雲端伺服器將能接收 Android 智慧型手持式設備傳送出來的生醫封包，並存至系統資料庫，並提供一入口網站，使得家人或醫師能進行監測與查詢之動作。圖 14 至圖 25 為系統運作畫面。

先前研究[1]系統遺失封包的缺失在本系統使用新的方法後已經不再發生封包遺失的問題。本研究採取資料庫存取的方式也不再發生存取過慢影響系統效能的問題。與[1]研究比較十萬筆封包遺失的機率如圖 26。由圖可知

本研究已解決遺失封包的問題。

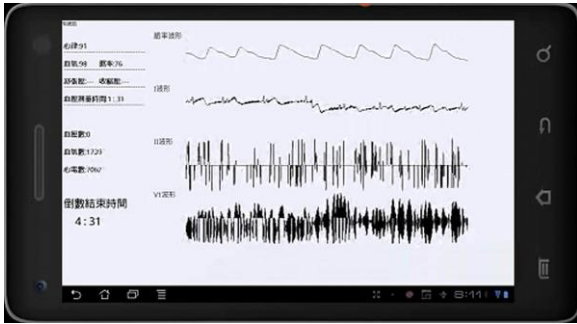


圖 14 Android 智慧型手持式設備顯示介面



圖 15 雲端伺服器登入頁面



圖 16 雲端伺服器註冊頁面



圖 17 一般使用者搜尋頁面



圖 18 醫生搜尋頁面



圖 19 管理員搜面

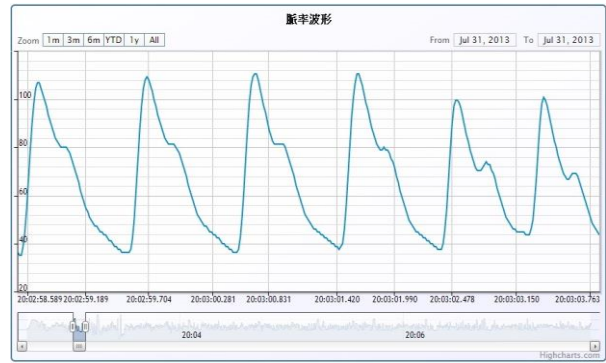


圖 20 網站脈率波形 1

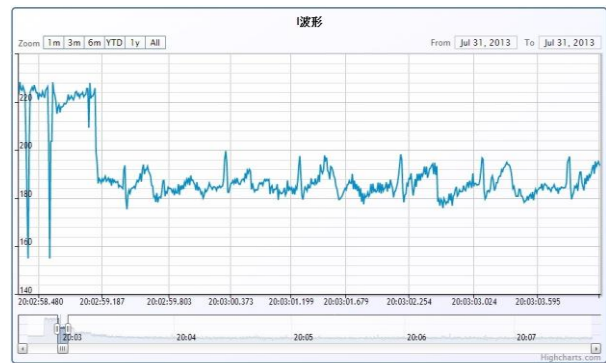


圖 21 網站 I 波形 1

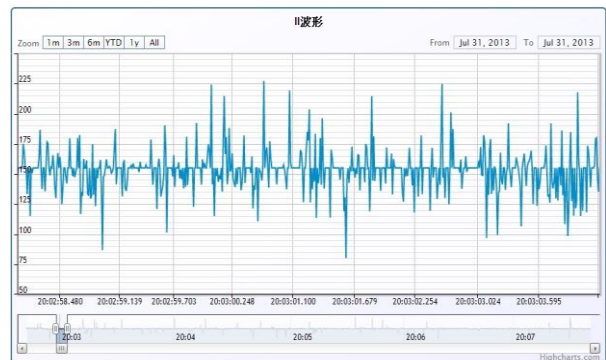


圖 22 網站 II 波形 1

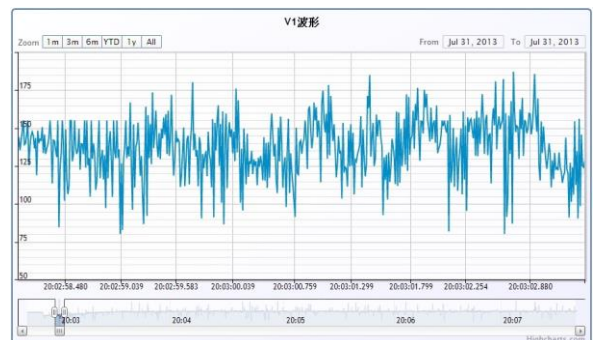


圖 23 端網站 V1 波形 1

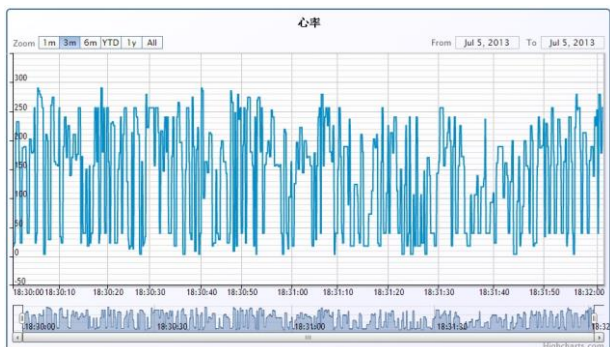


圖 24 運動狀態下的心率



圖 25 運動狀態下的血氧含量

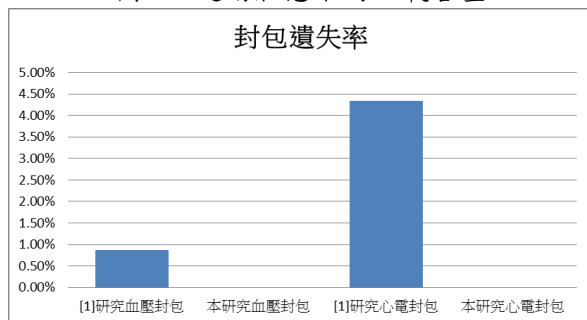


圖 26 封包遺失率的比較

6. 結論與探討

本研究目的是要發展一套能穩定運作的雲端生醫系統，利用日常生活中幾乎人手一機智慧型手機或平板，只要具備藍芽通訊技術以及 WiFi 或 3G 網路通訊技術，就能連接生醫平台，並且把得到的量測數據即時顯示在 Android 智慧型手持設備系統螢幕上並能將數據傳至雲端伺服器。伺服器提供一入口網站，讓其他人透過網路來監看使用者生理訊號。方便醫生或病患家屬掌握使用者生醫資訊。這些生理訊號資訊在病人發病時，能使醫師在最快的時間內查尋病人身體狀況的歷史紀錄，讓醫師可以更有把握的分析這些危機的訊號，而對病人實施最正確的診斷以及最有效治療。

本研究以改善先前研究遺失封包與資料存取過慢的問題，以具備一個更穩定運作的系統。進一步在未來可增加更多的量測訊號如：

(1)溫度濕度感測器記錄環境的溫度濕度，分析

發病與環境溫度濕度變化的關係。

(2)三軸加速規量測人體受力時的三軸加速度，並且利用人體受力的加速度來判斷是否發生跌倒或撞擊。

(3)GPS 衛星定位，取得使用者所在位置。當生理訊號異常、溫濕度變化過大、跌倒撞擊等緊急情況發生時，會立即發送包含的地理位置與緊急情況資訊的簡訊或 E-MAIL 通報醫療中心提供立即的行動救護。

參考文獻

- [1] 詹家豪，應用雲端技術於即時生理訊號監測，國立高雄第一科技大學電機工程研究所碩士論文，2013 年 7 月。
- [2] 自由時報，台灣人口老化速度比美日還快。
- [3] 維基百科，2013 年臺灣食品安全問題事件。
[http://zh.wikipedia.org/wiki/ 2013 年臺灣食品安全問題事件](http://zh.wikipedia.org/wiki/2013年臺灣食品安全問題事件)。
- [4] 維基百科，2013 年日月光廢水污染事件。
[http://zh.wikipedia.org/wiki/ 2013 年日月光廢水污染事件](http://zh.wikipedia.org/wiki/2013年日月光廢水污染事件)。
- [5] GOOGLE，Our Mobile Planet。
- [6] DMATEK 長高科技股份有限公司，"DMATEK Android-BMEP/生醫電子整合平台使用手冊"，2012。
- [7] 邱豔芬編著，"簡易心電圖讀本"，華杏出版股份有限公司，1996。
- [8] 高紀惠編著，"內外科護理要學精要"，藝軒圖書出版社，1999。
- [9] 廖芳彬、沈瑜豐、謝欣翰、湯秉宏、曾明性，可攜式個人健康紀錄之感測系統研發，第十七屆資訊管理暨實務研討會，2011
- [10] 張淵仁、段裘慶、陳建中、黃文增，基於雲端運算平台運用於遠距照護服務之研究，資訊科技國際研討會論文集，2010
- [11] MySQL 的下大量寫入。
<http://blog.chinaunix.net/uid-20776139-id-3779665.html>
- [12] MySQL 的重要語法。
http://www2.tku.edu.tw/~ac2005/com992/html/MySQL_2.htm