

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

可攜式 EKG 訊號監測與專家系統建置 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 98-2221-E-009-167-
執行期間：98年08月01日至99年07月31日
執行單位：國立交通大學電機與控制工程學系(所)

計畫主持人：林進燈
共同主持人：柯立偉
計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：邱敬婷
博士班研究生-兼任助理人員：莊鈞翔
博士班研究生-兼任助理人員：王俞凱

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 99 年 11 月 03 日

可攜式 EKG 訊號監測與專家系統建置

計畫類別：☒ 個別型計畫 ☐ 整合型計畫

計畫編號：NSC-98-2221-E-009-167

執行期間：98 年 8 月 01 日至 99 年 7 月 31 日

計畫主持人：林進燈 教授

共同主持人：柯立偉 約聘助理研究員

計畫參與人員：林君玲、楊曉如、邱德正、王怡然、呂紹瑋

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：☒ 精簡報告 ☐ 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

☐ 赴國外出差或研習心得報告一份

☐ 赴大陸地區出差或研習心得報告一份

☐ 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

☐ 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

☐ 涉及專利或其他智慧財產權，☐ 一年 ☐ 二年後可公開查詢

執行單位：國立交通大學 電機與控制工程學系（所）

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

可攜式 EKG 訊號監測與專家系統建置

計畫編號：NSC-98-2221-E-009-167

執行期限：98 年 8 月 01 日至 99 年 7 月 31 日

主持人：林進燈 教授

執行機構：交通大學電機與控制工程學系（所）

一、摘要

關鍵字：心電訊號、專家系統、無線傳輸、可攜式、血管疾病照護。

根據行政院衛生署統計，民國九十六年國人十大死因排行榜，心臟血管疾病死亡率居第二順位，在全球人口五大死因中，心臟病不但是全球排名第一，死亡年齡分佈更呈現年輕化的趨勢，二、三十歲的猝死患者越來越多。在臨床上，藉由分析心電訊號(EKG)可充分瞭解病患的心臟狀況，包含心律不整，心室肥大，急性心肌梗塞等症狀。然而傳統 EKG 量測，病患需躺在病床上，醫護人員將數條電極導線連接至病患身上，再透過訊號放大與濾波，得以量測有效的 EKG 信號，並且把這些原始信號輸出至儲存媒體或是列印在紙本上，供醫生判讀。對於慢性病患者，傳統 EKG 量測無法達到長時間紀錄及監控，且醫生無法掌握病患於家中的生理狀況，給予適時的診斷。

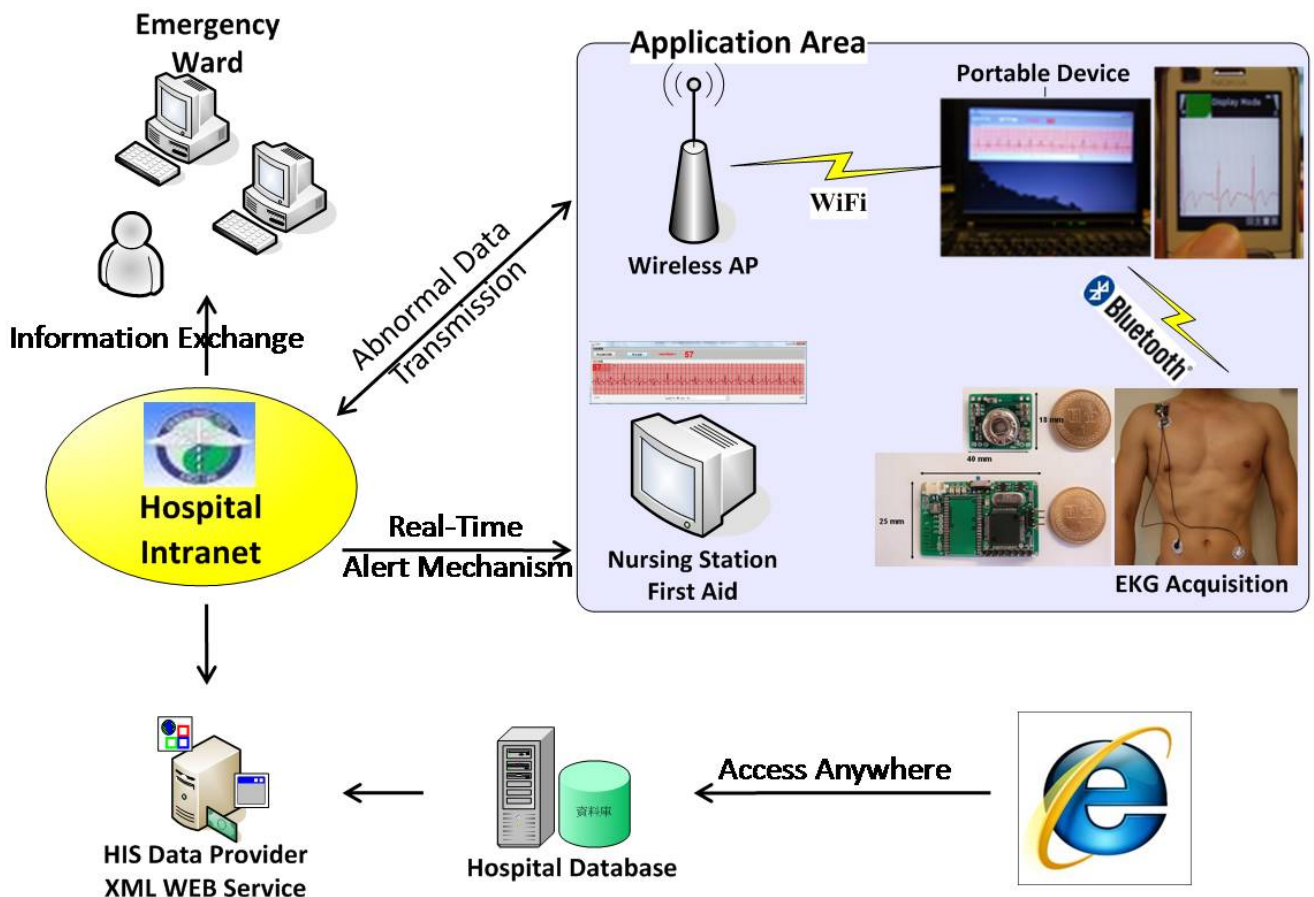
本計畫發展一套具分析功能的可攜式即時心電訊號監控系統。本系統由 EKG 量測裝置及專家系統組成，使用者量測心電訊號後，藉由無線傳輸模組傳到後端專家系統，再由專家系統擷取量得訊號的特徵，判斷使用者心血管健康狀態。在中國醫藥大學附設醫院的實測，不論是量測之準確性、敏感度，或陽性預測值平均皆在 95% 以上。相較於現在於醫院使用的設備，本系統具有無線傳輸、可攜式、即時，及自動在偵測到潛在心血管異常特徵時對使用者示警的特色，適於醫院及平常在家庭量測病患或正常人的心電訊號，且系統內設的心跳速率及心律警示功能，能提醒患者適時休息甚至就醫；更重要的是，心電圖訊號可以接近即時（real time）將心電圖訊號藉由

網路上傳至醫院胸痛中心，由心臟科專家第一時間發現警訊，對患者居家或戶外使用，是一種重要的保障。預期能增進心血管疾病照護的效能及品質。日後亦將改善現有設備的不足，增進下一代產品的可靠度、準確性，及可適用之範圍。

二、研究目的

隨著台灣逐漸邁入高齡化社會，健康照護需求日益迫切，由此衍生而出的遠距醫療照護，即將塑造出一個全新的產業形態。據工研院IEK預估，在未來 3~5 年內，台灣健康照護產業可創造出約 3,000 億元的產值，這個新藍海正有待國內業者發掘。根據資策會MIC的推估，10 年後台灣將正式邁入高齡社會，而隨著平均人口成長率的逐年下降趨勢，推估至 2050 年則邁入超高齡社會，老年人口佔總人口比例將倍速成長至 35.9 %；MIC建議，企業應重視人口結構變動所帶來的市場需求、生產力及消費力的改變，以發展符合高齡社會的創新經濟價值。由於 60 歲以上高齡者的平均醫療支出是其他年齡層的 4.5 倍，因此，為減少健保負擔、提升醫療品質，遠距醫療照護勢在必行。

遠距照護對於偏遠地區居民、慢性病病患、老人及殘障者具有極高的價值，為因應人口老化、慢性病趨普遍的重大挑戰，遠距照護應納入長期照護的工作，而遠距照護政策的成功關鍵是穩定的經費來源與醫療器材之開發。對於遠距照護的科技發展上則應進一步開發資訊科技應用以提升效能。此外，針對高壓族群提供個人化健康照護，對於心血管疾病的術後復健給予居家生理訊號監控服務與成效分析，皆可納入照護服務的範圍。本團隊目前所發展之可攜式無線心電量測



圖一、可攜式 EKG 訊號分析與監測專家系統佈建架構圖

系統將原本笨重的心電圖量測儀器體積縮小，增加病患量測的方便性，軟體包含特定的演算法來分析所擷取到的資料，並且建立一專家系統，使用人工智慧的技術來判讀病人的心電圖波形是否異常；不僅可成功應用於高壓族群、心血管疾病患者、更能推廣至偏遠地區居民、老人及殘障者，對於一般民眾也可提供預防醫療的保障。

三、研究方法

本研究主要分為無線心電量測裝置與心血管疾病判讀專家系統建置兩大部分。

本系統透過前端無線心電訊號量測裝置，內建模糊類神經專家系統，與後端遠距照護平台整合，提供一即時遠距心電訊號監測服務。無線心電量測裝置所測得的訊號，經由藍芽與可攜式裝置連接，再透過疾病判讀專家系統分析後，可即

時呈現在可攜式裝置上供使用者獲得即時資訊。當專家系統偵測到異常的心電訊號，便將此片段上傳至醫院內的專家系統伺服器，醫生便可使用瀏覽器隨時監控患者的狀況(圖一)。

此一應用藍芽無線傳輸的遠距照護系統，除了可應用於心血管疾病危險群的患者與一般居家健康照護外，也可集中使用於醫療院所的心臟復健區，利用現成電腦及網路即可完成裝設，可增加中小型醫院添置的動機，提高心臟復健服務的可及性 (accessibility)，嘉惠心臟病患。患者居家運動時，如果有此遠距照護系統可資運用，系統內設的心跳速率及心律警示功能，能提醒患者適時休息甚至就醫；更重要的是，心電圖訊號可以接近即時 (real time) 將心電圖訊號上傳，由心臟科專家第一時間發現警訊，對病患居家復健運動安全，是一種重要的保障。

(一)、心血管疾病判讀專家系統

本團隊運用模糊類神經網路 (Fuzzy Neuron Network) 的架構來建立模型，學習出一套人工智慧即時判斷發出警訊之演算法；在完成定義 ECG 疾病判讀流程後，透過大量的實際應用測試，針對每個使用者之心電圖的獨特性，建立個人化心電圖數據模式資料庫，用來追蹤個別使用者的心臟生理狀況。當系統偵測到異常心律時，異常的心電訊號將被傳輸到遠端的照護單位。

1、即時 ECG 分析技術

本團隊所開發之心電訊號的分析技術會即時將結果顯示於行動裝置上，患者可藉此了解自己的心臟復健運動是否達到目標心率並維持足夠時間，亦可在患者狀態異常時發出警訊，藉此預防超出身體負荷而發生危險。

同時，在此本計畫中發展出可提升抓取 ECG 特徵點的演算法，且克服因為在臨床實驗中較難取得 ECG 特徵的缺點。

2、心電圖雜訊去除

執行移除 QRS 雜訊的動作，主要用於移除無規則或雜訊干擾的心電圖訊號。對於每個週期的心搏，分別評估其 Q-R 波的振幅、R-S 波的振幅、Q-S 波的間隔時間和 R-S 波的間隔時間。對於每一週期的心搏分別針對這四參數作評分，比較四參數的平均值和標準差。若其參數大於其平均值 4 標準差，就可得 1 分，所以每一週期的心搏的分數就介於 0~4 分，若是心搏小於 3 分的話，則就視為無意義或是雜訊的訊號，便將此心搏移除。而時域中 QRS 波中的 R 波可視為每一次心搏發生的時間，而每一次心搏間隔的時間則可以利用計算 R 波之間的間距而得到。而一般 R-R 之間隔則為 0.5~1.3 秒，若是 R-R 之間間隔超過此秒數或是大於平均值 3 標準差則也會被移除。最後針對此訊號再取樣。

3、心電訊號特徵擷取與疾病判斷

心電圖各項參數，如 PR Interval、QRS Complex 時間長度、Q 波時間長度及振幅與

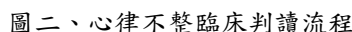
QRS 之比率、T 波型態、ST 型態及 QT，在每筆心電訊號接收時便執行即時分析。結合臨床經驗，依據 R-R Interval (RRI)、QRS Complex 寬度以及 ST Segment 上升或下降等變異，可即時判斷相關之心血管疾病如：Atrial Fibrillation (AFib)、Ventricular Premature Contraction (VPC)、Ventricular Tachycardia (VT)、Ventricular Fibrillation (VF)、Paroxymal Supraventricular Tachycardia (SVT、PSVT)、Myocardial Infarction (MI) 等心律不整以及心臟急症。

4、專家系統建置

在臨床上，心電圖被大量採用，做為檢視心臟結構及功能是否良好之工具。借由分析心電圖的訊號分布，可以充分了解一個人的心臟狀況，包含心律不整，心室肥大，急性心肌梗塞等症狀。不同的心臟疾病或是異常，都會有不同特定的心電圖。因此我們開發一套專家系統，藉由分析心電訊號之特性，來判別目前受測者之狀況。ECG 序號分析演算法會分析 ECG 訊號，並擷取特徵向量，包含時域特徵與頻域特徵，這些特徵值別代表不同生理意義。接著會根據特徵向量在特徵空間的分布，建立專家系統之模型，來進一步判斷受測者的身體健康狀態，下圖表示專家系統運作之流程圖。以心律不整為例，可由圖二的流程來判斷是否有心律不整之問題，以及心律不整的種類為何。

專家系統建置主要為累積先前的經驗，並與中國附醫心臟科醫師合作，透過大量的實際應用測試，針對每個人心電圖的獨特性，建立個人化心臟監控專家系統，來追蹤每個人的生理狀況。

專家系統的判讀主要由 QRS 波偵測及特徵擷取相關演算法組成。所錄得之心電訊號先濾除雜訊後及利用微分的方式取得 R 峰的時間



在理論上，方法一就可敏銳的偵測心律異常疾病，但是對於 AFib 疾病卻會發生無法及時判讀的問題，故為了克服此問題在此我們才提出了第二種方法，增加了 $RR_{Istd} > 60 \text{ ms}$ 的條件，為了可正確的判讀出 AFib 疾病，而此條件的設置

本團隊與醫院心臟科醫師合作，共同開發可即時分析心電圖並給予判讀的健康顧問系統。目前所開發之健康顧問系統共可針對三種參數（P-wave、R-peak、QRS Complex）進行近十種判讀（Asystole、Normal Sinus Rhythm、Tachycardia、Bradycardia、Atrial Fibrillation、Atrial Flutter、Premature Atrial Contraction、Ventricular Tachycardia、Atrial Arrhythmias、Ventricular Arrhythmias）。本系統亦於臨床進行資料收集與測試，系統準確度可達 95%。藉由演算法的改善，可將準確度提高約 2 個百分點，敏感度與陽性預測值亦皆有提升，顯示此健康顧問系統具有相當

高之信賴度。本顧問系統建置至平台上，系統便會分析上傳之心電圖訊號，計算出心率異常的百分比，並標示出異常的時間點，供作醫生追蹤記錄的參考。

(二)、可攜式裝置計算平台

目前各種智慧型手機/PDA 不但計算能力越來越強大，並且不斷朝高度普遍性，可攜帶性，和低耗電性等特性發展。搭配上 Bluetooth, WiFi 等無線網路系統，形成極佳的可攜式計算平台。由於這些特性非常適合本計畫之需求，因此我們採取手機/PDA，做為專家系統之開發平台。而目前常見手機/PDA 上最常見的便是 Windows Mobile、Symbian、Android 等系統。透過這些系統所提供的開放平台，包含相關的函式庫 (libraries)、用戶界面 (user interface) 架構、共用工具 (common tools)，以及軟體開發套件 (SDK)，我們在智慧型手機/PDA 載入本計劃之開發之 ECG 專家系統。手機上專家系統的運算結果，可以無線傳輸的方式，回傳到醫院內的 Database 中心。

Symbian 和 Windows mobile 兩種系統皆提供 JAVA 做為開發平台，特透過 JAVA 平台，可大大提升專家系統的擴中性和移植性。而在專家系統開發上，我們將效能，以及可靠性，做為兩個最重要的評估指標。在效能上，我們將開發 Real-Time ECG 分析演算法，以達到 24 小時監測 ECG 訊號，並且第一時間過濾緊急事件之要求。另一方面，由於訊號來源，可能在各種不同動態或靜態的情況下所量測到，其中可能包含大量雜訊，所以我們的演算法也必須達到高度的可靠性。

由於智慧型手機的無線傳輸功能越來越完善，因此手機上專家系統的運算結果，可以無線傳輸的方式，回傳到醫院內的 Database 中心。本系統同時時間內使用人數在一人以上，因此可能產生多使用者同時連線的干擾、頻寬的分配以及安全性授權等問題。由於 Bluetooth 的先天限制，其理論值的傳輸速度只有 1Mbps，同時 Bluetooth 無線資料傳輸媒介採用的是無線電波，所以在某種程度的距離中，若有其他無線電波跟它是相近

頻率的，則可能導致干擾現象產生。此外，當一台主機同時接收多個藍芽裝置的資料傳輸時，很容易發生 collision 和資源分配的問題，因此本團隊開發之軟體平台可有效控制及分配多個 Bluetooth 使用者連結的資源。當一台主機接收到多個藍芽連接時，此中間層軟體平台依據各藍芽裝置的名稱來辨識，若名稱相同則以 MAC 做辨識，用以進行網路流量、CPU 運算資源等分配以及連線干擾的避免、協調與排程，最終在軟體使用介面上呈現出來的將是即時性無延遲之資料。當藍芽裝置在連線中途因為一些原因而中斷連線時，此平台可在再度偵測到此藍芽裝置時自動恢復連線與資料傳輸。

四、研究成果

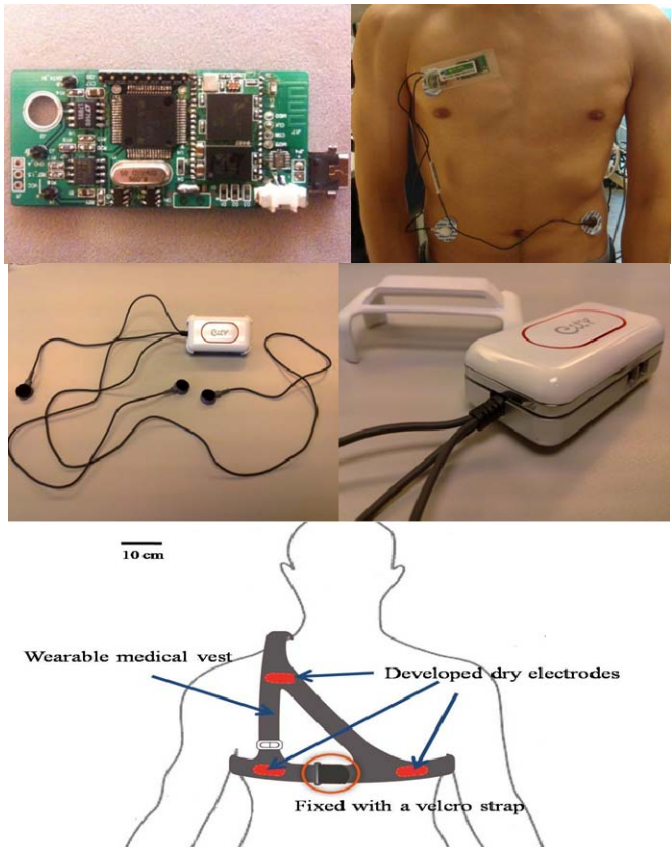
1、無線心電量測裝置

所開發之無線心電量測裝置 (Wireless EKG BRC) (圖四) 僅扣機大小，訊號擷取單元由類比放大器、濾波器，和類比／數位轉換器構成，可將心電訊號以每秒 512 點的頻率擷取、濾波後供專家系統使用。所量得之心電訊號先器放大 100 倍，並擷取 EKG 頻率在 0.1~150 赫茲(Hz)的訊號後，再由類比／數位轉換器轉換成數位訊號；此單元尺寸大約為 20 mm × 18 mm。而無線傳輸單元由藍芽模組與微控制器組成，用以將量測而得之 EKG 訊號傳至專家系統；此單元尺寸大約為 40 mm × 25 mm。整個模組重量在 100 公克(g)以內，耗電量約為 29.5 毫安培(mA)；電源由一容量為 600 毫安培小時(mA·h)的鋰離子電池供應，至多可持續量測約 20 小時。

使用醫療級鈕釦式電極貼片貼於胸前，長時間配戴身上不易產生不適感；利用藍芽與可攜式裝置連線，透過無線的方式將訊號傳至後端的服務平台，訊號可即時傳輸，與現行市場上其他產品相較之下，具有即時、輕便可攜、使用時間長等優點，配合專家系統與後端資訊監控平台，可做為心血管疾病的長期監測與照護，提供保障。

此即時 EKG 訊號監控系統和心電判讀專家系統，建立在一般常見可攜帶式之計算平台之上，如 PDA 手機，中間透過無線網路科技，將前

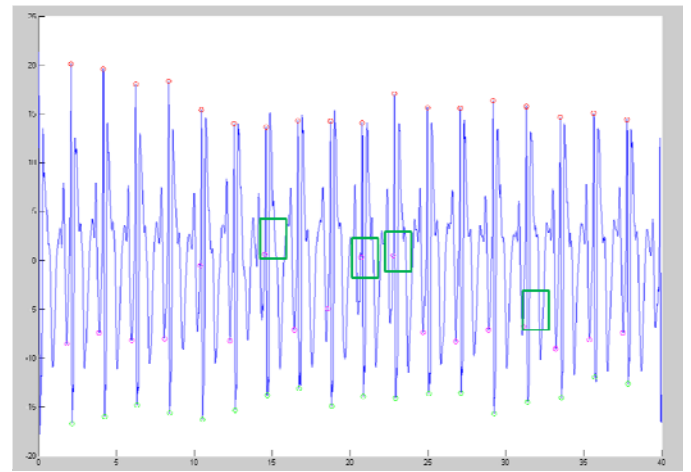
端量測到之 EKG 訊號，傳輸到此計算平台進行應用分析，在將其結果透過電信網路傳送到遠端醫院治療師的平台中以便專業人員遠距監督。



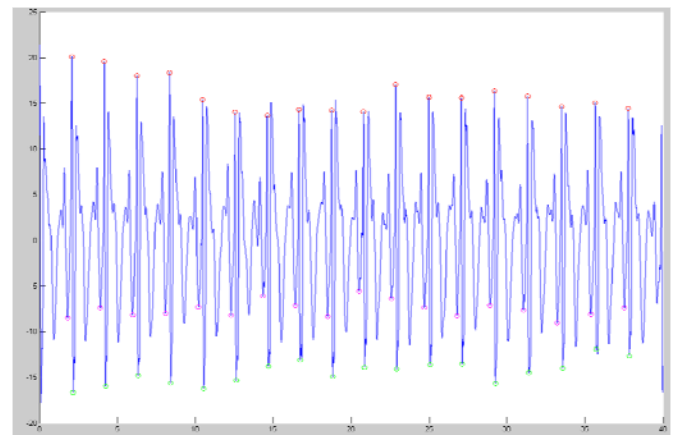
圖四、可攜式無線心電訊號量測系統

2、即時 ECG 特徵分析

在此本計畫中發展出可提升抓取 ECG 特徵點的演算法，且克服因為在臨床實驗中較難取得 ECG 特徵的缺點，圖五中可清楚比較出傳統 ECG 特徵擷取方法，雖然可正確擷取到 R 峰值區，但是在對於 Q 和 S 卻可能會發生錯誤，如綠色框框所示，而在本計畫則改良其過去傳統演算法，並可正確找出正確的 Q 和 S 峰值區域，如圖六所示。本特徵分析的演算法，結合雜訊去除的技術，可有效降低因為動作所引發的訊號飄移，將原本之 EKG 訊號從背景雜訊中過濾出來，進一步提升特徵擷取的準確度。此項技術，也可讓研究所開發的無線心電圖量測裝置擴大其應用領域，除了一般靜態心電圖之外，也可進行運動心電圖的量測記錄，提高產品價值。



圖五、傳統 ECG 特徵擷取結果，粉色為 Q 峰值，紅色為 R 峰值，綠色為 S 峰值



圖六、改良 ECG 特徵擷取結果，粉色為 Q 峰值，紅色為 R 峰值，綠色為 S 峰值

3、專家系統準確度驗證

本研究在中國醫藥大學附設醫院進行心電訊號量測，實驗已經過中國附醫之人體試驗委員會核可。共有 10 位正常受測者及 20 位 AFib 病患參與 EKG 訊號量測，每位受測者進行 6 分鐘的靜態心電圖記錄；AFib 的患者皆是做過臨床標準 12 導層心電圖並由心臟專科醫師確診為持續性心房纖維顫動的病人。10 位正常受測者的年齡分佈在 57 到 88 歲，平均是 72 歲；20 位 AFib 的患者年齡分佈在 50 至 89 歲，平均 71 歲。所量測的訊號依據 ANSI/AAMI EC38-1994 標準進行比較。

我們探討利用不同的疾病診斷演算法對於判讀結果的準確性；6 分鐘的靜態心電圖以 6 秒鐘為系統判讀的週期，使用第一種判斷方式的分析統計結果如表一，使用第二種判斷方式的分析統

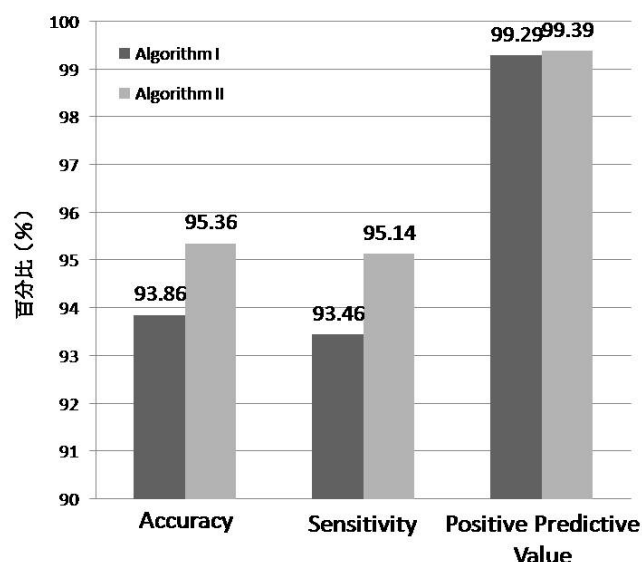
計結果如表二。在所有 30 位受測者共 1400 次判讀結果中,使用方法一的判讀共有 1314 次是正確的,而使用方法二則有 1335 次,因此,兩種演算法對於 AFib 疾病判讀的準確度為 93.86%及 95.36%;此外,對 20 位 AFib 患者共 1192 (方法一)及 1193 (方法二)次的判讀當中,分別可以偵測到 1114 (方法一)及 1135 (方法二)次,表示本系統對於 AFib 疾病的敏感度為 93.46% (方法一)及 95.14% (方法二)。在所有量測結果為 AFib 的數據之中 (方法一為 1122 次,方法二為 1142 次),實際上也是確診為 AFib 的比率高達 99%,表示此專家系統對於 AFib 的偵測具有相當高的可信度。以上統計分析的結果顯示本研究中所開發的系統及疾病判讀演算法,不論是量測之準確度、敏感度,及陽性預測值平均皆在 90%以上,尤其若演算法中將 RRI 的標準差數值列入特徵後 (方法二),所有受測者這三項數值預測的正確性達 95%以上,足見本系統的可靠度極高,結果如圖七所示。

表一、利用方法一之專家系統預測結果

Subjects (n=30)		Test		
		AFib(+)	Normal(-)	total
True	AFib	1114	78	1192
	Normal	8	200	208
total		1122	278	1400

表二、利用方法二之專家系統預測結果

Subjects (n=30)		Test		
		AFib(+)	Normal(-)	Total
True	AFib	1135	58	1193
	Normal	7	200	207
total		1142	258	1400



圖七、專家系統臨床驗證比較結果

4、移植專家系統至可攜式平台

本計畫除了在一般電腦平台上發展心電訊號分析專家系統外,也將此系統移植至其他的可攜式裝置,如 Netbook 或是手機。目前手機系統最常見的便是 Windows Mobile、Symbian、Android 等系統。透過這些系統所提供的開放平台,包含相關的函式庫 (libraries)、用戶界面 (user interface) 架構、共用工具 (common tools),以及軟體開發套件 (SDK),我們在智慧型手機/PDA 載入本計劃之開發之 ECG 專家系統。手機上專家系統的運算結果,可以無線傳輸的方式,回傳到醫院內的 Database 中心。Android、Symbian 和 Windows mobile 兩種系統皆提供 JAVA 做為開發平台,特透過 JAVA 平台,可大大提升專家系統的擴中性和移植性。

本計畫分別在 Symbian 與 Android 系統平台上 (圖八) 發展了心電訊號即時判讀的專家系統,除了可以即時顯示心電圖與心跳外,當發現有問題的心率時,可把片段資訊保留下來並同時傳至後端伺服器供心臟專科醫師作進一步的分析。

在實際使用上,雖然因耗電因素系統僅可量測約 15 小時的心電訊號,但本系統已滿足長期監測心血管疾病患者所需。



圖八、即時心電訊號判讀專家系統應用在 Symbian 系統
(左) 與 Android 系統 (右)

五、參考文獻

- [1] *The World Health Report 2008*. World Health Organization, Geneva, 2008.
- [2] S. Koch, "Home telehealth – Current state and future trends," *Int. J. Med. Inform.*, vol. 75, pp.565-576, 2006.
- [3] R. J. Romanow. *Building on Values: The future of healthcare in Canada – Final report*. Commission of the Future of health care in Canada, Ottawa. November 2002.
Available: http://www.cbc.ca/healthcare/final_report.pdf
- [4] ACC/AHA/ESC 2006 Guidelines for the Management of Patients With Atrial Fibrillation. *J. Am. Coll. Cardiol.*, vol. 48, pp. 149-246, 2006.
- [5] C. Papaloukas, D. I. Fotiadis, A. Likas, C. S. Stroumbis and L. K. Michalis, "Use of a novel rule-based expert system in the detection of changes in the ST segment and the T wave in long duration ECG." *J. Electrocardiol.* vol. 35, no. 1, pp. 27-34, 2002.
- [6] G. Vanagas, R. Zaliunas, R. Benetis and R. Slapikas, "Factors affecting relevance of tele-ECG systems application to high risk for future ischemic heart disease events patients group." *Telemed. J. e-Health.* vol. 14, no. 4, pp. 345-349, 2008.
- [7] C. T. Lin, L. W. Ko, C. J. Chang, Y. T. Wang, C. H. Chung, F. S. Yang, J. R. Duann, T. P. Jung and J. C. Chiou, "Wearable and wireless brain-computer interface and its applications." *13th Int. Conf. on Human Computer Interface*, San Diego, 2009.
- [8] J. E. P. Waktare, "Atrial Fibrillation." *Circulation.* vol. 106, pp. 41-16, 2002.
- [9] L. Pang, I. Techoudovski, M. Braecklein, K. Egorouchkina, W. Kellermann and A. Bolz, "Real time ischemia detection in the smart home care system." *Proc.27th Annu. Conf. IEEE Eng. Med. Biol.*, Shanghai, China, September 1-4, 2005
- [10] J. Hurst, "Naming of the waves in the ECG, with a brief account of their Genesis." *Circulation*, vol. 98, pp. 1937-1942, 1998.
- [11] *American National Standard for Ambulatory Electrocardiographs*, ANSI / AAMI EC38-1994, Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 1994.
- [12] W. B. Kannel and D. L. McGee, "Diabetes and Cardiovascular Disease. The Framingham Study," *The Journal of American Medical Association*, vol. 241, no. 19, pp. 2035-2038, 1979.

無衍生研發成果推廣資料

98 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：林進燈			計畫編號：98-2221-E-009-167-				
計畫名稱：可攜式 EKG 訊號監測與專家系統建置							
成果項目			量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）
			實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數(含實際已達成數)	本計畫實際貢獻百分比		
國內	論文著作	期刊論文	1	1	100%	篇	此期刊論文為 4 個計畫共同產出成果。該期刊的 5-Year Impact Factor 為 2.268。
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	2	1	200%		此 2 篇會議論文為此計畫單獨產出成果。
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	1	1	100%	人次	配合計畫的執要，配合度高。
		博士生	2	2	100%		進行程式的撰寫，並開發出創新的演算法來精準計算出數據。
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)	本研究在中國醫藥大學附設醫院進行心電訊號量測，判斷受測者患有心房顫動。量測的過程已經該醫院之人體試驗委員會核可，共有 10 位正常受測者及 10 位 AFib 病患參與 EKG 訊號量測。本研究蒐集每位受測者 6 分鐘的心電訊號進行判讀，量測的結果顯示本研究中開發系統及演算法，不論是量測之準確性、敏感度，或預測的正確性平均在 90%以上，尤其若演算法中將 RRI 的標準差數值列入特徵後，所有受測者這三項數值均在 90%，預測的正確性達 95%，足見本系統的可靠度極高。而在實際使用時，因耗電因素系統至少可量測約 15 小時的心電訊號，但本系統已滿足長期監測心血管疾病患者所需。
--	--

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科教處計畫加填項目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與（閱聽）人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

☒ 達成目標

☐ 未達成目標（請說明，以 100 字為限）

☐ 實驗失敗

☐ 因故實驗中斷

☐ 其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文：☒ 已發表 ☐ 未發表之文稿 ☐ 撰寫中 ☐ 無

專利：☐ 已獲得 ☐ 申請中 ☒ 無

技轉：☐ 已技轉 ☐ 洽談中 ☒ 無

其他：（以 100 字為限）

此計畫研究成果在學術期刊發表共有 1 篇國際期刊論文，2 篇國際會議論文。此部分研究成果超乎原預期的成果，研究能量優異。其成果可讓一般民眾能了解自身健康狀況，及早治療老化造成的心血疾病。

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本研究已完成 EKG 量測硬體設計及專家系統相關演算法的開發。在 EKG 量測硬體上，原規劃心電訊號以每秒 512 點的頻率擷取、3-lead EKG，及使用 3.7V 1100mA· 鋰電池，可連續擷取 22 小時 EKG 訊號。實際實現時，在不減損所需特徵下改以每秒 256 點擷取 EKG 訊號，可減少資料量，提高傳送分析時的速度；為達到可攜與操作之方便性，改為 1-lead EKG；使用時間依據所配置鋰電池容量有所調整，以計畫產出規格來看，目前硬體裝置使用 600mAh 鋰電池，實際使用時至少能使用超過 15 小時，仍符合醫院使用時的需求（後續改使 3.7V 600mA· 鋰電池，可使用 20 小時）。而在演算法開發上，除已開發 QRS 波偵測、雜訊濾除相關程式外，在心血管疾病特徵偵測上，已可成功偵測心房纖維顫動（Atrial Fibrillation）及心室性心律不整等疾病。整體而言，目前研究成果不僅達到計畫目標，更開發出可偵測心血管疾病的演算法。因健保目前尚未將居家照護納入給付範圍，本系統商品化後，可先與提供居家照護服務業者合作，提供付費使用機制；在國內政策法規調整後，再推廣至一般大眾，達成真正居家照護的目的。