

科技部補助專題研究計畫成果報告 期末報告

銀髮族猝死症偵測與通報系統研發

計畫類別：個別型計畫
計畫編號：NSC 101-2218-E-040-004-
執行期間：101年10月01日至102年12月31日
執行單位：中山醫學大學醫學資訊學系

計畫主持人：曾明性
共同主持人：丁化
計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：徐雪珍
碩士班研究生-兼任助理人員：章哲嘉
碩士班研究生-兼任助理人員：廖芳彬
碩士班研究生-兼任助理人員：沈瑜豐
大專生-兼任助理人員：魏千琛
大專生-兼任助理人員：宋星賢

處理方式：

1. 公開資訊：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢
2. 「本研究」是否已有嚴重損及公共利益之發現：否
3. 「本報告」是否建議提供政府單位施政參考：否

中華民國 103 年 03 月 31 日

中文摘要： 全球人類在自然死亡中有大於四分之一是突然猝死(Sudden Death)，近年來由於生活壓力加上人口老化，全球猝死人數呈逐年遞增趨勢，患者年齡更呈年輕化。根據美國統計，心因性猝死的發生率約為千分之一至二，台灣每年約有 3 至 5 萬人次猝死，大陸地區每天至少有 1000 多人猝死。一般而言，當病人發生猝死時，若能在一分鐘內施救，約 90% 可成功痊癒，但昏迷超過 10 分鐘則可能導致死亡。隨著智慧型手機/平板電腦快速普及，行動裝置已經成為民眾每日深度接觸的重要媒介，更進一步衍生出行動應用服務的潛在市場。故銀髮族猝死症若能利用前瞻資通訊科技來輔助儘早偵測並及時通報對生命挽救將十分有用。

本計畫以使用者之智慧型手機或平板電腦為核心，無線接收心律帶（或心電圖晶片、或血氧脈搏晶片）等感測器之心率訊號進行監測警示、分析展示、定位報案、訊息通報、CPR+AED 教學輔助等功能運作，開發出一套具可攜性、非侵入性、友善化的猝死偵測與通報系統雛型。

中文關鍵詞： 猝死、生醫感測器、行動裝置、監測警示、訊息通報

英文摘要： Sudden death is more than a quarter of the global human natural deaths. Due to the pressure of living coupled with an aging population, the global number of sudden death is increasing year by year and patient age is younger in recent. According to statistics, the incidence of sudden cardiac death is about 1-2/1000 in U.S., 30-50-thousand people/year in Taiwan, and more than 1000 people/day in mainland China. In general, patients with sudden death can be successfully recovered about 90% if within a minute rescue. But it could result death if patients with coma more than ten minutes. With the rapid spread of Smartphone and tablet computer, these mobile devices have become an important medium for people daily life, which is developing the potential market for mobile application services. It will be very useful to the life-saving by using the forward-looking information and communication technology to assist the early detection and real-time message notification for patients suffering from sudden death syndrome.

By using the user' s Smartphone or tablet computer as the core, this project develops a prototype system

with portable, non-invasive and user-friendly design for sudden death detection and reporting. The proposed system receives heart rate sensing data in real-time from ECG chip or oxygen pulse chip, wireless transmits data to the user's Smartphone or tablet computer, and provides monitor alerts, analysis and show, report positioning, message notification, and the CPR+AED teaching.

英文關鍵詞： sudden death, bio-sensor, mobile device, monitor alerts, message notification

目錄

摘要.....	ii
Abstract.....	iii
1. 緒論.....	1
1.1 前言	
1.2 研究目的	
2. 文獻探討.....	3
2.1 猝死定義與分類	
2.2 心因性猝死的流行病學	
2.3 心肺復甦術 (CPR) 和自動體外電擊去顫器 (AED)	
2.4 心電圖 (ECG) 訊號與心因性猝死	
2.5 病患監測和行動醫療	
3. 研究方法.....	8
3.1 系統設計	
3.2 猝死偵測演算法	
4. 結果與討論.....	13
4.1 猝死偵測演算法驗證	
4.2 系統展示與討論	
5. 結論與建議.....	21
5.1 結論	
5.2 建議	
參考文獻.....	22
附錄一 國科會補助專題研究計畫成果報告自評表.....	27
附錄二 沈瑜豐、魏千琛、曾明性(2012)，「個人心律不整診斷監測及健康紀錄管理系統開發:以 Android 平台整合血氧脈搏儀為例」，第十九屆資訊管理暨實務研討會，台北科技大學.....	28

摘要

全球人類在自然死亡中有大於四分之一是突然猝死(Sudden Death)，近年來由於生活壓力加上人口老化，全球猝死人數呈逐年遞增趨勢，患者年齡更呈年輕化。根據美國統計，心因性猝死的發生率約為千分之一至二，台灣每年約有 3 至 5 萬人次猝死，大陸地區每天至少有 1000 多人猝死。一般而言，當病人發生猝死時，若能在一分鐘內施救，約 90% 可成功痊癒，但昏迷超過 10 分鐘則可能導致死亡。隨著智慧型手機/平板電腦快速普及，行動裝置已經成為民眾每日深度接觸的重要媒介，更進一步衍生出行動應用服務的潛在市場。故銀髮族猝死症若能利用前瞻資通訊科技來輔助儘早偵測並及時通報對生命挽救將十分有用。

本計畫以使用者之智慧型手機或平板電腦為核心，無線接收心律帶（或心電圖晶片、或血氧脈搏晶片）等感測器之心率訊號進行監測警示、分析展示、定位報案、訊息通報、CPR+AED 教學輔助等功能運作，開發出一套具可攜性、非侵入性、友善化的猝死偵測與通報系統雛型。

關鍵詞：猝死、生醫感測器、行動裝置、監測警示、訊息通報。

Abstract

Sudden death is more than a quarter of the global human natural deaths. Due to the pressure of living coupled with an aging population, the global number of sudden death is increasing year by year and patient age is younger in recent. According to statistics, the incidence of sudden cardiac death is about 1-2/1000 in U.S., 30-50-thousand people/year in Taiwan, and more than 1000 people/day in mainland China. In general, patients with sudden death can be successfully recovered about 90% if within a minute rescue. But it could result death if patients with coma more than ten minutes. With the rapid spread of Smartphone and tablet computer, these mobile devices have become an important medium for people daily life, which is developing the potential market for mobile application services. It will be very useful to the life-saving by using the forward-looking information and communication technology to assist the early detection and real-time message notification for patients suffering from sudden death syndrome.

By using the user's Smartphone or tablet computer as the core, this project develops a prototype system with portable, non-invasive and user-friendly design for sudden death detection and reporting. The proposed system receivers heart rate sensing data in real-time from ECG chip or oxygen pulse chip, wireless transmits data to the user's Smartphone or tablet computer, and provides monitor alerts, analysis and show, report positioning, message notification, and the CPR+AED teaching.

Keywords: sudden death, bio-sensor, mobile device, monitor alerts, message notification.

1. 緒論

1.1 前言

隨著經濟的發展、醫療的進步與預防保健的推展，國民的平均餘命增長，社會人口結構逐漸呈現高齡化現象，我國 65 歲以上的老年人口於 1993 年 9 月底計 1,485,200 人，佔總人口數 7.09%，達聯合國世界衛生組織所訂的高齡化社會指標；內政部統計處 2005 年底戶籍登記資料顯示 65 歲以上者 221 萬 6,802 人佔總人口 9.74%，且扶老比（65 歲以上人口比 15-64 歲工作年齡人口）逐年緩慢上升至 13.6%；65 歲以上老年人口比 0-14 歲人口之老化指數為 52.05%，再創歷年新高，而 2031 年老年人口估計會佔總人口的 20.07%，即每五人中就有一位是老年長者[1]。依據衛生福利部統計處統計[2]，心臟血管疾病（腦血管病變及心臟病）高居國人十大死因中的第二、三位。全國有一百四十五萬名心臟病患、六十五歲以上的老人則是五人就有一人是心臟病患者。以民國一百年為例，國民因心臟病死亡的人數高達 16,513 人，即平均每 31 分 50 秒就有一人因為心臟疾病而死亡。而依據民國 85 年～ 98 年健保住院資料分析發現，國人急性心肌梗塞發生率快速上升，從 85 年每十萬人發生率的 39.2% 上升至 98 年的 79.8%，13 年間增加為 2 倍。

近年來由於生活壓力加上人口老化，全球猝死（Sudden Death）人數正呈逐年遞增趨勢。猝死是指自然發生、出乎意料的突然死亡，即使看來貌似健康的人或病情經治療後已穩定或正在好轉的患者，可能在很短時間發生意想不到的非創傷性死亡。根據世界衛生組織（WHO）定義：發病後 6 小時內死亡者為猝死，多數學者主張為 1 小時。許多疾病、劇烈運動、睡眠中、某些藥物等都可以造成猝死，其中多數是各項心臟病引起的心因性猝死(Sudden Cardiac Death, SCD)。[3]

心因性猝死產生後 1 分鐘實施心肺復甦術（CPR）可使急性心臟驟停的存活率達到 88%、8 分鐘是 15%、9 分鐘只剩 6%，而超過 10 分鐘幾乎是無法救治了。根據臨床經驗顯示能在三分鐘內去顫，其存活率可達 70%，而三分鐘後的存活率則下降至 40%。因此，一旦遇到心臟驟停的急症時，在撥打救護電話叫救護車前，最重要的是對罹患者給與及時的心肺復甦術（CPR），尤其是能配合儘早去顫（AED）。因此，倘若患者發生心臟驟停時，而能在 60 秒內給與心肺復甦術（CPR）及電擊去顫（AED），其回復正常竇性心律的成功率幾乎高達 100%。所以，心因性猝死發生後搶救的時間點是相當重要的，所以若能利用前瞻資通訊科技即時偵測猝死前之徵兆與可能發生猝死之通報系統顯得更為重要。

根據資策會 FIND 結合 Mobile First 調查數據顯示，2013 年台灣持有智慧型手機或平板電腦的民眾已高達 1,053 萬人，占 12 歲以上人口 49.5%，意味著每兩個人中，就有一人擁有智慧型行動裝置。研究顯示 2016 年全球智慧型手機使用人口更將達到 10 億，隨著智慧型手機/平板電腦快

速普及，該裝置已經成為民眾每日深度接觸的重要媒介，更進一步衍生出行動應用服務的潛在市場。應用智慧生活科技來有效輔助銀髮族猝死症相關的行動健康照護是個相當重要的研究議題。

1.2 研究目的

當民眾發生猝死而昏迷開始，經由旁人及時發現並撥打 119 求援，施以 CPR 等待救護車抵達、直到醫護人員開啟設備施以 AED 電擊急救為止，必須要在短短不到 10 分鐘的時間內完成。因此，猝死症若能利用前瞻資通訊科技來輔助儘早偵測可能趨勢並及時通報對生命挽救將十分有用。故隨著智慧型手機/平板電腦快速普及，結合當前行動應用服務的潛在市場，有效應用智慧生活科技來有效輔助銀髮族猝死症相關的行動健康照護是個相當重要的研究議題。

本計畫以使用者之智慧型手機或平板電腦為核心，無線接收心律帶（或心電圖晶片、或血氧脈搏晶片）等感測器之生醫訊號進行監測警示、分析展示、定位報案、訊息通報、CPR+AED 教學等功能運作，期開發出一套具可攜性、非侵入性、友善化的猝死偵測與通報系統，達到遠距醫療、居家照護、健康管理、醫療輔助之整合加值應用。

2. 文獻探討

2.1 猝死定義與分類

猝死(Sudden Death)可分為兩類[4]：心因性猝死(Sudden Cardiac Death, SCD)、非心因性猝死(Sudden Non-Cardiac Death)。心因性猝死的致病機轉為：心肌缺氧、心室功能不彰、原發性心律不整、肺栓塞。而非心因性猝死的致病機轉為：血氧不足、休克、神經性、其他。心因性猝死的原因有：心肌炎、心肌病變、先天性心臟病、心律不整、冠心症。心因性猝死最常見的原因是冠狀動脈阻塞造成心肌缺氧，導致急性心室心律不整(Ventricular Arrhythmia)最終無心跳輸出，因而猝死。除心臟的原因外，呼吸道阻塞或呼吸衰竭是造成到院前猝死的第二名原因。非心因性猝死病患通常是呼吸性原因所造成的，例如慢性肺病、氣喘發作、急性呼吸道阻塞、創傷、溺水、及藥物中毒的情況。猝死的發生原因可表如圖 1 分佈所示[4]，其中成人猝死主要是心因性猝死（佔 74%）、孩童猝死則主要是非心因性猝死（佔 57%）。根據第十次修訂的國際疾病分類，心因性猝死的定義為任何在醫院外、在急診部門、或抵達醫院前因心臟問題造成的死亡案件，同時病患必須在出現症狀後於 1 小時內發生死亡者[5]。

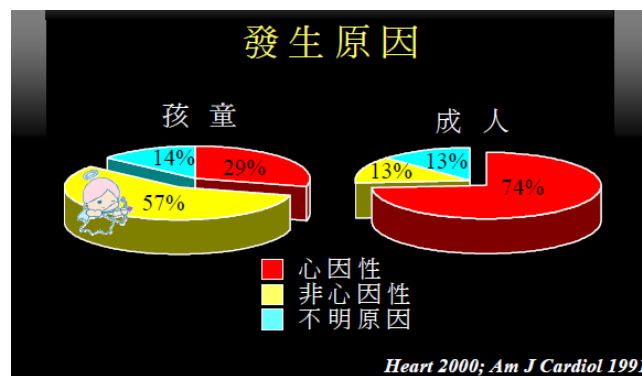


圖1 猝死的發生原因分佈圖[4]

2.2 心因性猝死的流行病學

在自然死亡中有大於四分之一是突然猝死，而這突發性猝死中，大部分都和心肌缺氧或心臟結構異常的各種心臟病有關。心因性猝死在西方國家一直是死亡原因的主因之一，發生率約每年每 1000 人就有一個人死於心因性猝死症。根據國內研究發現[6]，猝死症的發病率有逐年上升的趨勢，患者年齡更呈年輕化，每年約有有五千至一萬人死於猝死症。一般而言，猝死發生的年齡層有二個高峰期，即出生到 6 個月，以及 45 歲到 75 歲。後者猝死的發生率是青春期末至 30 歲的 100 倍。猝死發病地點：其中 21.3%死於家中，28.6%在公共場所，26%在醫院或診所，其他場所佔 24.1%。猝死死亡情形：其中 15.6%為睡眠中，19.2%為日常活動中，僅 8.1%在運動中或體力

活動中死亡。

心因性猝死是一種常見且具毀滅性的事件，常發生在年富力壯者的身上，並會對其它存活的家庭成員產生深遠的影響。心血管疾病是導致全球人類死亡的主要原因，而在院外心因性猝死者約占有因心血管疾病而死亡人數的 60% 以上[7-10]。心因性猝死主因是心臟發生「心室纖維顫動」(Ventricular Fibrillation, VF)，使心臟因無法正常運作而產生類似顫抖的狀態，導致血液無法有效的送至全身。我們心臟的運作近似於幫浦，隨著心臟的跳動壓縮而將血液打送至全身，血液中會夾帶著氧氣以提供身體器官正常運作。但是發生心室纖維顫動後，心臟因處於混亂的狀態，而無法有效的打出血液，也因此血液無法提供足夠的氧氣造成缺氧，若缺氧超過約六分鐘後，腦部即可能因而受損，因此往往在送達醫院之前便已死亡。一般而言，當病人發生心因性猝死時，若能在一分鐘內實施心肺復甦術 (CPR) 及電擊去顫 (AED)，約 90% 可成功痊癒，隨後每晚一分鐘，活命的希望就減少 7-10%。若在昏迷超過 10 分鐘後，便可能會導致死亡；即使救活，也可能因腦部缺氧而變成植物人。

在英國，心因性猝死案例每年約 100,000 至 120,000 人[11, 12]。大多數的心因性猝死者常是繼發於冠狀動脈粥樣硬化性疾病和心臟衰竭，影響大於 35 歲的人口[13]。但心因性猝死年輕患者 (≤ 35 歲) 的流行病學調查則較不完善，估計在年輕的美國運動員中約 0.5/100,000 人，在美軍新兵招募中約 4-13/100,000 人[14]。根據英國國家統計局的一項最近數據研究顯示，1-34 歲年輕者的發病率約 1.8/100,000/year 人[15]。與年長者相比，這些年輕患者常有遺傳性和先天性心臟疾病，包括心肌病和冠狀動脈畸形[14-18]。在性別差異上，一般而言男性較女性更常發生心因性猝死。在一般族群中，男女的發生比例為 3:1；而在年輕運動員族群中，男女的發生比例則約 9:1[19]。

心因性猝死的根本原因可能是心室纖維顫動 (Ventricular Fibrillation, VF)、心室心博過速 (Ventricular Tachycardia, VT)、心臟停搏 (Asystole)、或其它[20]。對於大多數的心因性猝死事件的心律節奏，約 75% 的案例中，心室纖維性顫動 (VF) 是會被首先記錄的節奏，並且是 SCD 潛在的發生機制[20]。當患者發生心室纖維顫動後之存活性呈現每分鐘約 10% 的遞減率[8]。心因性猝死帶來臨床醫生的一大挑戰，因為在許多的發生病患身上並沒有以前已知的心臟病史[21-24]。即使有最好的即時反應系統，病患平均存活率約只有 5%[25]。平均來說，在接受社區式復甦急救後，約只有 8% 的心因性猝死患者可以出院並成功存活[22]。

在過去的幾十年中，心因性猝死的預防和管理已經有了實質性的進展，多個臨床、結構化、自主性和遺傳性的危險因素已經被確立，並開始推廣使用自動體外電擊去顫器 (AED) 和植入式心臟電擊去顫器 (ICD)。然而，心因性猝死仍然是一個重要的公共衛生議題，主要是因為大部

分的心因性猝死案例常發生在沒有心臟疾病病史的個人，不符合臨床試驗和世代研究所定義的高風險族群[24, 26, 27]，因此建立更有效的偵測和預防模式是非常重要的研究[28]。

2.3 心肺復甦術 (CPR) 和自動體外電擊去顫器 (AED)

心因性猝死 (SCD) 生存與否的最重要決定因素在於心臟電擊去顫。對於心臟驟停和心臟電擊去顫之時間間距，在無心肺復甦術 (CPR) 下，存活率每一分鐘減少約 7-10%，在立即心肺復甦術下，存活率每一分鐘則減少約 3-4%[29]。經過 10 分鐘後或更長的時間，沒有施行心臟電擊去顫的話，有 95% 的患者均會死亡。在美國大部分地區的緊急醫療服務反應時間通常是 8-15 分鐘，因此心因性猝死事件在大多數社區的總生存率只有 5-10%[29, 30]。然而，患者在心臟驟停 10 分鐘內施行心臟電擊去顫則約有 40% 機會可以完好的出院[31]，而且這些個案的長期生存曲線和生活品質分數與在年齡性別匹配下的一般群體呈現出相同趨勢[31]。

自動體外電擊去顫器 (AED) 是一台能夠準確地自動偵測人體心跳，並對心室纖維顫動 (VF) 或心室心搏過速 (VT) 之患者施以雙向電擊，並且使心臟恢復正常運作的可攜性電腦化醫療儀器。由於操作簡單，幾乎人人可以使用，因此又稱「傻瓜電擊器」。許多研究表明，AED 可以很容易地由未受過訓練的人員進行操作使用[32, 33]。許多機場和賭場發生心臟驟停的事件證實，在 3-5 分鐘內，若立即施行 CPR 和 AED 的話，生存機率已經提高到 50-75%[29, 33-35]。在一個公共區域裝設 AED 的試驗[36]，從約 1,000 社區如商場或公寓大樓中，隨機分配單獨接受 CPR 訓練的志工組，或同步接受 CPR 訓練加上 AED 使用的對照組。結果發現當這些社區有發生心臟驟停事件時，同步接受 CPR 加上 AED 訓練組比單獨接受 CPR 訓練組，心臟驟停患者的生存機率提高約有兩倍[36]。

根據急診醫學會統計，台灣每年有 2 萬名患者在到達醫院前，心跳沒有恢復正常，如果有 AED 電擊，存活率將可大大提升。以日本經驗來看，因為普設 AED，存活率從 7% 增加到將近四成。一般而言，心跳驟停 10 分鐘內是急救黃金時間，1 分鐘內電擊，急救成功率可達九成，每晚 1 分鐘，存活率下降 7~10%。近幾年來許多先進國家在公共場所設置 AED，已成為社會進步的指標。台灣衛生福利部也跟隨國際腳步，在 2013 年 5 月公告各大車站、機場、賣場、觀光景點、學校、大型旅館、大賣場、大型休閒場所等八大公共場所，在 2014 年 7 月以前需裝設 AED。根據衛福部醫事司表示：台灣現在有 5413 台 AED，平均每 10 萬人口有 23.5 台，已經超越德國，2014 年底會接近英國，2015 年要追上澳洲，只要台灣加速裝置，可以超英趕澳，但若要與日本普及密度相當，仍需再設置 5 萬台。[37, 38]

2.4 心電圖 (ECG) 訊號與心因性猝死

當 12 導程心電圖 (ECG) 訊號出現異常，可顯示出與心因性猝死相關的潛在結構性或遺傳性的心臟疾病。病理性 Q 波或動態心電圖 ST 段變化是冠心病的一種指標，而增加的 R 波電壓或延長 QRS 間期分別是左心室肥厚和心肌病的跡象。當心電圖出現左束（不是右束）支傳導阻滯或左室肥厚，可能會輕度增加心因性猝死的風險，危險比 (Hazard Ratio) 約 1.5 倍[39, 40]。在兩個大型臨床試驗中顯示[41, 42]，心電圖 (ECG) 訊號出現 QRS 間期延長現象與心因性猝死有關。Das et al.[43]建議，當心電圖出現碎片樣式的 QRS 波可當結構性心臟疾病的標誌，並可用來預測心因性猝死。

心電圖在診斷原發性心律失常疾病特別有幫助，如 QT 段出現長或短的徵候、布魯格達式症候群 (Brugada Syndrome)、心律失常性右室心肌症、Wolff - Parkinson - White 症，所有這些疾病都與 SCD 有關[44-46]。在一般族群下，當心電圖訊號出現 QT 間期出現延長或分散時，表明與 SCD 有相關[8, 47, 48]。部分研究顯示，當心電圖訊號出現 QT 間期大於 440 毫秒的人罹患 SCD 機率會比小於 440 毫秒者高出 2.3 倍的風險，這結果與年齡、性別、心跳、藥物使用均無顯著關係 [45]。

許多心臟自主調節功能的量測已被建議可用來進行 SCD 患者的風險分層管理[28]。這些指標包括心率變異 (HRV)、斜壓反射敏感性 (BRS)、心率震盪 (HRT)、和心跳減速能力。有研究指出，低 HRV 與 BRS 值可預測心因性死亡的高風險[49]。在一份最近研究顯示，低 HRT 值會增加老年人心因性猝死事件的風險[50]，否則視其為低風險的心血管事件。

2.5 病患監測和行動醫療

根據美國人口普查局，全世界 65 歲以上的老人人口，到 2020 年預計將比現在增加一倍以上，到 2050 年則會超過三倍。此外，在當今世界超過 10 億人是體重超重者，這些超重人口中至少有 3 億人罹患肥胖症、超過 2.46 億人罹患糖尿病，並預計到 2025 年將會上升到 3.8 億人[51]。由世界衛生組織的研究報告指出全世界超過 600 百萬人口罹患慢性疾病，而心血管疾病 (CVD) 是導致死亡的主要原因，約占全球死亡人數的 30%。

上述病患若能適當地進行連續或長期的醫療監測，這些死亡的趨勢往往是可以加以防止，這也說明了現代醫療新趨勢，應用 WBSNs(Wireless Body Sensor Networks)技術針對潛在病患進行連續監測與提供行動醫療服務。在未來這些病患監控需求或行動醫療服務市場的增大，被認為是對 WBSNs 發展的重要指標[52, 53]。WBSNs 技術可提供即時資料連接，讓老年人在管理他們的生活需求和醫療需求上獲得有效支持[54]。不論病人是否在醫院、家裡或在行動中，一個 WBSN 允許

連續監測其生理參數，患者不再需要臥床休息，且可以自由走動。對醫療提供者而言，過去僅能獲知病患在醫院短暫停留所測量的數據，現在還能獲知病患在日常生活自然環境長時間下的生理演變，提供更清晰的分析視野[55]。

近年來，電子化健康照護（e-health）的概念已經從遠程醫療發展到行動健康照護（m-health）的模式，促使長期動態監測進行照護的發展。針對殘障者、老人、孕婦和新生兒的醫療需求，使用 WBAN 技術已研發出不少植入式或穿戴式的監測系統。MobiHealth 計畫是歐洲第一個行動醫療計畫[56]，針對行動自由的病患進行行動健康監測，它是一個基於行動電話搭配穿在身上的無線感測器建構的健康服務平台。該行動健康用戶可配備不同的生理感測器進行不斷監測，如高血壓、心率和心電圖，再利用 UMTS 或 GPRS 無線轉發測量結果到服務中心。它提供了三種服務：收集和儲存接收到的數據、數據傳輸到醫生或服務中心、分析數據並發送 SMS。連結感測器與個人設備間之通訊一般採用藍牙或 ZigBee 技術。近年來已有不少其他學者應用 WBSN 於行動醫療之相關研究[52, 53, 57, 58]。

衛生福利部依據緊急醫療救護法於 2013 年設置公共場所 AED 急救資訊網[38]提供 AED 之登錄、地圖、檢索、管理等服務。彰化縣消防局於 2012 年正式發表全國首創「CPR 教學 APP」行動應用服務（智慧型手機-CPR 教學系統）」以及教學影片 QR Code 連結[59]，民眾可先下載應用程式到智慧型手機，遇緊急救護狀況，只要按一個鍵就可即時完成 119 報案、同步引導操作 CPR 急救步驟或隨時隨地輕鬆收看學習 CPR 教學影片，也可以線上申請 CPR 教學課程等功能，透過 CPR 教學 App 行動應用的便民服務，提供給民眾生命安全保障與無所不在的緊急救護網絡。

3. 研究方法

3.1 系統設計

本系統的設計概念是利用穿戴式無線感測器進行病患的生理訊號擷取，並即時傳送量測訊號到行動裝置上進行分析、監控和管理，並可結合雲端網路服務。本研究之系統雛型包含以下三個部分：（1）感測節點（2）移動節點（3）雲端節點，整體系統架構設計如圖 2 所示。

（1）感測節點

感測節點的核心包括無線傳輸器和可穿戴生理量測設備，如心律帶、電極式心電圖器、和脈搏血氧計。這個感測節點用來響應並收集關於人體在物理刺激下的生理反應數據、處理該數據、和無線發送該數據。

（2）移動節點

移動節點負責分析感測器傳來的生理訊號進行即時監控，分析訊號並發生緊急通報，或擔任中繼節點將所有信息轉送到雲端節點。本計畫採用智慧型手機或平板電腦擔任移動節點，當有可疑的 SCD 特徵出現時，警示模組會立即傳送緊急通知。

（3）雲端節點

雲端節點提供 Web 服務和資料庫服務來處理、儲存、並回應來自移動節點的請求。本計畫結合 Google Map 服務，可為 SCD 患者和最近的 AED 地點提供相關定位服務，而 Google Play 服務則可以提供的 CPR+AED 教學 App。結合雲端資源，把握黃金 10 分鐘，期能有效提高 SCD 病患的生存機率。

在本計畫系統雛型中，感測節點和行動節點之間的通信是採用 IEEE 802.15.1（藍牙）技術，IEEE 802.11（無線網絡）和 3G 網絡則用於傳送行動節點與雲端節點間的數據或資訊。

本雛型系統之整體運作流程設計如下：首先，使用者須配戴心律帶（或電極式心電圖器、或脈搏血氧計）進行使用者之心率（或脈搏）之瞬時訊號量測，所量得之即時訊號會傳送給智慧型手機（或平板電腦）進行 RRI 訊號分析、猝死監測、與警示通報；如系統判斷使用者未來有可能發生猝死症狀會即時產生警報訊息提醒使用者，若使用者無系統回應後，系統則再發出大音量的警報聲響、並同步定位使用者之目前所在位置、AED 定位搜尋、由定位通報系統發送警報訊息給使用者家屬、照護人員或 119 報案專線。本系統並嵌入 CPR+AED 教學 App，可及時自動啟動輔助猝死者周遭相關人員進行 CPR+AED 教學，把握時間即時有效搶救發生猝死之使用者，達到猝死前黃金十分鐘之搶救。本計畫使用 Eclipse 為軟體開發平台，撰寫 Java 語言開發猝死偵測與通報系統之 Android App，軟體架構包含五大功能，如圖 3 所示：

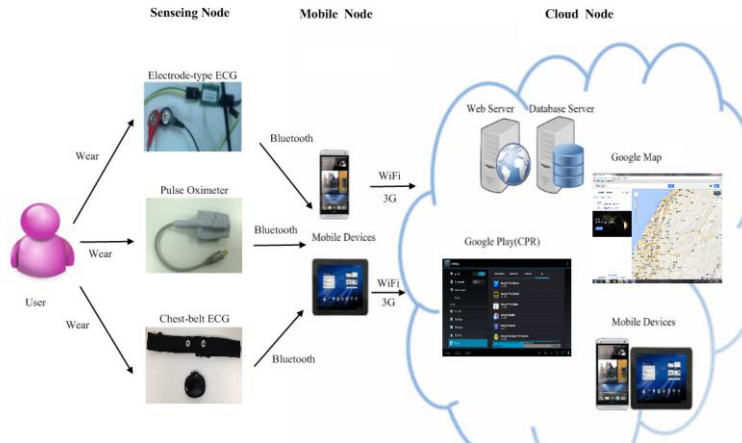


圖 2 系統架構設計

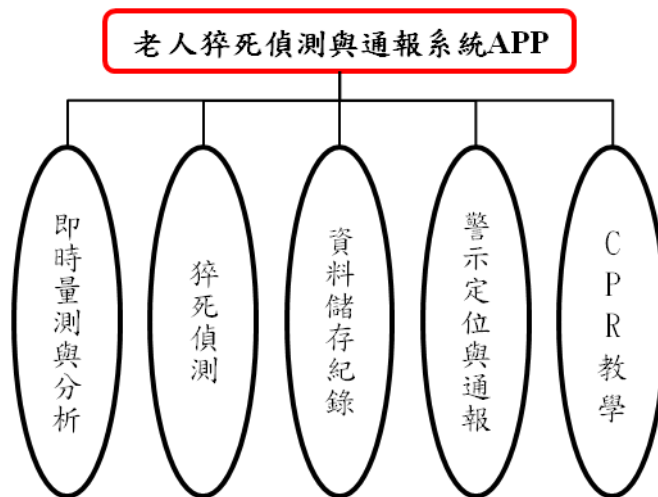


圖 3 猝死偵測與通報系統 App 功能設計

3.2 猝死偵測演算法

3.2.1 心律震盪偵測演算法

王德昭等人[60]分析 405 例急性心肌梗塞致死患者，發現竇性心律震盪現象(Heart Rate Turbulence, HRT)是預測急性心肌梗塞死亡率的良好指標。測量震盪初始(Turbulence Onset, TO)代表室早後竇性心律的加速，可用室早後的前 2 個竇性心律 RR 間期的均值，減去室早前的前 2 個竇性心律 RRi 間期的均值，兩者之差再除以後者，所得結果為 TO，公式如下：

$$TO = \frac{[(RR_1 + RR_2) - (RR_{-1} + RR_{-2})]}{RR_{-1} + RR_{-2}} * 100\%$$

其中RR₁、RR₂代表室早後的前 2 個竇性心律 RR 間期值，RR₋₁、RR₋₂代表室早前的前 2 個竇性心律 RR 間期值。TO 的中性值為 0，TO>0 表明室早後初始階段竇性心律減速，TO<0 表明室早後

初始階段竇性心律加速， $TO=0$ 表示竇性心律震盪現象消失。

定量分析震盪斜率(Turbulence Slope, TS)代表室早後是否存在竇性心律減速的參數。首先測定室早後的前 20 個竇性心律的 RR 間期值，並以 RR 間期的序號為橫坐標，以 RR 間期值為縱坐標，繪製 RR 間期值的分佈圖，再用任意連續 5 個竇性心律的 RR 值做出回歸線，其中正向的最大斜率為 TS 的結果。TS 值以每個 RR 間期的毫秒變化值表示，TS 的中性值被定義為 2.5ms/RR 間期，當 $TS > 2.5\text{ms/RR}$ 間期時，表明竇性心律存在減速現象，而 $TS < 2.5\text{ms/RR}$ 間期時，表明竇性心律不存在減速現象， $TO=2.5\text{ms/RR}$ 間期表示竇性心律震盪現象消失。

按照 TO 及 TS 的結果進行 HRT 分類

第一類(HRT_0)： $TO < 0$ 且 $TS > 2.5\text{ms/RR}$ ；

第二類(HRT_1)： $TO \geq 0$ 或 $TS \leq 2.5\text{ms/RR}$ ；

第三類(HRT_2)： $TO \geq 0$ 並且 $TS \leq 2.5\text{ms/RR}$ 。

王德昭等人研究指出對急性心肌梗塞患者死亡率最有預測價值的指標是 HRT_2 。

3.2.2 心律不整偵測演算法

Tsipouras et al.[61] 首先提出心律不整之心跳(Beat)分類規則，可透過即時脈搏或心率之 RRI 來分類心臟疾病的種類，並將心律不整的異常狀況分類為四種：(1)正常心跳(normal)、(2)心室早期收縮(premature ventricular contraction)、(3)心室纖維顫動(ventricular flutter/fibrillation)、(4)心臟傳導阻礙(heart block)。四類心臟心律不整的判定演算法分述如下：

C0:先都歸類為分類一(正常心跳)

規則一:若符合 C1，則將 $RR2i$ 歸類為分類三(心室纖維顫動)

C1: $(RR2i < 0.6)$ and $(1.8 * RR2i < RR1i)$

若 $RR2k$ 對於所有的視窗 $k=i+1, i+2, \dots, i+n$ (n 為後續資料筆數)，都符合 C2 則將 $RR2$ 歸類為分類三(心室纖維顫動)

C2: $((RR1k < 0.7)$ and $(RR2k < 0.7)$ and $(RR3k < 0.7))$ or $(RR1k + RR2K + RR3k < 1.7)$

若連續被歸類為分類三的 RR-interval 沒有超過 4 次，將所有已分類之分類結果重新歸類為分類一(正常心跳)

規則二:若符合以下三個條件任何一個，則將 $RR2i$ 歸類為分類二(心室早期收縮)

C3: $((1.15 * RR2i < RR1i)$ and $(1.15 * RR2i < RR3i))$

C4: $((|RR1i - RR2i| < 0.3)$ and $(RR1i < 0.8)$ or $(RR2i < 0.8))$ and $(RR3i > 1.2 * \text{mean}(RR1i, RR2i))$

C5: $((|RR2i - RR3i| < 0.3)$ and $(RR2i < 0.8)$ or $(RR3i < 0.8))$ and $(RR2i > 1.2 * \text{mean}(RR2i, RR3i))$

規則三: 若符合 C6，則將 RR2i 歸類為分類四(心臟傳導阻礙)

C6: $(2.2 < RR2i < 3.0)$ and $(|RR1i - RR2i| < 0.2$ or $|RR2i - RR3i| < 0.2)$

Tsipouras et al.[61] 繼之提出心律不整之片段(Episode)分類系統，透過上述心跳分類規則產生之四類結果當輸入資料，檢測六種心律不整的異常狀況分類：ventricular tachycardia (VT), ventricular fibrillation (VF), ventricular bigeminy, ventricular couplet, ventricular trigeminy and heart block。當心律節奏出現連續 3 次 PVC 以上則判定此心律片段為心室心搏過速 (VT)，當心律節奏出現連續 3 次 VF 以上則判定此心律片段為心室纖維顫動 (VF)。

3.2.3 決策樹規則萃取演算法

根據文獻探討，出現心因性猝死的病人主要分為兩種類型的心臟節律。最常見的類型是心室纖維顫動 (VF)，其心電圖顯示出 QRS 波的寬度和不規則的頻率模式，如圖 4 所示。心室心搏過速 (VT) 則是另一種類型，其心電圖也表現出 QRS 波群的寬度，但出現定期頻率樣式，如圖 5 所示。為求取更準確的心因性猝死偵測演算法，本研究將利用決策樹演算法，專注於將心室纖維顫動 (VF)、心室心搏過速 (VT) 與其他類型的心律訊號進行區別之規則萃取。

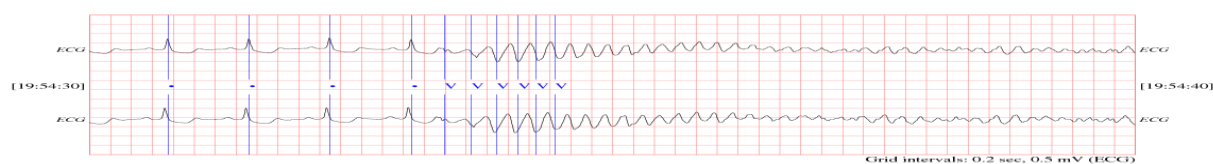


圖 4 心室纖維顫動的心電圖[62]

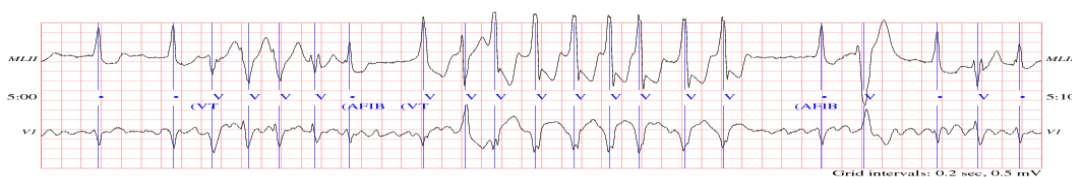


圖 5 心室心搏過速的心電圖[62]

決策樹演算法為資料探勘技術中的一種分類方法，是一種以遞迴的方式把案例集切分成越來越具同質性次集合的分類演算法，其模式結構以樹狀展開，子節點為切割的案例集，終端節點又稱葉節點，並以能取得最高增益比值的節點來做為樹狀結構成長分支的依據。遞迴分割是一種把資料分割成不同小部分的疊代過程，如果有以下情況發生，決策樹將停止分割：該群資料的每一筆資料都已經歸類到同一類別；該群資料已經沒有辦法再找到新的屬性來進行節點分割；該群資

料已經沒有任何尚未處理的資料。

決策樹可針對離散型(類別變數)或連續型(數值變數)進行預測分析，藉由分類已知的案例來建構決策樹，可以自案例中歸納出規律性。建構之決策樹，亦可用於未知的結果進行分類預測，一般情況下樹愈小，其預測能力愈強。現代決策樹演算法，通常已內將連續資料自動找尋最佳切割點的功能。所產生的樹狀結構相較於其他演算法，比較容易讓人理解，這一點是相當重要的；在進行研究時，不僅希望有準確的模型，對決策者而言，更重要的是能否從規則內容獲得啟發，此時規則能否以人類所能理解的形式呈現便顯得相當重要了。決策樹分類圖可轉換成數個 IF-THEN 的決策規則。

經由演算法不斷地改良，決策樹演算法已日趨成熟，並且其探勘出的決策規則具有與人類專家思考模式相同的解釋能力，經常使用於國內外醫學資料探勘相關之分類預測研究上。現今已有許多工具可以提供決策樹演算法之操作與運用，本研究使用 Microsoft 決策樹(Microsoft Decision Tree, MSDT)，是 Microsoft SQL Server 2012 所提供的一種分類和迴歸演算法，可用於離散和連續屬性的預測模型。MSDT 演算法主要採用 Shannon's Entropy 方法找到分割的屬性，以進行樹的分裂和支持離散和連續值屬性的分析。MSDT 可同時提供多元分裂和二元分裂能力，而多元分裂決策樹比二元分裂技術有更多的解釋能力，MSDT 並具有自動屬性篩選(Automatic Feature Selection)和維度縮降(Dimensionality Reduction)能力，因此本研究採用 MSDT 進行後續探討。

4. 結果和討論

4.1 猝死偵測演算法驗證

為驗證相關演算法用於猝死偵測的適宜性，本研究將 MIT-BIH 心律不整資料庫 (MITDB) [62]全部心電圖記錄的 RRI 訊號逐一萃取出來，共獲得 109,092 筆的 RRI 資料，繼之利用註解資料將全部 RRI 資料分成 VF (心室纖維顫動)、VT (心室心搏過速)、Other 等三種類型。表 1 顯示此三種心律訊號類型的分布情形。

表 1 RRI 資料集

類別	VF	VT	Other
筆數	472	396	108,224
比例	0.433%	0.363%	99.204%

由於心因性猝死屬偶發事件資料取得不易，由上表可知此 RRI 資料集屬分類極不均的情形，但十分符合真實生活的狀況。

4.1.1 心律震盪偵測演算法

本研究首先分別採用 Stein et al.[50]與王德昭等人[60]的心律震盪偵測演算法針對上述 RRI 資料集進行準確性驗證，結果如表 2 所示。

表 2 心律震盪偵測演算法驗證結果

方法	Stein et al.[50]		王德昭等人[60]	
	TO > 0 且 TS < 3.0ms/RRI	Else	TO ≥ 0 且 TS ≤ 2.5ms/RRI	Else
VF	19	453	14	458
VT	0	396	0	396
Other	499	107685	187	107997

上表驗證結果發現，不論是 Stein et al.[50]或王德昭等人[60]所建議的心律震盪偵測演算法，都無法有效進行心室纖維顫動 (VF) 或心室心搏過速 (VT) 之正確判定，亦無法將之與其他心律訊號進行區分檢測。

4.1.2 心律不整偵測演算法

本研究首先採用 Tsipouras et al. 心律不整之片段(Episode)分類系統[61]針對上述 RRI 資料集進行準確性驗證，結果如表 3 所示。

表 3 心律不整偵測演算法驗證結果

分類	VF	VT	Other
VF	252	55	1022
VT	9	32	1432
Other	211	309	105770

上表驗證結果發現，Tsipouras et al. 所建議的心律不整偵測演算法[61]整體的準確率雖高達 97.215%，但 VF 的正確捕捉率僅 53.390%、VT 的正確捕捉率僅 8.081%。

為提高 VF 及 VT 的正確捕捉率，本研究利用門檻值優化方法進行效能改善，優化後之判定規則條列如下：

C1 : $(RR2i < 0.7)$ and $(1.8 * RR2i < RR1i)$

C2 : $((RR1k < 0.5)$ and $(RR2k < 0.5)$ and $(RR3k < 0.5))$ or $(RR1k + RR2k + RR3k < 1.5)$

C3 : $((1.1 * RR2i < RR1i)$ and $(1.1 * RR2i < RR3i)$

C4 : $(|RR1i - RR2i| < 0.2)$ and $((RR1i < 0.7)$ and $(RR2i < 0.7))$ and $(RR3i > 1.3 * \text{mean}(RR1i, RR2i))$

C5 : $(|RR2i - RR3i| < 0.2)$ and $((RR2i < 0.7)$ and $(RR3i < 0.7))$ and $(RR1i > 1.3 * \text{mean}(RR2i, RR3i))$

C6 : $(1.5 < RR2i < 1.8)$ and $(|RR1i - RR2i| < 0.15$ or $|RR2i - RR3i| < 0.15)$

表 4 改良型心律不整偵測演算法驗證結果

分類	VF	VT	Other
VF	457	21	93
VT	0	36	1536
Other	15	339	106595

上表驗證結果發現，本研究所改良的心律不整偵測演算法整體的準確率提高達 98.163%，VF 的正確捕捉率提高達 96.822%，但 VT 的正確捕捉率僅提高達 9.091%。

4.1.3 決策樹規則萃取演算法

本研究嘗試針對上述分類不均之 RRI 資料集，使用多次不同抽樣法找出適當的訓練集與測試集進行決策樹規則萃取研究。經探勘出較合宜的決策樹模型並萃取出下列規則：

IF (RR1i+RR2i+RR3i<1.252) THEN Class = VF
 IF (1.252 ≤ RR1i+RR2i+RR3i<1.657) THEN Class = VT
 IF (1.702 ≤ RR1i+RR2i+RR3i<1.852) THEN Class = VT
 ELSE Class = Other

表 5 決策樹規則萃取演算法驗證結果

分類	VF	VT	Other
VF	452	74	424
VT	8	224	13511
Other	12	98	94289

上表驗證結果發現，本研究決策樹規則演算法整體的準確率達 87.050%，VF 的正確捕捉率提高達 95.763%，VT 的正確捕捉率提高達 56.566%。

經醫療專家詮釋與討論，再將上述之判定規則進行簡化如下：

IF (RR1i+RR2i+RR3i<1.252) THEN Class = VF
 IF (1.252 ≤ RR1i+RR2i+RR3i<1.852) THEN Class = VT
 ELSE Class = Other

表 6 精簡型決策樹規則萃取演算法驗證結果

分類	VF	VT	Other
VF	452	74	424
VT	8	254	16189
Other	12	68	91611

上表驗證結果發現，精簡型決策樹規則演算法整體的準確率達 84.623%，VF 的正確捕捉率維持達 95.763%，VT 的正確捕捉率則提高達 64.141%。

4.1.4 猝死偵測演算法效能比較

本研究將上述四種猝死偵測演算法進行效能比較，並將表 2~表 6 的三類判定結果轉成二元分類判定結果，詳如表 7 所示：

表 7 猝死偵測演算法效能比較 (%)

演算法\效能指標	VF 捕捉率	VT 捕捉率	偽陰性	偽陽性	整體準確率
心律不整偵測演算法	53.390	8.081	59.908	2.268	97.274
改良型心律不整偵測演算法	96.822	9.091	40.783	1.505	98.182
決策樹規則萃取演算法	95.763	56.566	12.673	12.876	87.126
精簡型決策樹規則萃取演算法	95.763	64.141	9.217	15.351	84.698

上表效能比較結果發現，偽陰性代表有病被誤判成沒病的比率，偽陽性代表沒病被誤判成有病的比率，是醫學領域重要的兩大指標。相較於原始 Tsipouras et al. 所建議的心律不整偵測演算法[61]，本研究首先提出之改良型心律不整偵測演算法可將猝死偵測的偽陰性降到 40.783%，偽陽性也降到 1.505%，整體準確率高達 98.182%，其中 VF 捕捉率可高達 96.822%，但 VT 捕捉率較低僅達 9.091%。代表本改良型心律不整偵測演算法對於 VF 的有效偵測有良好提升能力。本研究另外提出之決策樹規則萃取演算法可將猝死偵測的偽陰性降到 12.673%，其中 VF 捕捉率可達 95.763%，VT 捕捉率亦達 56.566%。本研究再提出之精簡型決策樹規則萃取演算法可再將猝死偵測的偽陰性降到 9.217%，其中 VF 捕捉率維持達 95.763%，VT 捕捉率則更提高達 64.141%。代表本精簡型規則對於 VF 及 VT 的有效偵測有不錯的提升能力，但對其他類別被誤判成 VF 或 VT 的偽陽性比率亦隨之增高，導致整體準確度為 84.698%。

由於改良型心律不整偵測演算法之偽陽性最低但偽陰性也高，精簡型決策樹規則萃取演算法之偽陰性最低但偽陽性也最高，本研究最後提出的猝死偵測演算法：改良型心律不整偵測演算法 + 精簡型決策樹規則萃取演算法之整合版，即同步進行此兩個演算法的即時偵測判定，若僅觸發一個演算法分類為 SCD 時，則系統判定此事件為 SCD 警戒狀態；若同時觸發兩個演算法之分類皆為 SCD 時，則系統判定此事件為 SCD 危險狀態。

4.2 系統展示與討論

4.2.1 硬體展示與討論

本研究首先整合 ECG 晶片(K&Y Lab, Heart Rate Variability Processing Module)與 PSoC 系統模組進行心電圖量測設備之雛型開發測試， ECG 訊號先以有線方式由電極貼片傳送訊號給 ECG 晶片解譯輸出數位訊號，再傳值到 PSoC 晶片，最後以無線方式由藍芽晶片傳送給行動平台進行後續處理分析，展示如圖 2 及圖 3 所示。

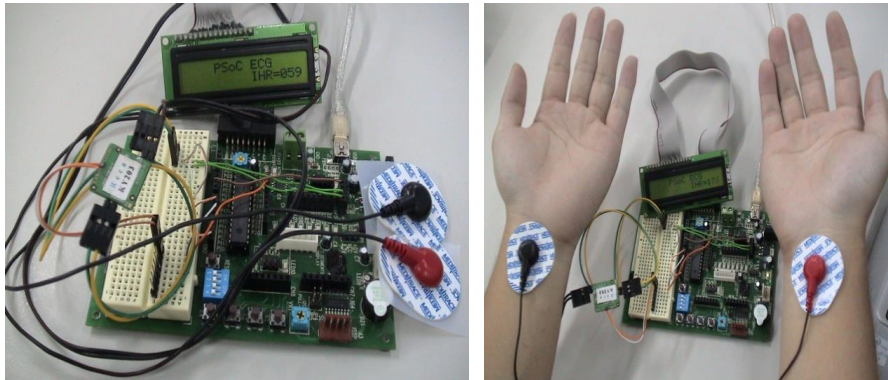


圖 2 ECG 量測設備雛型(左)和使用者配戴(右)圖

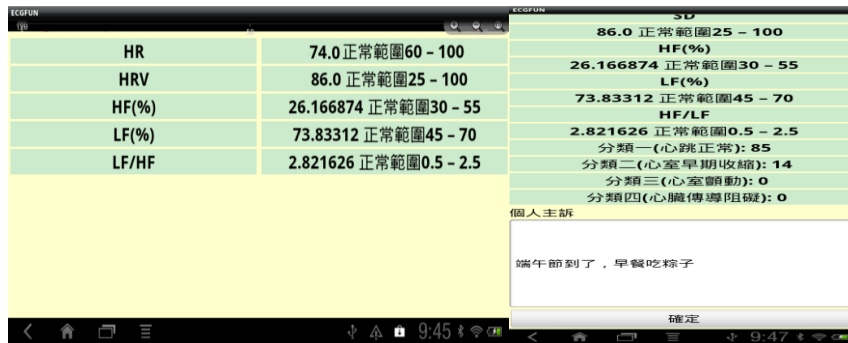


圖 3 ECG 即時量測資料展示

上述之 ECG 量測設備雛型經本研究人員測試使用後，發現電極貼片由於使用習慣、貼片脫落、行動中等問題極易造成訊號量測錯誤而導致結果誤判，較不適用在日常生活或行動中之長期偵測。近年來國內外廠商陸續發表具 ECG 功能之感測服飾，或許將可解決未來本雛型設備之微小化與行動化的議題。

本研究繼之整合 SpO2 感測器與 PSoC 系統模組進行血氧脈搏量測設備之雛型開發測試，SpO2 訊號先以有線方式由 SpO2 感測端傳送量測值到 PSoC 晶片，再以無線方式由藍芽晶片傳送給行動平台進行後續處理分析，展示如圖 4 所示。

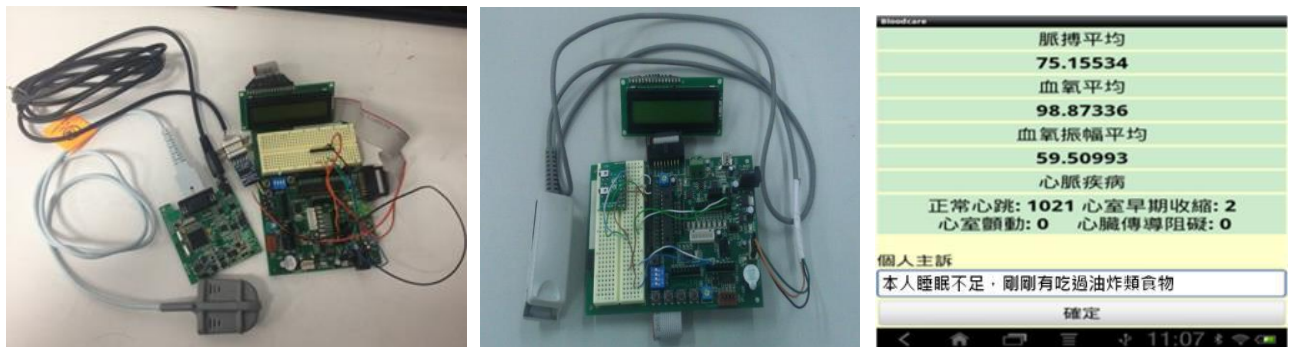


圖 4 SpO2 量測設備雛型(左，中)與即時資料展示(右)

圖 4 之左圖為國內有醫療認證廠商 Rossmax 所生產的指套式 SpO2 探頭與其專屬的血氧晶片，中間圖形則為大陸工廠生產的指夾式 SpO2 感測器。上述之 SpO2 量測設備雛型經本研究人員測試使用後，發現指套式探頭較指夾式探頭方便量測使用，但指夾式 SpO2 感測器直接與 PSoC 系統模組串接即能使用，而指套式 SpO2 探頭必須先搭配其專屬的血氧晶片後才能再與 PSoC 系統模組串接使用，過程中需考量各元件的驅動電壓，故硬體整合難度較複雜。使用上兩者都面臨雛型設備體積較大問題，2013 年國際間已有耳機式藍芽血氧感測器之發表，預計 2014 年量產上市，或許將可解決未來本雛型設備之微小化的議題。

本研究最後整合藍芽心律帶(Microtime, Hart Rate Monitor)與行動平台進行心率量測設備之雛型開發測試，心率訊號直接以無線方式由心律帶之藍芽晶片傳送給行動平台進行後續處理分析，展示如圖 5 所示。

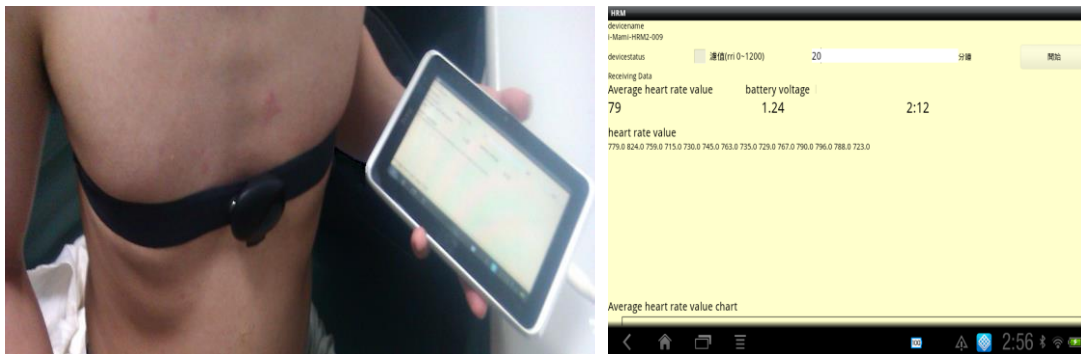


圖 5 藍芽心律帶使用者配戴(左)與即時資料展示(右)

上述之藍芽心律帶經本研究人員測試使用後，發現藍芽心律帶鄰近行動平台時量測結果較不受行動中或靜止狀態而有顯著差異，可當長期心律監測的設備選項。但藍芽心律帶由於使用者需束縛配戴在胸口處，會讓女性使用者覺得不便與不舒服感而產生排斥問題。

4.2.2 軟體功能展示

使用者須配戴心律帶（或電極式心電圖器、或脈搏血氧計）傳送量測值給行動裝置進行系統監測；如系統判斷使用者有可能發生猝死症狀會即時產生警報訊息提醒使用者，若使用者無系統回應後，系統則再發出大音量的警報聲響、並同步定位使用者之目前所在位置、AED 定位搜尋、由定位通報系統發送警報訊息給使用者家屬、照護人員或 119 報案專線。本系統並嵌入 CPR+AED 教學 App，可及時自動啟動輔助猝死者周遭相關人員進行 CPR+AED 教學，把握時間即時有效搶救發生猝死之使用者，達到猝死前黃金十分鐘之搶救

圖 6 顯示使用者配戴藍芽心律帶進行心率訊號（HR, SDNN）量測並傳送給智慧型手機（或

平板電腦) 進行心率訊號分析展示的畫面。

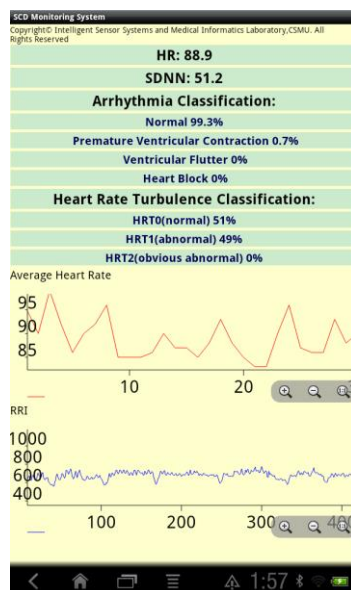


圖 6 RRI 訊號之監測畫面

經由系統預設的監控視窗長度(如 2 分鐘), 系統會依據量測之 RRI 訊號搭配相關猝死偵測演算法進行監控, 顯示如圖 7 的監控報告。

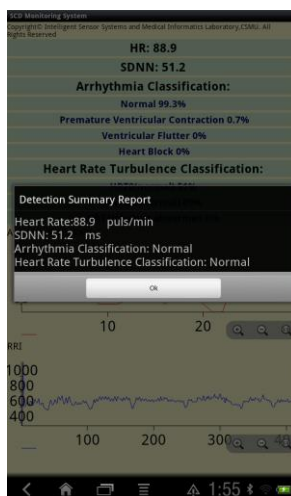


圖 7 RRI 量測之監控報告

如果系統檢測到使用者有心臟猝死可疑的 RRI 特徵, 會立即產生預警信息, 依照危險程度提醒使用者注意與確認, 顯示如圖 8 的預警報告。如果用戶沒有任何回應, 系統會自動發送響亮的警鈴聲再次提醒使用者與附近行人, 透過 Google 定地服務找出病人的當前位置與鄰近的 AED 位置, 顯示如圖 9 所示。此外, 系統也可自動發送警示通報給設定的照護者或家人。猝死前的黃金 10 分鐘的最佳搶救時間。為了幫助周遭行人對猝死者實施 CPR+AED 之搶救, 本系統也嵌入相關輔助指引, 如圖 10 所示。



圖 8 SCD 偵測之預警報告

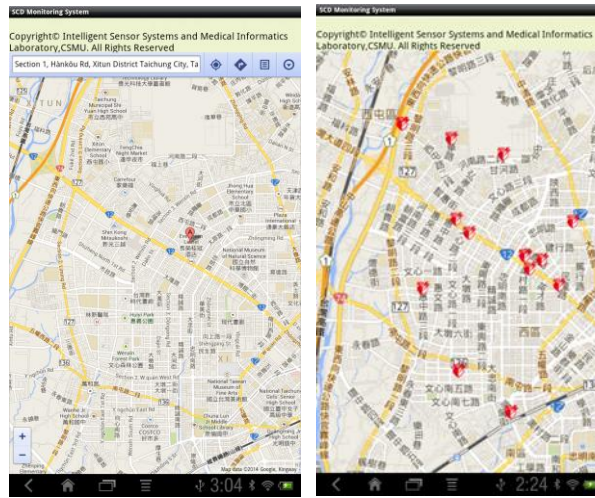


圖 9 Google 定地服務



圖 10 CPR+AED 教學

5. 結論與建議

5.1 結論

經由執行本計畫，獲得如下兩點結論：

1. 本研究嘗試整合感測設備（心律帶）、行動平台、猝死偵測演算法發展了一套 Android 行動化猝死偵測輔助系統雛型，可應用於心因性猝死病症的監測、預警與通報服務。
2. 由於改良型心律不整偵測演算法之偽陽性最低但偽陰性也高，精簡型決策樹規則萃取演算法之偽陰性最低但偽陽性也最高，為同時降低偽陰性與偽陽性的判定疑慮，本研究提出整合型猝死偵測演算法：改良型心律不整偵測演算法 + 精簡型決策樹規則萃取演算法，即同步進行此兩個演算法的即時偵測判定，若僅觸發一個演算法分類為 SCD 時，則系統判定此事件為 SCD 警戒狀態；若同時觸發兩個演算法之分類皆為 SCD 時，則系統判定此事件為 SCD 危險狀態。

5.2 建議

由於猝死事件常發生在無心臟病史的個人，故高風險族群不易定義，或許曾發生猝死病史的病患或自覺有需要的銀髮族是未來可能推廣的使用族群。由於需長期配戴進行即時偵測，故系統硬體的微小化、系統軟體的低誤判率、整體系統使用的友善化與穩定性等議題都需要更進一步的研究與驗證。

參考文獻

1. 內政部統計處. 2005; Available from: <http://www.moi.gov.tw/stat/index.aspx>.
2. 衛生福利部統計處. Available from: http://www.mohw.gov.tw/cht/DOS/Statistic.aspx?f_list_no=312.
3. 醫砭·沈藥子. 猝死型冠心病. Available from: <http://yibian.hopto.org/diag/ill/?illno=1955>.
4. 詹聖霖. 兒童猝死. 2007; Available from: <http://www.vghtc.gov.tw/GipOpenWeb/wSite/public/.../f1337819018988.pdf>.
5. Goldberger, J.J., et al., *American Heart Association/American College of Cardiology Foundation/Heart Rhythm Society Scientific Statement on Noninvasive Risk Stratification Techniques for Identifying Patients at Risk for Sudden Cardiac Death* A Scientific Statement From the American Heart Association Council on Clinical Cardiology Committee on Electrocardiography and Arrhythmias and Council on Epidemiology and Prevention. *Journal of the American College of Cardiology*, 2008. **52**(14): p. 1179-1199.
6. 蔡天堯, 猝死與急性心血管疾病之急救處置和預防, 清流月刊中華民國一百零三年二月號 2014.
7. Zheng, Z.-J., et al., *Sudden cardiac death in the United States, 1989 to 1998*. *Circulation*, 2001. **104**(18): p. 2158-2163.
8. Chugh, S.S., et al., *Epidemiology of sudden cardiac death: clinical and research implications*. *Progress in cardiovascular diseases*, 2008. **51**(3): p. 213-228.
9. Zipes, D.P. and H.J. Wellens, *Sudden cardiac death*. *Circulation*, 1998. **98**(21): p. 2334-2351.
10. Engdahl, J., et al., *The epidemiology of out-of-hospital 'sudden' cardiac arrest*. *Resuscitation*, 2002. **52**(3): p. 235-245.
11. Morgan, J.M., et al., *Sudden cardiac death: opportunities for prevention*. *Heart*, 2006. **92**(6): p. 721-723.
12. *Implantable cardioverter defibrillators for arrhythmias*. Available from: <http://www.nice.org.uk/nicemedia/pdf/TA095guidance.pdf>.
13. Bowker, T., et al., *Sudden, unexpected cardiac or unexplained death in England: a national survey*. *Qjm*, 2003. **96**(4): p. 269-279.
14. Eckart, R.E., et al., *Sudden death in young adults: a 25-year review of autopsies in military recruits*. *Annals of Internal Medicine*, 2004. **141**(11): p. 829-834.
15. Papadakis, M., et al., *The magnitude of sudden cardiac death in the young: a death certificate-based review in England and Wales*. *Europace*, 2009. **11**(10): p. 1353-1358.

16. Shen, W.-K., et al., *Sudden unexpected nontraumatic death in 54 young adults: a 30-year population-based study*. The American journal of cardiology, 1995. **76**(3): p. 148-152.
17. Corrado, D., et al., *Does sports activity enhance the risk of sudden death in adolescents and young adults?* Journal of the American College of Cardiology, 2003. **42**(11): p. 1959-1963.
18. Maron, B.J., *Sudden death in young athletes*. New England Journal of Medicine, 2003. **349**(11): p. 1064-1075.
19. Papadakis, M. and S. Sharma, *Sudden cardiac death*. Medicine, 2010. **38**(9): p. 502-506.
20. Pratt, C.M., et al., *Exploration of the precision of classifying sudden cardiac death Implications for the interpretation of clinical trials*. Circulation, 1996. **93**(3): p. 519-524.
21. Zipes, D.P., et al., *ACC/AHA/ESC 2006 Guidelines for Management of Patients With Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for Management of Patients With Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death)*. Journal of the American College of Cardiology, 2006. **48**(5): p. e247-e346.
22. Rea, T.D. and R.L. Page, *Community approaches to improve resuscitation after out-of-hospital sudden cardiac arrest*. Circulation, 2010. **121**(9): p. 1134-1140.
23. Adabag, A.S., et al., *Sudden cardiac death: epidemiology and risk factors*. Nature Reviews Cardiology, 2010. **7**(4): p. 216-225.
24. Myerburg, R.J., V. Reddy, and A. Castellanos, *Indications for implantable cardioverter-defibrillators based on evidence and judgment*. Journal of the American College of Cardiology, 2009. **54**(9): p. 747-763.
25. Nichol, G., et al., *Regional variation in out-of-hospital cardiac arrest incidence and outcome*. JAMA: the journal of the American Medical Association, 2008. **300**(12): p. 1423-1431.
26. Myerburg, R.J., *Scientific gaps in the prediction and prevention of sudden cardiac death*. Journal of cardiovascular electrophysiology, 2002. **13**(7): p. 709-723.
27. Müller, D., R. Agrawal, and H.-R. Arntz, *How sudden is sudden cardiac death?* Circulation, 2006. **114**(11): p. 1146-1150.
28. Govil, A.K., et al., *Prediction and Prevention in Sudden Cardiac Death*. Apollo Medicine, 2011. **8**(3): p. 228-237.
29. Hazinski, M.F., et al., *Lay Rescuer Automated External Defibrillator ("Public Access Defibrillation") Programs Lessons Learned From an International Multicenter Trial: Advisory Statement From the American Heart Association Emergency Cardiovascular Committee; the*

- Council on Cardiopulmonary, Perioperative, and Critical Care; and the Council on Clinical Cardiology. Circulation, 2005. 111(24): p. 3336-3340.*
30. Weaver, W.D. and M.A. Peberdy, *Defibrillators in public places--one step closer to home. The New England journal of medicine, 2002. 347(16): p. 1223.*
 31. Bunch, T.J., et al., *Long-term outcomes of out-of-hospital cardiac arrest after successful early defibrillation. New England Journal of Medicine, 2003. 348(26): p. 2626-2633.*
 32. Gundry, J.W., et al., *Comparison of naive sixth-grade children with trained professionals in the use of an automated external defibrillator. Circulation, 1999. 100(16): p. 1703-1707.*
 33. Caffrey, S.L., et al., *Public use of automated external defibrillators. New England Journal of Medicine, 2002. 347(16): p. 1242-1247.*
 34. Valenzuela, T.D., et al., *Outcomes of rapid defibrillation by security officers after cardiac arrest in casinos. New England Journal of Medicine, 2000. 343(17): p. 1206-1209.*
 35. White, R.D., D.G. Hankins, and T.F. Bugliosi, *Seven years' experience with early defibrillation by police and paramedics in an emergency medical services system. Resuscitation, 1998. 39(3): p. 145-151.*
 36. Hallstrom, A.P., et al., *Public-access defibrillation and survival after out-of-hospital cardiac arrest. The New England Journal of Medicine, 2004. 351(7): p. 637.*
 37. 黃漢華, 台灣首度傻瓜電擊器 (AED) 普及率調查, 遠見雜誌第 327 期 2013.
 38. 衛生福利部 . 公共場所 AED 急救資訊網 . 2104; Available from: <http://tw-aed.mohw.gov.tw/index.jsp>.
 39. McLenachan, J.M. and H.J. Dargie, *Left ventricular hypertrophy as a factor in arrhythmias and sudden death. American journal of hypertension, 1989. 2(2 Pt 1): p. 128-131.*
 40. Zimetbaum, P.J., et al., *Electrocardiographic predictors of arrhythmic death and total mortality in the multicenter unsustained tachycardia trial. Circulation, 2004. 110(7): p. 766-769.*
 41. Dhar, R., et al., *Association of prolonged QRS duration with ventricular tachyarrhythmias and sudden cardiac death in the Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial II (MADIT-II). Heart Rhythm, 2008. 5(6): p. 807-813.*
 42. Morin, D.P., et al., *QRS duration predicts sudden cardiac death in hypertensive patients undergoing intensive medical therapy: the LIFE study. European heart journal, 2009. 30(23): p. 2908-2914.*
 43. Das, M.K. and D.P. Zipes, *Fragmented QRS: a predictor of mortality and sudden cardiac death. Heart Rhythm, 2009. 6(3): p. S8-S14.*

44. Ott, P. and F.I. Marcus, *Electrocardiographic markers of sudden death*. *Cardiology clinics*, 2006. **24**(3): p. 453-469.
45. Aloul, B.A., et al., *Brugada pattern electrocardiogram associated with supratherapeutic phenytoin levels and the risk of sudden death*. *Pacing and clinical electrophysiology*, 2007. **30**(5): p. 713-715.
46. Mann, D., *Pathophysiology of heart failure*. Libby P, Bonow RO, Mann DL, Zipes DP. Braunwald's heart disease: a textbook of cardiovascular medicine. 8th ed. Philadelphia: Saunders, 2007: p. 9901-9.
47. Algra, A., et al., *QTc prolongation measured by standard 12-lead electrocardiography is an independent risk factor for sudden death due to cardiac arrest*. *Circulation*, 1991. **83**(6): p. 1888-1894.
48. Chugh, S.S., et al., *Determinants of Prolonged QT Interval and Their Contribution to Sudden Death Risk in Coronary Artery Disease The Oregon Sudden Unexpected Death Study*. *Circulation*, 2009. **119**(5): p. 663-670.
49. Rovere, M.T.L., et al., *Baroreflex sensitivity and heart-rate variability in prediction of total cardiac mortality after myocardial infarction*. *The Lancet*, 1998. **351**(9101): p. 478-484.
50. Stein, P.K. and J.I. Barzilay, *Relationship of Abnormal Heart Rate Turbulence and Elevated CRP to Cardiac Mortality in Low, Intermediate, and High-Risk Older Adults*. *Journal of cardiovascular electrophysiology*, 2011. **22**(2): p. 122-127.
51. *International Diabetes Federation (IDF)*. Available from: <http://www.idf.org/>.
52. Latré, B., et al., *A survey on wireless body area networks*. *Wireless Networks*, 2011. **17**(1): p. 1-18.
53. Chen, M., et al., *Body area networks: A survey*. *Mobile Networks and Applications*, 2011. **16**(2): p. 171-193.
54. Drude, S. *Requirements and application scenarios for body area networks*. in *Mobile and Wireless Communications Summit, 2007. 16th IST*. 2007. IEEE.
55. Park, S. and S. Jayaraman, *Enhancing the quality of life through wearable technology*. *Engineering in Medicine and Biology Magazine*, IEEE, 2003. **22**(3): p. 41-48.
56. Konstantas, D., et al. *MobiHealth: ambulant patient monitoring over public wireless networks*. in *Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering MEDICON*. 2004.
57. *< Mobile Health Monitoring System for Elder.pdf >*. 2011.
58. Alemdar, H. and C. Ersoy, *Wireless sensor networks for healthcare: A survey*. *Computer Networks*, 2010. **54**(15): p. 2688-2710.

59. 彰化縣消防局 . *CPR 教學 APP*. 2012; Available from: <http://www.nownews.com/n/2012/08/22/402252>.
60. 王德昭、李志民、付貴琴、劉小華、曹海蓉、胡大一, 竇性心律震盪現象對急性心肌梗死預後的影響. *中國全科醫學*, 2005. **14**: p. 1138-1140.
61. Tsipouras, M.G., D.I. Fotiadis, and D. Sideris, *An arrhythmia classification system based on the RR-interval signal*. *Artificial Intelligence in Medicine*, 2005. **33**(3): p. 237-250.
62. Goldberger AL, A.L., Glass L, Hausdorff JM, Ivanov PCh, Mark RG, Mietus JE, Moody GB, Peng C-K, Stanley HE. *PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a New Research Resource for Complex Physiologic Signals*. *Circulation* 101(23):e215-e220 2000; Available from: <http://circ.ahajournals.org/cgi/content/full/101/23/e215>.

附錄一

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：研究成果與原計畫相符程度高，有達成預期目標。

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）

說明：本計畫因故退回國外差旅費經費，無國外學術研討會論文發表。計畫經費補助下已發表 2 篇國內學術研討會論文，並已接受一篇 EI 學術期刊論文，一篇 SCI 學術期刊論文。

(1) 沈瑜豐、魏千琛、曾明性* (2012), 「個人心律不整診斷監測及健康紀錄管理系統開發:以 Android 平台整合血氧脈搏儀為例」, 第十八屆資訊管理暨實務研討會, 台北科技大學。

(2) 張巧蓉、曾明性*、蔡明璋、林俊哲(2013), 「多階層式決策樹架構萃取大腸息肉診斷之分類規則」, 第 24 屆國際資訊管理學術研討會, 真理大學。

(3) H. C. Wu, H. Ting, M. H. Tseng*, Y. F. Shen, C. C. Chang (2014). "Mobile Healthcare Monitoring System for Sudden Cardiac Death", WIT Transactions on Engineering Sciences. (Accepted) (EI)

(4) M. H. Tseng, H. C. Wu (2014). "A cloud medication safety support system using QR Code and Web Services for elderly outpatients", Technology and Health Care. (Accepted) (SCI, HEALTHCARE SCIENCES AND SERVICES, 78/82, IF: 0.638)

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）

學術成就方面：本計畫開發四種 SCD 偵測演算法進行效能評估，提出整合型偵測演算法，若僅觸發一種演算法分類為 SCD 時，則系統判定此事件為 SCD 警戒狀態；若同時觸發兩種演算法之分類皆為 SCD 時，則系統判定此事件為 SCD 危險狀態。

技術創新方面：本研究嘗試整合感測設備(心律帶)、行動平台、SCD 偵測演算法發展了一套 Android 行動化 SCD 偵測輔助系統雛型，可應用於 SCD 的監測、預警與通報服務。

社會影響方面：隨著智慧型手機/平板電腦快速普及，行動裝置已經成為民眾每日深度接觸的重要媒介，更進一步衍生出行動應用服務的潛在市場。應用智慧生活科技來有效輔助銀髮族相關的行動健康照護是個相當重要的議題。

個人心律不整診斷監測及健康紀錄管理系統開發：

以 Android 平台整合血氧脈搏儀為例

沈瑜豐, 魏千琛, 曾明性*

中山醫學大學醫學資訊學系

*mht@csmu.edu.tw

摘要

心臟疾病在最近是一直必須被關注的問題，根據衛生署公佈一百年國人十大死因統計，國內平均每三十一分五十秒就有一人死於心臟疾病，僅次於惡性腫瘤。為了有效進行個人心臟疾病健康管理，本研究以 Android 手機為開發平台，結合可程式化單晶片即時接收血氧脈搏儀的量測值，同步進行 R-R interval 運算，並建構心律不整疾病分類診斷規則來進行個人心律不整及時診斷監測。使用者可經由本系統自行安排量測時間、進行量測事件的主訴輸入、並將相關監測及診斷的結果紀錄在行動設備以及上傳至雲端資料伺服器，以利後續就醫時之個人健康紀錄查閱。

關鍵詞：Android、可程式化單晶片、血氧脈搏儀、心臟疾病診斷監測、個人健康紀錄。

前言

本研究透過行動裝置(Mobile Device)發展愈來愈多元與成熟等特性，例如智慧型手機以及平版電腦等市面上已推出一段時間且佔有很大的市場，根據調查顯示，使用手持行動裝置連結網際網路的人口，大幅超越使用電腦連結網路的人口，所以利用手持設備進行資訊和無所不在的進行交換、溝通已經是種趨勢，而且此類裝置能讓消費者擁有更好、更直覺的使用經驗，因此，以 Android 平台的智慧型手機/平版電腦並整合生理訊號感測儀器和傳輸方式，開發出血氧脈搏個人健康管理系統，利用每天或即時的針對自己的健康指標進行監控與維護，在個人的健康資料庫中記錄或更新，以利統計與分析，管理個人的健康檔案。

市面上許多電子式生理訊號儀器可以用來量測脈搏值以供心律相關資料的研究，而本研究利用血氧脈搏計的測量方式，脈搏動期間光吸收量的判斷，進而得到脈搏值，用來進行心律研究的處理。

本文之為使用開發出的血氧脈搏個人健康紀錄管理系統，利用四類心律不整疾病診斷規則來隨時有效檢測心臟是否異常，且能讓使用者便於攜帶量測資訊，並可提供歷史量測資訊給醫療專業人員作為輔助診斷。

文獻探討

一、遠距照護監測系統

遠距照護監測系統，不管是醫師或是家屬都能夠在任何地方利用手機上網功能去下載病患的生理數據並了解病患情況的遠距的監測系統，設計是結合了血氧、血壓與心電圖的量測並利用藍芽晶片無線傳輸至電腦，而得以減少實體線路的空間，使量測環境不受限制，再將所量測的數據傳送到伺服器中做儲存，利用Android手機軟體開發出可利用手機上網去下載病患的生理量測數據，此系統也避免用手抄寫，降低筆誤所造成的風險，並將資料匯整，在觀看生理數據時可一目了然，便於讓醫師判斷，也方便讓家屬了解病患的情況。

利用藍芽晶片無線傳輸再經由RS232介面將所量測到的血氧、血壓以及心電圖等生理訊號傳送至電腦並利用網路的特性上傳到伺服器，使醫師可以使用近年發展迅速的Android系統軟體去下載病患所量測到的最新生理數值，做進一步專業的判斷診療，不必等到就診時才發現事態嚴重，而無法有效的進行治療，也實現了遠距監測的理念，在忙碌的社會裡，家屬也可以下載數據，了解病患的情況，讓家屬不用長時間的陪在病患身旁。

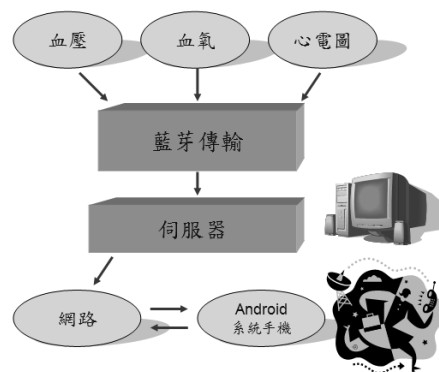


圖 1:遠距照護監測系統架構[9]

二、血氧含量 SpO2

體內的血液通過心臟泵過肺部，還原血紅蛋白(Hb)與肺泡中的氧氣結合變成了氧合血紅蛋白(HbO2)，只有約 2% 氧氣溶解在血漿中。這些血通過動脈系統一直被輸送到微絲血管。在微絲血管中，氧合血紅蛋白釋放氧，作組織新陳代謝用。氧合血紅蛋白釋放氧後還原為還原血紅蛋白(Hb)。氧合血紅蛋白(HbO2)佔所有 血紅蛋白 (還原血紅蛋白(Hb) 加 氧合血紅蛋白(HbO2)總和) 的百分比就是血氧含量百分比了。

$$\text{氧飽和度(SpO}_2\text{)} = \frac{\text{氧合血紅蛋白}}{\text{氧合血紅蛋白} + \text{脫氧血紅蛋白}} \quad (1)$$

血紅蛋白在有氧及沒有攜帶氧氣的情況之下有不同吸收光線的特質。氧合血紅蛋白(HbO2)和還原血紅蛋白(Hb)在紅光、紅外光區(600nm~1000nm，尤其是位於可見紅光光譜(660 奈米)和紅外光譜(940 奈米)的兩個光源)吸收光譜特性差別最大，所以使用紅外光譜法能夠成為測量組織中血液氧成分的一個簡單但可靠的方法。利用光譜學方法對血液氧成分進行測量既不會對身體做成損傷，檢測又安全可靠、同時又有可以連續監察的特點。因而具有廣泛的臨床研究與應用範疇。

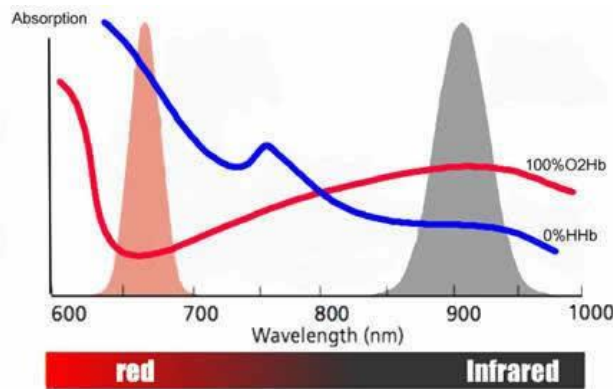


圖 2:血氧光譜[10]

三、血氧計的基本原理

脈搏血氧定量計所用探頭類似於圖示使用時探頭套在指尖上。上壁固定了兩個並列放置的光二極管,發光波長分別為 660nm 可見紅光和 940nm 紅外線。下壁有一個光電檢測器將透射過手指的可見紅光 和 紅外線 轉換成電信號 (A/D converter)。它所檢測到的信號越弱，就表示光信號穿透指尖時，被那裡的組織、骨骼和血液吸收的越多。[11]

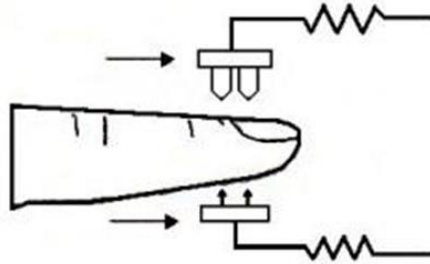


圖 3: 透射式脈搏血氧計探頭示意圖

在測量指尖的光吸收量時人們注意到指尖的光吸收量應包括血液總量(動脈血、靜脈血)及非血成份(皮膚、骨骼,及軟組織等)。非血成份不會隨脈動過程而變化,而血液總量卻會隨脈動過程所引起的血液流入流出而變化。因此非血成份對光的吸收量是不應該改變的,換言之,吸光量的變化完全是由脈動做成。

由於光電信號的脈動規律是和心臟的搏動一致的,因此檢測出光電信號的週期就能確定出脈搏率。習慣上將脈搏血氧儀測得的血氧飽和度稱為 SpO_2 ,以區別於用其他類型的血氧計所測得的結果。

如果用光吸收來表示,紅光和紅外光作用時,信號的變化規律大致一樣,但脈動分量的幅度可能不同,設法讓上述兩種波長的紅光和紅外光輪流通過檢測部位,並將這兩個信號中的脈動成分分離出來,經過放大和濾波後,分別由模/數轉換器轉換成數字量,便可以根據下式計算出血氧飽和度:

$$SpO_2 = K_1 R^2 + K_2 R + K_3 \quad (2)$$

此式中的 K_1 、 K_2 、 K_3 是經驗常數,而 R 是光吸收比率,意即在某個很小的時間間隔上,兩種光電信號的幅度變化量之比:

$$R = AC_{660}/DC_{660} \div (AC_{940}/DC_{940}) \quad (3)$$

當作為光源的 LED 和作為感受器的光二極體於手指或耳的兩側,入射光經過手指或耳廓,被血液或組織部分吸收。此式中的 AC 成分是被吸收的光強度中,除搏動性動脈血的光吸收因動脈壓力波的變化而變化外,其他組織成分固定吸收的光強度都不會隨時間改變,而相對穩定,DC 成分是被吸收的光強度中,因搏動性產生的光路徑改變和 HbO_2 改變將使得光吸收隨之改變。光接收器測得搏動時穿透光強度較小,兩次搏動間穿透光強度較大,減少值即搏動性動脈血所吸收的光強度。且另外由公式(3)可知, R 與 SpO_2 呈負相關。[5]

四、心律不整診斷規則

根據臨床指引，透過RR-interval 種類來分類心律不整疾病，可將心律不整的異常狀況概分四種：(1)正常心跳(normal)、(2)心室早期收縮(premature ventricular contraction)、(3)心室顫動(ventricular flutter/fibrillation)、(4)心臟傳導阻礙(heart block)，如圖4所示。

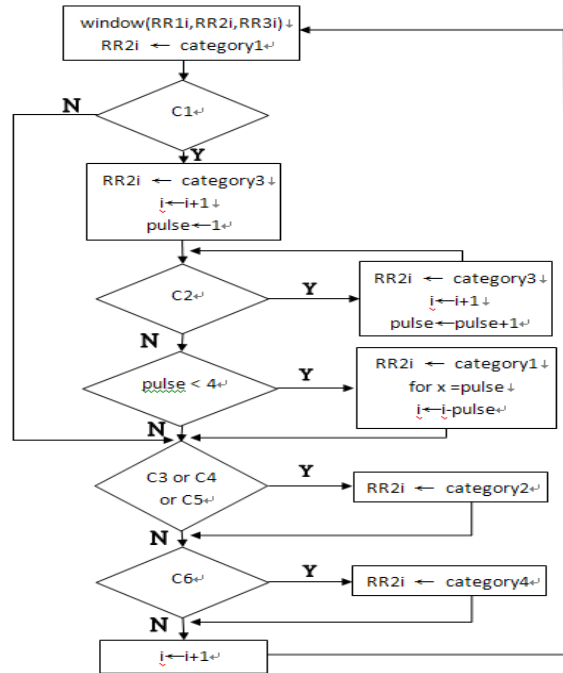


圖 4: 心臟疾病診斷分類規則流程圖

五、可程式化單晶片

PSoC(Programmable System On Chip)為可程式化系統單晶片的簡稱，為美國 Cypress 公司的產品。Cypress 亦稱 PSoC 為混和信號陣列(Mixed Signal Arrays)，這是因為 PSoC 晶片內除了具備一般微控制器(MCU)的功能外，還包含可程式化的數位及類比模塊(Block)陣列，以及可程式化的連接方式，可自選輸出入腳位進行數位或類比信號的輸出與輸入，其主要的特色如圖 5 所示：

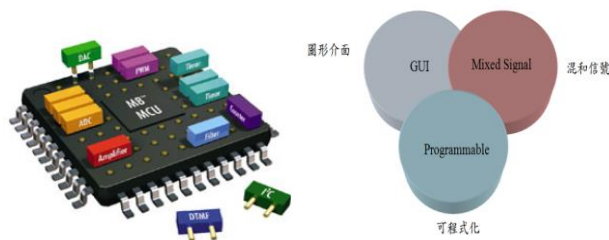


圖 5:可程式化系統單晶片與特色[5]

六、Android 平台

Android 所發表的 Android SDK(軟體開發套件)，提供必要的 API(應用程式開發介面)與開發工具以使用 Java 語言為主體來開發在 Android 平台上開發應用軟體，下圖 5 展示了 Android 操作系統的主要組件結構[7]:

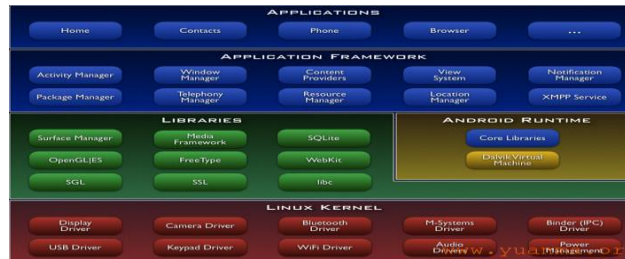


圖 5: Android 操作系統的主要組件結構

七、個人健康紀錄

個人健康紀錄 (Personal health record, PHR) 為一種醫療資訊記錄，為病患個人或是非專業醫療人員所持有。而個人健康紀錄的來源包括病患本身的記錄、醫師的記錄、醫院與檢驗室的記錄、法律文件、委託書以及保險文件等等，它的格式可以是紙本、電子媒體、或者兩者兼具。許多組織如美國健康資訊管理協會 (American Health Information Management Association, AHIMA) 鼓勵個人持有完整的個人健康記錄，因為一些醫師所無法取得 (或難以取得) 的個人健康資訊，如病患的運動習慣、飲食偏好、藥草使用、傳統醫療、家中檢測出的血壓與血糖等資料，都能夠由個人健康記錄中取得。而根據 AHIMA 的資料，40% 的美國成人都有保存一部分的個人健康記錄。[14]

研究方法

一、系統硬體架構

本系統硬體架構主要由四大設備組合而成，包含：血氧脈搏儀、生理訊號傳輸模組 [2]、Android 平台行動設備、雲端伺服器，透過藍芽的通訊技術進行資訊溝通和交換，與無線網路通訊的資料上傳，如下圖 6 所示。對於各模組詳細內容如下所述：

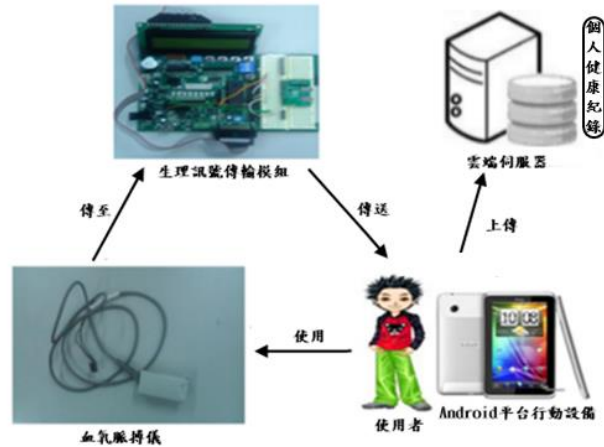


圖 6:系統硬體架構圖

1 血氧脈搏儀

包含脈搏、血氧數值，血氧脈搏儀可迅速反映血氧量，故任何病因有可能引致呼吸暫停、心率減慢或加快、以及氧合改變等均應使用脈搏血氧儀作持續監察，當使用者使用設備時，量測的生理訊號會自動以序列埠傳輸方式傳送到生理訊號傳輸模組。

2 生理訊號傳輸模組[2]

以嵌入式系統為核心，設計生理訊號傳輸模組，運作流程示意圖如圖 7 所示，可自動接收回傳血氧脈搏生理訊號量測探頭的資訊，繼之透過藍芽將資料再傳送給 Android 平台行動設備等行動裝置。

3 Android 平台行動設備

以 Android 行動設備為平台，從藍芽收到個人血氧脈搏生理資訊後並能提供即時繪圖功能，等到量測完畢時就會紀錄該量測的時間起迄和生理數據到個人健康紀錄中作儲存，且隨時隨地都能進行管理。

4 雲端資料伺服器

自行架設 IIS，並於 IIS 上提供 Web Service 服務，利用其易於整合的特性，提供行動裝置與後端資料庫的溝通橋樑，使用者可利用該服務將手機中的個人資料加密傳送至伺服器中保存，而其保存資料以便後續研究開發伺服器上查閱量測個人健康紀錄功能。

二、個人心臟病診斷監測及健康紀錄管理 App 系統功能架構

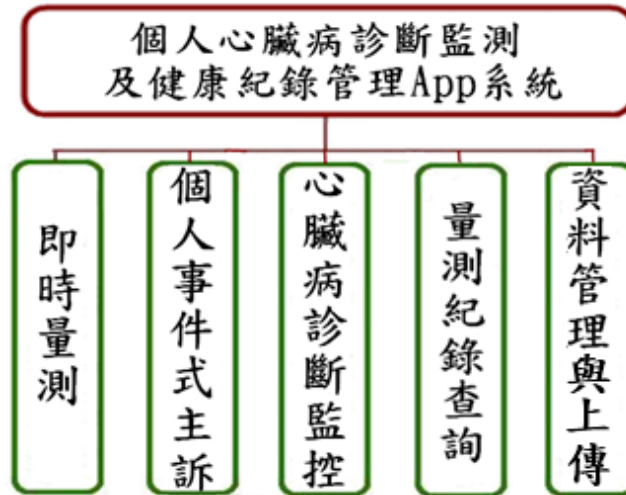


圖 7:血氧脈搏個人健康紀錄管理功能架構圖

1 即時量測

利用 Android 平台的智慧型手機/平版電腦整合生理訊號感測儀器和傳輸方式，使用者在量測血氧脈搏時，能即時監控自己的生理狀況。

2 個人事件式主訴

儲存使用者當下量測的身體狀況(如:是否哪裡不舒服、是否服過任何藥物、是否有運動...等)，日後可以提供個人完整的健康記錄。

3 心臟病診斷監控

將使用者量測完畢記錄後的脈搏訊號值進行知識庫的相關處理，然後以四類心臟疾病規則來分類心臟疾病的種類，判斷心臟跳動的狀況是否有心律不整的現象。

4 量測記錄查詢

使用者經由每一事件的量測紀錄，都會被儲存下來，方便日後使用者或醫護人員查詢個人歷史健康記錄。

5 資料管理與上傳

使用者登入本系統時必須輸入密碼，確保使用者的隱私，並能隨時隨地登入本系統，登入系統後可以將個人資料新增、異動、刪除或上傳至伺服器。

三、系統驗證

A.使用 MIT-BIH 的心律不整資料集[15]共 48 位病人 50 筆診斷資料為依據，進行本系統心律不整分類結果與 MIT-BIH 的診斷結果進行驗證比對。

B. 資料驗證判斷方法:[16]

本系統心律不整定準則依表 1 所示進行下列資料驗證。

表 1:資料驗證判定準則

編號	判定類型	判定準則
一	心室早期收縮	每 30 分鐘出現 5 次以上，或連續出現三次者則判定之。
二	心室顫動	只要有出現此病癥則判定之。
三	心房傳導阻礙	只要有出現此病癥則判定之。
四	心跳正常	非上述狀況則判定為正常情況。

表 2 所示為本系統與 MIT-BIH 病患資料庫進行診斷類型比對之驗證結果。結果顯示 MIT-BIH 心律不整資料集共有 50 筆紀錄，其中本系統心律不整判定結果與 MIT-BIH 的診斷結果不一致有 10 筆，一致有 40 筆，正確率達 80%。

表 2:資料驗證比對結果

編號	疾病類型	真實案例數	正確分類數	錯誤分類數
一	心室早期收縮	15	9	6
二	心室顫動	30	30	0
三	心房傳導阻礙	0	0	0
四	心跳正常	5	1	4
小計		50	40	10

系統運作流程

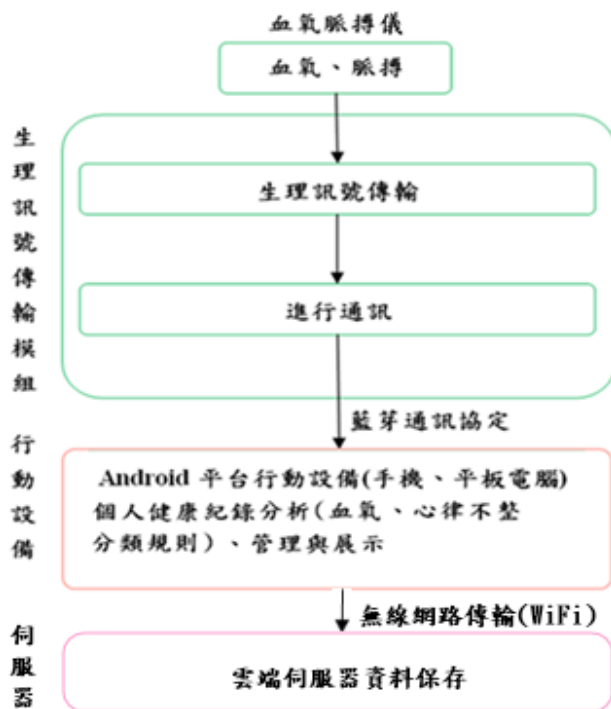


圖 8:系統運作流程圖

如圖 8 使用者使用血氧脈搏儀，即時量測個人血氧濃度及脈搏並持續性將資料傳至傳輸模組；繼之生理訊號傳輸模組透過藍芽通訊協定，將資料再傳送給 Android 平台手持式設備(智慧型手機、平板電腦)等行動裝置，行動裝置會將接收到的資料進行處理、心律不整分類規則分析判斷。最後，使用者可經由 Android 平台行動設備上的血氧脈搏個人健康記錄系統進行相關資料的輸入、與歷史健康記錄的展示、以及利用 WiFi 將資料上傳至雲端伺服器。

實驗結果

一、血氧脈搏量測設備展示



圖 10:血氧脈搏量測設備圖[2]

量測設備使用血氧脈搏量測探頭量測，而量測時間約 30 分鐘；量測方式為將手指(以食指較佳容易偵測到訊號)放入血氧脈搏量測探頭，30 分鐘之內持續性量測不中斷；量測完後會自動將資訊透過藍芽傳輸到智慧型手機或平板電腦作儲存紀錄，建立使用者血氧脈搏個人健康紀錄。

二、Android 系統畫面展示



圖 11:主畫面及密碼確認、系統選單

本系統提供即時監測的功能，使用者可透過此功能即時監控當下的血氧及脈搏值等量測資訊，而在使用這功能之前，必須開啟藍芽通訊與量測裝置進行配對如下圖 12，成功配對後就會開始進行量測顯示如下圖 13 所示，除了顯示量測資訊外，會依照測得的數值提供警示功能(語音提醒和紅字顯示)。



圖 12:藍牙權限與配對要求

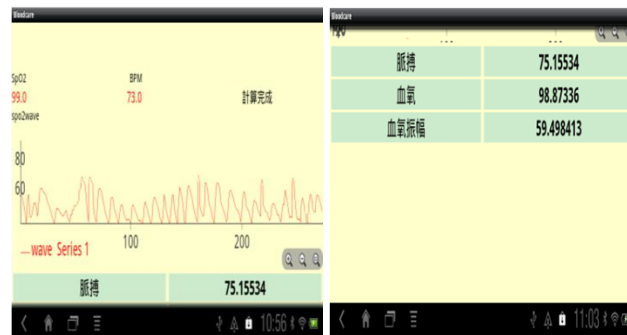


圖 13: 即時量測顯示(橫軸為資料點數量)與資料結果

在個人資料管理功能當中，當用戶點選後，即可觀看之前儲存的量測記錄，另外，也可在歷史紀錄表單中填寫個人主訴，儲存之後即可在歷史紀錄觀看使用者之前填寫的主訴內容，方便醫療人員利用此資料作為診斷的依據，如下圖 14 所示，可看見使用者量測的歷史記錄及個人主訴。



圖 14:資料紀錄展示及個人主訴

而假如使用者在登入本系統時有偵測到無線網路，如 WiFi，就會自動提醒使用者是否上傳個人資料以及量測記錄，如果點選確認就會將之前還未上傳過的資料上傳至伺服器中，如下圖 15 所示。



圖 15:個人資料以及量測記錄上傳

結論與後續研究

本研究整合血氧脈搏儀、可程式化單晶片、及 Android 平台行動設備，開發出個人心律不整疾病診斷監測及健康紀錄管理 App 系統，可協助使用者便利地應用現有手持式設備如 Android 手機建置管理個人的血氧脈搏及心臟疾病監測的個人健康紀錄。本系統可提供個人主訴功能(包含:當天運動狀況、飲食紀錄、個人是否用藥習慣…等)，並能隨時將血氧脈搏訊號即時量測值儲存在個人手持式設備中，同步進行心臟疾病診斷監測；且遇到儲存容量不足時，可透過無線或有線的方式儲存到個人電腦或手機記憶卡，方便使用者日後看診時，能將量測的個人健康紀錄提供給相關醫療服務人員做診斷參考依據。

本研究後續發展有四點，其一為擬加入八大健康指標量測元件如:血壓、血糖…等，並朝著將所有量測設備體積微小化、降低開發成本和提供可攜式去落實隨時隨地量測的方便性，結合醫療中心或健檢中心的雲端資料庫將使用者的歷史量測資料彙整儲存，讓專業醫療人員檢查量測紀錄是否異常或特殊狀況發生。其二為擬再與 ECG 晶片同步進行量測比對。其三為進行本系統之耗電量測試評估。其四為使用科技接受模型(Techno-logy Acceptation Model, TAM)[8]來進行本系統之使用效益評估。

致謝

本研究成果發表承蒙國科會專題研究計畫 NSC 101-2218-E-040-004 之經費補助，特此致謝。

參考文獻

1. 曾明性、謝欣翰、林俊汶、湯秉宏、吳慧卿，”U 化健康照護及訊息通報系統之研發”，2010 年第十三屆電子商務研討會，台北護理學院，2010。
2. 湯秉宏、曾明性，”基於醫療物聯網概念之多生理訊號量測與雲端健康照護系統”，ICIM 2011 第 22 屆國際資訊管理學術研討會，2011。
3. 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”，IMP 2011 第十七屆資訊管理暨實務研討會，2011。
4. 吳建剛，合記，現代醫用電子儀器原理與維修，2009。
5. 施威銘研究室，PSoC 開發入門實作-嵌入式微電腦控制發展系統，旗標出版股份有限公司，2010。
6. 黃彬華，基峰 Android 2.X 手機程式開發教戰手冊，2011。

7. 蓋索林，松崗，Google！Android 2 手機應用程式設計入門，2010。
8. F. D. Davis, "Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology," MIS Quarterly, vol. 13, pp. 319-339, 1989。
9. <http://ir.oit.edu.tw/bitstream/277380145/1185/2/07%E9%81%A0%E8%B7%9D%E7%85%A7%E8%AD%B7%E7%9B%A3%E6%B8%AC%E7%B3%BB%E7%B5%B1.pdf>
10. <http://www.javaworld.com.tw/jute/post/view?bid=26&id=275260>
11. <http://oximeter.holisticphysio.com/compare.html>
12. <http://oximeter.holisticphysio.com/locate.html>
13. http://basic.shsmu.edu.cn/jpkc/swyxgc/yxyqyl/web/web/page/chapterb/indexB_3.htm
14. <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%9B%BB%E5%AD%90%E5%81%A5%E5%BA%B7%E7%B4%80%E9%8C%84>
15. <http://physionet.org/physiobank/database/html/mitdbdir/mitdbdir.htm>
16. <http://www.taftm.org.tw/Data/011/476/221004.pdf>

科技部補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2014/03/31

科技部補助計畫	計畫名稱: 銀髮族猝死症偵測與通報系統研發
	計畫主持人: 曾明性
	計畫編號: 101-2218-E-040-004- 學門領域: 銀髮族專屬資通訊設備
無研發成果推廣資料	

101 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：曾明性		計畫編號：101-2218-E-040-004-					
計畫名稱：銀髮族猝死症偵測與通報系統研發							
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	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	2	2	100%		
		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	4	4	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%			
國外	論文著作	期刊論文	2	1	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%			

<p>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。)</p>	<p>無</p>
--	----------

	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	

科技部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）

本計畫因故退回國外差旅費經費，無國外學術研討會論文發表。計畫經費補助下已發表 2 篇國內學術研討會論文，並已接受一篇 EI 學術期刊論文，一篇 SCI 學術期刊論文。

(1) 沈瑜豐、魏千琛、曾明性* (2012), 「個人心律不整診斷監測及健康紀錄管理系統開發:以 Android 平台整合血氧脈搏儀為例」, 第十八屆資訊管理暨實務研討會, 台北科技大學。

(2) 張巧蓉、曾明性*、蔡明璋、林俊哲(2013), 「多階層式決策樹架構萃取大腸息肉診斷之分類規則」, 第 24 屆國際資訊管理學術研討會, 真理大學。

(3) H. C. Wu, H. Ting, M. H. Tseng*, Y. F. Shen, C. C. Chang (2014). ' Mobile Healthcare Monitoring System for Sudden Cardiac Death' , WIT Transactions on Engineering Sciences. (Accepted) (EI)

(4) M. H. Tseng, H. C. Wu (2014). ' A cloud medication safety support system using QR Code and Web Services for elderly outpatients' , Technology and Health Care. (Accepted) (SCI, HEALTHCARE SCIENCES AND SERVICES, 78/82, IF: 0.638)

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）

學術成就方面：本計畫開發四種 SCD 偵測演算法進行效能評估，提出整合型偵測演算法，若僅觸發一種演算法分類為 SCD 時，則系統判定此事件為 SCD 警戒狀態；若同時觸發兩種演算法之分類皆為 SCD 時，則系統判定此事件為 SCD 危險狀態。

技術創新方面：本研究嘗試整合感測設備(心律帶)、行動平台、SCD 偵測演算法發展了一套 Android 行動化 SCD 偵測輔助系統雛型，可應用於 SCD 的監測、預警與通報服務。

社會影響方面：隨著智慧型手機/平板電腦快速普及，行動裝置已經成為民眾每日深度接觸的重要媒介，更進一步衍生出行動應用服務的潛在市場。應用智慧生活科技來有效輔助銀髮族相關的行動健康照護是個相當重要的議題。