

行政院國家科學委員會補助
大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

* ***** *
* 計 畫 *
* : 以嵌入式系統為核心的智慧型嬰兒照護系統 *
* 名 稱 *
* ***** *

執行計畫學生： 林志明
學生計畫編號： NSC 98-2815-C-040-007-E
研究期間： 98年07月01日至99年02月28日止，計8個月
指導教授： 秦群立

處理方式： 本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

執行單位： 中山醫學大學應用資訊科學學系（所）

中華民國

99年02月08日

行政院國家科學委員會補助

大專學生參與專題研究計畫研究成果報告

* 計畫 *
* : 以嵌入式系統為核心的智慧型嬰兒照護系統 *
* 名稱 *

執行計畫學生：林志明

學生計畫編號：NSC 98-2815-C-040-007-E

研究期間：98年7月1日至 年2月底止，計8個月

指導教授：秦群立

處理方式(請勾選)：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：中山醫學大學應用資訊科學學系

中華民國 99 年 2 月 2 日

研究計畫內容：

(一)摘要

根據統計許多死亡原因之中，以意外傷害居多，其中，大部分原因往往是家人或照護人的一時疏忽而釀成了大錯，因而傷害了一個脆弱的生命。於是，本研究為了減少此意外傷害的發生，利用嵌入式系統作為開發平台，開發出一套以嵌入式系統為核心的健康照護系統，架設網路攝影機擷取被照護者的影像至系統後，做人臉的偵測及表情判斷，並且結合 RFID(Radio Frequency Identification) 無線射頻識別的技術以及血壓檢測器，取得手溫、血壓與心跳資料，經由嵌入式系統整合後判斷及決策被照護者身體狀況是否發生異常，如有突發狀況便立即發出警示告知家人或照護者，給予被照護者最完善的照護品質，健康的成長。

(二)研究動機與研究問題

而近年來醫療疏失問題層出不窮，在許多病人無法明確表達自我的需求、行動不便或者是無法自理日常起居生活之下(例如：嬰兒、老年人或病人等)，照護者需要長時間細心的照顧與看護，若因照護者的一時疏忽而導致不必要的傷害，甚至可能造成不可想像的後果，我們利用本身所具備的資訊科技技術開發出一套以嵌入式系統為核心的智慧型照護系統，將嵌入式系統與 RFID 兩者在醫療照護領域的發展上整合，它具備有病人表情辨識與體溫偵測等功能，進而改進健康照護領域的疏失。

(三)文獻回顧與探討

3.1 意外傷害

首先談論到嬰兒部份，[1]嬰兒是一個脆弱無法獨立自主的個體，根據行政院衛生署(民 85)衛生統計，未滿 4 周的新生兒每十萬人就有 3.38 人因意外事故而死亡，未滿一歲的嬰兒每十萬人更多達 51.61 人，一至四歲兒童每十萬人有 22.91 人。到了民國 91 年 1 至 4 歲學齡前兒童死亡率為每十萬人 44.11 人，其中又以事故傷害占 32.0%最高。而由[2]指出，一歲以下嬰兒經常發生的意外事故又分為窒息、燒燙傷和溺斃等，可見嬰兒常常會因為人為疏失而受到傷害，意外雖不可避免，但卻可以預防。為避免小孩或嬰兒發生意外，成人應注意家居安全，將家居隱藏的危機清除，例如一歲以下小孩睡覺時

不可用枕頭。避免用太大太重的棉被，切勿將棉被遮蓋臉部，且應以仰臥或側臥姿勢睡覺，避免伏臥，或是替小孩沐浴前先試水溫等，如不幸遇到意外發生，應保持鎮定，如有需要立刻致電求援。

3.2 嵌入式系統

3.2.1 嵌入式系統歷史

再來我們討論到有關於嵌入式系統的部分，依據[3]英國電機工程師協會的定義，【嵌入式系統為控制、監視或輔助設備、機器或甚至工廠運作的裝置】。它是一種電腦軟體與硬體的綜合體，並且特別強調『量身定做』的原則，也就是基於某一種特殊用途，是針對這項用途開發出截然不同的一項系統出來，也就是所謂的客制化(Customize)。在新興的嵌入式系統產品中，常見的有手機、PDA、GPS、Set-Top-Box 或是嵌入式伺服器 (Embedded Server) 以及精簡型終端設備 (Thin Client) 等。

然而隨著嵌入式系統的歷史發展[4]，從一開始單晶片處理器配合簡單的韌體 (Firmware) 所組成之控制系統到近年來精簡的嵌入式系統 (Embedded System) 和嵌入式作業系統 (Embedded Operating System)，使得現今資訊家電 (Information Appliance, IA) 伴隨著該趨勢，開始強調結合電腦與網路，在功能上具備了上網或以網路控管家電之便利性。

3.2.2 嵌入式系統應用於影像

[5]在影像動態偵測上以 SoPC 平台來實現嵌入式影像偵測系統，依據影像處理原理包括影像 RAW Data 至 RGB 格式轉換、標準 VGA 格式、色彩空間、YCbCr 與 RGB 色彩空間之轉換、影像二值化、背景消除、侵蝕與膨脹的型態學處理、物件中心座標識別等。先以 MATLAB 完成靜態影像處理的模擬，再以 C 程式語言完成演算法製作。之後整合系統軟硬體得以取得數據及影像，而在縮短處理時間上加以改善，便能使系統更加完善。

另外，不同於[5]，[6]從 Windows CE 作業系統的開發與建立入手，建立後置入嵌入式硬體。進一步加上周邊硬體網路攝影機，並處理網路攝影機的 WDM 驅動程式。最後利用 .NET 平台和 C#開發應用程式，而當中解決 .NET 語言與驅動程式或其他語言之間的溝通問題。最後，從程式中將網路攝影機所擷取的影像，處理成靜態圖片再透過網路傳輸至遠端。

[7]在影音通訊上利用嵌入式的技術寫程式控制 QT2410 以及 X-SCALE PXA 270 兩塊板子，首先將 OS 燒進 QT2410，接著在 QT2410 上面以 VB 設計一個控制介面，再由此界面下指令遙控 X-SCALE PXA270，例如要求 X-SCALE PXA270 去指定地抓取指定 mp3 檔並撥放，或是從 QT2410 端開啟 X-SCALE PXA270 的視訊裝置，並要求視訊影像傳到 QT2410 端播放。此研究有許多未開發以及未克服的問題存在，在軟硬體的可相容性仍有須改善並加強的方面。

3.2.3 嵌入式系統應用於定位監護

[8]談到目前較多人開發的嵌入式系統應用於老人行動定位監護方面，該系統是利用 SoC 嵌入式系統作為開發平台，研發行動式監護系統(Mobile Position and Care System, MPCS)，主要用於在外之行動老人，裝設在老人電動車上。一來為了預防老人走失，及時使用 GPS 定位系統監測老人的位置便能在黃金時間內緊急通報，二來提供脈搏溫度感測、震動感測的監測以及緊急按鈕等功能，讓家屬人在遠端可以隨時監測老人升力狀況或提供報警功能，以確保老人的電動車及人身安全。該系統未來也可延伸應用於小孩和寵物身上或深入汽機車，實際用途多，是具實用性的系統。

3.3 無線射頻技術 RFID(Radio Frequency Identification)

3.3.1 RFID 的歷史

RFID(Radio Frequency Identification)，[9]它是一種無線射頻識別技術，用以偵測並確認前往機場的飛機是否為己方所有，避免己方戰機遭到誤擊之可能。之後慢慢的被應用到其他領域，如物流管理、醫療系統應用、門禁管制、寵物識別與防盜應用等。

RFID 的優點有可重複讀寫、可以一次讀取多個、形狀多樣化、耐用、無讀取方向限制以及資料記憶容量大等優點。其中 RFID 包含三大重要元件，是由讀取器 (Reader) 與電子標籤(Tag)也就是所謂的感應器(Transponder)及應用程式資料庫電腦系統三個部分所組成，其動作原理為讀取器發射一特定頻率之無線電波能量給感應器，用以驅動感應器電路將內部之 ID Code 送出，此時讀取器便依序接收解讀此 ID Code，送給應用程式資料庫系統做應用。

3.3.2 RFID 應用於照護

[10]當 RFID 用於失智老人，除了提供一結構式臨床失智評量系統，讓一般非專業的人員也能藉由此資訊平台之評量結果，來掌握家中長者認知能力的情況，同時建構一套失智老人室內與戶外走失協尋系統，此主要是整合無線射頻身分辨別系統(RFID)、衛星定位系統(Global Position System, GPS)、行動數據通訊(Global System for Mobile Communication)以及地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)等技術，來加強老人走失意外事件的預防，而此系統的優點在於它提供了四種監控機制，室內活動區域監控、戶外活動區域監控、使用者主動求救和遠端監控模式，並且建立了由 Web server、資料庫伺服器、簡訊伺服器與健康照護地理資訊系統所構成的服務管理平台，讓家屬或協尋志工能以各種不同行動裝置掌握走失老人的即時位置。然而 RFID 仍有其應用上的限制就是 RFID 的感應範圍是固定的；隨身定位器方面，尺寸大小重量應盡量微小化，並延長電池之壽命，使之更有實用性；再者就是隱私的個人資料，有必要再針對資料傳遞安全性進行加強，以提高系統安全性。

[11]針對全球人口老化速度急增的老人問題，建構出一套長期照護服務資訊平台，協助高齡者取得完善照護環境，並建立長期老人健康檔案，達到提升照護品質。此研究開發的資訊平台是由四套系統構成，(1)老人健康綜合評量系統可在眾多老人中篩選出需協助的問題老人，並從中分析與規劃照護資源的運用方式。(2)長期照護管理系統主要用以整合照護服務資源，協助安排適合老人的服務資源。(3)失智評量系統主要是提供照護機構長期評估老人健康，用以即時掌握失智老人身心功能退化趨勢以規劃適當照護方式。(4)室內型與室外型 RFID 安全照護系統進行老人的安全監控，避免獨自離開機構或進入危險區域而發生走失或危及安全。但在設計與實作方面，此研究的 RFID 安全照護系統目前只能對辨識單一區域的個案位置，對於照護上的需求仍顯不足，若能再藉由室內定位的技術來記錄個案所經過的完整路徑，讓照顧人員更能清楚掌握個案的行蹤，以分析個案的行為模式與調整照護方式，加強安全監控的完整度。

3.3.3 RFID 應用於管理系統

[12]將RFID應用於停車管理之規劃，建構一個專屬的停車場管理系統，並模擬前端使用者，透過RFID Reader讀取Tag資訊，整合後端資料庫管理系統，來達到確實掌握開

車族車輛停放時間的目的、讓車位有效的運用及系統自動化減少操作人員與營運成本的支出，滿足停車場經營者，實現停車場車輛的自動化、科學化及規範化管理。以提高停車場服務效率，改善停車場費用流失及亂收費現象，並能有減少車輛在出入口的停留時間，降低收費人員的工作強度，減少收費誤差，杜絕票款流失，提昇停車場的收費管理水平；有效杜絕盜車現象的發生，提高車輛停放的安全性。

[13]台北智慧卡票證公司的「悠遊卡」，整合了台北捷運系統、臺北縣市公車以及台北市公有停車場等三種繳費系統的IC電子票卡。悠遊卡所使用的RFID技術，基本應用是將RFID標籤嵌於卡片上，再利用無線電波將標籤上的晶片內儲存辨識資料，傳送到RFID讀取器，讀取器在將資訊傳遞至系統端，作為查詢、追蹤、統計之用。以實際的應用來說，悠遊卡便是RFID標籤，而閘門驗票機就是RFID讀取器。透過RFID系統，消費者在使用的時候，只需要持卡甚至不需要拿出卡片，輕觸感應區，即可完成交易。如此一來消費者就可以免除準備一堆零錢或攜帶多種票證的困擾。悠遊卡每張大約可以感應十萬次，以使用次數來換算使用期限大約有十年之久。

應用 RFID 於醫療院所之分析與系統規劃，醫療錯誤與疏失常源於人為因素，透過 RFID 來改善藥品辨識、手術病患辨識等發生遺漏與疏忽錯誤的問題。[15]在美國聯邦食品暨藥物管理局(Food and Drug Administration, FDA)利用 RFID 科技於打擊國際偽藥市場；[16]Wal-mart 要求其所有藥品供應商於 2004 年 6 月前，必須在其藥品配送至集散中心時，需要其包裝上貼附 class-2 標準(可以讀/寫記憶體)之被動標籤；[17]已制定醫療產品安全和有效率配送標準之 HDMA(Healthcare Distribution Management Association)規定於 2007 年所有藥品生產、包裝廠商，都必須裝上 EPC 規範的 RFID 標籤。

3.4 其他健康照護系統

綜合上述探討，我們知道在整合建構照護系統前是需要清楚詳細的分析，因為剛出生的嬰兒以及老人都需要長時間的看護和照顧才能避免因照顧者微小的疏忽導致生病或意外事故的發生，造成照顧者或父母身心壓力和負擔。開發[18]視覺式嬰兒監控系統為同時監控嬰兒的臉部表情與各種肢體行為，擺設攝影機在嬰兒床上方，在擷取影像後，系統將進行嬰兒臉部的偵測以及臉部表情的辨識以了解目前嬰兒的情況。另外，系統同時對輸入的嬰兒全身影像進行肢體行為的辨識，檢視其肢體的部份是否改變，最後

系統將肢體行為與臉部表情的辨識結果整合後，判斷是否對照顧者發出警告訊息，提醒照顧者檢視嬰兒的現況。

[19] RFID 新生兒管理解決方案中，由於剛出生的嬰兒較難辨識，易造成誤抱風險，為剛出生的嬰兒設計手戴式與母親及專責護士 RFID 識別卡相對應的 RFID 追蹤手圈，並在醫院的重要出入口則設置偵測器，如果不是對的人抱著嬰兒走出病房，監控站馬上會收到警訊並緊急通報；或是當嬰兒體溫過高時，RFID 手圈也能偵測並主動向護理人員提出警訊。恩主公醫院管理部主任李俊慶表示，導入該方案後預估可將病人的處置記錄完整率從 79% 提升至 95% 以上，並降低逾 50% 的護理人員文書處理時間，同時也可有效預防給藥錯誤，或新生兒誤抱、遺失等的風險。

(四)研究方法及步驟

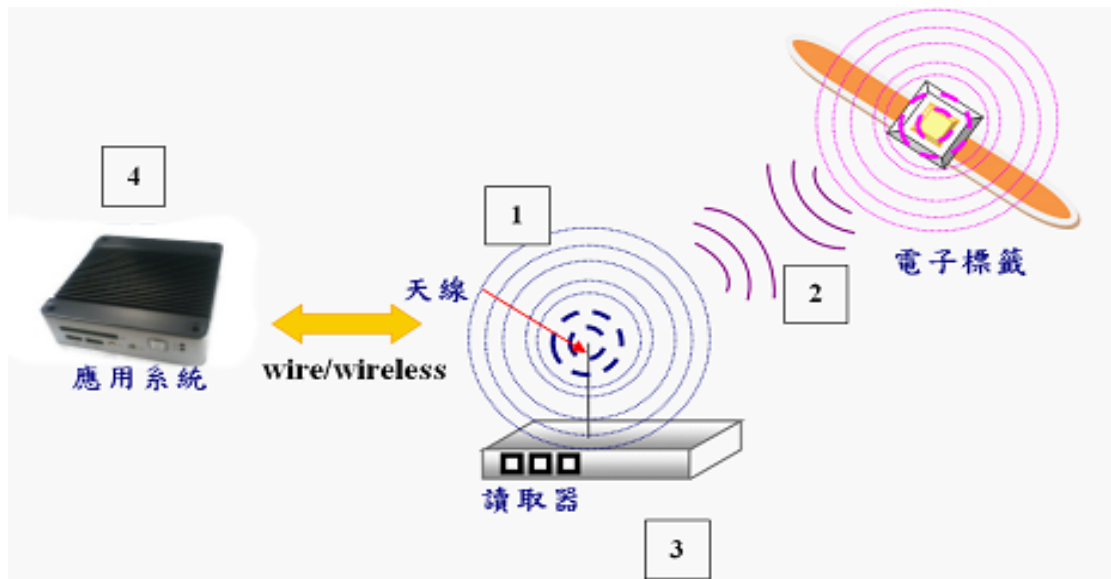


圖一：系統硬體架構圖

此系統的硬體系統架構如圖一所示。首先讓 WINCE 平台可以驅動網路攝影機擷取影像至嵌入式系統裡，再針對受測者的影像進行處理，主要目的在去除雜訊以及室內光影的影響，以便提高特徵擷取時的正確性。另一方面，把開發的 RFID 結合進嵌入式系統，將腕帶式 RFID 電子標籤 (RFID Tag) 戴在病患手上，由 RFID 讀取器 (RFID Reader)

讀取溫度的數據，並結合血壓檢測器所得的心跳與血壓數據傳至嵌入式系統做判斷。藉由系統進行病患臉部的偵測以及臉部表情的辨識，再結合 RFID 與血壓檢測器的應用，以了解目前病患的情況與可能發生的突發狀況，系統將藉由臉部表情的辨識、溫度與心跳等生理數據的結果判斷是否需對照護者發出警示。

4.1.1 RFID 的運作



圖二：RFID 運作流程

RFID 運作流程，如圖二所示：

- (1)讀取器透過天線送出一定頻率的射頻信號。
- (2)當標籤進入無線範圍時產生感應電流而獲得能量，向讀取器送出 ID 碼及溫度等訊息。
- (3)讀取器採集訊息並解碼。
- (4)讀取器將訊息／數據送至應用系統主機進行處理。

4.1.2 血壓檢測器

首先在量測血壓之前必須先放鬆並坐下休息至少 10 分鐘，量測血壓的步驟如下：

步驟一 整理臂帶，平滑布面在臂帶環內側且保持金屬環不要接觸到皮膚。左手肘放置在桌上，手心向上將臂帶套上左手上臂。

步驟二 於左手臂繫上繫帶，調整臂帶下緣和手肘的距離大約為 2 到 3 公分，管線與血

管平行，拉緊臂帶並繫牢。

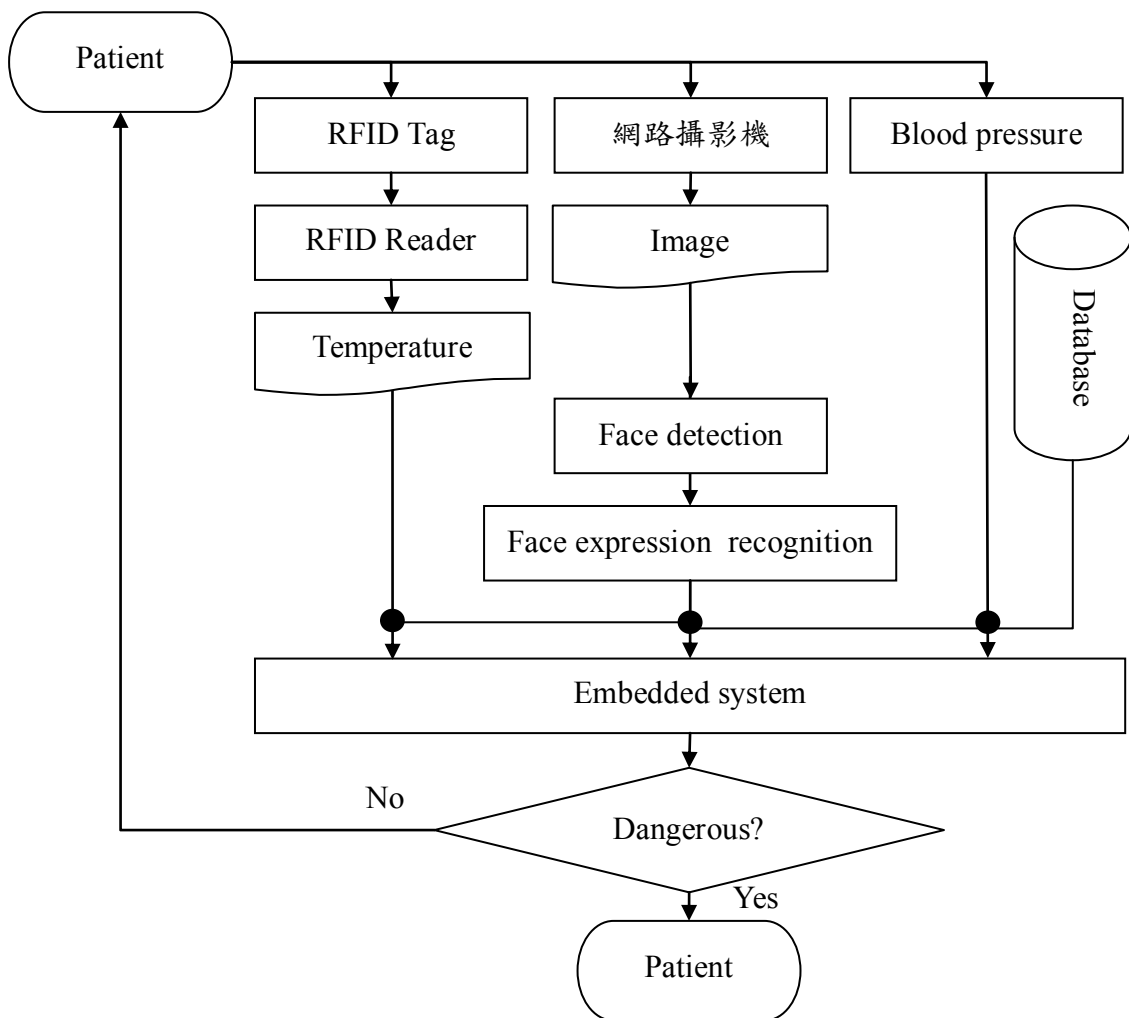
步驟三 臂帶繫好後，將左手被放置在桌上，讓臂帶與心臟同高，寶石手臂放鬆狀態，然後按下開啟鍵。

步驟四 機器會發出“嗶”一聲，所有液晶螢幕符號亮起，此時主機進入自我檢視。約3秒後會自動開始加壓。

步驟五 當達到適當的壓力點，機器會發出“嗶嗶”聲，緊接著臂代開始慢慢放氣，進行量測，量測時機器會發出“嗶”聲並伴隨閃爍的愛心符號。

最後量測完成機器會發出“嗶嗶”聲，並顯示收縮壓、舒張壓及心跳值。

4.2 系統軟體架構

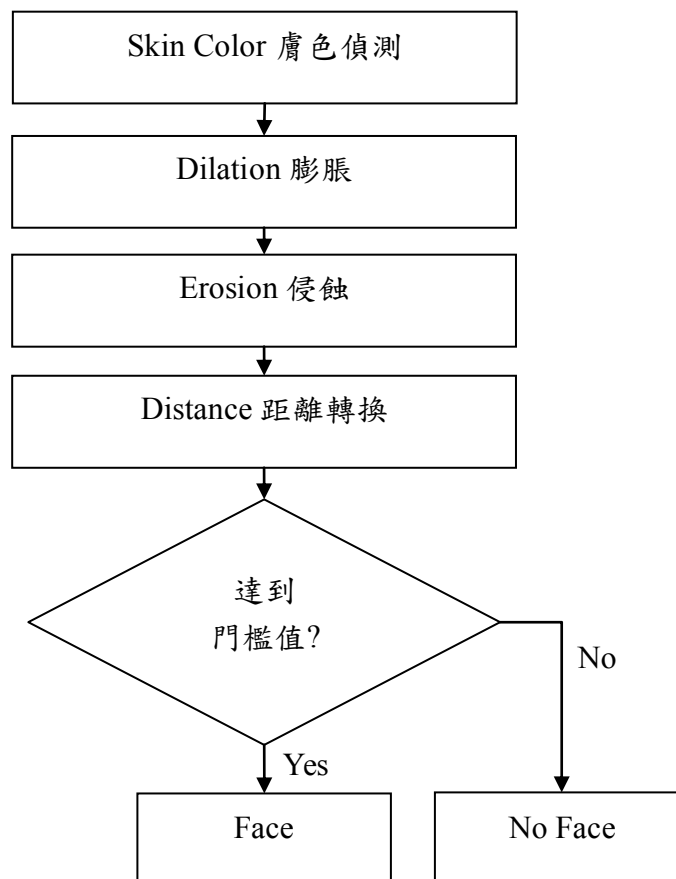


圖三：軟體系統流程圖

系統的軟體系統流程圖如圖三所示，一開始嵌入式系統從網路攝影機取得影像後，

利用人臉偵測的技術，找尋出人臉的位置並標示出來，然後進行人臉表情辨識的步驟，使用人臉表情辨識的技術抓取人臉的特徵點，判斷出人臉表情；接下來，從 RFID 標籤得到溫度及 TAG ID 的數據後，傳至嵌入式系統即進行偵測的步驟，偵測體溫與光線是否異常，最後利用血壓檢測器偵測人的心跳和血壓資料，我們會將手溫、血壓、心跳與人臉表情資料都記錄到資料庫中，長期的記錄這些資料將有助於瞭解被照護者的健康狀況。嵌入式系統將會作為最後結合人臉表情辨識、血壓偵測和 RFID 偵測的平台，它可用作判斷及決策，如果判斷為危險的話發出警示聲音，無異常的話就回到流程的第一個步驟。

4.2.1 人臉偵測



圖四：人臉偵測流程圖

臉部位置的偵測是臉部辨識與表情辨識的首要步驟。臉部位置的偵測方式依其擷取的特徵不同而有不同的方法，而我們則利用臉部的膚色來偵測（如圖四所示），並利用影像處理的程式來做臉部橢圓辨識偵測出臉部的位置，之後希望再做修正以提高臉部辨識的正確率。此方法是在一張影像中，利用膚色的資訊把人臉抓取出來，區分背景和

人臉。我們將一張圖片從 RGB 空間，轉換到 YC_bC_r 空間，轉換公式如下

$$\begin{bmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.1687 & -0.3312 & 0.5 \\ 0.5 & -0.4183 & 0.0816 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (1)$$

由於膚色在 YC_bC_r 空間裡有一個固定區域分布，我們把分布再這一塊區域的像素定為 1，在此區域的值定為 0，而我們取的 Y 範圍、 C_b 範圍及 C_r 範圍為

$$60 < Y < 255 \quad (2)$$

$$25 < C_b < 0 \quad (3)$$

$$10 < C_r < 45 \quad (4)$$

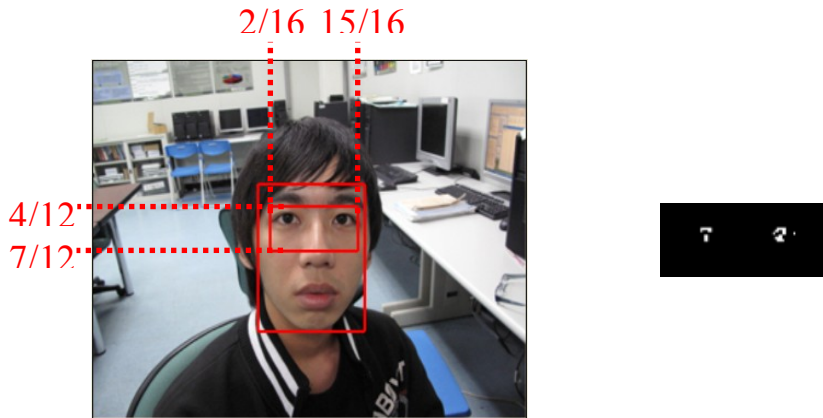
因為在影像中取出膚色的區塊會很多，人臉在圖片中的膚色是佔最大區塊，我們用標記區塊的方法紀錄許多不在同一個膚色的區塊，最後找出標記值佔最多區域的區塊獲得膚色像素後，藉由型態演算法將區域逐漸的合閉起來，透過增長數次，將分離的像素連接起來，其次透過侵蝕數次，將連接較弱的區域分離開來，接著轉換二值影像為距離影像，利用門檻值將邊緣區域過濾掉，便可得二值化影像。

4.2.2 人臉表情辨識

在進行臉部表情的辨識前，我們會先討論如何擷取臉部特徵，之後將人臉部的表情分類，一張人臉表情圖片由於含有很多的表情變化的點，如果整張圖片的表情變化值都拿來做判別人臉的依據，這樣計算量會很大，因此我們只取出足以代表人臉表情變化的幾個特徵點當作判別人臉表情的依據，以減少計算量。實作步驟如下。

4.2.2.1 眼睛特徵點擷取

根據[14]人臉的長約為人臉寬的 1.2 倍，而根據人臉的五官比例，若以人臉上方為起點，瞳孔的位置會落在 $4/12$ 至 $7/12$ 人臉長[14]的區域內(圖 1)，由人臉左方開始則落在 $2/16$ 至 $15/16$ 人臉寬[14]的區域內，我們針對此區域來找出瞳孔；瞳孔跟附近區域相比有較黑的顏色，所以我們採用動態取臨界值的方式，首先統計此區域的灰階直方統計圖，因為瞳孔的像素佔此區域最黑的 1%內[14]，因此由直方圖灰階值為 0 開始算起，累加到個數為此區域總像數的第 1%個，則將此像素的像素值設為臨界值，若區域內的像素值小於臨界值則設為 1，否則設為 0，圖五為將瞳孔區域做二值化的結果。



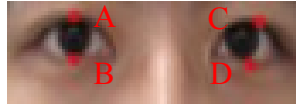
圖五：瞳孔區域動態臨界值二值化結果

接著將眼睛區域分成左右兩個部份來處理，以左邊瞳孔為例，在將瞳孔二值化的過程中，有可能將瞳孔附近的眉毛及頭髮也做二值化的動作，如此會對我們找尋瞳孔的位置產生影響，但是由於眉毛及頭髮在瞳孔的上方，因此我們的演算法便可由下往上搜尋第一個像素值為 1 的像素，接著以此像素當作起點，往右及往左兩個像素，接著往上 5 個像素，產生一個 $5*5$ 的區域，接下來計算這個區域內像素值為 1 的所有像素的重心，我們發現此重心即為瞳孔的位置，同理，右邊瞳孔亦使用此方法找出瞳孔位置。然後以這兩個瞳孔的距離(d)，根據人臉五官比例的關係來產生眼睛的區域，眼睛的區域約在以瞳孔為中心，往上及往下各 $1/6$ 的瞳距，往左及往右 $1/3$ 瞳距的區域內，圖六顯示了眼睛區域偵測的結果。



圖六：眼睛區域偵測的結果

找出了眼睛區域後，利用上面 $5*5$ 區域所找到的像素重心，由於此像素重心一定在瞳孔的區域內，且灰階值跟瞳孔內其他像素的灰階值相近，所以我們使用 Region Growing 的方法，把像素重心當作種子，長出完整的瞳孔區域，如此一來便可以知道瞳孔的最上面像素點的座標位置及最下面像素點的座標位置，圖七中 A、B、C 和 D 即為瞳孔的最上面及最下面像素的 4 個點，我們將這 4 個點作為人臉表情辨識的重要特徵點。



圖七：眼睛上、下特徵點

當找出瞳孔上下二個極點後，我們將找出外眼角來當作另一個辨識用的特徵點，以上面的特徵點及下面的特徵點當作 y 方向的上界及下界，然後以像素重心當作 x 方向的起點及種子，相同地使用 Region Growing 的方法依序的往外眼角的方向做處理，掃到瞳孔跟眼白交接處的時，因為眼白為非瞳孔區域，所以會有灰階變化較大的部分，此時將這個像素點記錄為第 1 點，接著使用下一個像素點，也就是眼白裡面的像素點當作種子，繼續做處理，一樣掃到眼白及皮膚的交接處時應該也會有灰階變化大的部分，將此像素點記錄為第 2 點，如此重覆地處理到眼睛區域的邊界為止，最後找出這些記錄的點中最外圍的點，即是我們所需要的外眼角特徵點，如圖八中的 A 和 D 點即為外眼角的特徵點。



圖八：眼睛外眼角特徵點

4.2.2.2 嘴巴特徵點擷取

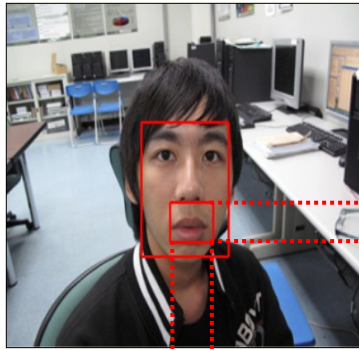
在嘴巴特徵點擷取的部份，首先利用人臉五官比例來產生嘴巴大概的區域，嘴巴的位置會落在以人臉上方為起點的 7/10 至 9/10 人臉長及 2/6 至 5/6 人臉寬的區域內(圖九)，而嘴唇的顏色因為比其他皮膚紅，因此我們利用此資訊來抓取嘴巴的特徵點，先將一張人臉影像由 RGB 色彩空間轉換到 HSV 的色彩空間，這樣能夠將顏色及亮度分開，讓影像不受到外在光源的影響，接著利用公式將 H(hue)值做轉換，轉換公式如下

$$f(h) = \begin{cases} 1 - \frac{(h-h_0)^2}{w^2} & |h-h_0| \leq w \\ 0 & |h-h_0| \geq w \end{cases} \quad (1)$$

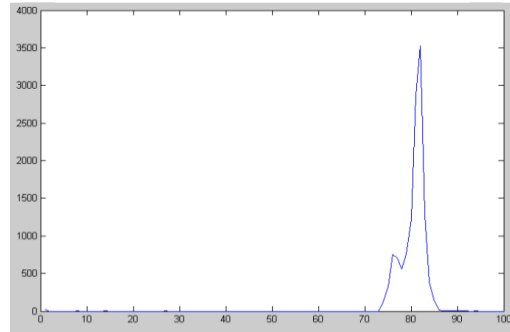
其中 h 為嘴巴區域的 h 值， h_0 為根據色度所定義出來的偏移值，在此訂為 1/3，而 w 則訂為 0.60，此方程式的意義可看為以 h_0 為中心，並以 w 來過濾可接受的範圍，若嘴巴區域的 h 值距離 h_0 越遠，則值越小， $f(h)$ 的值介於 0 到 1 之間。

接著對嘴巴區域 $f(h)$ 的值做放大的動作，四捨五入將 $f(h)*100$ 的值化為整數值，放大 100 倍，並產生直方統計圖(圖十)，由觀察發現在 $f(h)*100$ 的值為 50 及 100

之間會有一個最高峰為皮膚，在左邊會有一個地方斜率很大，而在坡度變緩的地方很適合用來當作臨界值，將嘴巴及皮膚分開，因此若 $f(h)*100$ 的值小於此臨界值為嘴巴區域，將像素值設為 1，否則設為 0，將影像二值化(圖十一)。



圖九：嘴巴區域



圖十： $f(h)*100$ 直方統計圖



圖十一：嘴巴區域二值化結果

因為此方法是利用紅色的色彩資訊來偵測嘴巴，所以如果嘴巴附近有較紅的物體時都有可能造成雜訊(圖十二)，進而影響嘴巴特徵點的擷取結果不理想，因此我們先將嘴巴區域的二值化影像做 Closing 的處理，讓嘴巴區域更加完整，接著使用 4-Connected Component 的方法找出面積最大的區域，去掉雜訊(圖十三)。

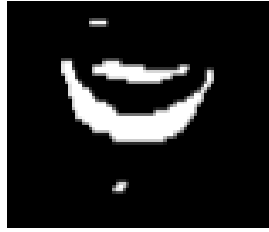


圖十二：嘴巴二值化結果



圖十三：Connected Component 結果

但是只找最大面積的區域時卻又可能會造成另一種情形，那就是在笑的時候上嘴唇及下嘴唇會分開不相連(圖十四)，此時就有可能只抓到下嘴唇的部份，因此針對此情形，我們在去抓第二大面積的區域，且此第二大區域必須要在最大區域的上方且數目要相近，否則就只保留面積最大的區域(圖十五)。



圖十四：嘴巴二值化結果



圖十五：4-Connected Component 結果

因為嘴巴有水平邊緣方向的趨向，所以使用水平的 Sobel 濾波器產生嘴巴區域的水平方向邊緣並做二值化(圖十六)，接著由左至右找到第一個嘴巴二值化及 Sobel 二值化像素值皆為 1 的點，即為特徵點 G；由右至左找到第一個嘴巴二值化及 Sobel 二值化像素值皆為 1 的點，即為特徵點 I；而上下兩個特徵點則由左右兩個特徵點的水平方向中心點，往左及往右各兩個像素，共 5 個水平像素，由上往下找到第一個在此水平 5 個像素中，嘴巴二值化及 Sobel 二值化像素值皆為 1 的點，即為特徵點 H，由下往上找到第一個在此水平 5 個像素中，嘴巴二值化及 Sobel 二值化像素值皆為 1 的點，即為特徵點 J(圖十七)。



圖十六：嘴巴 Sobel 二值化結果

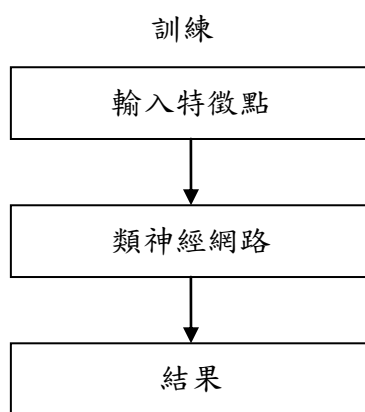


圖十七：嘴巴特徵點

4.2.3 類神經網路

類神經網路(Neural Network)是一種運算系統，它使用大量相連的人工神經元(節點)相互連結所構成的，用來模仿生物神經網路的能力。人工神經元是生物神經的簡單模擬，他從外界環境或其他的人工神經元取得資訊並加以運算，然後得到輸出結果。故擷取完特徵點後，剩下的人臉表情辨識的部分我們便使用了倒傳遞類神經網路架構來學習，而我們的倒傳遞類神經網路架構可分為三層，輸入層、隱藏層及輸出層，輸入層我們使用了 10 個輸入神經元，分別為一張人臉影像上所找到的 10 個特徵點，隱藏層使用不固定的神經元數目，而輸出層使用了 2 個神經元數目，由於一個神經元可表示 0 和 1，兩個輸出神經元就可表示喜、怒、哀和樂 4 種表情。而類神經網路又可分為訓練和測試兩個

部份，我們必須先訓練類神經網路，讓它學會喜、怒、哀和樂 4 種表情的特徵後，它才能辨識人臉的表情。在訓練的部份就是在找出每張人臉影像的特徵點後，我們輸入了各種人臉表情的影像，也就是輸入一組特徵點(10 個特徵點)的同時，我們也需告訴類神經網路輸入的人臉表情影像是何種表情，讓類神經網路學習，可以找出輸入層到隱藏層的權重值和隱藏層到輸出層的權重值。我們總共使用了喜、怒、哀和樂這 4 種表情各兩百張的靜態人臉表情影像，輸入八百組的特徵點進去類神經網路訓練，使類神經找到更完美的權重值，以提高人臉表情影像的準確率，其訓練的架構如圖十八所示。



圖十八：人臉表情辨識訓練流程圖

測試顯示如下表一所示，表中我們使用了不同數目的隱藏層神經元來訓練類神經網路，訓練資料正確率是顯示資料訓練完後再把一樣的資料放回類神經網路所測試的結果，測試資料正確率則是把與訓練資料完全不一樣的資料放入類神經網路測試的結果，結果顯示在隱藏層神經元個數在 10 以及 12 時，正確率可達 75%。

表一：改變不同隱藏層神經元數目之人臉表情辨識成功率

隱藏層神經元數目	訓練資料正確率	測試資料正確率
3 個	25%	25.00%
5 個	100%	50.00%
8 個	100%	56.25%
10 個	100%	75.00 %
12 個	100%	75.00 %
15 個	100%	68.75 %
18 個	100%	62.50 %
21 個	100%	68.75 %
25 個	100%	50.00 %
50 個	100%	68.75 %

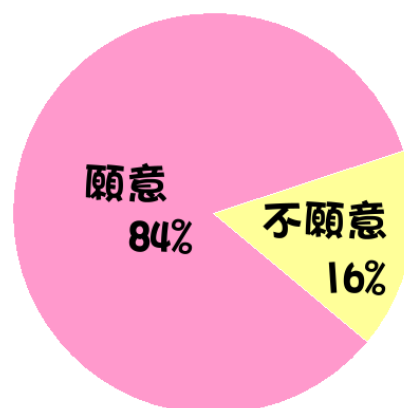
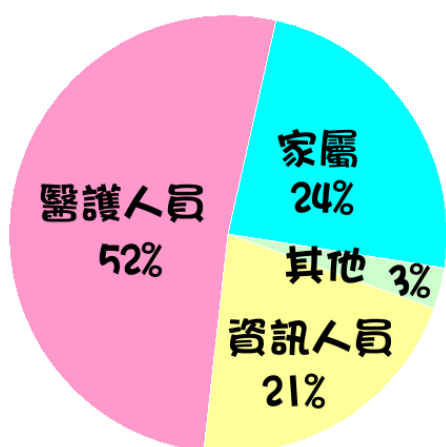
(五) 實驗結果

5.1 專題設備介紹

在硬體部份，我們的主核心硬體平台為 ICOP Ebox-4300，內置 500MHz 微處理器，記憶體 512MB，10/100 Mbps LAN 的網卡，2 個 RS-232 port，三個 USB 2.0 port，作業平台為 Windows Embedded CE 6.0 R2，RFID 則是選用能讀取距離較遠，並且可同時讀取多個 Tag 的主動式讀取器(Reader)及腕帶式溫度感應的電子標籤(Tag)；在軟體部分，我們所使用的作業平台為 Windows Embedded CE 6.0 R2，並導入心跳檢測器和 RFID 驅動程式，以及人臉偵測和表情辨識的技術。

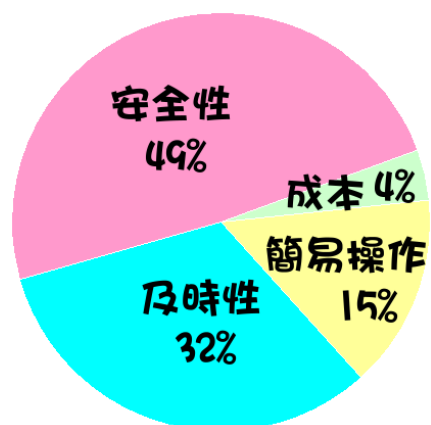
5.2 問卷分析結果

在開發本系統前我們以問卷(附錄一)的方式去統計分析出一些結果，圖十九顯示了填寫問卷人的職業統計圖，由於本系統為一健康照顧系統，故我們對於醫護人員非常的重視，所以她們佔的比率比較高。圖二十顯示是否願意使用本系統之調查統計圖，從這個統計圖我們可以發現有很多的人是非常贊成開發本系統的，這可以解決長久以來照護人員不足的問題，最後圖二十一顯示了針對系統的各特性調查之統計圖，這些特性包含有及時性、安全性和簡易操作等，從這張統計表可以發現使用者對於安全性和及時性是很重視的。表二則是本系統與國內各醫療照護系統之比較，從表中我們可以發現本系統在成本上是比起其他系統低的，而在其他特性方面的表現也不錯，由此可知本系統的開發可以普遍被使用的。



圖十九:填寫問卷人的職業統計圖

圖二十:是否願意使用本系統之意願調查



圖二十一：針對系統的各特性調查之統計圖

表二：本論文所提之系統與其他國內各系統在各特性上的比較表

	即時性	成本	便利性	擴充性
本論文所提之系統	高	低	高	高
國興資訊 醫療照護系統	低	高	高	中
分散式醫療照護系統	中	高	高	低
嶺東科大 智慧型醫療照護系統	中	中	中	低

5.3 人臉偵測與人臉表情辨識的實驗

人臉偵測因受光線及雜訊影響，仍會有錯誤的發生，圖二十二顯示了人臉表情辨識成功的結果，而圖二十三顯示了偵測失敗的結果，失敗的原因在於膚色範圍和光的影響。



圖二十二：成功偵測人臉的結果



圖二十三：人臉偵測失敗的結果

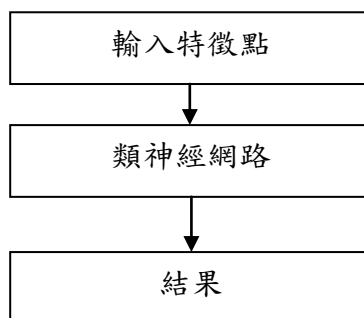
人臉偵測結束後，我們將進行人臉五官特徵點的擷取，下圖為特徵點擷取的結果。



圖二十四：人臉特徵點的擷取

最後再經過了類神經網路訓練部份後我們已經知道了各種人臉表情影像的權重值，接著就要進行類神經網路的測試部分。在測試的部份，我們使用了 100 張各種表情的靜態人臉表情影像做測試，來知道靜態人臉表情辨識的準確率。接著輸入使用了

USB 網路攝影機擷取的連續人臉表情影像，用來測試即時人臉表情影像的辨識準確率，其測試的架構圖如圖二十五所示。



圖二十五：人臉表情辨識測試流程圖

5.4 整合測試

本系統在使用上首先會讓被照護者戴上手腕式的 RFID 體溫偵測器與血壓檢測器，藉以量測被照護者的體溫、心跳及血壓是否正常，經實驗顯示正常人的手溫大約在 28 度左右，跟一般耳溫差 8 度左右，故手溫 28 至 30 度判斷為正常範圍，血壓方面，收縮壓 100 至 120 為正常數值，舒張壓 60 至 80 為正常數值，心跳則在 60 至 100 下為正常數值。同時在被照護者的床邊我們會擺設一台網路攝影機用來辨識被照護者的表情，我們是使用倒傳遞神經網路來作為人臉表情辨識的演算法，目前系統的辨識率約有 85%，其不高的原因在於環境光源的影響及人臉有可能歪斜等，日後還需做訓練已達到更正確的準確率。

5.5 結論與貢獻

我們實作出一套醫療照護系統，將網路攝影機架在病床前方，將擷取到的人臉影像傳至嵌入式系統，然後在嵌入式系統上開發臉部偵測技術及表情辨識的技術，透過人臉表情的分析可以獲得各種危險的狀態，例如：表情猙獰等，並且利用手錶式的 RFID 偵測病人的體溫以及血壓檢測器測量到的血壓和心跳，將該數據傳至嵌入式系統，便可根據從攝影機所得到的影像以及 RFID 所測得的數據，依照各種不同的危險情形發出警示訊息告知照護者或家屬，即時給予適當的輔助。全世界正逐漸在邁入老年化的社會，醫療照護的健全體制更是必須著重的方向，我們希望藉於此系統讓更多人帶來便利及幫助，建立長期的照護環境，能及時提供健康訊息，同時也能避免照護疏失，並且“Life is not merely living but living in health.”，是我們堅守的信念。

(六)參考文獻

- [1] 衛生署統計室，<http://www.doh.gov.tw>
- [2] “家居意外知多少-小孩及嬰兒篇”，消防處救護訓練學校，民國 90 年 11 月
- [3] 維基百科，<http://go2.tw/nv1>
- [4] 金立軒、楊皓量，“PCM7230 上的即時任臉偵測”，清華大學，資工 08 級
- [5] 蔡蘇威，“使用嵌入式系統於影像動態偵測之設計與實現”，南科技大學電機工程研究所，碩士論文，民國 95 年 7 月
- [6] 張吉智，“嵌入式系統用於遠端監控應用之開發研究”，雲林科技大學機械工程系，碩士論文，民國 96 年 1 月
- [7] 游宗毅、蔡昀澤，“嵌入式影音通訊系統之實作”，逢甲大學資訊進度學系，專題研究報告，民國 96 年 4 月
- [8] 老人行動定位監護系統，<http://0rz.tw/DB3ea>
- [9] RFID基礎應用技術資源中心，<http://0rz.tw/wVbVG>
- [10] 林秉擘，“無線健康整合服務系統應用於失智老人之照護”，長庚大學資訊工程研究所，碩士論文，民國 95 年 7 月
- [11] 呂柏冠，“長期照護整合服務系統以失智老人照護服務為例”，長庚大學資訊工程研究所，碩士論文，民國 96 年 9 月
- [12] 徐明煒／賴香菊，一卡在手 悠遊自在，商業現在化雙月刊 63 期，2004 年 3 月
- [13] 林宗明，“RFID 技術應用於停車管理之規劃”，國立中央大學通訊工程研究所，碩士論文，民國 96 年 7 月。
- [14] 吳明衛，自動臉部表情分析系統，國立成功大學資訊工程系研究所，碩士論文，民國 92 年 6 月。
- [15] Information week，<http://0rz.tw/KDwnA>
- [16] RFUDa，<http://0rz.tw/GA8O5>
- [17] HDMA，<http://0rz.tw/3BUkO>
- [18] Vision-Based Baby-sitting System 視覺式嬰兒監控系統，<http://0rz.tw/Bo6fi>