

# 結合人臉表情辨識、人臉年齡偵測與各種生理訊號特徵之全方位健康照護系統

林玟妤

中山醫學大學  
應用資訊科學學系  
li1524@livemail.tw

秦群立

中山醫學大學  
應用資訊科學學系  
ernestli@csmu.edu.tw

## 摘要

隨著全球高齡化趨勢的發展及少子化現象，可以預見高齡化趨勢勢必衍生出許多健康照護方面的問題。而目前市面上的照護系統皆需透過大量人力操作及昂貴的設備，可能造成未來一名照護員必須同時照顧數十名老人的情況。本作品為結合人臉表情辨識、人臉年齡偵測與各種生理訊號特徵之全方位健康照護系統，利用RFID TAG取得手溫，配合溫濕度感應器取得目前室內溫度雙重檢測被照護者的體溫，血氧脈搏檢測器量測血壓脈搏與心跳資料；架設網路攝影機，擷取被照護者的影像進行表情的分析及年齡偵測來做為健康照護的依據。若有異常狀況，可及時發出警訊通知照護者並依各個年齡層提供適合的診斷資訊，給予被照護者最完善的照顧，達到健康照護需求。

**關鍵詞：健康照護系統、RFID、HRV、表情辨識**

## 1. 前言

由於醫療科技的進步，人類平均壽命持續延長，加上龐大嬰兒潮族群陸續步入老年期，使得全球高齡人口持續增加。隨著全球高齡化趨勢的發展，掌握全球最豐沛資金、雄厚財力的戰後嬰兒潮世代開始退休，根據聯合國的調查指出，2020年全球超過60歲以上的銀髮族，將占全球人口數的15%~20%，亞洲的高齡化人口也將增加一倍，加上少子化現象，可以預見高齡化趨勢勢必衍生出許多健康照護方面的問題及慢性病患人數快速增加和藥物的需求。

在嬰兒方面，根據[1]行政院衛生署衛生統計，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。為避免小孩發生意外，成人應注意居家安全，將隱藏的危機清除，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。

再來我們談到嵌入式系統(Embedded System)部分，其為一種「完全嵌入受控器件內部，為特定應用而設計的專用電腦系統」。嵌入式系統為一種電腦軟體與硬體的綜合體，特別強調「量身定做」的原則，基於某一種特殊用途上，針對這項用途開發出截然不同的一項系統出來，這就是所謂的客制化(Customized)系統。在新興的嵌入式系統產品中，常見的有手機、個人數位助理器(Personal Digital Assistant, PDA)、全球衛星定位系統(Global Position System, GPS)、數位電視機上盒(Set-Top-Box)、嵌入式伺服器(Embedded Server)、精簡型終端設備(Thin Client)等。現在嵌入式系統已普及到家電的領域，這類系統的特性是沒有外接的零配件、具有特定的功能、容積小、穩定性強的特點。

接著[3]在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。

最後[4]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，主要是整合無線射頻身分辨別系統(RFID)、衛星定位系統、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。[5]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。

近年來醫療疏失問題層出不窮，許多病人無法明確表達自我的需求、或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，甚至會造成不可想像的後果。現今醫療技術十分先進，人類平均壽命持續延長，加上龐大嬰兒潮族群陸續步入老年，使得全球高齡人口持續增加；台灣少子化現象為居世界之冠，可預測高齡化趨勢勢必衍生出許多健康照護方面與照護者人手不足的問題，於是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等設備在醫療照護領域上結合，它具備有病人表情辨識與體溫及血氧脈搏偵測等功能，進而改進健康照護領域的疏失。

本論文共有五個節，前面介紹了第一節前言的部份，接著依序介紹接下來的章節，第二節為研究方法，詳細描述系統的完整流程，包含硬體架構、軟體架構、人臉偵測、人臉表情辨識、年齡辨識、決策分析和市場分析等說明；第三節為實驗結果，介紹我們初步健康照護系統的結果；第四節是結論及未來展望；第五節為參考文獻。

## 2. 系統架構

### 2.1 系統硬體架構

本系統整體硬體架構如圖 1 所示，包含：嵌入式系統與 RFID 溫濕度感應裝置、RFID 讀取器、RFID 電子標籤、血壓檢測器、血壓脈搏控制電路、網路攝影機和 HRV 心率變異分析器等裝置；軟體部分在系統中藉由臉部表情的辨識、年齡的判斷、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。



圖 1 系統架構圖

圖 1 是我們的系統架構圖，首先驅動網路攝影機擷取影像至嵌入式系統內，針對受測者的影像進行處理。另一方面，將腕帶式 RFID 電子標籤配戴在被照護者手上，由 RFID 讀取器讀取溫度的數據，加上 RFID 溫濕度感應器雙重檢驗被照護者的體溫資訊是否因室溫偏高或偏低造成體溫異常；由血壓脈搏控制電路控制每小時啟動血壓檢測器一次，在啟動前五分鐘發出通知蜂鳴聲，並可隨時告知使用者目前血壓檢測狀況；最後由 HRV 心率變異分析器用來檢測病患心率的穩定度；結合以上生理數據值傳入嵌入式系統判斷是否須要對照護者發出警訊並將上述所測得的資料儲存至資料庫內，提供醫生做長期的追蹤與觀察。

### 2.2 系統軟體架構

圖 2 所示為軟體系統流程圖，首先配

戴 RFID TAG 量測手的溫度，接著戴上血壓檢測器及 HRV 心律變異分析器量測心跳及血壓檢測器測量血壓，開啟室內溫濕度感測器及 Webcam，將 RFID 腕帶式 TAG、血壓檢測器、溫濕度感測器和 HRV 所量測到的數據及 Webcam 擷取到的影像傳送至嵌入式系統做資料分析及紀錄。同時利用人臉偵測的技術，找出人臉的位置並標示出來，進行人臉表情辨識的步驟，判斷人臉表情，找出人臉位置後，框出人臉較容易產生皺紋的位置，例如：眼睛、鼻子及嘴巴兩側，然後透過人臉年齡偵測的演算法判斷人臉年齡。

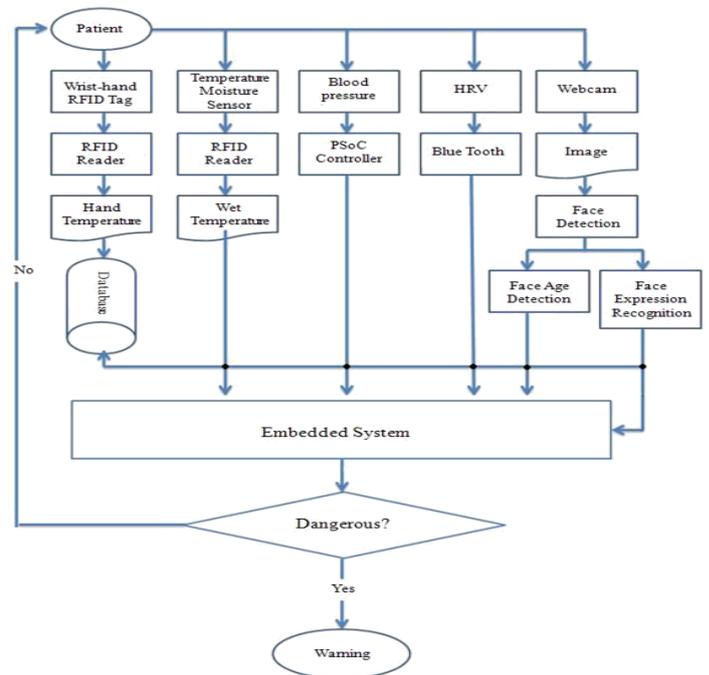


圖 2 軟體系統流程圖

經由系統運算後判別此病患的身體狀況是否處於危險狀態，若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步繼續執行。我們將手溫、血壓、心跳、人臉表情及人的年齡等資料都記錄到資料庫中，利用圖表顯示每天量測的結果，長期的記錄資料將有助於瞭解被照護者的健康狀況。

#### 2.2.1 人臉偵測

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，我們則利用臉部的膚色來做為偵測的依據。我們使用RGB-H-C<sub>b</sub>C<sub>r</sub>混合法來偵測膚色的區域，並利用橢圓偵測的方法來找出人臉所在的位置，下將介紹RGB-H-C<sub>b</sub>C<sub>r</sub>的詳細做法。

將一張彩色圖片分別經過 RGB To HSV 和 RGB To C<sub>b</sub>C<sub>r</sub> 的色彩空間轉換，依據各色彩空間的特性標訂出最適合擷取膚色的範圍，最後將三個色彩空間作交集，得到新的色彩空間 RGB-H-C<sub>b</sub>C<sub>r</sub>。

根據[18]我們可以知道，RGB 的色彩空間在日光照明均勻的條件下，人的膚色區域範圍會如方程式(1)的定義，而在手電筒或室內燈光的照明下，人的膚色範圍會如方程式(2)所定義。

$$(R > 95) \text{ AND } (G > 40) \text{ AND } (B > 20) \text{ AND } (\max\{R, G, B\} - \min\{R, G, B\} > 15) \text{ AND } \quad (1)$$

$$(|R - G| > 15) \text{ AND } (R > G) \text{ AND } (R > B) \quad (2)$$

$$(R > 220) \text{ AND } (G > 210) \text{ AND } (B > 170) \text{ AND } (|R - G| \leq 15) \text{ AND } (R > B) \text{ AND } (G > B)$$

綜合以上兩個方程式的結果，我們定義出新的方程式 Rule A。

$$\text{Rule A} = \text{Equation 1} \cup \text{Equation 2} \quad (3)$$

接著我們定義 C<sub>b</sub>C<sub>r</sub> 擷取膚色的條件，根據[18]，利用以下 5 個方程式在二維子空間分布圖制定出五條線如圖 3 所示，五條線交集處就是膚色的區域。

$$C_r \leq 1.5862 \times C_b + 20 \quad (4)$$

$$C_r \geq 0.3448 \times C_b + 76.2069 \quad (5)$$

$$C_r \geq -4.5652 \times C_b + 234.5652 \quad (6)$$

$$C_r \leq -1.15 \times C_b + 301.75 \quad (7)$$

$$C_r \leq -2.2857 \times C_b + 432.85 \quad (8)$$

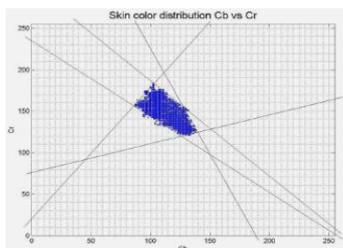


圖 3 Bounding planes for C<sub>b</sub>-C<sub>r</sub> subspace

將以上五個方程式做交集，我們定義出新的方程式 Rule B。

$$\text{Rule B} = \text{Equation 3} \cap \text{Equation 4} \cap \text{Equation 5} \cap \text{Equation 6} \cap \text{Equation 7} \quad (9)$$

最後，由於 HSV 色彩空間的 H 值常用來判別膚色與非膚色的區塊，所以根據[18]，方程式(10)和方程式(11)可以找出人的膚色區域所所在。

$$H < 25 \quad (10)$$

$$H > 230 \quad (11)$$

最後將以上方程式(8)和方程式(9)聯集，我們得到 Rule C。

$$\text{Rule C} = \text{Equation 8} \cup \text{Equation 9} \quad (12)$$

因此，每張影像像素值都要滿足 Rule A、Rule B 和 Rule C，利用方程式(13)便能偵測出影像中是膚色的像素出來。

$$\text{Rule A} \cap \text{Rule B} \cap \text{Rule C} \quad (13)$$

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，藉由型態演算法中的侵蝕與膨脹將膚色部分進行處理，並利用門檻值將邊緣區域過濾掉，便可得二值化影像。

## 2.2.2 人臉表情辨識

在進行臉部表情與人臉年齡的辨識前，我們會先討論如何擷取臉部特徵，取出足以代表人臉表情變化的特徵點當作判別人臉表情的依據，以減少計算量。

### A. 眼睛特徵點擷取

我們可以套用[6]所提到的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4/12~7/12人臉長的區域內，由人臉左方開始則落在2/16~15/16人臉寬的區域內，我們針對此區域來找出瞳孔公式，圖4為將瞳孔區域做二值化的結果。

利用[6]所提到的瞳孔找尋演算法來找出瞳孔的位置，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4顯示了找尋眼睛特徵的結果。

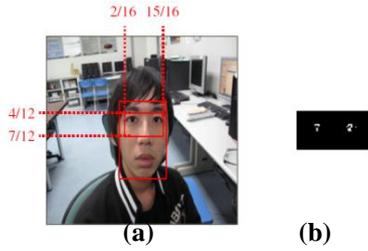


圖4 (a)為眼睛選取範圍(b)為瞳孔區域二值化結果

### B. 嘴巴特徵點擷取

根據[6]的方法我們可以固定嘴巴位於人臉的位置，將一張人臉影像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

$$f(h) = \begin{cases} 1 - \frac{(h-h_0)^2}{w^2} & |h-h_0| \leq w \\ 0 & |h-h_0| \geq w \end{cases} \quad (14)$$

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。再對影像作二值化，並對影像作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。最後使用水平的Sobel濾波器產生嘴巴區域的水平方向邊緣並做二值化，得到嘴巴的特徵點(如圖6所示)。

### C. 鼻子特徵點擷取

取得眼睛和嘴巴 10 個 AU 點後，鼻子位於兩眼和嘴巴中心之重心位置，所以我們分別取出雙眼和嘴巴各一顆 AU 點做出三角形重心點，並由眼睛和嘴巴特徵點的比例位置找到人臉鼻子的位置。

$$X_{nose} = \frac{X_{Leye} + X_{Reye} + X_{mouth}}{3} \quad (15)$$

$$Y_{nose} = \frac{Y_{Leye} + Y_{Reye} + Y_{mouth}}{3} \quad (16)$$

[19]根據公式(15)和公式(16)，以左右眼和嘴巴的特徵點取得鼻子的中心點，此為鼻子其一特徵點。再以中心點特徵點為鼻子三角形重心，再輔以嘴巴及眼睛的特徵點取得三角形三頂點位置。共為鼻子四

個特徵點，如圖 7 所示。



圖5 眼睛上、下特徵點

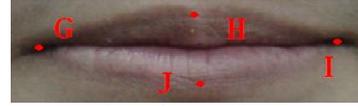


圖6 嘴巴特徵點



圖7 鼻子特徵點

## 2.2.3 年齡辨識

我們是利用植基於 LBP(Local Binary Patterns)及 Laws' masks 兩種特徵抽取法來做年齡辨識的[7][8]。首先 LBP 是一種用來描述區域紋理變化的特徵擷取方式。優點是運算簡單且速度相當的快，且不受陰影困擾，近年來多被使用於人臉偵測的研究。

$$LBP_{P,R}(x_c) = \sum_{p=0}^{P-1} u(x_p - x_c) 2^p, \quad (17)$$

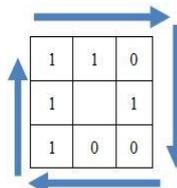
$$u(y) = \begin{cases} 1, & y \geq 0 \\ 0, & y < 0 \end{cases}$$

在方程式(17)中， $X_c$ 是中心像素， $X_p$ 中代表他的一個鄰居  $P$ ， $R$ 為半徑。 $R=1$ 時，其 $P=8$ ；當 $R=2$ 時，其 $P=16$ ；當 $R=3$ 時，其 $P=24$ 。透過改變半徑( $R$ )和鄰居( $P$ )可以表示出較大結構的紋理。

我們將說明LBP的計算流程，首先以 $3 \times 3$ 的區塊為例，先將彩色影像轉為灰階影像，假設影像中某區塊的灰階值如圖8，那麼 $3 \times 3$ 區塊中間的值即為門檻值，在圖10的門檻值為45，周圍八個點若大於或等於門檻值，就將此點設為1；反之，則將點的值設為0，如圖9。

75	89	30
53	45	59
57	10	10

以 45 為門檻值



Binary Code=(11010011)=211

圖8 影像中的灰階值

圖9 LBP運算

在年齡辨識方面我們採取 LBP 特徵抽取法，將容易產生皺紋的區域如：眼睛周圍、鼻子兩側、嘴巴兩側利用擷取到的 AU 點往外擴張(如圖 10)，在眼睛區域由 AU3 及 AU4 向外擴張成 9 個 3×3 的大小，即 R=1 和 P=8；鼻子兩側區域由 AU10 和 AU9 向外擴張成 25 個 3×3 大小；嘴巴兩側區域由 AU11 及 AU13 向外擴張成 9 個 3×3 的大小。將這些區域以中心點為門檻值經由 LBP 抽取特徵後，將其值儲存紀錄下來，做為類神經網路訓練的依據。

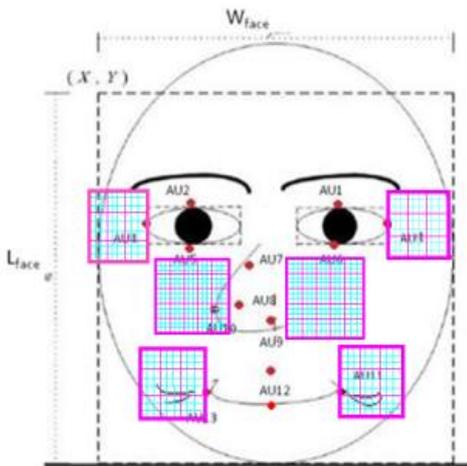
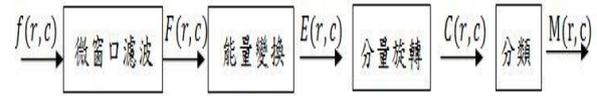


圖10 人臉特徵點(AU)的示意圖

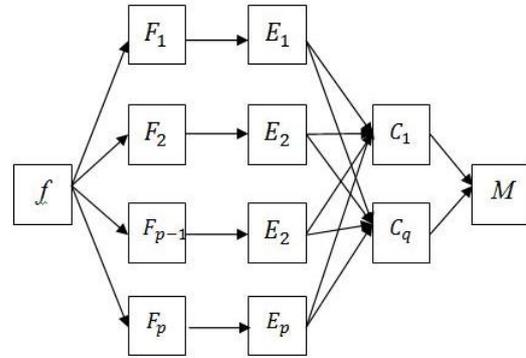
接下來在 Laws' masks 部分，Laws 的紋理能量測量法是一種典型的一階分析方法，在紋理分析領域中有一定影響。Laws 紋理測量的基本思想是設置兩個窗口：一個是微窗口，可為 3×3, 5×5 或 7×7，常取 5×5 用來測量以像元為中心的小區域的灰度的不規則性，以形成屬性，稱為微窗口濾波；另一個為宏窗口，為 15×15 或 32×32，用來在更大的窗口上求屬性的一階統計量（常為均值和標準偏差），稱之為能量變換。整個紋理分析過程如圖 11。

接著使用 Laws' mask 去做紋理偵測，此方法是基於紋理能量的原理來抽取特徵值，它包含 5 個遮罩(Mask)，分別為邊(Edge)、水平(Level)、點(Spot)、漣漪(Ripple)和波浪紋(Wave)，來建構出 5 個 1 維的 Laws' vectors，其遮罩如公式(18)所示，然後對設定好的 Edge、Level、Spot、Ripple 和 Wave 做 25 個 2 維的 Laws' Masks，取得大小為 5X5 的

25 個不同的特徵點，表 1 為各種 1 維 Mask 相互組合的 2 維結果表。



(a) 運算元序列



(b) 圖像平面序列

圖11 紋理能量方塊圖

$$\begin{aligned}
 E5 &= \text{Edge detection} : [-1 \ -2 \ 0 \ 2 \ 1] \\
 L5 &= \text{Level detection} : [1 \ 4 \ 6 \ 4 \ 1] \\
 S5 &= \text{Spot detection} : [-1 \ 0 \ 2 \ 0 \ -1] \\
 R5 &= \text{Ripple detection} : [1 \ -4 \ 6 \ -4 \ 1] \\
 W5 &= \text{Wave detection} : [-1 \ 2 \ 0 \ -2 \ 1]
 \end{aligned} \tag{18}$$

表1 :Laws' Mask 相互組合的2維結果表

L5L5	E5L5	S5L5	W5L5	R5L5
E5L5	E5E5	S5E5	W5E5	R5E5
S5L5	E5S5	S5S5	W5S5	R5S5
W5L5	E5W5	S5W5	W5W5	R5W5
R5L5	E5R5	S5R5	W5R5	R5R5

首先在大小為 M X N 的整張影像中取出大小為 i x j 的特徵圖，然後對此影像與表 1 的 25 個 2 維 Mask 做相乘，並且會得到特徵影像 TI，如公式(19)所示。其次為將公式(19)所得的 TI 裡 25 個 2 維 Mask 的數值做正規化，將特徵的數值做最佳的利用，如公式(20)所示。接著將正規劃輸出的 TI 經由“Texture Energy Measurements”濾波器來求出非線性區間，之後再將 TI 做平均取絕

對值，計算後的結果為特徵值TEM，如公式(21)所示。最後將輸出TEM裡的25個Mask內的值做選轉，取出選轉前與選轉後些不變的值TR，此TR為代表Laws' mask的計算值，如公式(22)所示。

$$T1_{E5E5} = I_{ij} \otimes E5E5 \quad (19)$$

$$\text{Normalize}(T1_{\text{mask}}) = \frac{T1_{\text{mask}}}{T1_{L5L5}} \quad (20)$$

$$TEM_{ij} = \sum_{U=-7}^7 \sum_{V=-7}^7 [\text{Normalize}(T1_{i+u,j+v})] \quad (21)$$

$$TR_{E5L5} = \frac{TEM_{E5L5} + TEM_{L5E5}}{2} \quad (22)$$

在方程式完成(10)完成後，接著利用此結果，我們使用五個方程式與TR做紋理的判斷，此方程式分別為平均值(Mean)、標準差(SD)、偏度(Skewness)、峰度(Kurtosis)和熵(Entropy)，將這些使用5個特徵作為判斷年齡偵測的依據，將其值儲存紀錄下來，做為類神經網路訓練的依據，如公式23到27所示。

$$\text{Mean} = \frac{\sum_{i=0}^M \sum_{j=0}^N [TR_{ij}]}{M \times N} \quad (23)$$

$$\text{SD} = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^M \sum_{j=0}^N (TR_{ij} - \text{Mean})^2}{M \times N}} \quad (24)$$

$$\text{Skewness} = \frac{\sum_{i=0}^M \sum_{j=0}^N (TR_{ij} - \text{Mean})^3}{M \times N \times \text{SD}^3} \quad (25)$$

$$\text{Kurtosis} = \frac{\sum_{i=0}^M \sum_{j=0}^N (TR_{ij} - \text{Mean})^4}{M \times N \times \text{SD}^4} - 3 \quad (26)$$

$$\text{Entropy} = \frac{\sum_{i=0}^M \sum_{j=0}^N (TR_{ij})^2}{M \times N} \quad (27)$$

## 2.3 病人身份辨識

由於本系統可將量測所得的資訊存入資料庫，以便日後醫師做長期的追蹤，所以在病人身分識別方面就顯得十分重要。因為在量測體溫時會戴上一個腕帶式的RFID TAG，而每個TAG均有唯一的編號，因此可以利用此編號來做病人身分的識別。

## 2.4 生理訊號數值

本系統是利用嵌入式系統結合各項生

理數值以做生理狀況判斷，所以在各種生理數值接收的部分相當重要，以下將對各種裝置做說明。在室內溫濕度感測器及體溫感測器係由RFID Tag做量測，並由RFID Reader接收數值，使用RFID無線射頻辨識技術，每十五秒傳送一筆新的體溫資訊至嵌入式系統一次；在HRV心率數值方面，我們使用藍芽技術傳輸至嵌入式系統，其資訊每三分鐘更新一次；在血壓部分由於量測血壓需要戴上手臂充氣裝置，但考慮可能造成長期臥床之使用者的不便，故我們自製血壓脈搏控制電路自動控制血壓檢測器。血壓脈搏控制電路將控制血壓檢測器一小時自動啟動一次，加入七段顯示器顯示啟動的剩餘時間，並由LCD顯示器隨時顯示目前血壓檢測器使用狀況，並在每次啟動前五分鐘發出蜂鳴警示聲通知使用者及醫護人員，其血壓數值則透過USB傳輸線傳回至嵌入式系統。

## 2.5 類神經網路

類神經網路是一種運算系統，它使用大量相連的人工神經元相互連結所構成的，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。

### 2.5.1 人臉表情辨識

擷取完特徵點後，剩下的人臉表情辨識的部分我們使用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28個輸入神經元，分別為一張人臉影像上所找到的14個特徵點的X座標及Y座標，隱藏層使用15個神經元數目，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。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演算法訓練，使類神經網路演算法找到更完美的權重值，以

提高人臉表情影像的準確率。

### 2.5.2 人臉年齡辨識

最後我們利用 LBP 及 Laws' mask 兩種特徵抽取法所得到的雙眼、眼尾、鼻子及嘴角等的特徵點的資料，再將所有的資料放入倒傳遞類神經網路分別針對各個不同的年齡層去做訓練，0~30 歲、31~50 歲、51~70 歲和 71 以上的年齡各兩百張的靜態人臉表情影像，輸入一千兩百組的特徵點去類神經網路演算法做訓練，找到較佳的權重值，利用此最佳的權重值我們便可完成人臉年齡偵測了。

### 2.6 決策分析

綜合以上章節的結論，我們使用網路攝影機，每秒擷取30張640\*480影像，可有效提供給嵌入式系統處理人臉資訊，再將RFID腕帶式TAG測量所得到的手溫、血壓檢測器所量測到的收縮壓及舒張壓、HRV心率變異分析器和室內溫濕度感應器等設備量測所得的數據傳到嵌入式系統，利用我們所開發的系統來判斷手溫、血壓及心跳等是否為各個年齡層的正常範圍。

在手溫量測的部分，正常範圍是27.5度到29.4度，大約和腋溫相差8度左右，並配合室內溫濕度感測器量測的室內溫度做雙重判斷。在血壓檢測的部分，血壓正常收縮壓為140-160mmHg之間，正常舒張壓則為90-95mmHg之間。這些數值是指尚未服用降血壓藥之前及無急性病發作時的血壓值。接著是HRV心率變異分析器的部分，在不同的年齡層的每分鐘心跳數有不同的數值，若量測後的數值超過該年齡層的數值，則發出警訊，可以通知照護者以提醒醫生或醫療團隊給予病患適當的醫療照護。配合Webcam所擷取到的影像，利用人臉表情辨識技術來判斷被照護者的表情是屬於喜、怒、哀或樂，再加上人臉年齡辨識技術來判斷被照護者的年齡和各個年齡層適當的生理數值並且給予合適的衛教資訊。

### 2.7 市場分析

為了探討本研究是否值得開發，我們使用問卷調查的方式。實地至醫院發放本問卷，共回收七十份有效問卷。其對象為醫護人員、資訊人員、及其他(包含病患急病患家屬)其分佈如圖12。年齡部分以40歲做為分界，分佈如圖13。其中願意使用本系統之使用者為69%，分佈如圖14。本研究的工具使用結構性問卷，用量表的形式，來對問題分析、專案分析、使用者經驗分析、市場分析及成本分析做評量調查。問卷內容中主要是針對健康照護系統相關服務，對於問卷題目所提之事物，評量自身的感受來給分。問卷的設計是用李克特(Likert type)量表的衡量方式，以「非常同意」、「同意」、「普通」、「不同意」和「非常不同意」的五個選項的區間尺度來做為評量。量表中，愈右端為愈正面的評價傾向，得分愈高；愈左端則為負面評價傾向，得分愈低，評分範圍為1-5分。將所回收的樣本進行SPSS統計資料分析，包括樣本基本資料描述，研究假設驗證與實證結果分析。

為了調查使用者對於健康照護系統的功能重視度，我們將七十份問卷之數值做平均，每項數值皆大於3，表示普遍認為問卷上所提之功能為重要的。其中又以即時性為最重要、接著依序為儲存歷史訊息、提供衛教資訊、通知醫護人員、提供多項生理測量、辨識度。其數值如圖15。

接著為健康照護系統需求重要度。我們採用相同平均方法。其中以簡易操作被認為需求方面為最重要。其次順序為隱私權、即時警訊、即時性，其數值如圖16。

在成本分析的部分，半數使用者認為一個健康照護系統的價格落於兩萬以下是可以接受的。兩萬至三萬為其次，亦有部分六十歲以上使用者認為五萬以上是可以接受的。價格分佈如圖17。

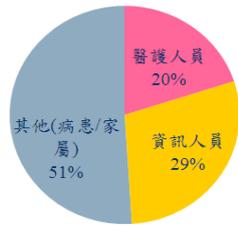


圖 12 問卷對象分佈

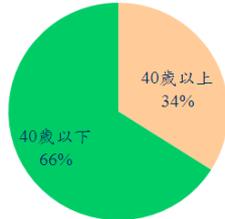


圖 13 問卷年齡分佈



圖 14 問卷意願分佈

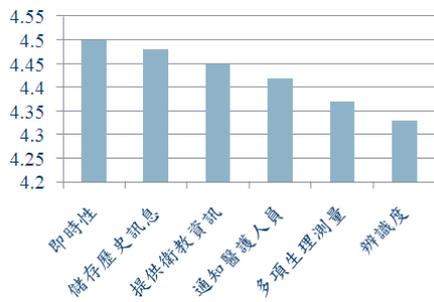


圖 15 健康照護系統功能重視度

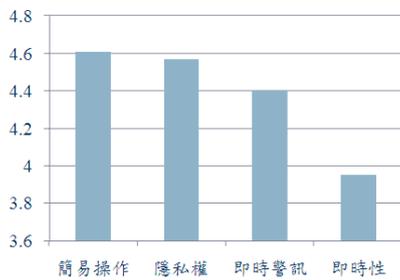


圖 16 健康照護系統需求重視度

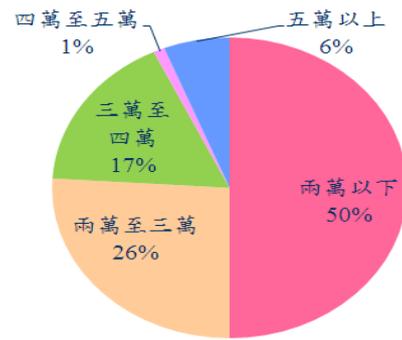


圖 17 健康照護系統成本分析

表 2 職業對於健康照護系統之差異

	P
您有曾因醫療照護疏失而感到困擾	0.782
您覺得一個健康照護系統應該及時通知醫護人員	0.915
您覺得一個健康照護系統需要辨識被照護者	0.155
您覺得一個健康照護系統需要給予被照護者正確的衛教資訊	0.693
您覺得一個健康照護系統應該提供多項生理測量資訊	0.533
您覺得一個健康照護系統需要儲存歷史生理訊息	0.712
您覺得一個健康照護系統需要具有即時性	0.862
您常使用健康照護系統	0.035 *
您覺得一個醫療照護系統須具備即時發出警訊的功能, 警示醫護人員及家屬	0.185
您覺得一個醫療照護系統必須有一定的安全性及病人的隱私權	0.168
您覺得一個醫療照護系統應簡易操作	0.926
一個醫療照護系統中, 您最注重的項目為即時性	0.497
如果此系統建置完成, 您有意願嘗試本系統	0.101
您覺得健康照護系統的建置是需要的	0.586
您覺得健康照護系統在照護上可以增加便利性	0.852

表2顯示,在職業對於需求的差別中,各單項問題中亦多無顯著差異,僅「您常使用健康照護系統」項目中,醫護人員顯著高其他。就使用健康照護系統來說,醫護人員對於健康照護系統較為熟悉且常用。

表3 年齡對於健康照護系統之差異

	P
您有曾因醫療照護疏失而感到困擾	0.034 *
您覺得一個健康照護系統應該及時通知醫護人員	0.045 *
您覺得一個健康照護系統需要辨識被照護者	0.567
您覺得一個健康照護系統需要給予被照護者正確的衛教資訊	0.856
您覺得一個健康照護系統應該提供多項生理測量資訊	0.813
您覺得一個健康照護系統需要儲存歷史生理訊息	0.954
您覺得一個健康照護系統需要具有即時性	0.557
您常使用健康照護系統	0.043 *
您覺得一個醫療照護系統須具備即時發出警訊的功能,警示醫護人員及家屬	0.250
您覺得一個醫療照護系統必須有一定的安全性及病人的隱私權	0.705
您覺得一個醫療照護系統應簡易操作	0.145
一個醫療照護系統中,您最注重的項目為即時性	0.001 *
如果此系統建置完成,您有意願嘗試本系統	0.982
您覺得健康照護系統的建置是需要的	0.817
您覺得健康照護系統在照護上可以增加便利性	0.981
您覺得健康照護系統可以解決線上照護的問題	0.034

表3則是年齡對於需求的差別做分析,其中在「您有曾因醫療照護疏失而感到困擾」、「您覺得一個健康照護系統應該及時通知醫護人員」、「您常使用健康照護系統」和「一個醫療照護系統中,您最注重的項目為即時性」等四項有顯著差異,就使用健康照護系統來說,四十歲以上的使用者對於健康照護系統較為有需求及常用,亦較在意健康照護系統的即時性與及時通知醫護人員。

以上市場調查將做持續發放問卷以做分析使用者需求與改善本系統較為不足的部分,希望透過市場調查能帶給使用者一個較為平民且實用之健康照護系統,能協助解決醫療疏失、改善醫療品質。

### 3. 實驗結果

我們使用了網路攝影機(webcam)來作為影像擷取的裝置,他每秒可以擷取30張的影像,每一張影像的解析度是640\*480,再來我們使用嵌入式系統進行測試,其系統平台為Windows Embedded CE 6.0 R2, RAM為1024MB;而我們使用的腕帶式RFID TAG,它是為低頻率的被動式TAG,並附有LED指示與蜂鳴器。接著為我們的血壓脈搏控制電路,是使用可程式化單晶片PSoC (Programmable System-on-Chip),是一種可程式化的混合訊號陣列架構,由一個晶片內建的微控制器(MCU)所控制,整合可組態的類比與數位電路,內含UART、定時器、放大器(amplifier)、比較器、數位類比轉換器(ADC)、濾波器(Filter)等元件數十種元件。我們利用PSoC建成一個血壓脈搏控制電路,他可以自動控制血壓脈搏量測機器,讓他一個小時自動啟動一次,減少需要控制的時間及人力。

人臉偵測因受光線及雜訊影響,仍會有錯誤的發生,下圖分別為人臉偵測成功與失敗的結果。



圖18 成功偵測人臉的結果



圖 19 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 20 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。以下為我們實驗結果成功與失敗的範例。  
偵測錯誤:

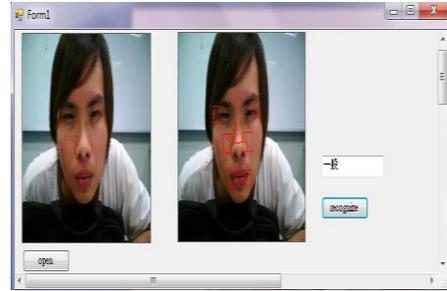


圖21 人臉表情為哀傷偵測錯誤

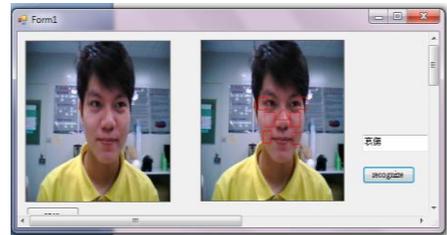


圖22 人臉表情為開心偵測錯誤

偵測正確:

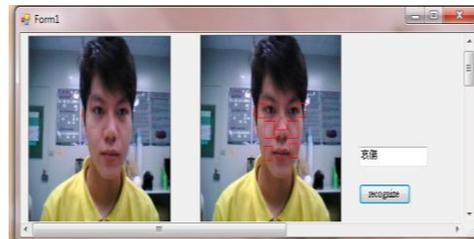


圖23 人臉表情為哀傷偵測正確

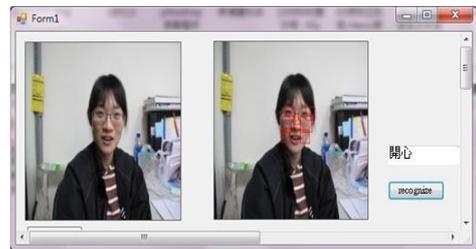
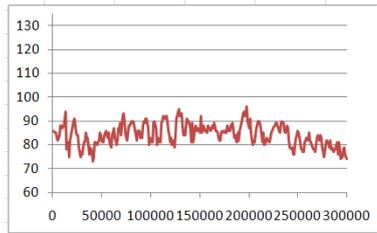
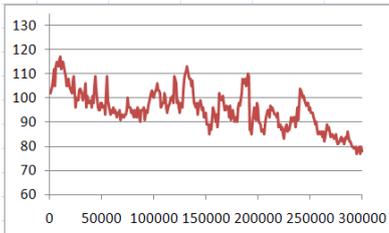


圖24 人臉表情為開心偵測正確

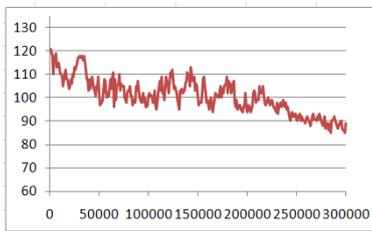
接下來為心率特徵的擷取，我們分別對四種情緒擷取各二十個人的心電圖，並將其作平均，圖 25(a)為一般、(b)開心、(c)難過和(d)憤怒的心電圖。



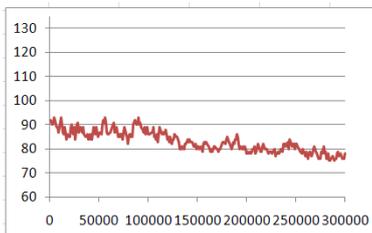
(a) 一般



(b) 開心



(c) 憤怒



(d) 難過

圖25：四種情緒心電圖

本系統在使用上首先讓被照護者配戴手腕式的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，正常的手溫範圍在攝氏28-30度之間，大約與腋溫相差8度左右，血壓方面，收縮壓100-120(mm/Hg)為正常數值，舒張壓60-80(mm/Hg)為正常數值，心跳則在每分鐘60-100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作為人臉表情辨識的演算法，目前系統的辨識率約有85%，其辨識率不高的原因在於環境光源的影響及人臉有可能歪斜等原因所造成，日後還需做調整達到

較佳的辨識率。如下圖26為本系統的使用介面：



圖26 健康照護系統介面

#### 4. 結論與未來展望

我們實作出一套醫療照護系統，將攝影機(Webcam)架在病床前方，把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、表情辨識及年齡偵測的技術。透過年齡偵測的技術分析出病患的年齡層，並提供各個年齡層的衛教資訊供被照護者們參考，接著使用人臉表情分析的技術可以獲得各種危險的狀態，例如：表情猙獰等。配戴腕帶式的RFID及HRV偵測病人的體溫以及血壓檢測器測量到的血壓和心跳，最後透過溫濕度感測器量測室內的溫度及濕度，將這些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，即時給予適當的醫療輔助。全世界正逐漸在邁入高齡化的社會，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為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。

在未來我們期望針對人臉偵測、表情辨識及年齡偵測的部份，可採取較佳的演算法完成(例如：光線之影像之色彩空間和多擷取特徵區)，建立資料庫蒐集更多的參考資料，並與其他資訊產品結合，將數據資料傳至手機或者PDA上提供更便利的照護環境。然而RFID仍有其應用上的限制就

是RFID的感應範圍是固定的。量測設備方面，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。

## 5. 參考文獻

- [1] 衛生署統計室，<http://www.doh.gov.tw>
- [2] 消防處救護訓練學校，民國 90 年 11 月，“家居意外知多少-小孩及嬰兒篇”
- [3] 老人行動定位監護 <http://0rz.tw/DB3ea>
- [4] 林秉曄，民國 95 年 7 月，“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
- [5] 呂柏冠，民國 96 年 9 月，“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
- [6] 秦群立、林志明、邱靖倫，民國 99 年 1 月，“以嵌入式系統為核心之健康照護系統”，中山醫學大學
- [7] Gunay, and V. V. Nabiyev, “Automatic Age Classification with LBP,” *IEEE Computer and Information Sciences. 23rd International Symposium*, pp.1–4, Oct. 2008.
- [8] M. Rachidi, A. Marchadier, C. Gadois, et al, Laws’ Masks descriptors applied to Bone Texture Analysis: an Innovative and Discriminant Tool in Osteoporosis, Accepted at *Skeletal Radiology*.
- [9] 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。
- [10] 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
- [11] 維基百科，<http://go2.tw/nv1>
- [12] 金立軒、楊皓量，“PCM7230 上的即時任臉偵測”，清華大學，資工 08 級
- [13] 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
- [14] 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
- [15] 老人行動定位監護系統，<http://0rz.tw/DB3ea>
- [16] RFID 基礎應用技術資源中心，<http://0rz.tw/wVbVG>
- [17] 林秉曄，“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
- [18] Nusirwan Anwar and Kit Chong Wei, “RGB-H-CbCr Skin Colour Model for Human Face Detection,” FYP 2006
- [19] 蔡安智，林達德，基於雙眼視覺之駕駛人臉部特徵擷取演算法，臺灣大學生物產業機電工程學研究所