

老人行動照護系統

林佳秀
中山醫學大學
應用資訊科學學系
e5j10a1@hotmail.com

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

摘要

這幾年老人的居家照護一直是研究的重點，這些研究多針對醫療照護體系為研究方向，卻忽略了仍可自由活動不需被照顧的在外行動照護的部份，這將會造成有些年長者可能會在路上走失回不了家，有鑑於此，本論文乃運用影像與嵌入式系統的技術及 RFID 技術，結合紅綠燈和路牌偵測、語音警示、跌倒偵測、體溫測量和手機等功能，提供照護者即時的訊息，了解受照護者目前的狀況及地點，改善年長者行動照護，加強年長者行動的安全性。

關鍵詞：RFID 技術、影像技術、嵌入式系統、跌倒偵測、年長者行動照護

1. 前言

台灣近年來已逐漸邁入高齡化社會，民國98年底，[6]內政部估計台灣65歲以上老人人口為240萬人，約佔總人口的10%，每年尚在增加中，預期在西元2024年將提升至18.8%，增加近1.84倍。近年來由於老年人口日益增多，許多家庭裡，常有居家老人於附近單獨活動的特有問題，帶給照顧者相當大的壓力及負擔。失智症協會以失智症社區盛行率估算，社區中約有近12萬失智老人，佔老人人口4.8%，加上長期照護機構的3萬多名失智老人，與65歲以下推估2萬多失智人口，台灣總失智人口超過17萬人。由於失智老人外出時易走失和年長者在外發生意外的問題頻頻發生，屬於被動方式搜尋，往往錯失協尋的『黃金24小時』時間，致使年長者尋獲率偏低而死亡率偏高，常令家人擔心不已。近年來，日、韓及台灣政府與民間企業均積極推出「家庭網路技術規格—ECHONET」、

「Ubiquitous-Japan」、「無所不在數位生活應用」與「行動台灣計畫-行動生活」等作為，期盼能透過設備研發與技術創新來實現全方位的健康照護。國內資訊與通訊功能的電子設備已相當普及發達，將資訊、通訊科技導入照顧服務產業，提供行動照護服務以補足照護者照顧不足之處，將是未來發展的趨勢。這幾年老人的居家照護一直是研究的重點，但卻忽略了仍可自由活動不需被照顧的年長者在外行動照護的部份。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」，根據英國電器工程師協會(U.K. Institution of Electrical Engineer)的定義，嵌入式系統為控制、監試或輔助設備、機器或用於工廠運作的裝置。與個人電腦這樣的通用電腦系統不同，嵌入式系統通常執行的是帶有特定要求的預先定義的任務。嵌入式系統為一種電腦軟體與硬體的綜合體，特別強調「量身訂做」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、個人數位化助理(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。現在嵌入式系統以普及到家電的領域，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。

[10]接著介紹紅綠燈偵測，紅綠燈偵測的技術基本上是去偵測圓型特徵，再做特徵的抽取，主要有四個步驟：先將擷取影像的RGB色彩空間轉換為正規化RGB

色彩空間，接著抽取介於範圍值內的RGB色彩空間，下一步進行Sobel濾波偵測邊緣、最後用Hough轉換三維參數空間得到可以代表的號誌燈位置及大小。

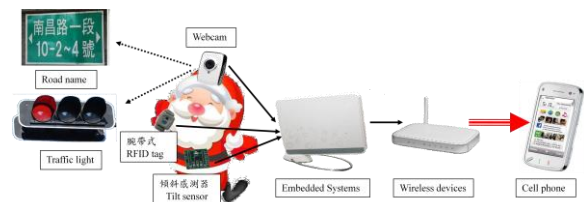
[1]在交通標誌在偵測與辨識的特徵擷取方面，雖然擷取特徵的方式不盡相同，但大部份的研究者都採用“顏色”與“形狀”這二種主要特徵。有些研究先利用“顏色”的特徵來偵測交通標誌，再利用[9]“形狀”的特徵來辨識交通標誌；有些研究則剛好相反；另外亦不乏有將二個特徵整合起來偵測並辨識交通標誌之研究。另外在交通標誌的追蹤方面，有部份的研究者採用Kalman filter的技術，而在建構交通標誌的辨識系統時，則有許多人選擇類神經網路的觀念。

接著介紹我們所使用之傾斜感測器是以「三軸加速器」來完成的，利用此感測器可以偵測年長者是否處於跌倒狀態。此三軸加速器可同時偵測空間中 X、Y 和 Z 三維座標軸方向上的加速度，利用此特性我們將它用於偵測物體是否處於水平和垂直等特殊角度，或用來測量靜止或定速物體之傾斜方向與角度，並加入持續追蹤記錄及[7]雙重警示的功能，可明確清楚年長者目前的情況。最後介紹體溫測量的部分，我們使用 RFID 手溫感測器，將腕帶式 RFID TAG 帶在年長者的手上，量測手溫並將此資訊傳送到 Reader，一般正常手溫為 28 度，以此溫度交由系統做判斷年長者是否處於危險狀態。

因此本研究乃運用影像與圖形識別的應用技術及 RFID 技術，結合紅綠燈和路牌偵測、語音警示、跌倒偵測、體溫測量和手機等功能，期望能改善年長者行動照護，加強年長者行動的安全性，並主動發出訊號告知年長者之家屬及相關人員目前的身理狀況及地點。

2. 研究方法

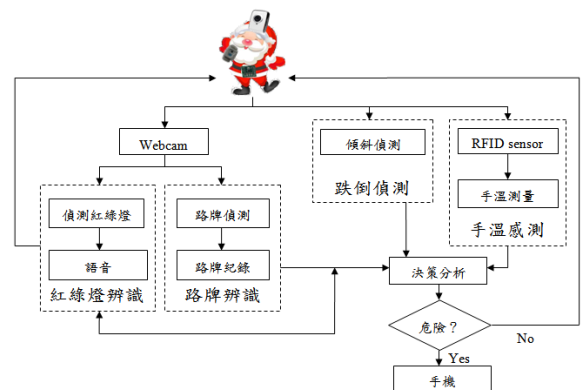
2.1. 硬體系統架構



圖一、系統架構圖

圖一為本研究所提出之硬體架構圖，年長者須在身上配戴小型攝影機及傾斜感應器，配戴小型攝影機的目的是用來擷取交通號誌及路牌等影像，而配戴傾斜感應器的目的是為了要偵測年長者是否有意外跌倒發生，配戴腕帶式 RFID TAG 來測量手溫，這些資訊都會被傳送到嵌入式系統做整合處理及判斷，若決策的結果發現年長者危險產生就會透過無線傳輸的方式發送危險訊息給予年長者有關的家人及相關的安全處理人員。

2.2. 軟體系統流程介紹

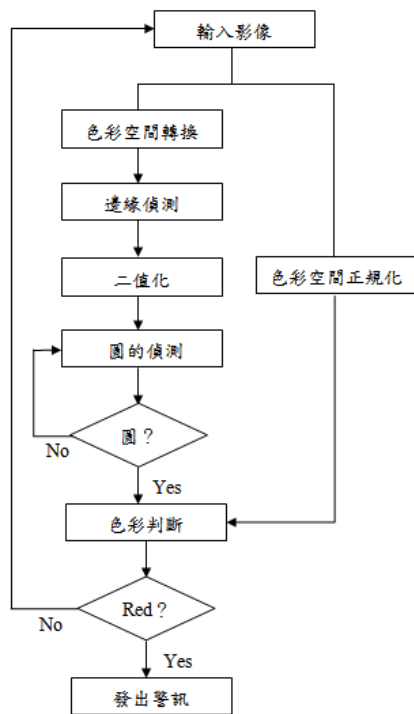


圖二、軟體系統流程圖

圖二為本論文所提出之軟體系統架構圖，我們使用小型 Webcam 去抓取連續影像，將影像分別輸入紅綠燈辨識及路牌辨識的演算法中，首先在紅綠燈辨識的部分，將影像輸入嵌入式系統內，偵測到紅燈時便會發出語音警示，告知被照護者目前為紅燈，須小心行進注意安全，如果偵測結果為綠燈便不會發出語音訊息。其次在路

牌辨識的部分，偵測到的路牌進入資料庫比對完都會記錄下來。在傾斜偵測的部分，則是在被照護者身上配戴傾斜感測器，若偵測到傾斜角度超過門檻值後，會判斷為跌倒。最後介紹體溫測量的部分，使用 RFID 手溫感測器，配帶腕帶式 RFID TAG，量測手溫並將此資訊傳送到 RFID Reader，以此溫度交由系統做判斷年長者是否處於危險狀態，若年長者有跌倒、體溫過低或過高的狀況發生時，此時便會從資料庫裡讀取資料，經嵌入式系統判斷處理後，藉由無線裝置發出訊息傳到照護者的手機裡。此四部分的詳細的作法詳述如下。

2.2.1. 紅綠燈的偵測



圖三、紅綠燈偵測流程圖

由於 RGB 色彩上彼此的相關性太大且與亮度有關，用於影像辨識效果並不如 YC_bC_r 的色彩空間，因此先將三原色的色彩空間轉換後再做後續演算法處理。 YC_bC_r 色彩空間中代表的意思是，亮度 Y(Luminance)、彩度 C_b (Blueness) 和 C_r (Redness)，也因為其明顯對於亮度和彩度有高分離性，其轉換式如下：

$$\begin{bmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.1687 & -0.3313 & 0.5 \\ 0.5 & -0.4187 & -0.0813 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} \quad (1)$$

在邊緣偵測的部分，我們使用 Sobel 濾波器進行選取區域的邊緣偵測，所採用的是偵測 0 度及 90 度邊緣的偵測子。

在偵測出影像的邊緣後，我們利用 Otsu 所提出的最佳門檻值找尋的影像二值化方法將邊緣影像做二值化，得到二值化影像，接下來我們利用方程式(2)來偵測圓：

$$(x-a)^2 + (y-b)^2 = r^2 \quad (2)$$

因為圓方程式牽涉到圓心兩個參數 (a,b) 和半徑一個變數 (r)，所以需要一個三維的累積陣列，將每一個邊點其位置座標帶入圓方程式後，可求得半徑。利用選定的圓心和求得的半徑，該邊點就可對該三維的累積陣列投票。當所有的邊點都投完票後，依據門檻值設定及累積陣列投票結果，可得知影像中的圓。

得知是否為圓後，我們必須對原本的影像做色彩空間正規化，紅綠燈的燈光會因天氣、時間及其他因素有所不同，為了消除顏色的微小變化，因此我們對色彩空間做轉換，正規化 RGB 色彩空間在光線改變去雜訊是很強健的，因此我們將 RGB 色彩空間影像轉換為正規化 RGB 色彩空間。假設紅、綠、藍像素值分別為 r, g, b ，正規化 RGB 色彩空間像素值 R, G, B 定義為

$$\begin{cases} R = G = B = 0 & (\text{if } s = 0) \\ R = \frac{r}{s}, G = \frac{g}{s}, B = \frac{b}{s} & (\text{otherwise}) \end{cases} \quad (3)$$

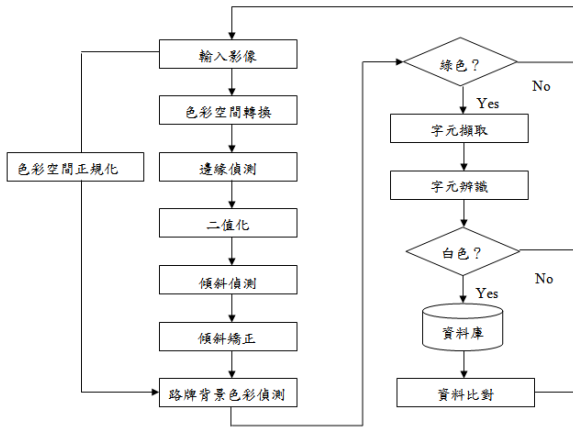
where
 $s = r + g + b.$

轉換成正規化的 RGB 影像要抽取出紅綠燈號誌的特徵，是否抽取的決定條件是 R、G、B 的像素值，決定是否抽取的 R、G、B 值範圍如下：

$$\begin{aligned} & (R > 200 \text{ and } G < 150 \text{ and } B < 150) \\ & \text{or } (R > 200 \text{ and } G > 150 \text{ and } B < 150) \quad (4) \\ & \text{or } (R < 150 \text{ and } G > 240 \text{ and } B > 220) \end{aligned}$$

連結區域是藉由選取像素值得到的。

2.2.2. 路牌偵測



圖四、路牌偵測流程圖

由於 RGB 色彩上彼此的相關性太大且與亮度有關，用於影像辨識效果並不如 $YCbCr$ 的色彩空間，因此先將三原色的色彩空間轉換後再做後續演算法處理。 $YCbCr$ 色彩空間中代表的意思是，亮度 Y (Luminance)、彩度 C_b (Blueness) 和 C_r (Redness)，也因為其明顯對於亮度和彩度有高分離性，其轉換式如方程式(1)所示。

雖然路牌在設置時使用某些固定的色彩—綠底白字，但由於下列因素，可能使得路牌的顏色產生變化：

(a)時間因素：

- (1) 交通標誌設置時間過久，風吹日曬，會導致褪色，甚至部份色漆剝落。
- (2) 一天之中早晨、中午、黃昏之日照強度及方向不同，造成不同光線反射的狀況，會使得路牌的顏色隨時間變化。

(b)環境因素：

- (1) 空氣污染、氣候不佳，所拍攝的路牌顏色因可見度不同會有偏差。
- (2) 路牌設置的地點不同，其呈現的色澤會因不同環境的影響而變。例如行道樹或建築物的陰影，會使得路牌看起來較為暗淡。

為了消除顏色的微小變化，因此我們進行色彩空間的轉換，正規化RGB色彩空

間在光線改變去雜訊是很強健的，因此我們將RGB色彩空間影像轉換為正規化RGB色彩空間。假設紅、綠、藍像素值分別為， r 、 g 、 b ，正規化RGB色彩空間像素值 R 、 G 、 B 定義為

$$\begin{cases} R = G = B = 0 & (\text{if } s = 0) \\ R = \frac{r}{s}, G = \frac{g}{s}, B = \frac{b}{s} & (\text{otherwise}) \end{cases} \quad (5)$$

where
 $s = r + g + b$.

本論文中我們使用 Sobel 濾波器進行選取區域的邊緣偵測，所採用的是偵測 0 度及 90 度邊緣的偵測子。

並且為了降低資訊量及圖像的複雜度，本論文所使用的二值化方法為固定門檻值二值化。

$$B[i, j] = \begin{cases} 1, & F[i, j] \geq T \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (6)$$

二值化後我們必須將每個字元進一步分析是否需要作傾斜角度矯正運算，一般我們所遇到的車牌傾斜有幾種不同的狀況，如圖五和圖六所示。

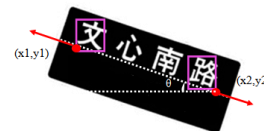


圖五、傾斜狀況一



圖六、傾斜狀況二

在圖七中，我們找出兩點座標 (x_1, y_1) 與 (x_2, y_2) ，利用第(8)式來計算傾斜的角度 θ ，再以第(9)式進行傾斜角度之矯正運算。圖八為矯正後的影像。



圖七、傾斜的角度

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1} \right) \quad (8)$$

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \cos \theta - y \sin \theta \\ x \sin \theta + y \cos \theta \end{bmatrix} \quad (9)$$



圖八、路牌矯正結果

為了辨識字元，首先必須進行路牌區塊的字元擷取，利用二值化將字元切割出來。路牌為綠底白字，所以經過反向後的影像如圖九所示，白色區塊才是我們所感興趣的物件，因為這些都屬於字元區塊的候選區。將候選區做物件標籤化計算出長、寬和面積，再利用路牌字元的大小，如長寬比以及面積做為限制條件，篩選出正確的字元區塊，再把字元送進資料庫做比對。



圖九、反向後的影像

2.2.3. 傾斜偵測



圖十、三軸加速器電路圖

在本論文中我們所使用之傾斜感測器是以「三軸加速器」(如圖十)來完成的，利用此感測器可以偵測年長者是否處於跌倒狀態。此三軸加速器可同時偵測空間中 X、Y 和 Z 三維座標軸方向上的加速度，利用此特性我們將它用於偵測物體是否處於水平和垂直等特殊角度，或用來測量靜止或定速物體之傾斜方向與角度。

跌倒偵測可依據角度與加速度來判斷，以下列出幾個舉例：

- (1) 當年長者往前或往後的傾斜角度很大且加速度也很大時，我們可判斷年長者可能正處於危險狀態，有致命的危險。
- (2) 當年長者往左或往右的傾斜角度很大

且加速度也很大時，我們可判斷年長者可能正處於危險狀態，但不至於會致命。

- (3) 當年長者彎腰且加速度很大時，我們可判斷年長者可能正處於危險狀態；當年長者彎腰但加速度很小時，我們可判斷年長者可能正處於坐下的狀態。

X、Y 和 Z 三軸均為獨立輸出，我們可以根據三軸的輸出電壓計算加速度大小，此輸出電壓是以加速器上的 3V3 端之電壓值為基準值(Vps)，標準值為 3.3V，誤差 5% 以內，也就是介於 3.135 到 3.465 之間。

加速度以 1 個重力加速度 G(Gravity) 為單位，當任一方向軸所受之加速度為 0G 時，該軸之輸出電壓應為 $1/2 Vps$ ，即約 $3.3/2=1.65V$ 。

2.2.4. 體溫感測

在本論文中的體溫感測是以「RFID 手溫感測器」來完成的，利用此感測器可以偵測年長者體溫是否處於正常狀態。將腕帶式 RFID TAG 帶在年長者的手上量測手溫，了解該年長者目前的體溫狀況，並將此資訊傳送到 Reader，一般正常手溫為 28 度，以此溫度交由系統判斷年長者是否處於危險狀態。

同時本論文加入持續追蹤記錄及[7]雙重警示的功能，當偵測的結果判定為跌倒時，系統會持續記錄傾斜感測器偵測的方向及加速度變化以及 RFID 手溫感測器的溫度變化，若系統判斷的結果為跌倒而後續追蹤記錄的方向及加速度緩慢變化至正常角度，可判定此時長者可以自行起身，系統會發出簡訊告知家屬或相關照護人員，該年長者目前情況安全；反之，倘若傾斜感測器偵測的方向及加速度只有微幅甚至幾乎沒有任何變化，或者 RFID 手溫感測器偵測的溫度一直低於正常手溫，此兩種狀態下表示年長者跌倒了可能無法自行起身或者失溫，系統會再次發出簡訊，通知家屬或相關照護人員盡快前往現場處理。

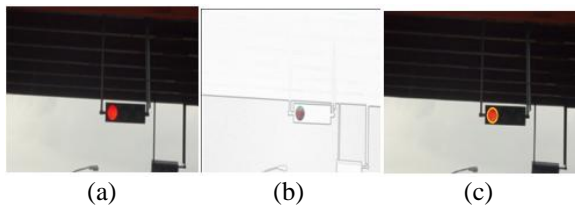
2.2.5. 決策分析

在這個計畫中我們採用規則導向的方法(Rule-based)來做為決策的依據，其中輸入包含了手溫 and 傾斜的 X、Y 和 Z 數值和紅綠燈偵測之結果。以下列出幾種規則：

- (1) 當年長者的手溫為 24 度，Y 趨近於 0G 且 X、Z 其中一端趨近於 0G，紅綠燈偵測結果為紅燈，則判斷年長者跌倒以及手溫過低，並發出簡訊通知照護者，同時也發出語音訊息通知年長的目前為紅燈。
- (2) 當年長者的手溫為 28 度，Y 趨近於 1G 且 X 及 Z 趨近於 0G，紅綠燈偵測結果為綠燈，則判斷年長者為正常步行狀態，目前沒有危險。

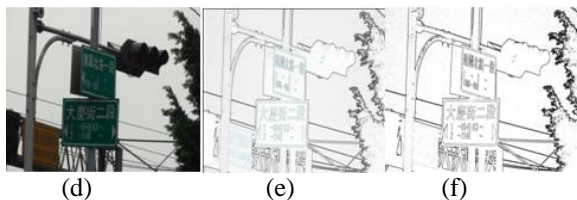
3. 實驗結果

我們所擷取到的影像大小為 320×240，圖十為紅綠燈影像進行 Sobel 邊緣偵測結果及紅綠燈偵測成功的結果。



圖十：(a)紅綠燈原圖 (b)Sobel 邊緣偵測 (c)紅綠燈偵測結果

圖十一為路牌影像進行 Sobel 邊緣偵測結果之後再做二值化的結果。



圖十一：(d)路牌的原圖 (e)Sobel 邊緣偵測 (f)Sobel+二值化結果

圖十二為傾斜之路牌經傾斜校正後的結果，傾斜校正角度為逆時針 20 度。



圖十二：(g)傾斜之路牌 (h)傾斜校正結果

4. 結論與未來展望

隨著醫療與科技不斷的進步，國人的壽命亦不斷延長，年長者的居家照護問題已帶來年長者本身及其家人或照護者極大的困擾，本研究將科技實際帶入年長者照護應用中，藉由影像與圖形識別的技術，建構一套老人行動照護系統。當年長者發生異常狀況時，系統即透過手機功能，通知照護者協助，有效改善年長者照護及減輕照護者所擔負的責任。對於未來研究的方向，我們將會加強照護及結合醫療系統，期望達到全方面的年長者照護環境。

5. 參考文獻

- [1] 方瓊瑤、陳世旺、傅楸善，利用連續影像在複雜街景下偵測及追蹤交通標誌，國立台灣師範大學資訊教育學系、國立台灣大學資訊工程學系學士論文。
- [2] 林正堅、蔡奇男，2004，以小波類神經網路實現彩色影像之臉部偵測，朝陽科技大學資訊工程系碩士論文。
- [3] 林春宏，車牌定位與辨識系統 <http://163.17.135.4/imgra/PPT/200702011.ppt>。
- [4] 吳俊諺，2005，車牌即時辨識之嵌入式軟硬體系統設計與實現，國立雲林科技大學電子系中山科學研究院碩士論文。
- [5] 老人行動定位監護系統 <http://engcol.hk.edu.tw/data/report961203-33.pdf>。
- [6] 老年人口與老化指數逐年上升 <http://news.sina.com/tw/cna/101-102-101-101/2009-03-13/21193709297.html>

- [7] Eleanna Kafeza, Dickson K. W. Chiu ,
“Alerts in Mobile Healthcare Applications: Requirements and Pilot Study,” *Senior Member, Image Processing and Pattern Recognition Vol.2, No.2, June 2009*
- [8] Jin-Hyung Park, and Chang-sung Jeong ,
“Real-time Signal Light Detection,” *International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition, Vol.2, No.2, June 2009*
- [9] Luis David Lopez and Olac Fuentes ,
“Color-Based Road Sign Detection and Tracking,” *Computer Science Department University of Texas, El Paso 79902, USA*
- [10] Masako Omachi and Shinichiro Omachi,
“Traffic Light Detection with Color and Edge Information,” *IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology, 2009,(ICCSIT 2009).*
- [11] Michael Shneier ,
“Road Sign Detection and Recognition,” *Submitted to the IEEE Computer Society International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, June 2005*