

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
* : 結合心率變異特徵與人臉影像特徵之情緒辨識系統
* 名 稱
* *****

執行計畫學生： 謝沛洋
學生計畫編號： NSC 100-2815-C-040-010-E
研究期間： 100年07月01日至101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 101年03月30日

(一)摘要

近年來人類生活步調快不論是在家庭、職場或學校中，都有無形的壓力。近三年，罹患躁鬱症比過去 10 年多出 40 倍。值得重視的是，九成以上的自殺案例，都有「憂鬱症」或「躁鬱症」的病史。目前評估個人精神壓力狀況，是以問卷或對談方式，依照醫師個人經驗做判斷，若能發展一套可行的量化方法，則可幫助醫生評估患者心理壓力的狀況，且利於自我健康管理。因此本計畫在以攝影機擷取人臉及心律大師腕式生理監視器測量使用者生理數據，以人臉、眼睛、嘴巴及心率變異分析為基礎，藉由類神經網路來判斷使用者的精神狀態，並將每次測量的結果儲存至資料庫，若往後需要就醫，可做為醫生參考之依據。本計畫的實驗結果在平均訓練成功率為 87.58%，平均測試成功率為 87%。

(二)研究動機與研究問題

現代人的生活步調快且處於忙碌繁亂的社會中，不論是在家庭、職場上或是學校中，都有著無形的壓力。情緒的震盪常讓現代的人們無所適從，加上人際間競爭的複雜化，稍有心理調適不當或外在支持無法配合時，極易落入情緒憂鬱的惡性循環中，使的工作效率下降，惡性循環後更多挫敗和失落便會接踵而來，此時除了心理的疾病外生理的疾病也伴隨而來。本計畫的目的在於透過心率變異 (Heart Rate Variability, HRV) 的分析結合臉部表情的辨識發展出一套精神狀態辨識系統。由於心理疾病較難在一般狀況下被發現，希望透過心率變異的測量及臉部表情的辨識能盡早發現是否有心理的疾病或是因為生病造成情緒上的異常也能盡早發現，避免悲劇的發生。本系統的開發除了可以測量使用者的情緒狀況外，並且也可以將測量過的記錄存入資料庫內，若往後有需要就醫，可以提供醫生之前的記錄作為參考。

(三)文獻回顧與探討

近年來罹患憂鬱症及躁鬱症等心理疾病的人逐漸攀升，根據調查統計，近三年來罹患躁鬱症比過去 10 年多出 40 倍。值得重視的是，九成以上的自殺案例，都有「憂鬱症」或「躁鬱症」的病史。依據衛生署自殺防治中心資料顯示，平均每兩小時二分鐘，就有一個人自殺，去年一年，台灣有一百四十七萬兩千個民眾曾「想過」結束生命，有四十一萬六千人「確實出現結束生命的行為」，其中有十三萬人有「兩次以上」結束生命的行為。兒童或青少年時期發作的憂鬱症通常跟成人的憂鬱症有些不同：小孩比較不會直接陳述自己的症狀，也不太會用憂鬱這些詞語來描述自己的心情，但是小孩子比較容易直接透過行為來表現。相對於老人的憂鬱症就不容易發現了，一來是因為傳統的觀念上，就認為老人的行動力減弱，比較沒有精神，所以當憂鬱症發生時，兒孫們往往以為只是老化的現象而已，卻忽略了潛在的憂鬱症狀，因此情緒辨識系統的開發是必要的。

首先談到心率變異的部分，[1]心率變異指在竇性心律的一定時間內，心搏和心搏間(beat-to-beat)的時間變異數，即是分析心率的快慢差異性的大小及其規律。HRV的分析不同於以每分鐘為單位的平均心率差，而是分析每個心動週期細微的時間變化及其規律。心率受呼吸、血壓、內分泌、情緒等影響，故可藉此觀察自律神經及心臟竇房結間的相互影響。其能判斷心血管疾病的病情，也是預測心臟性猝死和心律失常的一個有價值指標。

[1]常用的心率變異性的分析方法有時間域分析法(Time Domain Methods)及頻率領域分析法(Frequency Domain Methods)

1.時間域分析法:

可分為統計法與圖解法，整體來說時間領域分析法的各種指標都是用定量的

方法對心動周期(R-R間期)的直方圖(Standard Deviation of all Normal to Normal R-R intervals, SDNN)或R-R間期差值的直方圖(The root mean square of successive differences between adjacent normal cycles, RMSSD)形狀的描述。HRV直方圖的外形越寬越低則表心率變異性大，反之心率變異性小。

2. 頻率域分析法:

將心率變化曲線轉變為頻譜常用的方法為快速傅立葉轉換法。頻率域分析法對短時間及長時間的分析結果意義有所差別。短時間(5min)的分析需控制好環境條件，避免影響自主神經的活動。長時間的分析(24hr)較無法控制吸煙、飲酒、情緒起伏等因素，只能反映整體大致的情況。在1981年Akselrod等人研究發現，經由非侵入性量測所獲的心電圖訊號，再透過傅利葉轉換後，所得到的心率變異特性功率頻譜，可以反映出交感、副交感於生理機制的控制現象。將R-R interval作頻譜分析，可觀測出3個明顯的頻峰(Spectral Peak)，分別為高頻(HF)、低頻(LF)和極低頻(VLF)，而這三個頻帶會反映在心率變異上。在1996年American Heart Association(AHA)為心率變異各頻帶範圍定義出新的標準，高頻頻帶為0.15~0.4 Hz、低頻頻帶為0.04~0.15Hz和極低頻頻帶為0.003-0.04Hz。[10]其中低頻是代表交感神經活性、高頻則是代表副交感神經活性而極低頻則代表溫度調控、腎素-血管張力素-醛固酮系統(Renin-Angiotensin-Aldosterone System, RAA System)與部分副交感神經功能。[2]心率變異是由「自律神經系統(Automatic Nervous System, ANS)」控制藉以維持身體平衡，且心跳間距變化是受交感神經系統及副交感神經系統等影響，因此可以藉著研究心率變異，作為自治循環及自律神經系統的指標。

近年來，心率變異分析逐漸成為醫生矚目的一項生理指標，用來監控自主神

經系統對人體的調控，並為心血管疾病致死率的參考指標。[12]常見心血管疾病病人致死性的指標為交感神經及部分副交感神經調控的低頻上升，以及副交感神經調控的高頻下降。[13]當診斷疑似冠狀動脈心臟病時，常須進一步做心導管檢查，病人常有焦慮、不安等情緒，對檢查過程中可能發生的危險性、副作用或對不確定的檢查結果等產生焦慮、恐懼，需提供適切的護理指導，以降低其焦慮，這些情緒對於心血管疾病的病人而言，是一個潛在的壓力。[14]焦慮情緒亦會增加心臟病突發的發生率，而心率變異是呈現降低的現象，研究亦發現心肌梗塞病人的焦慮恐慌情緒與心率變異下降有關、發現無論焦慮或憂鬱皆會降低心率變異，並與冠狀動脈心臟病及心率不整病人的心血管死亡危險性增加有關。[15]利用禪宗冥想介入測量特質焦慮量表及心率變異分析之改變，結果發現高程度焦慮者經由禪宗冥想訓練，集中精神後焦慮降低量表得分，特質焦慮量表得分分別與腦波慢 α 波(slow alpha wave)呈負相關($r=-0.482, p<0.05$)，與心率變異的HF指標呈正相關($r=0.555, p<0.01$)，但與LF及LF/HF比值無顯著相關($r=0.305, p<0.17$)。[11]提出在心導管檢查前之情境焦慮及特質焦慮得分皆呈現男性低於女性，特質焦慮量表與心率變異具性別上顯著差異($t=-2.44, p<0.019$)，而情境焦慮得分並不具統計學上意義，另不同性別在心率變異的分析上，呈現女性時域分析心率變異SDNN、HF及LF的指標皆顯著大於男性($p<0.05$)。精神壓力會造成情緒上不穩定，如焦躁、憤怒、不滿等負面情緒，影響到自律神經系統，刺激交感神經與副交感神經的活性增減，並反應在心率上。[15]對短時間R-R間期和心血管收縮壓作頻譜分析，研究心理壓力(psychological stress)對自律神經系統與循環系統的影響，發現受測者精神專注時，其低頻能帶的能量較平常為高。[15]研究在精神壓力與生理回饋(biofeedback)的狀態下，以心率變異、表皮溫度變化、末梢血管舒縮神經的活動

等三個指標，觀察體表溫度、血管之變化與交感神經系統活動的相關性，在此文獻中認為交感神經系統的活動強弱，可當作承受壓力大小的指標。[11]提出在精神壓力環境下，高頻能量會大幅下降，低高頻比(LF/HF)明顯上升且具有統計上之意義($P < 0.05$)，精神壓力減少時，低高頻比則會明顯下降亦具有統計上之意義($P < 0.05$)。因此可知，精神壓力較強烈時交感神經的活性相對會大幅增加，可作為評估精神壓力狀態的指標，進而輔助臨床相關檢測與診斷。

接下來談論到的是人臉情緒辨識的部分，最早是Ekman和Friesen[6]發展了Facial Action Coding System(FACS)，根據人在表達不同表情時會牽動不同臉部肌肉的原理，定義出44種不同的Action Unit(AU)，如圖1所示，圖(a)是上半臉Action Unit和一些Action Unit的組合，圖(b)是下半臉的Action Unit種類，根據特定Action Unit的組合，人臉的表情即可以被描述出來。多數的研究都採用FACS的理論來判斷臉部表情，[8]也採用FACS理論，不同的是在臉部特徵擷取與辨識分類方法的選擇上。[8]將臉部的特徵分為常在與瞬間特徵，常在特徵是眼睛與嘴巴的變化，瞬間特徵是眉間、雙頰與嘴角上端的皺紋變化，先手動設置好這些特徵點的初始位置，再追蹤將這些點的變化，用類神經網路作辨識。[7]使用Optical flow追蹤多個特徵點的移動，這些特徵點是在影像序列中的第一張影像中手動設置。在第一張與最後一張影像中，每個特徵點位移組合而成的特徵向量則用來辨識不同的Action Unit及臉部表情。

在特徵擷取部份，主要分兩部分，第一為整體分析(holistic approach)，第二為部份分析(local approach)。[3]整體分析主要是先取得特徵區域或是特徵點，進而可對其做形變或移動的偵測，如光流(optical flow)與特徵追蹤；[4]部份分析主要是將人臉分為幾個比較重要的區塊，然後從中取出特徵資訊，來判斷動作。

(四)研究方法及步驟

精神狀態辨識系統的發展在心理疾病方面及健康照護之研究中扮演一個很重要的角色，希望可以將此計畫以完整的結果呈現並應用之。此系統將分成軟體與硬體兩部分，硬體部分以嵌入式系統為核心，搭配Webcam擷取人臉影像與心律大師腕式生理監視器測量生理訊號；軟體部分導入Webcam驅動程式、類神經網路、心率變異分析、人臉偵測及眼睛和嘴巴狀態辨識技術。

在系統中，Webcam是負責擷取人臉影像，類神經網路的特徵參考值採用以下列十三個特徵做為判斷:眼球的距離、眼球高度變化的次數、嘴巴張開的大小、HR、HRV及LF%的分析，嵌入式系統則是負責處理測量到的心率變異特徵和由Webcam傳入之影像，利用人臉偵測、眼睛和嘴巴狀態辨識，偵測使用者的臉部位置和辨識眼睛及嘴巴的狀態。本計畫希望能夠結合類神經之方法來根據眼睛、嘴巴及心率變異之特徵來區分情緒程度的不同，系統會將判斷的結果輸出至螢幕或發送簡訊告知相關人員，接下來將針對軟體部分做更詳細的解說。

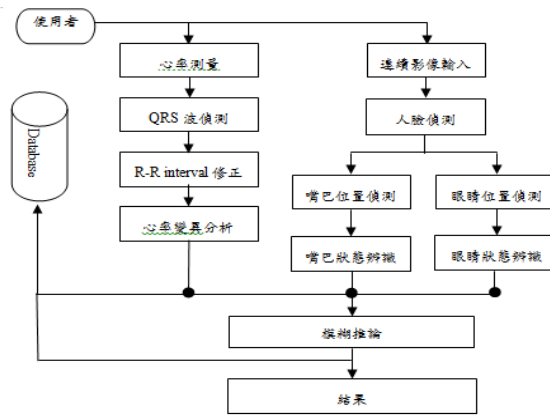


圖1:精神狀態辨識系統流程圖

本計畫的流程圖如圖1所示。首先，藉由USB將相關資料下載至嵌入式系統中使用，接著在嵌入式系統中開發USB Webcam驅動程式，讓WINCE平台可以驅動Webcam擷取影像至嵌入式系統裡，再針對使用者的影像進行前處理，前處理主要目的在去除室內光線的影響以及雜訊的干擾，以便提高特徵擷取時的正確性，利用圖形識別的技術偵測出眼睛和嘴巴的狀態，接著透過藍芽心電圖機將測量到的生理訊號利用藍芽傳送至嵌入系統，使用QRS波的偵測接著對R-R interval做修正之後利用特徵進行時間域和頻率域的心率變異分析。經過特徵辨識之後，使用模糊推論方法結合心率變異的特徵與影像上的特徵，並給予程度上的分別，最後依據程度的不同，系統將會分析出使用者的情緒狀態。

就上述的流程，研究方法的步驟分為:

一.開發驅動程式:開發 Webcam 驅動程式，以擷取影像。

二.臉部的偵測:

1.影像的前處理：本系統之影像前處理步驟主要目的在消除影像中雜訊的干擾與亮度的調整，以及去除雜訊。

2.人臉偵測：

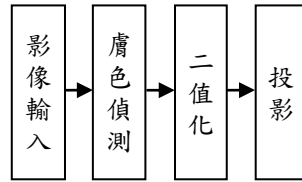


圖2:人臉偵測流程圖

臉部與眼睛位置的偵測是眼睛狀態辨識的首要步驟。關於臉部位置的偵測方法有很多，而本計畫利用臉部的膚色來偵測，並利用二值化處理後的影像，經過水平與垂直投影方式找出人臉。膚色偵測之方法，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。將一張圖片從RGB空間，轉換到 YC_bC_r 空間。由於膚色在 YC_bC_r 空間理有一個固定區域分布，本計畫把分布在這一個區域的像素定為 1，在此區域的值定為 0，而我們取的 Y 範圍為 60 至 255、 C_b 範圍為 25 至 0 及 C_r 範圍為 10 至 45。因為在影像中取出膚色的區塊會很多，人臉在圖中的膚色佔最大區塊，所以使用投影的方式找出面積最大的膚色區塊，藉由型態演算法將區域逐漸合閉起來，透過膨脹，將分離的像素連接起來，再利用侵蝕，將連接較弱的區域分離開來，便可得二值化影像。

三、特徵點位置偵測：

1.眼睛偵測：

由於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人臉長的區域內，由人臉左方開始則落在2/16至15/16人臉寬的區域內，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，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，如圖3。



圖3：(a)眼睛大概區域 (b)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)，如圖4，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的瞳孔距離，往左及往右1/3的瞳孔距離的區域內。

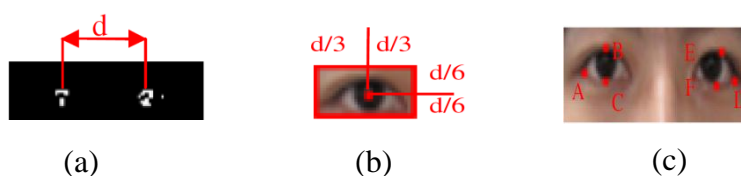


圖4：(a)瞳孔距離d (b)眼睛區域偵測的結果 (c)眼睛外眼角特徵點

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。

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候，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4(c)所示。

2.嘴巴偵測：

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，如圖5，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HSV色彩空間中的H(hue)值做轉換，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，如圖6，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，如圖7所示。

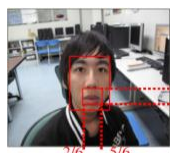


圖 5：嘴巴大概區域

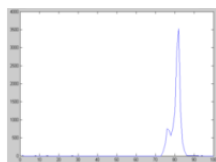


圖 6： $f(h)*100$ 直方統計圖



圖 7：嘴巴區域二值化結果

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，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，如圖11所示。



圖 8：嘴巴Sobel二值化結果

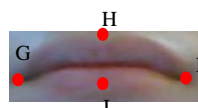


圖 9：嘴巴特徵點

四. 心率變異分析:

在精神狀態辨識部分，我們利用HRV心率偵測器所測量到的心率特徵分別有HR(每分鐘心跳數)、HRV(心率變異性)、LF%(低頻成分百分比)、HF%(高頻成分百分比)、LF/HF(低頻成分/高頻成分比值)、DIA(舒張壓)和SYS(收縮壓)。其中，HRV是代表自律神經功能總活性指標、LF%代表交感神經活性指標、HF%為副交感神經活性指標以及LF/HF為交感/副交感平衡指標。接著利用類神經網路進行

訓練。在訓練的部分，輸入層的神經元個數為3個分別是HR、HRV和LF%。不採用舒張壓及收縮壓的原因為患有精神疾病的病患皆有服用藥物，可能影響其舒張壓及收縮壓，所以不採用這兩個特徵。另外測量的時間皆為早上或下午，使用LF做為辨識的特徵，其原因為LF%為交感神經活性指標，交感神經支配整個內臟使個體處於備戰、緊繃狀態（瞳孔放大、豎毛肌收縮、支氣管鬆弛、心收縮力及心跳速率增加、促腎上腺髓質分泌）；副交感神經則使個體呈休息放鬆狀態（瞳孔縮小、支氣管收縮、心收縮力及心跳速率降低、胃小腸平滑肌收縮）。因為測量時間為白天，則交感神經百分比應大於副交感神經百分比，所以使用LF%作為辨識特徵。在隱藏層的神經元個數則使用4個神經元，輸出層的神經元個數為1個，分別代表正常及不正常。在資料來源的部分正常為無患有精神疾病之大學生共50位，不正常則為醫生判斷患有精神疾病之病患共52位。

(五)實驗結果

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，以及心律大師腕式生理監視器；在軟體部分，我們所使用的作業平台為Windows Embedded CE 6.0 R2，並使用精神狀態辨識的技術。

在精神狀態辨識的部分，我們的資料來源分別是無患有精神疾病的大學生共52位，以及經醫生診斷患有精神疾病之病患共50位，透過類神經網路訓練後來做判斷。在類神經網路的輸入層的特徵選擇中，分別使用不同的特徵進行測試找出較佳特徵分別為HR、HRV和LF%。表1為使用各種不同特徵做訓練後利用類神經網路做判斷之成功率、表2為及表3為正常及不正常所測量到的心率特徵。

表 1 使用不同特徵做訓練其判斷成功率

HR	HRV	LF%	HF%	LF/HF	SYS	DIA	成功率
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	48.265%
✓	✓	✓	✓		✓	✓	48.86%
✓	✓	✓	✓	✓			61.17%
✓	✓			✓	✓	✓	50.2%
✓	✓	✓		✓			63.19%
✓	✓		✓	✓			65.2%
✓	✓	✓	✓				73.11%
✓	✓			✓			73.129%
✓	✓	✓					83.21%

表 2 正常精神狀態各項特徵之數值

	HR(心跳數/1min)	HRV(ms)	LF%
Subject1	77	90	0.61
Subject2	71	87	0.62
Subject3	86	71	0.74

表 3 不正常精神狀態各項特徵之數值

	HR(心跳數/1min)	HRV(ms)	LF%
Subject1	75	21	0.32
Subject2	83	40	0.56
Subject3	73	34	0.09

從表1可發現使用HR、HRV及LF%三個特徵，類神經網判斷的成功率相對於其他特徵是較佳的可達到83.21%。其原因可能為，測量的時間皆為早上或下午，而LF%代表交感神經活性指標，交感神經支配整個內臟使個體處於備戰、緊繃狀態（瞳孔放大、豎毛肌收縮、支氣管鬆弛、心收縮力及心跳速率增加、促腎上腺

髓質分泌)；副交感神經則使個體呈休息放鬆狀態(瞳孔縮小、支氣管收縮、心收縮力及心跳速率降低、胃小腸平滑肌收縮)。因為測量時間為白天，則交感神經百分比應大於副交感神經百分比，所以使用LF%作為辨識特徵。

在人臉偵測的部分，人臉可能因受光線雜訊及非正臉的影響，仍會有錯誤的發生，圖 12 分別為人臉偵測成功與失敗的結果，圖 13 為人臉特徵點擷取之結果。



(a) (b)
圖 10 (a)成功偵測人臉的結果(b)人臉偵測失敗的結果

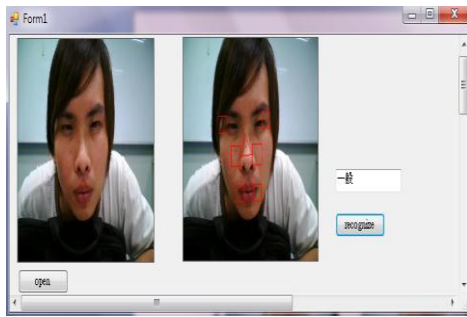
人臉偵測結束後，接著我們將進行人臉五官特徵點的擷取，圖 16 為特徵點擷取的結果。



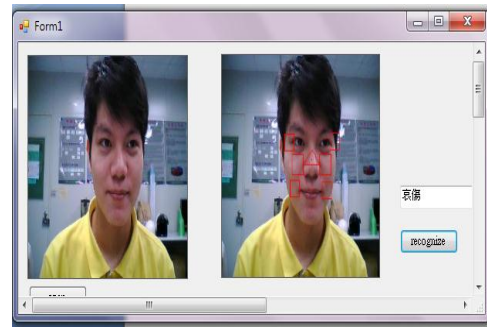
圖 11 人臉特徵點的擷取

經過了類神經網路訓練部份後我們已經知道了正常及不正常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。我們使用了100張正常及不正常的靜態人臉做測試，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:



(a)



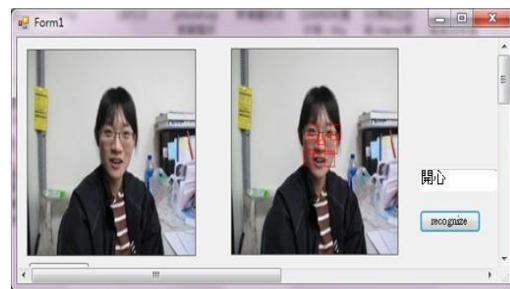
(b)

圖 12 (a)人臉表情為不正常偵測錯誤(b)人臉表情為正常偵測錯誤

偵測正確:



(a)



(b)

圖 13 (a)人臉表情為不正常偵測正確(b)人臉表情為正常偵測正確

偵測失敗的原因可能是影像模糊不清或光線不足，而導致沒有成功擷取臉部的紋理，所以才沒有辦法成功地偵測出人臉的表情。

下表為類神經網路中訓練(Training)及測試(Testing)十次的成功率，平均訓練的成功率為87.58%，而平均測試成功率為87%。

表 4 精神狀態辨識訓練及測試成功率

次數	訓練/測試	訓練	測試
	第一次		91.43%
第二次		82.96%	70%
第三次		85.71%	95.72%
第四次		88.57%	97.35%

第五次	85.71%	100%
第六次	87.14%	100%
第七次	85.71%	90%
第八次	90%	90%
第九次	90%	70%
第十次	88.57%	80%
平均	87.58%	87%

(六)結論與建議

我們提出了一個利用心率特徵的精神狀態辨識系統，並將此系統使用在嵌入式系統上，此系統體積輕巧，較不受空間大小之限制。此項精神狀態辨識之研究，還有許多仍有需要改進的地方。比如說可搭配其他的特徵像是腦波、眼電位差等特徵來提升此系統的辨識成功率，另外可加入更多不同病患之數據，像是憂鬱症、失眠、躁鬱症及精神官能性憂鬱症，判斷出更多種不同之疾病。此外也可加入模糊推論，給予疾病輕重之分級。

(七)參考資料

- [1] 方馨譽，『利用智慧型 ECG 信號處理來顯示人類情緒指數』，元智大學老人福祉科技研發中心，民國 90 年 4 月
- [2] 李以文、徐亞瑛、曾春典、藍忠孚，『心導管檢查之冠心病病人衛生教育的成效』，台灣醫學，7 (2)，185—193，2002。
- [3] 林羣晨，『以心電圖為基礎之心血管疾病專家防治系統』，慈濟大學醫學資訊研究所，碩士論文，民國九十六年八月
- [4] 唐善美，『探討接受心導管檢查病人心率變異與焦慮之關係』，成功大學護理

學系，碩士論文，2004。

- [5] 陳俊昱，『心率變異分析』，<http://www.energymedicine.org.tw/>
- [6] 謝怡竹，『以光流為基礎之自動化表情辨識系統』，國立中央大學資訊工程研究所，碩士論文，2005.
- [7] Fleet, R., Lavoie, K., &Beitman, B. D., “Is panic disorder associated with coronary artery disease? A critical review of the literature,” *Journal of Psychosomatic Research*, Vol. 48, pp.347–356, 2000.
- [8] G. Zhou, Y. Zhan and J. Zhang, “Facial Expression Recognition Based onSelective Feature Extraction,” *International Conf. on Intelligent SystemsDesign and Applications*, Vol. 2, pp. 412–417, 2006.
- [9] J. F. Cohn, A. J. Zlochower, J. J. Lien and T. Kanade, “Feature-Point Tracking byOptical Flow Discriminates Subtle Differences in Facial Expression,” *Third IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition*, Nara,Japan, pp. 396-401, 1998.
- [10] Murata, T., Takahashi, T., Hamada, T., Omori, M., Kosaka, H., Yoshida, H. et al.,“Individual trait anxiety levels characterizing the properties of zen meditation,” *Neuropsychobiology*,Vol.50, pp.189–194, 2005.
- [11] P.Ekman and W.V. Friesen, “The Facial Action Coding System: A Technique forThe Measurement of Facial Movement,”*San Francisco, Consulting PsychologistsPress*,1978.
- [12] T. Salonidis, P. Bhagwat, L.Tassiulas, R.LaMaire, “Distributed topology constructionof Bluetooth personal area networks,” *INFOCOM. Twentieth Annual JointConference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings.IEEE*, Vol. 3, pp.1577 -1586, April 2001.