

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  
\* : 智慧型打瞌睡偵測系統  
\* 名 稱  
\* \*\*\*\*\*

執行計畫學生： 龐凱齡  
學生計畫編號： NSC 99-2815-C-040-026-E  
研究期間： 99年07月01日至100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 100年03月29日

## (一) 摘要

隨著國內少子化的現象出現，青少年的升學競爭壓力也隨之升高，許多莘莘學子常常因為過度勞累、昏睡而導致無法在既定的時間內完成該時段之進度，因此造成身體勞累以及心靈上的挫折等問題。另外，國人近年來統計國人死亡原因中，意外事故多位居前十大死因當中前五名。而近年來意外事故中又以運輸意外占最大多數道路交通事故往往造成行駛中車輛的危險以及工作中的傷害損失發生。上述兩者之情況皆是因為疲勞瞌睡所造成，因此開發精確判斷是否處於瞌睡狀態的系統能夠降低上述情況之發生，因此，本計劃之目的在以攝影機擷取人臉，以人臉偵測、眼睛偵測及疲勞狀態偵測為基礎，藉由模糊推論來判斷使用者是否處於瞌睡狀態，並利用判斷結果通知系統發出警告來警惕使用者免於瞌睡狀態，使得使用者可以持續進行手邊事務。

## (二) 研究動機與研究問題

根據內政部警政署近年來(95至97年)的統計[1]，道路交通事故A1類(註1)肇事原因件數，前三項為酒醉(後)駕駛失控、未注意車前狀況及未依規定讓車。而其中第二項：未注意車前狀況，可能是因為駕駛人疲勞與嗜睡兩者之影響而導致注意力不集中，無法注意車前的狀況，這往往造成行駛中車輛的危險以及工作中的傷害損失發生，道路交通事故每年造成千人死傷，平均每周約有十至二十個家庭因家人發生車禍而破碎，根據內政部統計，每年應疲勞駕駛所造成的死傷人數約八百多人，在運輸意外中之人為事故因素中一直位居前三名。

上述之情況都是相當危險的，特別是在地狹人稠的台灣，往往在駕駛者一個不注意的情況下，就造成交通意外的發生。今日市面上雖有眾多廠商推出疲勞偵測裝置來預防疲勞駕駛，但根據行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所出版的客運駕駛輪班制度與疲勞相關性研究一書中所提：疲勞與想睡除了不是完全相同的自覺症狀外，他覺症狀或偵測方法亦可能不同，未來需開發較客觀或可有效地偵測被測試者的疲勞狀態的方法與工具。由此書可知，目前市面上的偵測系統仍然不夠完善。

近年來智慧型住宅是全球科技關注的焦點，其中有項是關於伴讀機器人之發展，機器人能夠陪伴孩童讀書，在孩童打瞌睡時給予提醒，以增進讀書效率。隨著國內少子化的現象出現，青少年的升學競爭壓力也隨之升高，許多莘莘學子常常因為過度勞累和昏睡而導致無法在既定的時間內完成該時段之進度。有鑒於上述兩者之情況，開發精確判斷是否處於疲勞狀態的系統是必要的。本研究之目的在以攝影機擷取人臉，以人臉偵測、眼睛偵測及疲勞狀態偵測為基礎，藉由模糊推論的技術來判斷駕駛者是否處於疲勞狀態。

※註1：A1 類道路交通事故：造成人員當場或二十四小時內死亡之交通事故。

### (三) 文獻回顧與探討

首先談論疲勞駕駛的危險性，疲勞駕駛發生時，往往都沒有煞車的痕跡，而且常常造成的傷亡都比較嚴重[2]。國內交通事故肇事原因的分析，迄今未將嗜睡與疲勞駕駛列入，他認為，約有一到兩成的交通事故與此有關[3]。因此，睡眠醫學學會建議政府有關部門，應將嗜睡與疲勞駕駛列入交通道路安全及其他意外事故分析的項目，並仿歐、美、日等先進國家，嚴禁疲勞駕駛並予高額罰款。依據上述之情況，可大略判定許多未注意之行車事故，部分可能是由瞌睡或疲勞駕駛所引起的。

駕駛者疲勞之情況，綜合有以下幾點[4][5][6]：

1. 視覺模糊，眼睛發紅，駕駛員會看不到或者沒注意到許多外圍的訊息，導致駕車肇事率的上升。
2. 不自覺的頻頻點頭，很難保持抬頭的姿態，哈欠連天，臉發麻。
3. 注意力無法集中，思維能力下降，判斷遲緩，動作僵硬，節奏緩慢。

根據行政院衛生署統計[7]國人近年來統計國人死亡原因中，意外事故多位居前十大死因當中前五名，統計發現，97年死亡者中，奪去壯年人生命的殺手意外事故居次，當中又以運輸意外(計3,871 人)占最大多數。

在警政署資料統計中，A1類道路交通事故肇事原因件數，前三項為酒醉(後)駕駛失控占22.05%、未注意車前狀況占18.68%及未依規定讓車占11.69%，顯示出有必要加強宣導駕駛人守法與禮讓的精神，以及需在車內安提醒系統，以提醒駕駛者注意車前狀況。

在介紹人臉偵測部分，人臉偵測及辨識一直都是電腦視覺研究中的重要領域，因人臉辨識是屬於非接觸式即可達到偵測的方式，在理想狀況下被辨識者無須刻意配合系統之要求，即可達成辨識之目的[8]。[9]說明人臉偵測(Face Detection) 與人臉辨識(Face Recognition) 技術已由早期的2維方式進展至3維，大幅提高正確辨識率，並且人臉辨識系統主要被應用於安全監控。[10]人臉辨識的技術基本上是去分析臉形的特徵，特徵的選取，主要有四個方法：Eigenface、特徵分析、類神經網路和自動臉形處理。Eigenface是MIT發展出用來表示不同臉形的專利技術。特徵分析是圖形識別領域上常用的技術。類神經網路可分析兩張臉的特徵來決定是否相符合。[11]自動臉形處理的技術是計算臉上不同的特徵點，如：眼、鼻、嘴角的距離，雖然並不如eigenface方法有效，然而它卻是環境昏暗不明時不錯的選擇。近年來，已有許多關於人臉偵測的技術研究被發表，其中使用的方法約略可分為Template matching、Neural network approach、Color-based approach、Motion-based approach、Genetic Algorithm等六類。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[12]。[13]提出利用Sobel垂直運算子及適當之門檻值取得眼睛存在的可能區域之垂直細節的二值影像，搭配投影後的結果及透過連通標記及可得到眼睛的真正位置。接著使

用粒子濾波去追蹤眼睛狀態，利用樣板來評估粒子的權重，經由改變權重的粒子來更新目前被追蹤之眼睛的位置。此研究提出的眼睛狀態偵測方法很實用，但對於疲勞狀態之定義則不夠明確以及演算法效率有需改進等問題。

在嵌入式系統(Embedded system)部分，根據[14]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、監視或輔助設備、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。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。

最後談到模糊推論(Fuzzy Theory)部分[15][16]，Fuzzy理論是以Fuzzy集合為基礎，其基本精神是接受模糊性現象存在的事實，而以處理概念模糊不確定的事物為其研究目標，並將其量化成電腦可以處理的訊息。目前，這門新學科已經在人工智慧、自動控制、圖像識別、醫療診斷、心理學、決策支援、管理科學、氣象預報和環境評估等各種領域應用有豐碩的成果。最近，Fuzzy理論更與類神經網路、知識工程等領域互相結合，達到電腦科技很多新的突破，對於新一代電腦的研究及發展助益良多。

[17]的研究中顯示，目前市場上尚未有較完備的方式，如用CCD攝影機來觀看駕駛人眼睛的閉合程度，其中仍有不少障礙與缺點待解決。針對上述之問題，本計畫將決定提出另外兩個特徵來輔助判斷，並使用Fuzzy Inference的方法來解決此問題。提升車輛與駕駛人的互動，也會提升安全性[18]。[19]中提到如疲勞駕駛偵測Attention Assist及行車路線偏離警示新一代定速車距系統、煞車輔助系統等，得以搶在意外發生之前警示駕駛人。

[20]近年來智慧型住宅是全球科技關注的焦點，居家數位機器人陪伴孩童讀書，能根據孩童的情況做適當的回應，並在孩童打瞌睡時給予提醒，以增進讀書效率。[21][22]皆有提到關於瞌睡偵測的好處與效果，但缺點都是使用接觸式的方式去感測人體狀態，對於長期佩帶者身上可能會造成不舒服的情況發生。

因此發展準確之瞌睡偵測系統將能減少交通意外發生以及提升學子的讀書效率。

#### (四) 研究方法與步驟

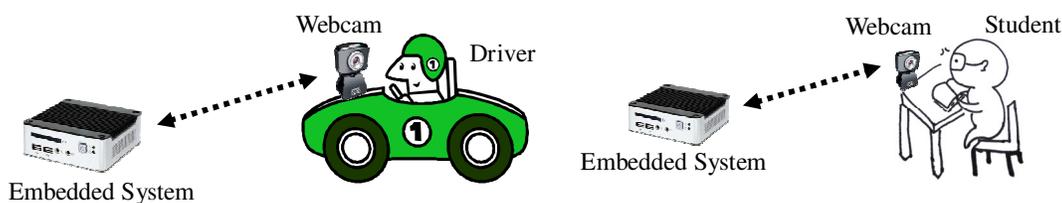


圖1：系統架構圖

瞌睡偵測系統的出現使得許多交通事故能免於發生以及提高閱讀者讀書的效率，本計畫希望能夠將此計畫以完整的結果呈現並改善現有的偵測系統。此系統分為軟體與硬體兩部分，軟體部分使用 Webcam 驅動程式和模糊推論(Fuzzy Inference)方法，以及人臉偵測和眼睛狀態辨識技術。硬體部分以嵌入式系統為核心，並搭配 Webcam 來擷取使用者之影像。

在系統中，Webcam是負責擷取使用者影像，模糊推論方法的特徵參考值採用以下五個特徵作為判斷：眼球的距離、眼球高度變化的次數、眼睛張閉的頻率、嘴巴張閉變化的次數和心跳，嵌入式系統則是負責處理由 Webcam 傳入之影像，利用人臉偵測及眼睛狀態辨識偵測使用者的臉部位置以及辨識眼睛的狀態。本研究希望能夠結合模糊推論之方法來根據眼睛、嘴巴及心跳的特徵來區分瞌睡程度的不同，嵌入式系統會依據不同的程度給予不同的警告提示，接下來將針對軟體部分做更詳細的解說。

本計畫的硬體架構如圖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。經過特徵辨識之後，使用模糊推論方法來給予程度上的分別，最後依據程度的不同，系統將會給予不同的警示，提醒使用者免於瞌睡狀態。

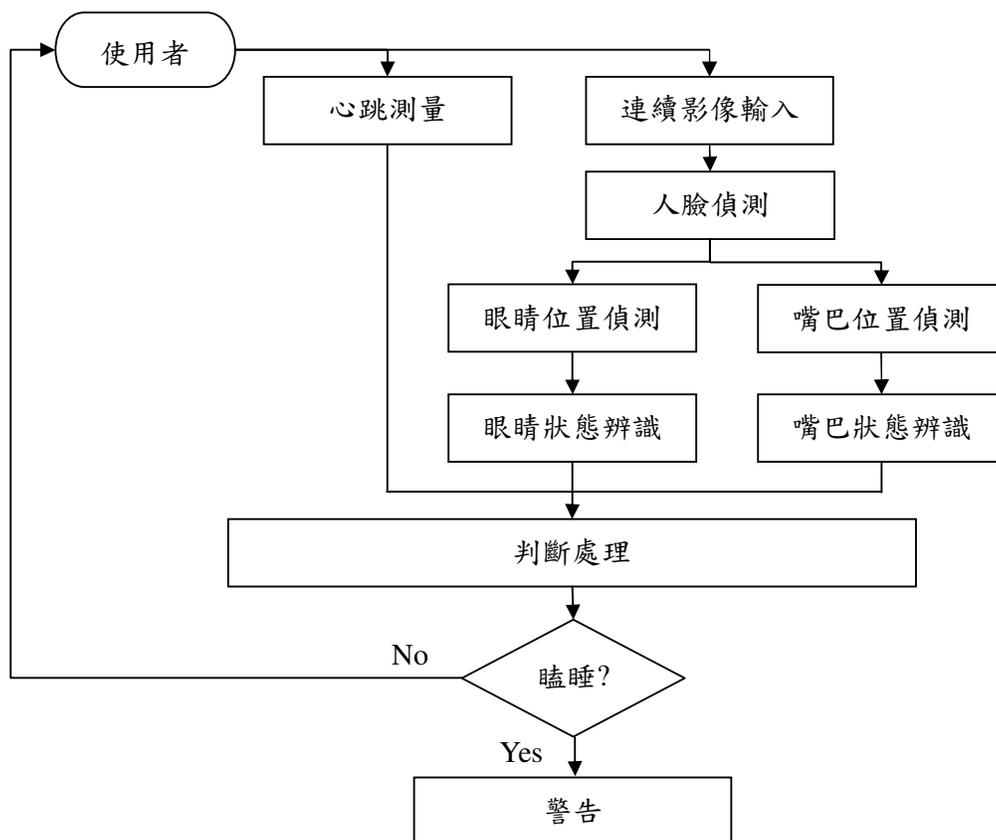


圖 2：打瞌睡狀態偵測與警告系統流程

就上述流程，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：

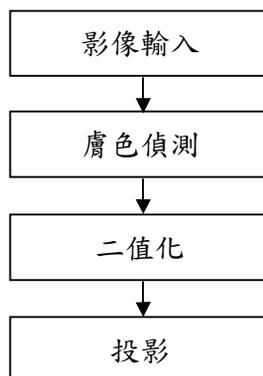


圖 3：人臉偵測流程圖

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，而本研究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，區分背景和人脸。將一張圖片從RGB 空間，轉換到YCbCr 空間。由於膚色在YCbCr 空間理有一個固定區域分布，本研究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、Cb 範圍為25 至0 及Cr 範圍為10 至45。因為在影像中取出膚色的區塊會很多，人臉在圖片中的膚色是佔最大區塊，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的合閉起來，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、特徵點位置偵測及狀態辨識：

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4。

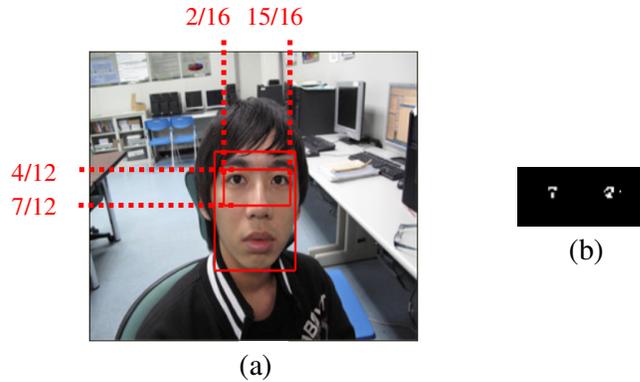


圖4：(a)眼睛大概區域 (b)瞳孔區域動態臨界值二值化結果

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)，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。

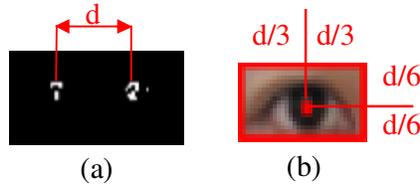


圖5：(a)瞳孔距離d (b)眼睛區域偵測的結果

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。

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。

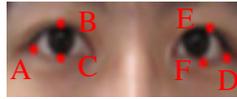


圖6：眼睛外眼角特徵點

## 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7，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：

$$H1 = \cos^{-1} \left\{ \frac{0.5[(R-G)+(R-B)]}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right\} \quad (1)$$

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8，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10 所示。

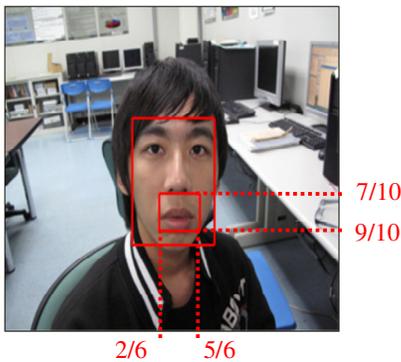


圖7：嘴巴大概區域

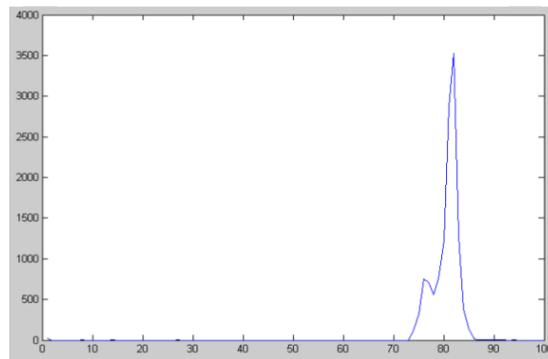


圖8：f(h)\*100直方統計圖

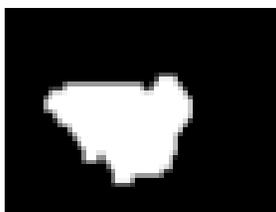


圖 10：嘴巴區域二值化結果

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。



圖11：嘴巴Sobel 二值化結果



圖12：嘴巴特徵點

### 3.心跳偵測：

利用心跳感測器來偵測心跳頻率，並將偵測到的數據傳回電腦，透過HRV 中的LF、HF、TP、LF/HF、LF%、TP、RR-Interval 等心率變異分析數值來判斷。

### 4.狀態辨識：

知道特徵位置及心跳後，接著進行特徵抽取的計算，本論文考慮了五種特徵值，分別為：眼球的距離、眼球高度變化的次數、眼睛張閉的頻率、嘴巴張閉變化的次數和心跳。首先，定義五個輸入變數eyed、eyeh、eyeocf、mouthocf 和systolic，分別代眼球的距離、眼球高度變化的次數、眼睛張閉的頻率、嘴巴張閉變化的次數和心跳。在打瞌睡的過程中，由於兩隻眼睛會做一樣的動作，因此我們取右眼來當作判斷，而當打瞌睡或疲勞的時候，眼睛張閉的頻率會有所改變，根據實驗結果，在連續20 張的影像中，眼睛閉上的數目小於或等於三時，為輕度瞌睡程度；數目介於於三至五時，為中度瞌睡程度；數目介於於大於或等於五時，為重度瞌睡程度。打瞌睡可能會有點頭之情形，這會造成眼球之距離以及眼球高度變化的次數不同之情況，眼球之距離，透過下列式子：

$$eyed = \frac{|B - C|}{d} \quad (2)$$

$|B - C|$  為圖6中右眼特徵點B到C的垂直距離，d則為圖5中兩個瞳孔的距

離，根據測試結果，eyed小於或等於0.1時，為輕度瞌睡程度；eyed為0.125時，為中度瞌睡程度；eyed大於或等於0.15時，為重度瞌睡程度。而眼球高度變化的次數則是代表點頭的情況，在一分鐘之內eyeh大於或等於20時，為輕度瞌睡程度；eyeh為10時，為中度瞌睡程度；eyeh低於或等於5時，為重度瞌睡程度。通常想打瞌睡時，會有打呵欠的張嘴舉動，這會使得嘴巴的閉合次數產生變化之情形，在一分鐘之內mouthocf大於或等於20時，為輕度瞌睡程度；mouthocf為5時，為中度瞌睡程度；mouthocf小於或等於2時，為重度瞌睡程度。在生理訊號部分，根據醫學研究指出，當人進入睡眠時期，心跳會比一般清醒時之正常心跳緩慢約10%至20%，因此依照行政院衛生署公佈之正常人心跳標準：每分鐘60至100下，來計算，systolic 大於或等於90時，為輕度瞌睡程度；systolic為80時，為中度瞌睡程度；systolic小於或等於70時，為重度瞌睡程度。利用前述之五點特徵，使用Fuzzy Inference的方式，分別給予輕度(Light)、中度(Medium)和重度(Serious)這三種程度上的分別，而模糊控制規則的制定是根據控制要求而來，其中if條件式中所代表的是命題部的部分，而then之後所代表的是推論部的部分，其一般表示法如下：

$$R^i : \text{ if eyed is } A_{i1} , \text{ eyeh is } A_{i2} , \text{ eyeocf is } A_{i3} , \text{ mouthocf is } A_{i4}$$

and systolic is  $A_{i5}$  then out is  $B_i$

$$i = 1, 2, \dots, n \tag{3}$$

其中

$i$ ：控制規則的編號

eyed, eyeh, eyeocf, mouthocf, systolic：命題部的輸入變數

out：推論部的輸出變數

$A_i, B_i$ ：模糊集合

在此以五個輸入一個輸出模糊系統，因此共制定出 729 個控制規則如下：

$R^1$  : if eyed is L, eyeh is L, eyeocf, mouthocf is L and systolic is L  
then out is L

or

$R^2$  : if eyed is L, eyeh is L, eyeocf, mouthocf is L and systolic is M  
then out is L

or

$R^3$  : if eyed is L, eyeh is L, eyeocf, mouthocf is L and systolic is S  
then out is L

or ...

之後便根據上述規則來推論出使用者是否正在處於打瞌睡的狀態以及嚴重程度的情況。如圖13 所示。

#### 四、輸出結果：

根據輸入的影像做打瞌睡狀態辨識後，藉由辨識的結果顯示不同等級的警示，警示的方式目前以聲音為主。

#### (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，自製心跳感測器一條；在軟體部分，我們所使用的作業平台為Windows Embedded CE 6.0 R2，並使用人臉偵測和瞌睡偵測的技術。

我們所擷取到的影像大小為320x240，但是人臉偵測因受光線及雜訊影響，仍會有錯誤的發生，圖13顯示了人臉表情辨識成功的結果，而圖14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 13：成功偵測人臉的結果



圖 14：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，圖15為特徵點擷取的結果。



圖 15：人臉特徵點的擷取

最後經過模糊推論，來進行瞌睡偵測的判斷。在測試的部份，我們使用了100張的靜態人臉影像做測試，來知道瞌睡辨識的準確率。接著輸入使用了USB Webcam擷取的連續影像，用來測試即時影像的辨識準確率，圖16為偵測瞌睡畫面。表1是瞌睡偵測的成功率。

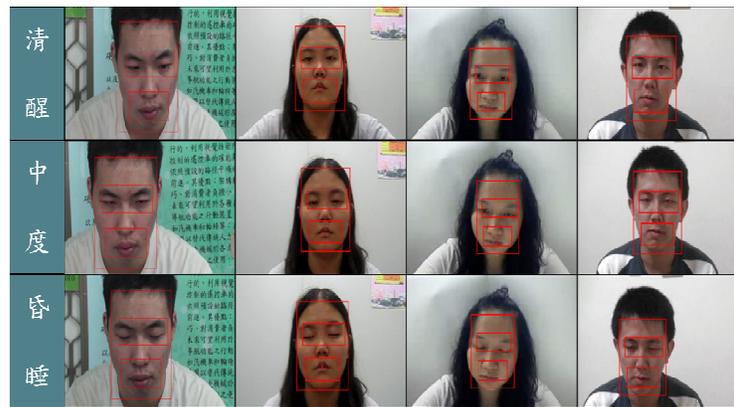


圖 16：偵測瞌睡畫面

表 1：瞌睡偵測成功率

	總張數	未偵測到眼睛 張數	未偵測到嘴巴 張數	模糊推論錯誤	成功率
人臉一	496	30	73	1	79.03%
人臉二	425	61	44	2	74.82%
人臉三	597	240	24	7	55.61%
人臉四	801	80	41	49	78.77%

由於人臉一因測試者因為唇色較不明顯而造成嘴巴截取失敗，該特徵的擷取錯誤進而影響到部分推論結果的錯誤，如圖17；人臉二因測試者眼睛較小使得眼睛擷取不易，且該測試者因為唇色較不明顯而造成嘴巴截取失敗，以上兩特徵的擷取錯誤進而影響到推論結果的錯誤，故成功率受到影響而降低，如圖18；人臉三成功率較低的原因在於該測試者的額頭過高，因為額頭部分亦屬於膚色，在人

臉偵測時會將額頭的部分納入人臉範圍，因此在使用人臉比例去框出眼睛後選區域時，造成後選區內的眼睛部分不完整，如圖19，因此在眼睛擷取上便造成較大的失敗，進而影響後續推論的結果也跟著錯誤，故成功率降低；人臉四因為外眼角特徵點擷取失敗而影響偵測結果。



圖 17：人臉一因唇色不明顯而造成截取錯誤

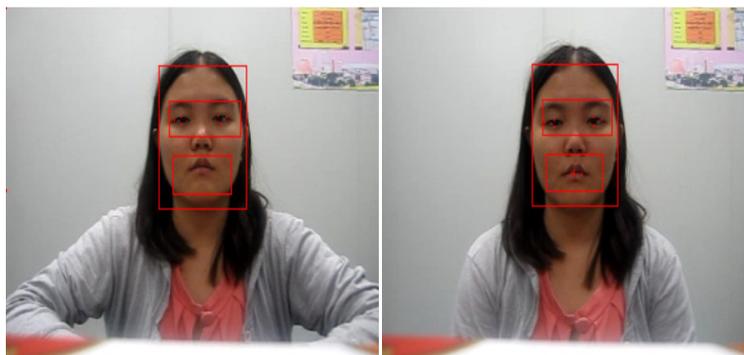


圖 18：人臉二眼睛過小以及唇色不明顯而造成截取錯誤

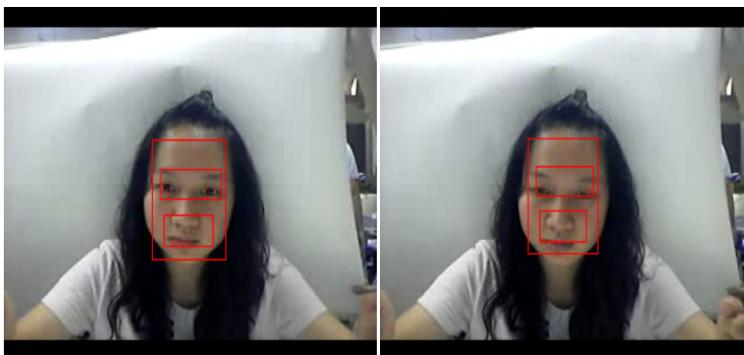


圖 19：人臉三因額頭過高造成眼睛後選區域內無法正確擷取出眼睛

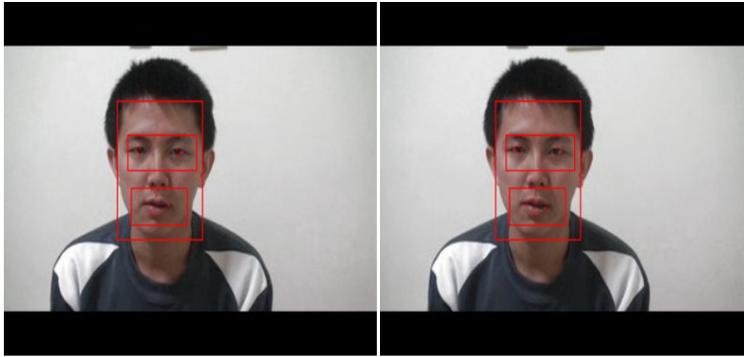


圖 20：人臉四嘴巴擷取失敗&眼睛外眼角擷取失敗

## (六) 結論與建議

我們提出了一個利用眼睛開合的狀態、生理訊號和Fuzzy Inference方法的打瞌睡偵測系統，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。此項打瞌睡偵測系統研究，還有許多仍有需要改進的地方。比如說外在的光線的部分，希望能夠以自然光線來取代，如此所取得之眼球影像就比較不會受到反光點的影響，能正確的截取到影像。另一個辦法也是要解析度高的Webcam，並且要過濾一些外在的影像雜訊，如何做的動態分布範圍縮小且瞳孔擷取明顯，想要擷取出瞳孔特徵就必須設計其他適當的影像處理法則。

在未來我們期望針對人臉偵測、特徵擷取的部份，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上提供更便利的照監視環境。

## (七) 參考資料

- [1] 內政部警政署
- [2] 國家網路醫院
- [3] 詹建富，“1至2成交通事故肇因駕駛打瞌睡”，民生報，2006
- [4] 何明洲，“倦不上道，談疲勞駕駛”，《科學發展》民國95年6月，402期，72~75頁
- [5] 蘇昭銘，“漫談駕駛疲勞”
- [6] 生活提示：疲勞駕駛的危害與預防，2008
- [7] 行政院衛生署
- [8] 賴岱佑，<http://luckyuppy.blogspot.com/>
- [9] 龔俊光，“人臉辨識技術與應用發展趨勢分析”，民國97年9月
- [10] 梁博程、陳朝欽，“生物辨識與認”，清華大學資訊工程系
- [11] 謝昌甫，“人臉偵測系統”，中華大學資訊工程研究所，碩士論文，民國89年
- [12] 吳明衛，“自動化臉部表情分析系統”，國立成功大學資訊工程研究所，

碩士論文，民國92年6月

[13] 張家銓，“以眼睛狀態為基礎之駕駛者疲勞偵測系統”，成功大學工程科學研究所，碩士論文，民國98年7月

[14] 維基百科

[15] 中央圖書館台灣分館

[16] 莊明傑，“智慧型駕駛員疲勞偵測系統”，明道管理學院資訊管理系，專題論文，民國93年11月

[17] 工研院電子報，第9705期，民國97年5月

[18] 蔡志宇，“ARTC 影像技術多面向研發，主動式行車安全成效更彰”，AutoNet 汽車日報，2009

[19] 吳煌棋，“M-BENZ 改款S-Class/S400 HYBRID 發表”，新浪新聞，2009

[20] 智慧化居住空間全球重要產業訊息回顧，民國97年11月

[21] 溫元樸，“防瞌睡機~點頭就把人震醒”，東森新聞，2006

[22] 李青霖，“開車想睡覺「頭帶」叫醒你”，聯合新聞網，2008