

輔助駕駛之號誌與行人偵測警示系統

江育民
義守大學
工業工程與管理學系
ymchiang@isu.edu.tw

林冠良
義守大學
工業工程與管理學系
m9620006@stmail.isu.edu.tw

劉彥均 鄭諭澤 陳怡芳
義守大學
工業工程與管理學系
{b9220049, b9220021, b9220043}
@stmail.isu.edu.tw

摘要

各自動偵測議題中，交通號誌自動偵測可提供訊息增加行車安全。本研究針對影像中交通號誌偵測再對行人與否辨識。由架於車上 CCD 進行影像擷取，先將圖像由 RGB 格式轉 HSV 色彩模型再經中通過濾波消除影像雜訊，並經累積投射定位判斷。行人辨識則將影像透過二維小波轉換消除雜訊後再以前方物體中心軸等距等分十點，予以判斷方向性其值為倒傳遞類神經網路輸入值。使用 Matlab 內建類神經工具執行訓練與測試。訓練正確率達到 98% 測試樣本達 70%。號誌偵測辨識成功率 98%，號誌平均時間約 0.37 秒；行人小波部份平均約 1.09 秒，行人辨識正確率 70%。最後發展一介面即時發出警示聲提醒前方路況，以期對行車安全領域上有所助益。

關鍵字：機器視覺、交通號誌辨識、行人辨識、駕駛輔助系統

壹、前言

一、研究動機與目的

由交通事故造成嚴重死傷，不僅為個人與家庭負擔更是龐大社會成本。近年智慧型運輸系統已成發展趨勢，如何利用科技使傳統運輸系統「智慧化」乃其本質，若配合機器視覺系統則可輔助偵測駕駛週遭環境。有鑑於此，研究駕駛相關行車輔助系統，以期降低道路事故機率為動機。本研究假設當駕駛人不專心駕駛、精神不濟、視線不佳等狀況下，路口往往為最常發生交通意外的地方。若能即時偵測路口之交通號誌，並在煞車安全距離內予以警示則事故將會相對有效減少即為本研究目的。

二、研究限制

本研究使用具 USB 傳輸介面之單影像擷取器(CCD)架設於車上以便擷取影像，並建立行車輔助系統即時警示介面，研究限制如下：

- (1) 光線條件：白天與夜晚的影像特徵差異大，本研究將範圍限定僅在白天(含：陰天，雨天)。
- (2) 背景擷取：本研究雖應用於實際的道路，對於背景過於複雜的道路環境、擁擠鬧區暫排除。
- (3) 目標條件：號誌單純考慮橫式三個燈號的號誌與紅燈左轉或右轉的燈號，其他特殊號誌與故障暫排除；行人以正面側面行走為主。
- (4) 擷取條件：本研究採單影像獲取影像樣本。

貳、文獻探討

一、號誌偵測

一般影像處理皆將彩色影像灰階化以降低資料量。但真實影像裡交通號誌含有強烈顏色訊號，故在影像前處理方面，有將 RGB 訊號設定閾值分色 (Bénallal & Meunier, 2003)；RGB 轉 HSB 訊號分色 (謝榮榮, 2002)；轉 YUV 訊號 (Shadeed et al., 2003)。這些轉換皆希望除分離標誌顏色外，也能降低干擾凸顯交通號誌。白家榮(2002)提出用尺度不變性特徵轉換 (Scale Invariant Feature Transform, SIFT) 之自動化交通號誌偵測與辨識方法，分為兩階段，首先利用號誌色彩特殊性與區域投影法，從輸入影像中切割出可能包含號誌的候選區，並利用形狀特徵重建候選區；接著使用尺度不變特徵轉換萃取候選影像的特徵點，利用最鄰近演算法尋找各特徵點與標準圖庫特徵點之配對、哈夫轉換尋找特徵點叢集與最小平方法檢驗仿射扭曲以達其目的。

而真實影像處理後多少會殘留雜訊，如何將雜訊抑制甚而消除，為前處理相當重要議題。一般採均化濾波(Average filter)、中通濾波(Median filter)及形態學(Morphology)運算等，此方法抑制雜訊效果良好且失真程度低。而編碼法(Labeling)原理，常利用於輪廓搜尋，可以有效將所有待測物體找出，配合型態學運算 (陳政立等，2004)。

二、行人偵測

關於行人偵測部分大致可分為三類：第一類乃使用分類法，先將交通環境中可能出現物體分數類，再將各類特徵擷取加以歸納。利用類神經網路將各類物體特徵記憶於網路權重上(洪欽文，2001)；第二種為建立行人模組，提出一合理行人模組進而對一未知物體加以驗證是否具有該模組特徵。亦或透過物體輪廓組成對應編碼，行人模組便指行人具有特定編碼順序(劉士誠，2003)，而行人模組則是指行人正面及背面影像具有左右對稱的特性，且行人高度及寬度具有特定比例(謝振榆、傅毓芬，1997)；第三類利用『走路節奏』(林昭男，2004)。行人於行走時大多有一規律節奏即雙腳擺動頻率，透過節奏特性將行人偵測出來。

Zhao & Thorpe (2000)利用立體視覺套用在類神經網路來發展行人偵測系統，先運用 SVS (Small Vision System) 所發展出立體物體偵測系統並以雙影像來取像，並藉立體影像視差來對影像中物體分割判斷。謝衛中(2002)則利用雙影像擷取影像分辨行進道路上的障礙物、行人與車輛，擷取後對影像灰階，並以立體視覺找出可能為行人的區域，後進行水平與垂直邊緣偵測為特徵再比對。

參、研究方法

本研究之目的乃利用機器視覺於號誌與行人偵測，以提供駕駛輔助行車功能。系統流程如圖 1 所示，以下將分別介紹重要之研究方法。

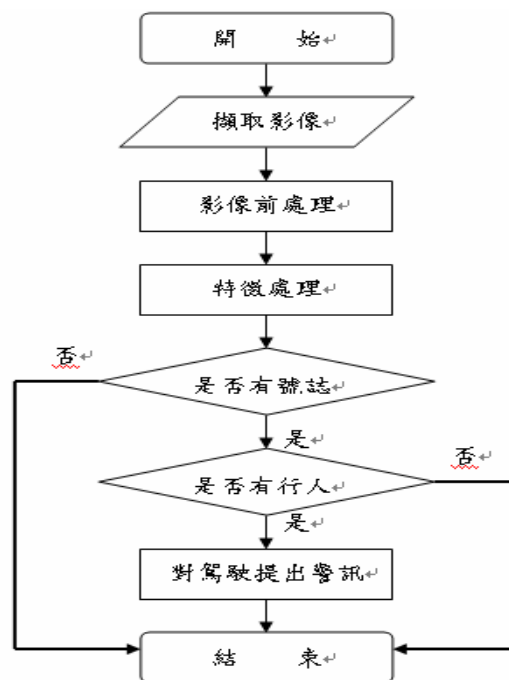


圖 1 號誌與行人偵測警示系統流程圖

一、影像擷取

採日間行進取像，快門設定六十分之一秒，時速約 50 公里。由於號誌具即時性故除影像處理上有速度要求外還須從較遠取像以爭取時間偵測，故相機實體焦長為 16.2mm，等效焦長為 105mm，相當數位相機 3 倍光學，來取得 30 公尺遠之彩色影像，樣本為 640×480 像素點。

二、RGB 轉 HSV 訊號轉換

一數位彩色二維影像中，任一像素顏色皆由三原色紅、綠、藍所組成，所以一影像中可得每一像素 RGB 三分量所組成的向量特徵，其每一分量值代表相對亮度。但 RGB 彩色模型系統為硬體導向，若直接由此擷取辨識特徵，依過去研究結果得知效果不佳。其因於影像擷取時，會因照相時角度及光線照射強弱等產生各種不同失真，而使影像在 RGB 三部份亮度值產生相當大的變化，進而導致後續交通號誌偵測的失誤。

而 HSV 是非線性轉換 (Non-linear Transform) 的色彩空間，此模式與人類感官極為相似。由 Hue(色調)、Saturation(飽和度)及 Value(亮度)所組成，其主要不同在於測量飽和度或是測量色彩強度。故本研究先將 RGB 轉至 HSV 彩色模型系統後，再根據 HSV 值將其分色其轉換公式如下：

$$H = \begin{cases} H_1 & \text{if } B \leq G \\ 360 - H_1 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

其中，

$$H_1 = \cos^{-1} \left\{ \frac{0.5(2RGB)}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-G)(G-B)}} \right\} \quad (2)$$

$$S = \frac{\text{Max}(R, G, B) - \text{Min}(R, G, B)}{\text{Max}(R + G + B)} \quad (3)$$

$$V = \frac{\text{Max}(R, G, B)}{255} \quad (4)$$

H 表色調，其值介 0 到 360 間；S 表飽和度，其值介 0 到 1 間；V 亮度值介 0 到 1 間。本研究是以 H 值為分色依據，而判定值與流程如圖 2。依下圖閾值判定出設定的目標紅黃綠三色，其餘將其用白色覆蓋過去減少不必要顏色訊息，並依此法則撰寫 RGB 轉 HSV 判定燈號顏色之程式。

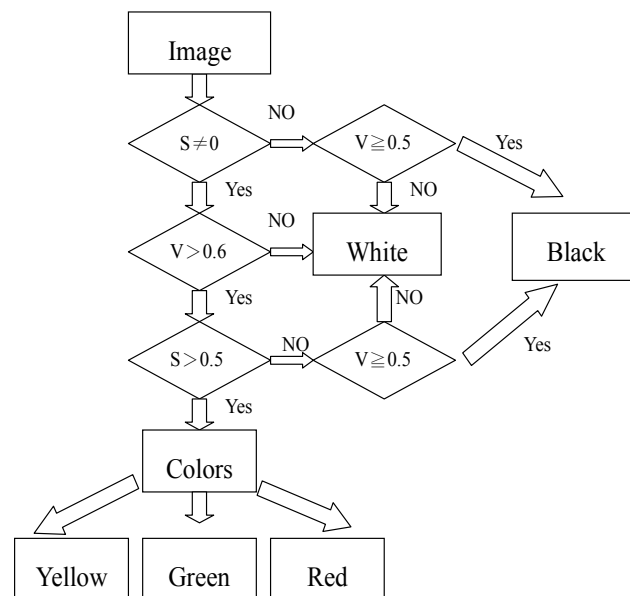


圖 2 彩色與黑白顏色元件判定圖

三、中通濾波濾除雜訊

影像擷取常因許多因素影響影像品質。影響因素有相機抖動、多餘光線、被拍攝物本身灰階分布過多、雜訊干擾...等。故搭配中通濾波器解決，使用 3×3 大小遮罩(Mask) 搭配排序(Sort)將本身周圍八個像素點向量值由小排至大再取中間值取代。

四、號誌偵測及定位

使用水平及垂直累積投射法定位，即掃描每一像素點，設定某閾值當掃描到其值時就記錄下來，把紀錄累積並顯示 X,Y 軸上，但影像中有零星點導致累積起伏，因目標物(號誌)屬面積較大、結構較完整，故經實驗發現號誌部分大致累積超過 12 個像素點，且號誌的另一特性為位在上空，故投射後由上到下將第一個大於 12 個像素點即停止，目的減少掃描時間也避免偵測到鄰近號誌。

五、行人偵測

在行人部份，本研究採道路上的行人影像作為尋找特徵值樣本，擷取影像後對於影像中行人部份，所需要將人邊緣輪廓與背景獨立出來。本研究以空間域 OTSU 法以及頻率域的小波轉換比較，來選擇較佳的物體邊緣輪廓的方法，再以邊緣輪廓上的特徵值作為倒傳遞類神經輸入；若不將其獨立出來，容易造成影像中雜訊太多，對於之後判斷造成誤判結果。

邊緣偵測使用彩色影像轉灰階，以降低影像在做處理時運算量，並使用中通濾波抑制雜訊。本研究嘗試採用邊緣偵測的方式有 Sobel 邊緣偵測運算遮罩、Prewitt 邊緣偵測運算遮罩、Laplacian 邊緣偵測運算遮罩，經程式所執行後的影像，仍可見許多雜訊存在於影像中且有的邊緣會有殘缺或是被類似的顏色覆蓋，並不能很完整的將影像中的邊緣輪廓很處理的很清楚。因此，本研究進一步採用 OTSU 法尋找出影像中最佳的閾值，將影像中的前景與背景分開，即利用統計學的原理找出各群集內(within-class)變異數的加權總合為最小，各群集間(between-class)之差異最大。經 OTSU 法處理後，可知畫面中的邊緣部份大致上可顯現出來，但因背景複雜度會使轉換效果不盡理想。影像上邊緣有時如果與背景太相似，則行人邊緣輪廓就無法完整顯現出來或是有斷掉殘缺現象，也因背景雜訊太多讓影像中輪廓不明顯或跟背景混在一起。所以根據本研究這個部份認為僅作空間域的處理對於整體的效果有限，可靠程度仍有很大的進步空間。

由於上述實驗結果不盡理想，無法將完整的輪廓顯現出來，本研究利用頻率域的小波轉換對影像來處理影像中行人的邊緣偵測，對影像作 Haar 二階小波轉換來處理影像中行人邊緣偵測，轉換後可隱約顯現各頻帶上影像的邊緣，可供後續倒傳遞類神經輸入影像輪廓像素值進一步訓練探討之。其後以人工方式將物體邊緣輪廓之方向性找尋出來，並彙整數據資料。將方向性數值作倒傳遞類神經網路輸入值，每十個樣本點為一筆資料，包含正面、背面及側面行人，亦含非人物體。使用 Matlab 內建之類神經工具執行倒傳遞類神經網路運作執行訓練與測試。

肆、研究成果

一、實驗設備

由於將影像轉換為數位化做處理時，所含資料容量龐大且涉及大量運算，故電腦處理速度與記憶體是首要考量。本研究中所使用之軟硬體如下：

- (1) 取像器材：Fujifilm FinePix F11 數位相機
- (2) 電腦系統：AMD Athlon 2500+ 1833MHz，RAM 512 MB

- (3) 影像卡：NVIDIA GeForce2 MX400
- (4) 撰寫軟體：Borland C++ Builder 5.0
- (5) 處理軟體：Matlab 6.5

二、紅綠燈影像擷取設定

影像擷取距離約為三十至五十公尺間，影像為 BMP 格式大小為 640×480 像素值，暫存於待測資料庫。利用數位相機變焦功能，控制交通號誌在影像中面積落於固定範圍內。採行進時速 50 公里日間(含陰天、雨天)即時取像，雖有遇天氣較不佳時取樣而透過試驗獲知當快門設定在六十分之一秒以上時，不論行進速度多快皆不會取到晃動影像。

三、紅綠燈定位

當使用累積投射法後判斷超過 12 像素點的劃線而將四個角點找出並取中心點位置，取此點像素值來判定交通號誌顏色，若像素值為 $(255, 0, 0)$ 則為紅色即紅燈，若為 $(0, 255, 0)$ 和 $(255, 255, 0)$ 則為綠和黃燈。而號誌不僅三燈式，在複雜路段還有轉彎箭頭疏通流量，當系統判定此交通號誌為紅色時，則會再以 Y 軸所投射的水平線為範圍進行二次垂直投射來判定是否有綠色值存在，若無則為紅燈；若有用二分投影量判斷左或右邊的投影量何較多來判定，如圖 3 至圖 6。



圖 3 紅綠燈號誌影像原圖



圖 4 紅綠燈號誌影像轉 HSV 後

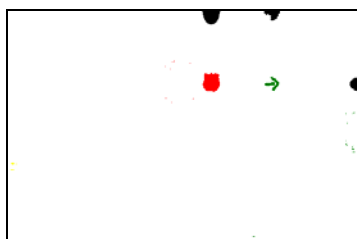


圖 5 紅綠燈號誌影像累積投射

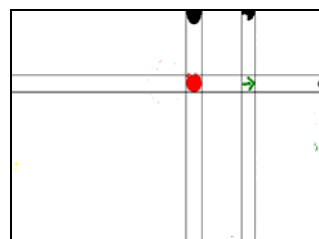


圖 6 紅綠燈號誌影像定位辨識

四、紅綠燈實驗數據

本研究以紅黃綠燈各四十張；紅燈左轉、右轉各三十張影像為實驗樣本，實驗結果如表 1。辨別錯誤原因分析主因如：剛好變換燈號、號誌為舊式其燈較暗或相機對焦有誤導致影像模糊不清楚。現今許多商店使用 LED 閃燈作為招牌，而導致背景太過複雜在號誌上的偵測也易造成失敗，再者時間上要求是有絕對的必要，因其即時性若處理時間冗長將導致反應時間減少，極可能造成更大的交通事故，故時間掌握需更嚴格。表 2 為處理流程時間，總花費時間共計 0.37 秒。

五、行人邊緣偵測

本研究邊緣輪廓找尋方法有二，其一利用空間域 OTSU 法即程式自動尋找影像中最佳閾值，將影

像中大於閾值給定為白色，反之為黑。其二利用頻率域小波轉換(Haar Wavelet Transform)對於邊緣找尋的優良特性，加以運用在行人的邊緣輪廓。本研究擷取樣本共八十二張，含正面、側面行人以及非人物體，OTSU 法運用中不難看出雜訊仍在影像中出現且物體輪廓未能夠精確判斷出。以 Haar 小波轉換方式來對影像的物體邊緣輪作處理，處理後影像可分為原影像十六分之一大小的子頻帶四個即是 HH、HL、LH、LL 與原影像四分之一大小的子頻帶三個，轉換出來的是影像的邊緣輪廓。小波處理所運作的時間約在 0.8~1.8 秒左右，平均的處理時間為 1.09 秒，而 OTSU 法平均需花 3.25 秒，相較下小波確實速度與效果上較 OTSU 法好。

表 1 紅綠燈實驗偵測辨識率結果表

項 目	偵測樣本數	偵測率
紅 燈	40	95%
綠 燈	40	96%
黃 燈	40	95%
紅燈右轉	30	97%
紅燈左轉	30	98%

表 2 紅綠燈實驗系統處理時間表

流程步驟	處理時間	流程步驟	處理時間
RGB 轉 HSV	0.06 秒	紅色判斷	0.02 秒
中通濾波	0.13 秒	黃色判斷	0.02 秒
二次投影	0.03 秒	綠色判斷	0.02 秒
左右判斷	0.07 秒	中心判斷	0.02 秒

六、倒傳遞類神經網路訓練

本研究利用倒傳遞類神經網路來加以判斷是否為行人，目前尚未能夠利用系統程式自動尋找出完整物體邊緣輪廓，故以輪廓上尋找出 10 個完整均勻分布在物體邊緣輪廓像素點，再進行方向性的選取與判斷，並將邊緣輪廓中的方向性的數值，當作本實驗倒傳遞類神經網路的輸入值，如圖 7 所示。當邊緣輪廓能完整的找出來時，先將完整物體找出其中垂線，將影像分為左右兩部份，再以邊緣輪廓上固定間格取像素點，並以像素點間的方向性作為倒傳遞網路的輸入值，以便判斷是否為人。此所謂的方向性為從物體完整輪廓圖形，找尋此完整物體的中垂線分為左右兩部份，以左右邊緣上各取固定 20 點數共 40 個點作為方向性之依據，其方式為由輪廓最上方之第一點為起始點，順時鐘之方式，下一邊緣點相對於前一點的方向為何給予特定的值，而數值的給訂準則為以九宮格的方式如圖 8，將中心點的位置視為目前之輪廓點，看下一個輪廓點的位置方向是在左上、正上、右上、正左、正右、左下、正下、還是右下來給定其值。

將方向性的數值當作倒傳遞類神經網路的輸入值，每四十個樣本點為一筆資料。使用 Matlab 內建之類神經工具(nntool)執行倒傳遞類神經網路運作。圖 9 為倒傳遞神經網路的架構概念圖，輸入值經過連到各神經元鏈結的權重，加總後經由激發函數到各個隱藏層神經元處理後得到最終的輸出值，由輸出值與目標值的誤差來調整修正各鏈結的權重，讓最終的輸出能夠與目標值更相近。

其方向性為原以採物體邊緣輪廓每四十點為一筆資料，而後來本研究設定擷取每十個樣本點為一筆資料，本研究共八十二筆樣本，其中六十二筆訓練樣本，二十筆測試樣本。以 Matlab 軟體內建之類神經工具執行倒傳遞類神經網路，參數設定上迭代次數設定為五百次，其餘維持程式預設值。而類神經架構上，一個樣本有十筆輸入，故輸入神經元有十個，而初始設定隱藏層有一層，其神經元有十

個，最後輸出層由於我們有三類需要判定，所以輸出層有三個神經元，若神經元輸出為(1,0,0)則為正面行人，以此類推，側面行人為(0,1,0)，非行人物體(0,0,1)，如圖 9。訓練函數為具有動量的 TRAINBR 函數，學習函數為 LEARNBDM，隱藏層中有 10 個神經元，因輸入資料都為正數 0~7，其轉換函數為 LOGSIG 函數，輸出層有 3 個神經元，因為結果輸出為 0 到 1 所以轉換函數也使用 LOGSIG，績效函數為 SSE。執行訓練與測試。類神經網路架構之實驗參數設定如表 3。

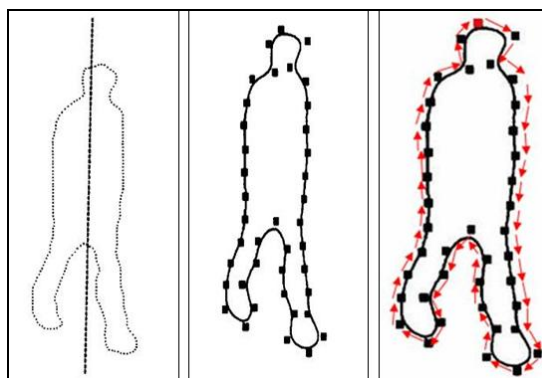


圖 7 (a)輪廓 (b)等距取點 (c)方向性標示

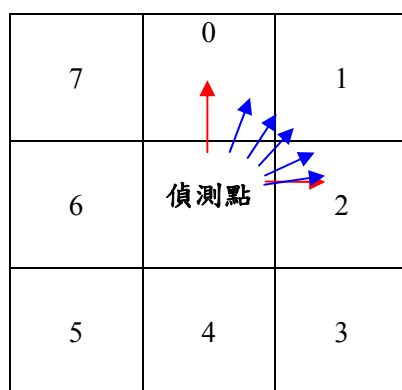


圖 8 方向性給定值示意圖

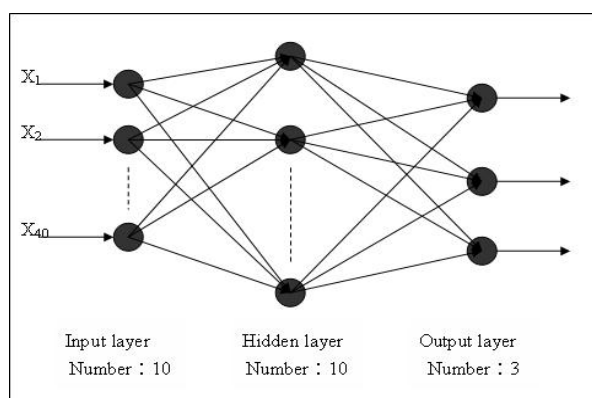


圖 9 倒傳遞類神經網路架構圖

在 Matlab 中，內建的類神經工具中，其中倒傳遞類神經的訓練函數在本研究使用 TRAINBR，其理論建立在輻射基底函數網路或是半徑式函數網路(Radial Basis Function Networks ,RBFNs)，他的特性是利用區域的逼近來達成全域的近似。輻射基底函數網路中使用了所謂的輻射基底函數，輸出是這

些輻射基底函數的線性組合。主要優點在於能將訓練樣本的資訊有系統的儲存在隱藏層神經元中，且可使用簡單的矩陣運算來計算網路輸出加權值，它不需要在訓練之前定義大批的參數，只要適當地決定訓練停止條件即可，所以輻射基底函數類神經網路可以說是一種用來鑑別非線性系統的有效工具。

輻射基底函數網路應用在函式的逼近或是內插。輻射基底函數有很多種，如高斯函數（Gaussian function）、多項二次倒數函式（Inverse multiquadric function）、多項二次函式（Multiquadric function）、薄版曲線函數（Thin plate spline function）。其為前項式網路，網路架構類似支持向量機。透過改變變異數，控制網路輸出函數的平滑度與密合度。高斯函數中有個 σ 參數，此參數可決定輻射基底函數影響的距離。輻射基底函數網路在訓練時的目的就是要算出每個輻射基底函數所對應到的權重，而訓練時需要數組的輸入和輸出值。

表 3 倒傳遞網路之架構設定

Training Information	
Network Type	Feed-forward Back-propagation
Training function	TRAINBR
Adaption learning function	LEARNGDM
Performance function	SSE
Number of layers	2
Number of neurons	layer1 : 10 layer2 : 3
Transfer Function	layer1 : LOGSIG layer2 : LOGSIG

在類神經網路實驗中，並非初始設定的參數或是神經元數目所執行的結果即最佳結果，本研究也進而對於不同參數設定，執行出不同的結果。選取本研究的實驗樣本以不同的區段作為訓練與測試，最佳的倒傳遞神經網路架構正如本研究的初始架構為隱藏層為十個神經元。經實驗後的混淆矩陣如下表 4 與表 5。

表 4 實驗後的混淆矩陣數據表

網路輸出 樣本		行人		非行人	總個數
		正面	側面		
行人	正面	3	0	4	7
	側面	0	1	1	2
非行人		1	0	10	11

表 5 實驗後的混淆矩陣的百分比數據圖

網路輸出 樣本		行人		非行人
		正面	側面	
行人	正面	42.86%	0%	57.14%
	側面	0%	50%	50%
非行人		9.1%	0%	90.9%

本研究在 62 張訓練樣本與網路輸出的正確率可達 98%，但不同參數設定的確會影響到正確率高低，但本研究所處理後的測試樣本正確率卻僅有 70%。在實驗正確率的表現上，側面行人的準確率較

低，由於樣本為隨機挑選，所以正好為側面較少的測試樣本，可以藉由增加樣本數以及樣本的多樣性來減少誤判的機率。在正面行人也有很大的機會被誤判為非人的物體，可能由於方向性的特徵點的選取有待改善，藉由其他邊緣輪廓的其他特性找出更有代表性的特徵點加以訓練辨識。而測試樣本中非行人物體佔大多數，學習的效果就能越精確，使得非人物體有良好的判斷正確率，但此比率是目前測試最佳的正確率。

七、系統介面

系統實際運作時除利用本文所提方法外，為了能在行車安全上提供有效且迅速即時幫助，當本系統判定號誌為紅燈、綠燈及黃燈時，系統介面除了會顯示警示視窗來提醒駕駛者外，還會發出警示聲音來提醒駕駛者正確的交通號誌，紅燈為”前方有紅燈請煞車”；黃燈為”前方黃燈請減速煞車或加速通過”；綠燈為”前方綠燈請通行”；紅燈右轉為”前方紅燈可右轉通行”；紅燈左轉為”前方紅燈可左轉通行”。然而在複雜路段時遇轉彎箭號部份，當系統判定此交通號誌為紅色時，則會再以 Y 軸所投射的兩條水平線為範圍進行第二次的垂直投射來判定是否有綠色值的存在予以警示之。而當有號誌的前提下再進行行人的辨識予以顯示結果通知駕駛，如圖 10。



圖 10 系統介面

伍、討論

本研究邊緣偵測所採用的方法除了試驗過的 Sobel、Prewitt 與 Laplace 的邊緣偵測，實際所運用的有 OTSU 法與小波轉換。三個邊緣偵測的方式對於複雜背景의影像的邊緣偵測能力有限，對於物體邊緣輪廓偵測的完整性略差，這也是本研究為什麼不利用這三個邊緣偵測的原因。使用 OTSU 法是要利用尋找閾值的方式將影像中的前景與背景能夠獨立出來，來對於物體的邊緣輪廓做進一步的處理。很顯然的，OTSU 對於本研究邊緣偵測的效果，跟前述的三種邊緣偵測的方法結果類似，所以都無法將較完整個物體影像輪廓獨立出來。

空間域的方法對於本研究複雜的影像來說，能力有限，進而利用頻率域的小波轉換來對影像做處理，利用 Haar 小波轉換對於所有的實驗樣本作二階轉換，轉換出來的影像，以人眼辨識來看影像的邊緣部份的確很難以看出，Haar 小波轉換後的圖，若放大來看，仔細比較得出 Haar 小波在邊緣的地方，完整性較 OTSU 法處理後的影像來的佳。但因為處理二階轉換後的影像各子頻帶大小會縮為原影像的 1/4 與 1/16，所以在辨識上，對於原始影像會有一些像素點的誤差，也就是說原影像大小為 640×480 pixels，經轉換後一階子頻帶則為 320×240，二階子頻帶影像大小只剩 160×120。可供改善的方向，應該可藉由逆小波的方式將子頻帶的影像轉換成原影像的大小，這部份為本研究尚未做到的部份。

在方向性的部份，本研究以邊緣輪廓等間隔取點的方式，找出所有的物體樣本各十個點，並當作倒傳遞類神經的輸入值，所以本研究在所有樣本取之方向性是以手動的方式將各像素點間的方向性寫

入 Excel，再以 Matlab 匯入數據進行倒傳遞神經網路的訓練與判斷。經數據套以 Matlab 軟體的類神經工具後，雖然在訓練樣本的正確率可達 98%，但是測試樣本的正確率卻達不到理想的正確率，再講求精度與準度都須兼顧的行人辨識系統，是期望能達到雙方都兼具。本研究目標在整體的測試正確率能達到完美的結果，但是實際上所實驗的結果並不高。對於正確率不高的探討如下：

(1) 倒傳遞類神經網路的輸入數據，也就是物體邊緣輪廓的方向性，由於本研究所做到的部份為手動判斷方向性並當做輸入值。就方向性而言若以九宮格的方式來作為兩像素間方向性判斷，可能為不太嚴謹的方式，也就是說正上方(正 90 度)給定值為 0，正右方(0 度)給定值為 2，那於右上方這一塊區域之方向都給定為 1；因此本研究訂定像素點間的方向性還待改善的空間，或許可以角度的方式來表示，即 0 至 360 度之間的方向性表示法。

(2) 方向性的間隔取點理想是以電腦程式自行以相同的間距取點，且自動判斷出兩像素點之方向性，本研究目前以手動方式取點並判斷方向性，這對整體的判斷效果有其一定的影響。以人眼判斷固定的間距，又以人眼判斷上一點與下一點像素點的方向，保有個人的主觀性在，嚴謹度可能不足夠。期望改善的方式，是以撰寫自動取點與判斷方向性的程式，這不僅可以縮短用人為判斷的不確定性與判斷時間，且準確度也應該會相對提高。

在本研究中，行人辨識為重要的一環，但經過實驗的結果並非最理想的狀況。由於本研究所針對的是汽車行進中的來取像，即為非固定背景的影像辨識，當然固定式的影像辨識，如監視系統或是架設於固定背景的取像，利用影像相減找出多出的物體對本研究就不適用。以人來說，因為行進間取像的話，影像相減的方法不適用，且在道路上的影像背景複雜度很高，本研究所利用的邊緣偵測都無法將一個物體邊緣輪廓完整的轉換出來，所以這對研究後續的動作也造成很難進行，要找尋物體的特徵點就會很難以選取。不過在取像的時候，因為都是正面取像，前方物景的複雜度也就隨交通狀況而增加，若以汽車的不同地方裝置取像設備，可能以仰角的方式來取像，背景為天空或是比較單純點的話，背景的複雜度也可大大降低干擾的程度。

在道路行進間的路況，也是會成為取像的干擾之一，汽車行走於施工路段路況顛簸時，會造成取像設備因為震動、歪掉或是甚至於損壞的狀況而取得的影像會有模糊或是非行車前方的景象，這又增加辨識的困難度，本研究目前尚未有對於模糊或是雨天的影像加以偵測辨識，模糊的影像在邊緣上偵測的效果仍有待試驗。處理的軟硬體設備也為影響處理時間的因素之一，本研究所用的處理器為 AMD AthlonXP 2500+ 1833MHz，記憶體為 512Mb，所以在處理的速度上為可接受的範圍，若電腦配備等級過舊，那相對處理時間與效果將會不盡理想。

在交通號誌部份，近來大量替換更新的發光二極體，發光二極體(Light Emitting Diode；LED)是利用半導體材料中的電子電洞結合時以發光顯示其所釋放出的能量，具體積小、壽命長、驅動電壓低、耗電量低、反應速率快、耐震性特佳及單色性佳等優點，為各種電器、資訊看板、通訊產品等之發光元件。發光二極體的種類繁多，依發光波長分為可見光發光二極體與不可見光(紅外線)發光二極體等兩類。可見光發光二極體以亮度一燭光(Candela；cd)作為一般發光二極體和高亮度發光二極體之分界點，一般發光二極體多用於數字鐘、銀行匯率看板等室內顯示用途，高亮度發光二極體適用於汽車第三煞車燈、交通號誌、戶外資訊看板等戶外顯示用途；不可見光(紅外線)發光二極體應用於資訊及通訊產品，如遙控器、紅外線無線通訊的訊號發射、自動門、自動沖水裝置控制等。LED 最大的特點在於：無須暖燈時間(idling time)、反應速度快(約在 10-9 秒)、體積小、用電省、耐震、污染低、適合量產，具高可靠度，容易配合應用上的需要製成極小或陣列式的元件。目前已普遍應用在生活中多項產品如：手機、PDA 產品的背光源、資訊與消費性電子產品的指示燈、工業儀表設備、汽車用儀表指示燈與煞車燈、大型廣告看板、交通號誌等。然而在號誌判斷上我們也期望能達日夜間皆適用的判

斷閾值，雖然新式號誌已克服以往舊式燈泡式號誌發光性不足的缺點，卻因發光性過強導致號誌本身中心點周圍經轉換後成了白色，故無法順利判別出中心點顏色為何；且現今新款的房車煞車燈大多也是配置 LED 燈組，所以也往往會有擷取定位的問題需要進一步分析探討，所以還有待後續不斷實驗測試夜間判斷部份。

陸、結論與建議

本研究結論主要目標是設計一系統輔助提醒用路駕駛者，在汽車一般速度行駛之下如何在最短時間獲知前方路況訊息是相當重要的。本研究使用機器視覺及影像處理技術來進行架設簡潔與快速的交通號誌偵測辨識系統，主要針對影像中的交通號誌做有效偵測及辨識，並在最短時間內做正確的框選位置與辨識燈號，再判斷前方路口中是否有行人的出現，進而降低路口意外事故發生之機率。本研究提出利用 RGB 轉 HSV 的轉換模式並透過高通濾波的處理即可過濾並偵測與色彩相關的燈號，在本系統號誌辨識率達 98%處理時間控制於 0.37 秒內，然而處理時間會隨系統處理接收到的照片訊息複雜度而有所不同。方法與閾值訂定上仍有進步空間。行人實驗結果，邊緣輪廓以二階 Haar 小波轉換進行影像處理，不僅可以降低影像前處理的步驟，且小波轉換可直接對於影像雜訊有抑制的效果，對實驗樣本 82 筆數據進行小波轉換，轉換的時間依影像複雜程度介於 0.8~1.8 秒之間，平均處理時間為 1.09 秒。以物體邊緣輪廓間隔取點的方式並判斷像素點間的方向性，訓練樣本正確率為 98%，測試樣本正確率僅達 70%，故對實驗設計與取決方法仍需尋更佳法。且整體系統運作時間仍稍嫌過久。在邊緣輪廓的方向性擷取是仍須改善與加強，須讓系統能夠自行的判斷提升判斷正確率。

本研究跨越的領域相當多，包含有機器視覺、影像處理、程式架構...等，所以需要改進的地方與進步空間仍相當大。未來展望如何以機器視覺來取代人類視覺及人類思考處理，都尚有硬體設備的種種限制，如電腦的處理時間與判別時間...等皆非人腦所能並駕齊驅。若能在此有所提升，並對影像處理的領域上更加深入鑽研嘗試應用，必定大有進步。目前系統處理速度上還可加強，並可嘗試雙影像取像藉由立體影像來建立此系統，或許複雜度與難度相對的提升，但這對於辨識的準確程度應有不同的結果。然而，除了本研究所探討的交通號誌為三個燈號誌還有紅燈加上右轉或左轉指示的部份還有其他樣式。如：閃光黃燈、閃光紅燈、鐵路平交道閃光燈，倒數讀秒部份...等。皆可加入研究範圍內，再進一步使用動態處理在實務面也可更加廣泛應用。

行人方面，根據前述討論部分可以進行改善的地方有物體邊緣輪廓的選取與方向性的判斷準則，提高研究的正確判斷率。在非固定背景與道路上的行人狀況各式各樣，空間域的邊緣偵測對這種情況的處理應該較不能負荷，或許於本研究仍有未使用相關空間域或頻率域的方法如 Canny 邊緣偵測，往後學者可比較不同方法之優劣，將本研究對於行人辨識的研究限制一一加以考量，篩選出較佳的處理方法，才能達到最符合實際現況的判斷方法。然而特徵值選取應用於倒傳遞類神經判斷上，本研究尚未達準度與精度兼顧狀況未來可以針對不同的特徵點選取，如物體面積、物體比例、物體邊緣之特性來做後續研究的發展。未來可參考本研究之方法加以改良或尋找相關的方法延伸，完成本研究提出之理想狀況達偵測辨識目的。並期許未來此系統對行車安全領域上有所助益，減少駕駛者因疲勞等因素所造成無可挽回的錯誤判斷。

參考文獻

- [1] 白家榮 (2002)，十字路口行人偵測及追蹤，國立台灣師範大學資訊教育研究所論文，民國九十一年。
- [2] 林昭男 (2004)，以影像處理技術為基礎之胎痕識別系統，大葉大學車輛工程研究所碩士論文，民國九十三年。
- [3] 洪欽文 (2001)，機器視覺在積體電路板自動化檢驗之應用，義守大學工管所碩士論文，民國九十年。

- [4] 陳政立等人 (2004)，交通號誌偵測系統，義守大學工業工程與管理學系專題，民國九十三年。
- [5] 劉士誠 (2003)，以搜尋為基礎的道路線及障礙物偵測，國立中央大學資訊工程研究所碩士論文，民國九十二年。
- [6] 謝振榆、傅毓芬 (1997). 影像處理（初版），全威圖書，民國八十六年。
- [7] 謝榮桀 (2002)，交通標誌偵測與辨識，元智大學資訊工程研究所碩士論文，民國九十一年。
- [8] 謝衛中 (2002)，以電腦視覺為基礎之道路行駛障礙物警告系統，國立臺灣大學資訊工程學研究所碩士論文，民國九十一年。
- [9] Bénallal, M. & Meunier, J. (2003). Real-time color segmentation of road signs, in Proc. IEEE Canadian Conf. on Electrical and Computer Engineering, IEEE CCECE 2003, Canadian, vol. 3, pp.1823–1826.
- [10] Shadeed, W. G., Abu-Al-Nadi, D. I. & Mismar, M. J. (2003). ROAD TRAFFIC SIGN DETECTION IN COLOR IMAGES, in Proc. 10th IEEE Int. Conf. Electronics, Circuits and Systems, ICECS 2003, Sharjah, United Arab Emirates, vol. 2, pp. 890–893.
- [11] Zhao, L. & Thorpe, C. E. (2000). Stereo- and neuralnetwork-based pedestrian detection, IEEE Trans. on Intelligent Transportation Systems, vol. 1, no. 3, pp.148-154.