

動態車牌辨識系統之實作研究

The Implementation of a Dynamic Car License Recognition System

廖鴻圖

邱孟佑

陳詩雅

Hornng-twu Liaw

Meng-yu Chiu

Shi-ya Chen

世新大學資訊管理學系

木柵路一段 17 巷 1 號

台北市 116 文山區

htliaw@cc.shu.edu.tw

cmy@cc.shu.edu.tw

摘要

近年來，國內交通公共工程陸續完工通車；當這些硬體基礎建設完成後，很多相關的軟體措施如超速違規取締系統、道路旅行時間預測系統、公車優先觸動系統、停車管理系統…等 ITS (Intelligent Transportation System) 智慧型運輸系統儼然已成為未來發展的趨勢。由於數位影像技術近年來的突飛猛進，加上國內外發展文字辨識的文章如雨後春筍般地大量出現，因此在文數字辨識的領域有顯著的突破，但在此類型的應用中，影像擷取技術及辨識演算法仍有許多進步的空間；因此，我們的研究開發重點便放在要如何改善動態影像擷取及快速辨識的要求上，除了利用新式快速的影像擷取系統以縮短車牌辨識時間外，並研究發展辨識演算法來提高其辨識率。最後，並將此”車牌辨識”功能給予模組化，作為 ITS 或各類警政相關應用系統之參考依據。

關鍵詞：數位影像處理，影像擷取卡，光學字元辨識。

Abstract

Recently, lots of domestic public constructions have been completed. After that, many ITS (Intelligent Transportation System) such as overspeed detecting system, prediction system of the road travelling time, the bus priority touching system, parking management system, ...etc, will become the trend in the future. There is a common feature in these related application systems that they need the key component about AVI (Auto Vehicle Identify). To date, many recognition systems have been proposed. The main research point of the previous work is how to successfully recognize the number. Therefore, The available technique and resource decide the recognition time and recognition rate. Today, the rapid development of digital image processing technique has increased the ability of alphanumeric recognition. Moreover, there still exist many improving area at image retrieve technique and recognition algorithm. Therefore, in this paper, we propose some new techniques to improve the dynamic image retrieval and speed up the recognition. Furthermore, we give the module of the function for the car license recognition in order to provide the basis for the other ITS application systems.

Keywords : Digital image processing, Image grab card, Optical character recognition.

一、前言

近年來，ITS (Intelligent Transportation System)智慧型運輸系統儼然已成為未來發展的趨勢，而這些相關應用系統都有一個共通的特點就是需要 AVI (Auto Vehicle Identify)車輛自動辨識系統[9, 10]這項關鍵軟體元件，國內由於早期研究重點在於是否能成功辨識車牌號碼[4, 5]，辨識時間及辨識率常取決於當時可用的技術及資源；因此，所開發出的系統都僅能適用特定的環境需求。由於數位影像技術近年來的突飛猛進，因此在文數字辨識的領域有顯著的突破，但在此類型的應用中，影像擷取技術[2, 3]及辨識演算法[5]仍有許多進步的空間，因此我們的研究重點便放在要如何改善動態影像擷取及快速辨識的要求，除了利用新式快速的影像擷取系統縮短車牌辨識時間外，並研究發展辨識演算法來提高其辨識率。

新一代影像擷取卡設計上都已內建數位訊號處理 (Digital Signal Processing, DSP)的處理器。這一類晶片的特點，便是經由硬體的設計，使一般數位訊號處理的運算速度加快，以及提昇程式化的方便程度。它與一般電腦 CPU 最大的差異，在於 DSP 對數學運算較快速。因此，在戶外道路上必需用這類影像擷取系統來取得動態影像，而在擷取的過程又必須與車輛感應信號同步才能順利擷取靜態影像，由於現場擷取靜態影像並不像一些已經二值化完成的影像來得易於處理。因此，所擷取的靜態影像上，

我們先加強影像的前置處理能力以順利找到車牌位置；此外，因為將來這個關鍵軟體元件可能會移植到其它實際應用系統中，所以辨識處理的速度不能太慢。

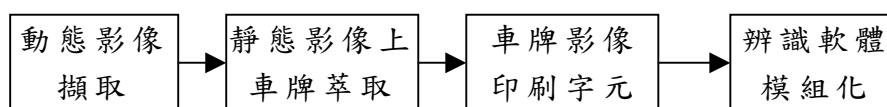
我們所處理的影像是由數位攝影機於道路現場依車輛同步感應所擷取下來的靜態影像，其所處理的工作如下：

1. 能由即時動態的數位系統中，自動同步擷取適當之車輛影像。
2. 影像前置處理功能。
3. 能由靜態的車輛影像萃取車牌位置。
4. 能夠將車牌影像自動尋找恰當灰階值（Gray-Level）的二值化閾值，使得影像為一幅易辨識的黑白影像。
5. 能夠濾除背景及黑色小斑點等雜訊（Noise）。
6. 能夠自動切割文字的存在位置。
7. 能夠辨認印刷的阿拉伯數字及英文字母。
8. 系統整體處理速度低於 2 秒。
9. 將此”車牌辨識”功能給予模組化。
10. 研究可應用此 AVI 關鍵技術之應用系統。

迄今，尚未有精確且快速之模組化 AVI 的實用軟體元件問世。至於國外相關的车辆辨識系統，由於各國車牌特性不一，且無法單獨使用該辨識模組，因此必須購置整套國外系統才能進行辨識；而單獨的辨識關鍵模組很難引進國內本土化，所以國外的車輛辨識系統在國內使用迄今仍是滯礙難行，而國內在這方面的研究有早期發展的高速公路車牌辨識系統，其後陸續有成功大學發展的“人工神經網路應用於車牌辨識之研究”[1]，及工研院與業界合作開發或技術轉移等相關研究個案。

二、新一代車牌辨識方法

使用新一代車牌辨識系統處理道路動態影像，並快速辨識車牌號碼，其第一個問題便是如何準確地擷取清晰車牌畫面的車輛影像，第二個問題是如何在擷取的靜態影像中找出車牌位置，並順利萃取車牌影像。第三個問題在找出車牌後，如何正確切割每一印刷字元，且能以 OCR 技術將車號辨識出來；我們以實際的程式撰寫來進行實測，並將此輸入/輸出格式化後予以軟體模組化來完成。因此，新一代車牌辨識方法區分為四個步驟進行，如下圖一所示：

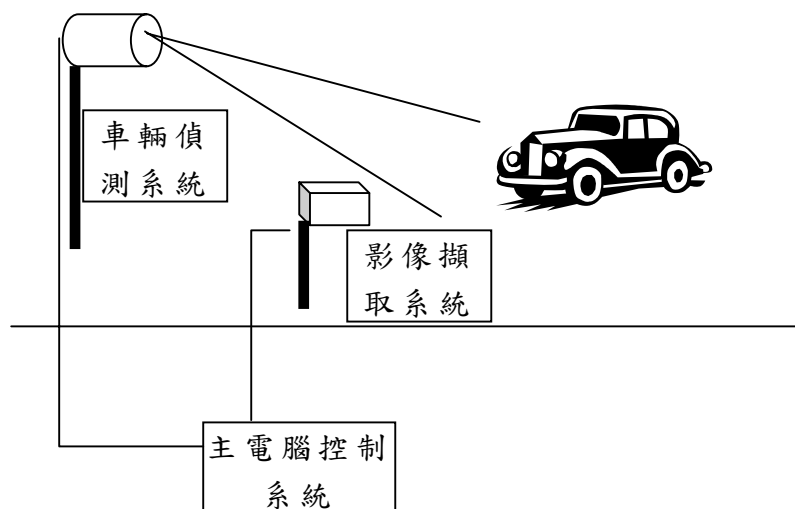


圖一： 車牌辨識方法進行步驟

2.1 動態影像擷取

動態影像擷取係指如何在道路實際移動的車輛中，系統能將其順利即

時擷取，同時所擷取的影像必須能準確地包含車牌影像，圖二為動態影像擷取示意圖：

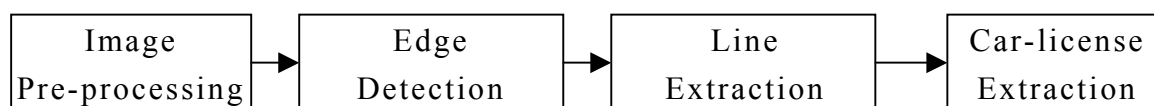


圖二：動態影像擷取示意圖

控制系統利用車輛偵測系統檢知車輛出現及速率，並控制影像擷取系統同步地擷取影像，於實作時相關參數調整如「擷取的畫面解析度」、「顏色的解析度」、「擷取的亮度」、「對比與色彩飽和度」及「電腦配備」等均影響影像擷取效果。

2.2 車牌萃取

在一張數位影像中由電腦軟體自動判斷車牌位置，是一件很困難的差事；因此，可以較科學的影像處理技術來研究處理，首先面臨的是影像必須先進行前置處理，接者利用 Edge Detection 演算法來處理影像中有相同性質色階的邊緣，然後以 Line Extraction 演算法來找尋車牌位置，最後再萃取車牌，整個尋找車牌演算法如下圖三所示：



圖三：尋找車牌演算法

2.2.1 影像前置處理(Image Pre-processing)

影像的前置處理步驟是當影像不良時可加以適當地處理，萬一處理的不好則根本無法辨識。一般常用的影像前置處理有「二值化法」、「Histogram Processing」…等許多方法；但我們處理的目標祇是找出車牌，因此理論上這些前置處理都會浪費時間。根據林宸生教授的實驗中發現[3]，對一幅 640×480 的灰階影像作二值化處理，在 75 MHz 的 CPU 上約需五十秒左右，所以我們引用二值化中閾值(Threshold)的觀念，並不對整幅影像作二值化。對於雜訊的處理方法，我們則留到車牌數字判斷時一併處理。

2.2.2 邊緣偵測處理(Edge Detection)

我們利用灰階影像取閾值(Threshold)的觀念對整幅影像作一簡單數學運算，以找出相臨像素(Pixel) 間灰階值的變化，藉以找出類似車牌邊緣的偵測，此步驟係利用影像灰階找尋最佳閾值，影像的灰度分劃 (Threshold) 是將影像依其灰度予以分群處理[7, 8]；一般的灰度分劃將影像分成只有兩種灰度值，亦即設定一個灰度值，凡是影像本身灰度大於它的便令其為亮點 1，而灰度值低於設定值的便令其為 0，凡是欲作數字辨識的影像皆可利用此方式，先將一個複雜的圖面給予簡單化，而如何能夠選擇適當且正確的閾值 (Threshold Value)是一項重要的工作。在實際應用上，欲就一影像找出其特定閾值大小的方法有很多，如果二元影像之灰階統計圖具有雙峰特性，那就可以利用機率統計的原理來找出最佳的閾值，以分割二元影像中兩個群集的像素，以達到自動閾值擷取邊緣像素的目的。

2.2.3 線偵測萃取處理(Line Extraction)

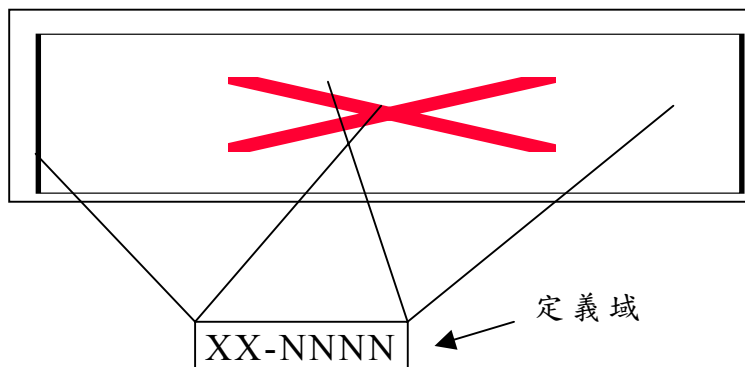
當整幅影像偵測出邊緣特性後，由於車牌為許多邊所構成，因此我們將這些懷疑是車牌邊緣的像素點連成線，但影像光場不均的情況常常發生，因此在實際作法上一個特定的閾值也許不能有效的處理這類影像萃取的問題。可利用一動態二值化臨界點的方法來壓抑掉背景中的微量起伏雜訊，或者是採用遮罩運算的方式來解決灰階臨界值的問題。總之，這個步驟必須設計軟體自行建構可能的車牌邊線(Edge Line) 。

2.2.4 車牌萃取處理(Car-license Extraction)

利用車牌矩形的特性找出了矩形閾值後，依此閾值選出各種區塊，並判斷是否為車牌區塊，此後處理的對象不再是整幅的影像，而是一個個區塊，這樣有助提昇處理的速度及辨識的成功率。最後，由於文字切塊的方法與影像區塊切割的方法類似，因此所研究的方法可一併使用。

2.3 車牌影像印刷字元辨識

當順利萃取車牌影像後，接下來是將車牌影像正規化(Normalization)，此目地可簡化後續字元辨識的演算法[6]。正規化示意圖如下圖四所示：



圖四： 正規化示意圖

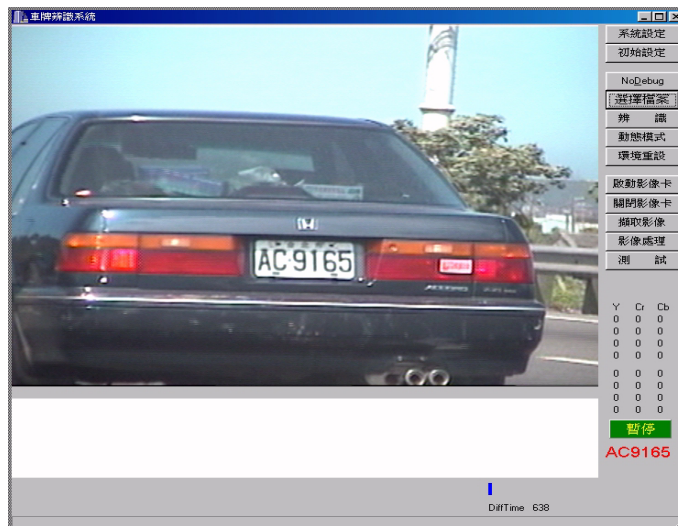
由於動態所擷取的車牌影像經過 Edge Detection 及 Line Detection 後，最後影像的大小不盡相同；因此，必須先將車牌影像對應(Mapping)到一定大小(如 200x100)的定義域(Domain)上，以方便字元辨識的演算法開發。當車牌影像正規化後，接下來便是如何切割文字影像，這類影像分割(Segmentation)又稱為顆粒搜尋 (Blob)，基本上是將整幅影像以相鄰接 9 點為基礎，由左而右，再由上而下逐次掃描影像中未曾編列碼值的點素，再以該點出發，首先找到畫面背景未曾編列碼值的點素，令其碼值為 A，再由左而右，由上而下逐次將連結在一起相同亮度的點素編列碼值為 A，隨後掃描影像中未曾編列碼值的點素，令其碼值為 B，…。如此即可依序找出其他部份，且令其碼值為 C、D …，最後確定畫面上所有的點素皆已編列碼值，影像分割之過程即告完成。此外，由於車牌號碼為固定之印刷字體，其大小及間距無論如何對應，最後都應是固定值；因此，研究是否有更快速的方法來切割車牌字元是未來研究的方向。

三、實務開發

本系統實務開發過程說明如下：

1. 影像擷取測試

先撰寫影像卡所提供之影像擷取函數，並實際以一些測試數位影像資料加以驗證這些擷取函數之正確性。在完成基本程式庫後，以個人電腦來實測“影像擷取系統”的所有運作，以驗證其實用上的可行性。



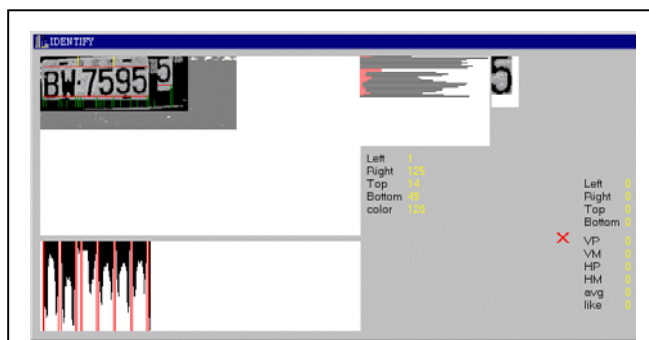
圖五：影像擷取測試

2. 尋找車牌

當順利擷取清晰且正確之影像後，將此靜態畫面送至車牌萃取系統，並利用 Edge Detection 演算法及 Line Extraction 演算法來定位(Locate)車牌位置。

3. 字元切割及辨識

在車牌萃取完成後，將文數字元作區塊分割。在此步驟中，主要工作為車牌區塊分割、字元切割及字元比對辨識。



圖六：字元切割及辨識

4. 軟體演算法模組撰寫

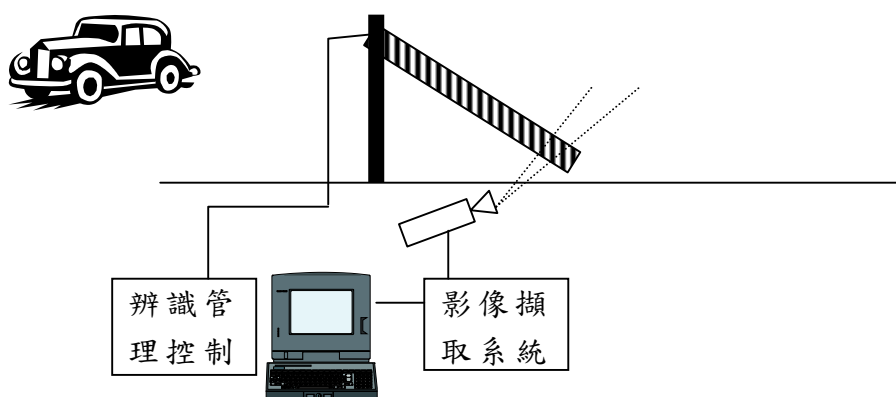
此步驟為利用已撰寫測試好之軟體模組將其轉換成韌體的移植及測試。本研究以高階語言 C 撰寫，以單晶片的 Cross-Compiler 將此高階語言編譯成低階程式，再將程式微碼燒錄於硬體實物中，以加快實際應用時的辨識速度。

目前發表的研究報告中，僅能辨識靜態車牌，尚無法快速擷取及辨識於實際應用系統上。因此，本研究係以“車牌辨識模組”作為核心工具，開發出快速且正確的車牌辨識系統。

四、應用

茲列舉四實例以說明本文所發展的車牌辨識系統應用如下：

應用一：停車場車輛識別管制



圖七：車輛識別管制

1. 一般收費停車場

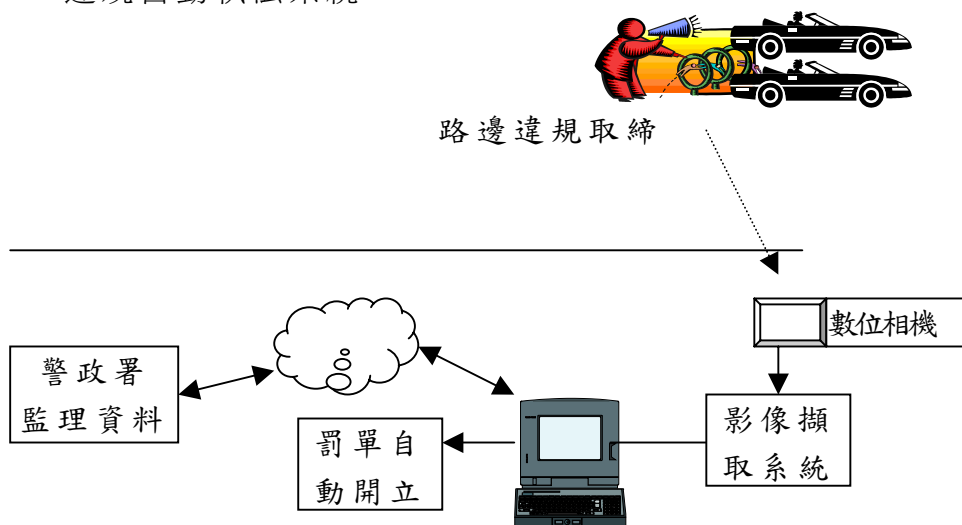
- (1) 擷取進場車輛車牌影像。
- (2) 辨識車牌並自動列印車牌於停車票上。

(3) 出廠時，收費員檢核車票號碼與車牌是一致。

2. 私有停車場

- (1) 將合法住戶或車輛車牌輸入資料庫內。
- (2) 擷取進場車輛車牌影像。
- (3) 辨識車牌並自動與資料庫車牌比對是否為合法車輛。
- (4) 若是，則升起柵欄並記錄此筆車輛進出記錄。
- (5) 若不是合法車輛，則記錄該筆影像資料，供日後追蹤。

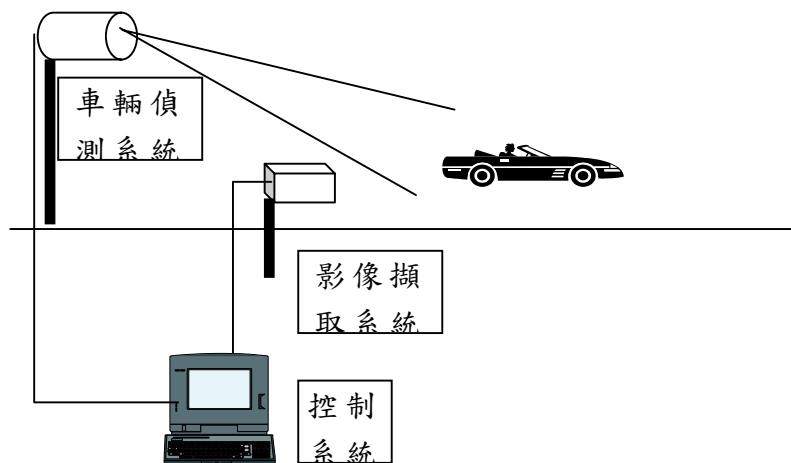
應用二：違規自動執法系統



圖八：違規自動執法系統

1. 員警於現場將違規車輛以數位相機擷取影像。
2. 將數位相機連線於電腦系統，並擷取違規車輛影像。
3. 系統將此違規車輛車牌自動辨識車牌，並與警政署連線。
4. 連線查得車籍資料後，自動開立罰單。

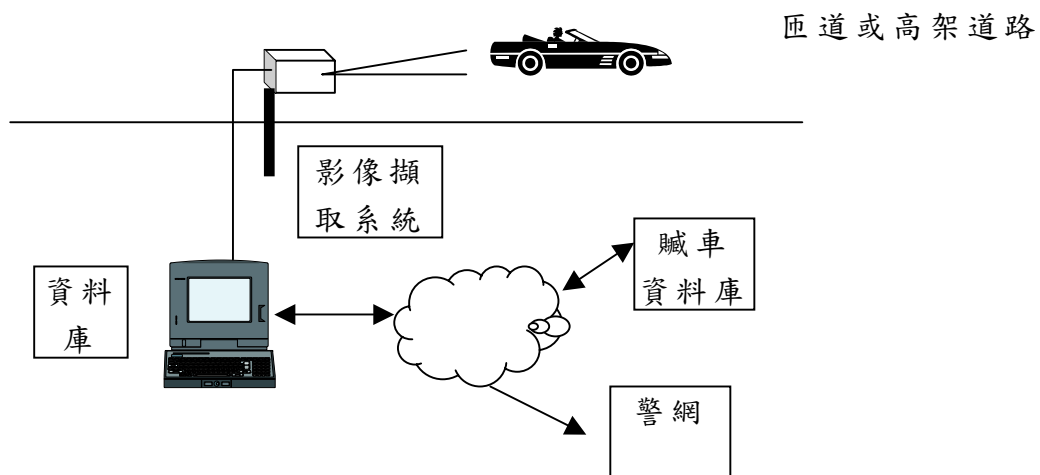
應用三：違規超速自動取締執法系統



圖九：違規超速自動取締執法系統

1. 於路段裝設車輛偵測系統及影像擷取系統。
2. 當車輛超速時，偵測系統自動將違規車輛以高速數位相機擷取影像。
3. 影像擷取系統連線於電腦系統，並擷取違規車輛影像。
4. 系統將此違規車輛車牌自動辨識車牌，並與警政署連線。
5. 連線查得車籍資料後，自動開立罰單。

應用四：贓車自動查緝系統



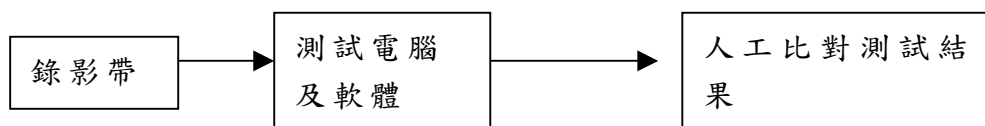
圖十： 贓車自動查緝系統

1. 於路段裝設車輛偵測系統及影像擷取系統。
2. 當車輛通過時偵測系統時，自動將車輛以高速數位相機擷取影像。
3. 影像擷取系統連線於電腦系統，並擷取車輛影像。
4. 系統將此通行車輛自動辨識車牌，並與贓車資料庫連線。
5. 連線查得車籍資料，若發現為贓車後自動通知警網準備攔截。

五、機動贓車查緝系統實作

機動贓車查緝系統的實作方法與流程乃針對查緝系統中有關車牌辨識軟體之功能而定義，實作成果可提供警政署、各縣市警察局及國內外有興趣承包「機動贓車查緝系統」專案之業者參考使用，以減少測試工作人力需求、降低測試成本、縮短測試時程及確保專案發包品質等目標。

由警政署或各縣市警察局提供各種查緝場合錄影帶，其內容將涵蓋攝影機與待測車輛之相對關係包括：「靜對靜」、「靜對動」、「動對靜」及「動對動」等作業模式，錄影帶輸出為標準 NTSC (RS-170)連續畫面圖場信號，其測試方塊圖如下圖十一所示：



圖十一： 測試方塊圖

由警政署或各縣市警察局事先將錄影帶內所有車輛之車牌列表，經由本系統所提供之電腦與辨識軟體進行模擬辨識，肉眼可見之車號必須自動辨識並顯示於螢幕上供測試人員進行正確比對。本系統針對車牌辨識率及車牌查詢率進行靜對動與動對動的實作結果如下：

1. 測試模式：靜對動

架設方式：架設於行人天橋下。

測試條件：

- (1) 錄影帶影像中肉眼可見之車號視為一部車輛。(可錄影機可停格檢視)
- (2) 相對時速：40 公里以下及 60 公里以下及 80 公里以下。
- (3) 日間無雨之一般亮度。
- (4) 車牌傾斜角度：-5 ~ +5 度

測試結果：

	40 公里以下	40~60 公里	60~80 公里
車牌辨識率	85% ~ 95%	80% ~90%	70%~85%
車牌查詢率	90% ~ 95%	85%~95%	75%~90%

2. 測試模式：動對動

架設方式：架設於機動汽車，攝影機向後方拍攝影像。

測試條件：

- (1) 相對時速：40 公里以下及 60 公里以下及 80 公里以下。
- (2) 日間無雨之一般亮度。
- (3) 車牌傾斜角度：-5 ~ +5 度。
- (4) 拍攝角度：-25 ~ +25 度。

測試結果：

	40 公里以下	40~60 公里	60~80 公里
車牌辨識率	80% ~ 90%	70% ~80%	60%~70%
車牌查詢率	80% ~ 90%	75%~85%	65%~80%

自 90 年 01 月 01 日起由台中縣警察局率先試用此套『機動查緝贓車系統』，目前共安裝 6 套系統於偵防車上，配合現有的 V8 錄影監視系統使用，成效卓著；台中縣警察局自 90 年 01 月 08 日起至 90 年 07 月 02 日止，亦利用『機動查緝贓車系統』共計查獲 60 部失竊及失牌車輛。90 年 07 月中旬，台北市政府警察局中正第二分局思源街派出所試裝一套『機動查緝贓車系統』，採固定方式分別監看與稽核往三軍總醫院及往公館方向的車輛，於 90 年 08 月 10 日下午十六時成功地查獲一部失牌車號並發出警示訊息，由當時值班員警立刻前往圍捕並當場人贓俱獲。90 年 07 月底，台北市政府警察局刑事警察大隊特勤中隊試裝一套『機動查緝贓車系統』，採機動方

式安裝於偵防車上，現正進行試用，每次半日的勤務中約可辨識查緝過往車輛約 1000 餘部，相信於一段時日之後必定會有所獲。

六、結論

本文中，我們提出一種新的影像車牌辨識方法，其以時下已經相當普及的影像擷取卡，結合影像辨識技術，並藉由車牌特性及印刷字體辨識演算法，即能達成車牌自動辨識功能。有了這套辨識模組後，可廣泛運用於交通或員警執法系統包括：

1. 違規超速取締

未來違規超速取締系統，將違規車輛照片以數位影像信號傳回中心，中心將利用此”車牌自動辨識模組”進行車號萃取，並結合監理車籍系統自動列印告發單。

2. 路邊違規取締

未來員警將以數位相機取締違規車輛，當其執勤完畢回中心時，將存於數位相機內之違規車輛照片以通訊傳入違規取締系統，該系統將利用此”車牌自動辨識模組”進行車號萃取，並結合監理車籍系統自動列印告發單。

3. 贓車查緝

未來重要道路將以高速數位相機隨時擷取道路通行車輛，該系統將利用此”車牌自動辨識模組”進行車號萃取，並結合贓車通報系統隨時比對通行車輛是否為贓車，若比對成功，系統將自動啟動警示系統通知員警進行攔截。

面對犯罪手法不斷翻新，犯罪手段朝智慧化與科技化發展之下，警察打擊犯罪角色功能不能墨守成規、一成不變，須亟思有所突破與發展，始能因應時勢之趨；因此，運用現代最新科技資訊功能，結合現行警察勤務制度與裝備，以提高勤務執行效率，並凝聚警察團隊精神以打擊犯罪，期能有效改善治安問題，促進良好警民關係，以爭取民眾擁戴樹立警察新形象，實為當今要務。由於本文所提出的車牌自動辨識模組乃是上述應用系統之關鍵技術；因此，希望藉由本文的研究，可使國內的學者專家能有更多人力來投入此項研究發展，以強化我國的員警執法系統。

參考文獻

- [1] 王勝石，民國 84 年，”人工神經網路應用於車牌辨識之研究”，國立成功大學學報，第三十卷，1995：頁 199~213。
- [2] 邱創乾、陳德請，民國 85 年，”數位信號處理實務入門”，高立書局，1996。
- [3] 林宸生，數位信號與光電量測應用於機電整合系統之工程教育網路教材，88 年度國科會計畫。

- [4] 龔韻強，民國 79 年，”實用的車牌號碼數字辨識法則”，機械工業雜誌， 1990：頁 206 ~ 238。
- [5] 李添貴，民國 79 年， “車牌自動辨識系統”，機械工業雜誌，1990：頁 196 ~ 205。
- [6] 黃雅軒、屠樂挺、陳一宏、林雯文、徐英士，民國 78 年，“印刷體光學中文字形辨識系統”，電子發展月刊，第 141 期，1989：頁 16 ~ 27。
- [7] Chern Sheng Lin, and Rong Seng Chang, “Digital Image Processing for Evaluating the Characteristics of the Microstructure of a Holographic Plate”, Lasers and Optics Technology, (29:2), 1997: pp. 97-102.
- [8] Wen Hsiang Tsai, “Moment-Preserving Thresholding: A New Approach”, Computer Vision, Graphic, and Image Processing, (29), 1985:pp.377-393.
- [9] <http://www.htsol.com/Products/SeeLane.html>
- [10] <http://www.azfms.com/DocReviews/Oct97/art12.html>