

# 智慧型停車場的車牌辨識系統

## Recognition System of Vehicle License Plates for Intelligent Parking Lot

### (一) 摘要

本計畫擬設計一套適用於智慧型停車場的連續影像車牌辨識系統。將攝影機架設於停車場的出入口，當車輛進入停車場時，系統自動取像辨識車牌後，利用辨識的結果加上追蹤系統，可確定該車輛的停車位置，方便駕駛者取車。當車輛離開停車場時，出口處的辨識系統可以利用車牌辨識的結果進行停車的自動計時與計費。另外若與警方連線，車牌辨識的結果還可以利用來判斷該車輛是否為贓車，提高失竊車輛的尋獲率。

### (二) 研究動機與研究問題

現在車輛進入停車場的計時計費方式，已由傳統人工的方式，進化到利用取票機與讀票機的方式，而台北市目前正在推廣的悠遊卡刷卡方式使得停車場的計時計費更為方便。但是這些改良系統都還是需要一些步驟來處理停車費扣繳的問題，例如駕駛必須停車、取票（或刷卡）、等柵欄打開等三個步驟，才能進入停車場。如果駕駛者能夠以正常速度開入停車場，就可以略過上述的三個步驟，節省許多的時間。

在使用車牌辨識系統的狀況下，車輛進入停車場時，駕駛不再需要降低速度，只需在一定速度的範圍內，進入停車場，本系統便會經由攝影機擷取彩色影像辨識車牌；在車輛要離開停車場時，再一次的利用本系統辨識車牌，便可經由電腦來計算車輛的停車時數並計算停車費用，這樣停車計費系統就可以變的更簡單、更省時方便。

再者，現在有些停車場擁有廣大的面積，且場內停車區間的設計非常相似，常常會使駕駛在取車時浪費許多時間搜尋車輛的所在，所以迫使駕駛在停車時，必須先記住周遭環境的特徵與停車格號碼，才得以順利取車。但如果使用本系統，在進入停車場時，便記錄車號於電腦中，再利用全場的攝影機追蹤車子停放的位置，等車主取車時，只要在附近系統輸入車牌，便可以輕鬆找到愛車，不用再擔心會忘記車輛停在那個位置而浪費時間。

自動辨識車牌系統還有其他更多的應用，例如贓車查緝、違規取締等。

利用本系統可以減輕很多警察的負擔，更可以加快資料的傳輸。

本系統處理車牌的主要步驟有二，車牌定位與車牌辨識。車牌定位的主要目的在彩色的連續影像中找到車牌的正確位置（如圖一的紅框處所示），由於車牌的設計是由對比強烈的顏色兩兩配對而來，所以在尋找車牌位置的時候，只需要比對特定顏色的區域和相鄰邊緣即可。而車牌辨識的目的則在正確的擷取出車牌號碼（如圖二）。



圖一、在原始圖片中找到車牌的正確位置。



圖二、正確的擷取出車牌號碼。

本系統在進行影像處理時，將會面臨到許多應解決的困難，這些都是系統設計時應該考慮的重點。

- 背景光線的改變

由於停車場的光線會變亮或變暗，所以系統的設計應在不同背景光線的改變下，皆能準確的計算出車牌位置。

- 天氣的影響

如果在室外的停車場，天氣的改變，例如：下雨、起霧等，都會增加影像辨識的困難度。所以天氣因素的克服也是應考慮的重點。

- 車牌的完整性

如果車牌上面有污垢、毀損、車牌翹起，皆會造成無法準確讀取車牌上的文字，而導致辨識錯誤，所以車牌的完整復原也是一項很重要的工作。

- 即時性

為了使駕駛能夠快速的進出停車場，對於影像的分析處理，必須相當快速，否則會讓使用者認為還不如使用悠遊卡或者人工記時來計算停車時數，造成系統的實用性下降。

### (三) 文獻回顧與探討

國內外歷年來對於車牌辨識的研究相當多，在國內外車牌辨識系統的相關文獻中，較常見的典型方法如下。

首先在車牌定位上，林泰良[3]的智慧型車牌定位與字串分割裡面有提到一個作法，是以空間頻域分析的原理來找到車牌的位置，他們所用到的方法主要是利用離散的傅利葉轉換 (Discrete Fourier Transform; DFT) 來找出車牌的垂直以及水平的位置，其作法是利用影像中具有密集係灰階變化的特徵來進行。

基於車牌是影像中灰階變化最為激烈的假設，先做列的離散傅利葉轉換，再將列的離散傅利葉轉換後的數值取絕對質在相加以作為垂直諧波標準差估算能量。得知垂直諧波標準差估算能量後可以藉此來推斷車牌的垂直位置，再從留下的區域去做行的離散傅利葉轉換，即可得到水平的諧波標準差估算能量，從變化較明顯的突起處，便可判斷出車牌的水平位置。

陳麗妘[2]利用色彩資訊 (色調、飽和度和明度) 結合模糊集合理論和色彩理論來進行車牌定位與辨識，此作法強調在任何環境下都可以將車牌的位置找出。

Poon[1]等人的研究中，他們利用morphology的一連串運算，來找車牌的可能位置。Morphology為Georges Matheron和Jean Serra在1965年提出的理論。理論中的closing技術可以去除影像中的雜訊，而opening技術可以把不連續的區塊連結在一起。這兩種技術皆用了dilation和erosion步驟。Dilation和erosion其運算的原理是將影像A與一個區域視窗(local window)一稱為結構元素structuring element(SE) B的特定集合運算，其結果為一個新的濾波影像。

Dilation 和 erosion是建立在Minkowski集合運算，其定義如下：

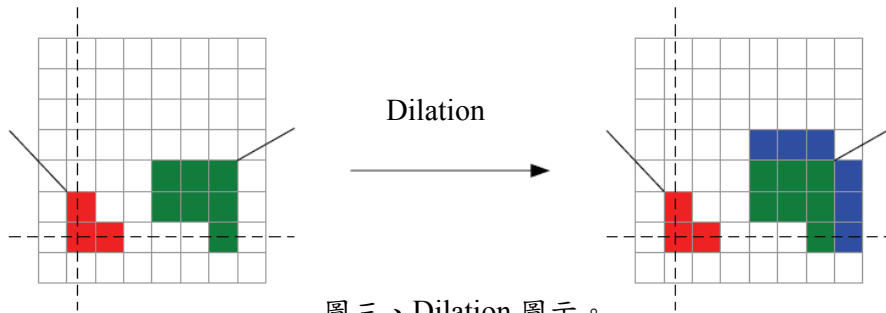
Dilation (如圖三)：

$$D(A,B) = A \oplus B = \bigcap_{b \in B} (A + b)$$

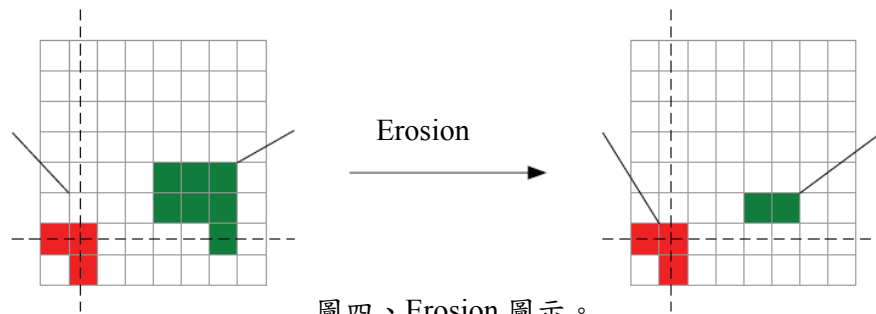
Erosion (如圖四)：

$$E(A,B) = A \ominus (-B) = \bigcap_{b \in B} (A - b)$$

其中  $-B = \{-b \mid b \in B\}$

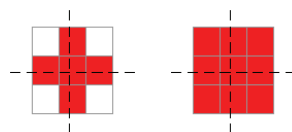


圖三、Dilation 圖示。



圖四、Erosion 圖示。

Dilation 通常造成物件範圍的擴大，相反的，erosion 則使物件範圍縮小，其擴大和縮小的程度是由所選擇的結構單元SE決定。最常見的結構單元是4-connected和8-connected集合,  $N_4$  和  $N_8$ ：



圖五、左為  $N_4$ ，右為  $N_8$ 。

Opening和closing運算建立在dilation和erosion運算的基礎上，可以建構出更高階的型態學運算：

Opening :

$$O(AB) = A \circ B = (A \ominus B) \oplus B = D(E(AB)B)$$

有以下特性：

1.  $A \circ B$  is a subset (subimage) of  $A$ .
2. If  $C$  is subset of  $D$ , then  $C \circ B$  is a subset (subimage) of  $D \circ B$ .
3.  $(A \circ B) \circ B = (A \circ B)$ .

Closing :

$$C(AB) = A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B = E(D(A, -B), -B)$$

有以下特性：

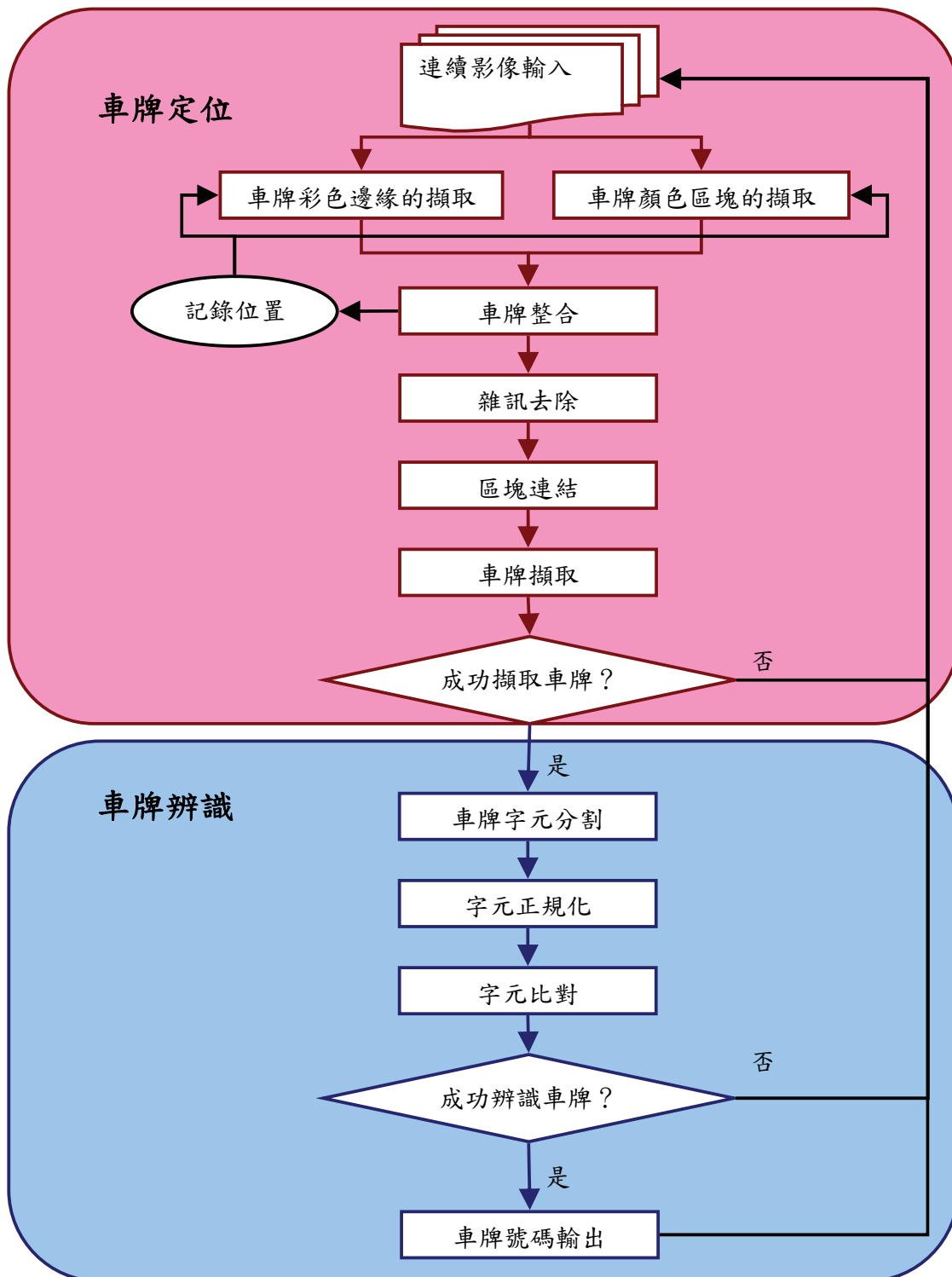
1.  $A$  is a subset (subimage) of  $A \bullet B$ .
2. If  $C$  is subset of  $D$ , then  $C \bullet B$  is a subset (subimage) of  $D \bullet B$ .
3.  $(A \bullet B) \bullet B = (A \bullet B)$

辨識車牌上，洪健詠[6]的車牌辨識系統裡面使用的方法，是先將原始影像中所取得的車牌，經過轉檔、二值化、過濾雜訊、正規化、細線化等動作，將車牌中的號碼切割成單一的字元之後才進入辨識的動作。

在其中的細線化是和其他文獻很不一樣的地方，他不希望影像的大小影響字元的粗細進而增加辨識的難度，所以增加了細線化這個步驟來增加辨識的成功率。

陳麗妘[2]利用模糊集合理論之二元化方法，再配合”車牌字元在水平方向的中心等距分佈在一直線上”的特性，便可以從任何角度和變形的狀況下，完整的萃取出車牌上車號字元。

(四) 研究方法及步驟



圖六、系統流程圖。

流程圖(如圖六)中的步驟說明如下，其中 4.1-4.7 的步驟是車牌定位的實作過程，而 4.8-4.11 的步驟是車牌辨識的實作過程：

#### 4.1 影像輸入

由架設在停車場出入口的攝影機，取得連續的彩色影像（如圖七所示），本系統將針對每張影像進行分析。



圖七、連續影像的擷取出的單張影像。

#### 4.2 車牌彩色邊緣的擷取

因由車牌的特性（詳見表一），找出兩兩顏色的相鄰邊緣(edge)。例如尋找普通自用小客車的車牌，則需要尋找黑白相間的部分；而尋找營業小客車的車牌，就需要尋找紅白相間的部分。

表一、車牌特性。

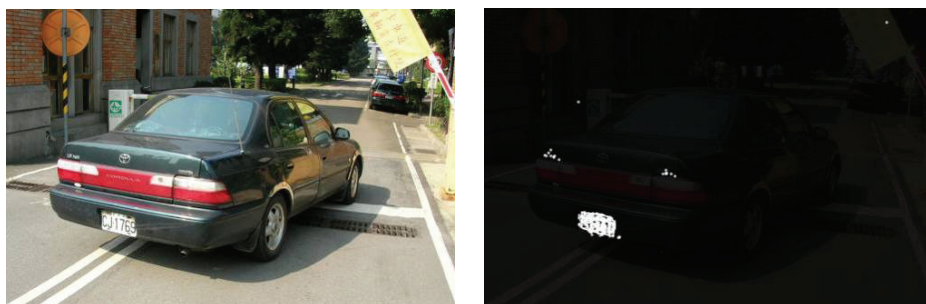
車輛種類	背景顏色	字元顏色	範例
自用小客車	白色	黑色	AB-1234
營業小客車	白色	紅色	AB-123
遊覽大客車	紅色	白色	AB-123
營業大客車、 營業貨車	綠色	白色	AB-123
自用大客車、 自用貨車	白色	綠色	AB-123

#### 4.3 車牌顏色區塊的擷取

利用 R、G、B 三種顏色的數值判斷各式車牌的可能顏色，並做標記，將這些標記連成連續的區塊，之後整張影像會呈現很多不同顏色的區塊。（如圖五所示）例如之前所述的小客車只需要找出白色和黑色。

#### 4.4 車牌整合

在此步驟中把經由 4.2 和 4.3 的兩個步驟處理過後的兩張影像作交集運算，用亮點標示出重疊部分（如圖八），便有可能是車牌的所在位置。若將車牌的位置記錄下來，則可以縮小日後車牌的搜尋範圍。



圖八、左圖為輸入影像，右圖為有亮點標註過的影像。

#### 4.5 雜訊去除

由 4.4 步驟處理過的影像會留下許多雜訊，可能是由其他顏色相近的地方所造成的，所以必須去除雜訊以利後續處理（如圖九）。我們認為使用 Morphological 中的 closing 方法，便可以把雜訊給去除。



圖九、左圖為輸入影像，右圖為使用 closing 方法，去除雜訊的影像

#### 4.6 區塊連結



圖十、左圖為輸入影像，右圖為使用 opening 方法，連結區塊的影像

經由 4.5 步驟處理過雜訊後，仍會有些不足，便是點與點沒有完整的銜接、不連續，這樣無法判斷出正確的範圍。使用 Morphological 中的 opening 方法，可以把不連續的點給連接起來，使沒有連接的區塊形成連續且完整的區塊



(如圖十)。

#### 4.7 車牌擷取

經由步驟 4.6 所完成的影像中，可以把亮點的部分擷取出來，這便完成車牌擷取(如圖十一)。如果車牌擷取不完整，系統會再回到步驟 4.1，重新擷取車牌。如果車牌擷取完整，便開始辨識車牌。



圖十一、擷取出車牌的部分

#### 4.8 車牌字元分割

在擷取出的車牌影像中，因為只有兩個顏色所以可以把影像做二元化。在二元化後的影像中，利用垂直投影可以分割出每個字元，而水平投影可以把上下的白邊都去掉。經由這個步驟，每個字元可以被完整分割出來(如圖十二)。



圖十二、每個字元被獨立分割出來。

#### 4.9 字元正規化

資料庫中所儲存的字元樣本(templates)皆有固定的大小和長寬，所以把步驟 4.8 所擷取出的字元影像調整成和樣本一樣的大小，就是字元正規化。

#### 4.10 字元比對

經由步驟 4.9 正規化後的字元和資料庫中所儲存的 36 個字元做比對(26 個英文字母和 10 個數字)，便可以得到車牌的字元並輸出。如果字元比對成功可以辨識出車牌，便輸出車牌號碼。否則系統會重新回到步驟 4.1，再一次進行車牌定位與辨識。

### (五) 預期結果

本計畫將會設計出一套以電腦視覺為基礎的車牌辨識系統。希望能使用

在各式停車場，利用固定攝影機將彩色影像輸入系統，辨識車牌，便能夠省時又方便的進行停車的自動計時與計費，使得停車繳費更方便、迅速。

#### (六) 參考文獻

- [1] J.C.H. Poon, M. Ghadiali, G. M. T. Mao, and L. M. Sheung, "A robust vision system for vehicle license plate recognition using grey-scale morphology," *Proceedings of the IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE '95)*, Vol. 1, pp.394-399,1995.
- [2] 陳麗如, "在未設限環境下車牌的定位與辨識", 國立臺灣師範大學資訊教育研究所碩士論文, 2000。
- [3] 林泰良, "智慧型車牌定位與字串分割", 國立臺灣大學電機工程學研究所碩士論文, 2000。
- [4] 呂信德, "利用多重專家之車牌辨識系統", 國立中央大學資訊工程研究所碩士論文, 2002。
- [5] 潘家鵬、林天斌、柯偉基, "車牌定位", 國立逢甲大學資訊工程研究所專題研究報告, 2005。
- [6] 洪健詠, "車牌辨識系統", 立德管理學院資訊工程學系專題研究報告, 2004。
- [7] Morphologie mathematique , <http://140.115.11.235/~chen/course/vision/ch9/>單元九、數學型態學.pdf

#### (七) 需要指導教授指導內容

希望教授可以和我訂定工作進度時程表，每個星期安排固定時間討論，給予我研究方向的指引，並和我一起討論實驗步驟和實做方法。另外也可以引導我使用學校圖書館和線上資料找尋適當的參考書籍及文獻，協助我理論方面的技術探討。