

# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景與目的

近年來由於車輛數目急速增多以及隨著車輛性能的提升，平均車速也較以往提高許多，駕駛安全問題也因此變得日益重要。駕駛安全輔助系統（Driving Assistant System）目的即在增進駕駛人的行車安全（safety）、舒適（comfort）與效率（efficiency）。本論文著重在安全方面的考量，其相關技術大略分為被動（passive）與主動（active）型。被動型技術為在車禍發生時盡量降低乘客受傷害的程度，如安全氣囊（air bag）、安全帶（seat belt）、兒童安全座椅（child safety seat）及防鎖死煞車系統（ABS）等裝置；主動型技術則重在事先預防車禍的發生[1, Naa94, Rei95, Sch00, Ven99]，駕駛安全輔助系統即屬於主動型的一種設計。

一般而言，駕駛安全輔助系統在有關安全方面的子系統包括有：(1)障礙物偵測（obstacle detection）系統，(2)交通標誌偵測（traffic sign detection）系統，以及(3)道路偵測（lane detection）系統，其中又以障礙物偵測最為重要。由於障礙物的種類繁多，本論文將只考慮高速公路上所可能出現的障礙物。首先本人將此類障礙物分為靜態與動態兩種。靜態障礙物指的是針對道路靜止的物體（如圖 1-1 所示），包括：車輛故障用三角架、道路施工用之三角錐與路障，以及停在路肩上的故障車輛或工程車等。而動態障礙物主要指的是行進中的車輛（如圖 1-2 所示），其中包括前方車輛加速或減速，鄰近車輛變換車道，以及不同車道上車輛的超車等。此外施工或清潔人員也都是屬於動態障礙物的種類。由於動態障礙物本身可以任意移動，不容易預測它們行動的方向，因此動態障礙物比靜態障礙物來得較難掌控。

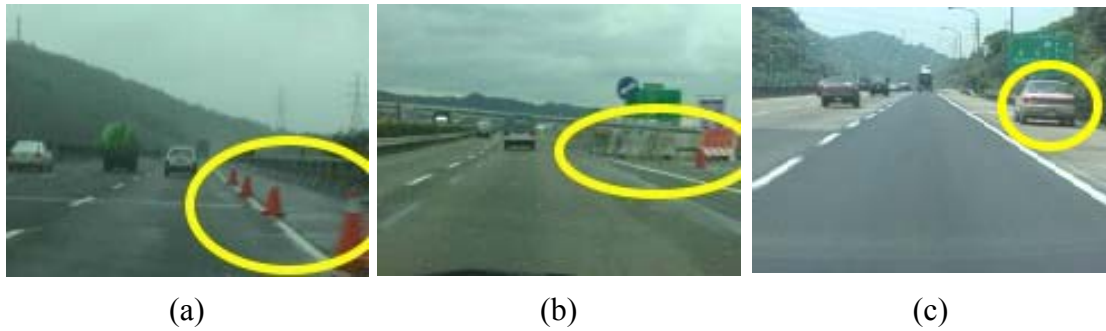


圖 1-1、高速公路上之靜態障礙物：(a) 施工用之三角錐，(b) 施工用之路障，(c) 停在路肩之車輛。



圖 1-2、高速公路上之動態障礙物：(a) 小於安全距離之前方車輛，(b) 其他車道中欲切換車道至前方車道之車輛。

高速公路上的障礙物不見得都具有安全上的威脅。舉例來說，在我方車輛前面的車輛若加速駛離或變換到其他車道，反而增加了我方車輛的安全性。然而若是前方車輛減速或緊急煞車，或是有其他車道上之車輛突然跨越我方車道，這些情況都對行車安全可能造成威脅。又由於行駛於高速公路上的車輛其車速都相當快，一旦發生擦撞，後果都相當嚴重，因此本論文將著重在具有危險性動作車輛的偵測。其中，危險性動作主要是那些可能使我車與鄰近車輛的距離縮減的動作；車輛改變車速（加速或減速）或者改變車道（向左或向右變換車道）都可能造成危險性動作之產生。系統希望能及時偵測並警告駕駛者注意，以增加行車安全。

至於施工人員或清潔人員因屬於臨時性的工作，且在施工或清潔時都會設置一些較醒目的警告標誌來保護相關人員的安全。因此本論文暫時不考慮他們。高速公路上的車輛之動向主要可由下列兩種動作所形成：一為變換車道，另一為改

變車速。前者可分為向左或向右變換車道；後者可分為加速或減速，也可視為其他車輛與我車的相對速度之增加或減少。至於鄰近車輛的危險性動向，也就是會因為變換車道或改變車速而縮短我車與鄰近車輛之距離，主要可以分為下列幾項：

- (1). 前方車輛減速。
- (2). 前方車輛向左變換車道。
- (3). 前方車輛向右變換車道。
- (4). 右方車道之車輛向左變換車道至我車道前方。
- (5). 左方車道之車輛向右變換車道至我車道前方。
- (6). 左方或右方車道之車輛加速經過我車。
- (7). 左方或右方車道之車輛減速接近我車。

除了(2)與(3)這兩個動向之外，其他動向都會縮短我車與鄰近車輛之距離。之所以要偵測(2)與(3)這兩個動向，是因為我車也可能會想要變換車道，如果前車變換車道至右方車道，則我車應該要避免切換至同一車道（右方車道），否則有可能會造成碰撞的發生。

另外，本車也可能因為改變車速或變換車道，而具有危險性。首先我們假設我們的車速為固定的，則前者可視為與鄰近車輛之相對速度的改變，也就是因為鄰近車輛改變車速所造成的相對速度之改變；後者主要是因為本車未注意到欲變換車道上之車輛而任意改變車道（可分為向左或向右變換車道），進而威脅到其他車輛的安全。在此主要考慮本車向左變換車道開始與結束以及本車向右變換車道開始與結束，共四種具有危險性之動向。

此外若有多部車輛同時在鄰近行駛時，則上述的事件可能會同時發生。例如：前方車輛向右變換車道時，左方車道之車輛亦向右變換車道；前方車輛減速時，右邊車道之車輛卻加速行駛等。這些都會使得偵測鄰近行駛中車輛的動向變得相當困難與複雜。

另外，環境（例如隧道內，如圖 1-3(a)）及天候因素亦會影響到鄰近車輛動向之偵測。通常在夜間（如圖 1-3(b)）或天候不佳（如圖 1-3(c)）的情況下，反而是駕駛者最需要駕駛安全輔助系統的時候，然而這些通常也是視覺系統較難處

理的時候。如何克服外界環境天候的不良影響，使得駕駛安全輔助系統能夠發揮應有的功能，也是本人研究極需努力的目標。



(a) 隧道內

(b) 夜晚

(c) 雨天

圖 1-3、在高速公路上可能遇到的狀況。

## 1.2 相關研究

雖然已經有很多在駕駛安全輔助系統方面的研究發表，但與鄰近移動車輛之動向偵測的相關研究並不多。加上本論文屬於一個較新穎的領域，目前尚未有足夠多的相關研究可供參考，但是本人認為想要了解鄰近移動車輛之動向之前必須先偵測到行進中的車輛，因此本論文相關的文獻探討著重在偵測行進中車輛的技術。

傳統的偵測行進中車輛之方法，主要是利用一組感應線圈來偵測是否有車輛通過。一個車道裝有一組感應線圈，每組線圈分為前後兩個。當汽車壓過前面線圈時，開始感應計算；再壓到後面線圈時，則感應完成。通常感應線圈可以用來偵測超速或者闖紅燈違規情況。但是此種設備在道路進行施工挖掘時，就無法發揮其功能。再加上需要安裝於路面下，因此很容易因為車輛通過頻繁而造成設備損壞。

應用在車上的感應器主要分為主動式感應器與被動式感應器兩大類。主動式感應器主要為：雷達、紅外線與超音波。雷達雖然可以偵測到較遠的距離，但其缺點在於價格昂貴且解析度低。紅外線與超音波雖然價格便宜，但其缺點在於能偵測到的距離較短且在天候不良時所受的干擾較大。主動式感應器的共同問題在於干擾與對人體會造成影響。被動式感應器主要為 CCD 攝影機，它不但安裝簡易，又能夠提供較多的資訊，例如可以偵測到道路標線及交通標誌。且紅外線攝影機又可以解決夜晚或天候不良的狀況。因此現今多利用攝影機來取得影像並利

用影像技術來作後續的處理。

近年來，利用影像技術在偵測行進中車輛的方法主要有：

(1). 尋找特定外型[Smi98, Fun01]：

車輛的外型大多為矩形，因此在偵測時，可限定輪廓為矩形的物體，以縮小搜尋範圍。

(2). 利用車輛外型的對稱性[Kyo99, Kue98, Ber00]：

正常情況下，車輛尾部大多是左右對稱的，如：對稱的尾燈。

(3). 偵測材質[Kal98]：

路面與車輛的材質大大不同，因此利用偵測材質來找出車輛的位置。

(4). 利用約略的輪廓或車輛的模型[Den01, Lüt98]：

事先在資料庫中建好車輛的模型，之後對於可能為車輛的物體便作比較的對的工作。

本論文主要為著重在利用影像處理技術來偵測鄰近車輛之動向，所參考的文獻大多以影像處理技術為主。利用影像處理技術在偵測行進中的車輛會遇到以下的困難：

(1). 車輛會受到鄰近車輛的遮蔽或受到光線的反射而導致偵測的困難，如圖 1-4(a)。

(2). 影像會因為白天或晚上而具有不同的亮度值。

(3). 地面上的陰影，如圖 1-4(b)。

(4). 影像中的車輛具有不同的速度、不同的形狀、不同的大小或不同的顏色。

(5). 車輛的外形會因為拍攝的角度不同而有所變化。



(a) 車輛遮蔽



(b) 高架橋的陰影

圖 1-4、影像處理技術在偵測車輛方面會遇到的部份困難。

首先，有些文獻主要在探討車輛特徵的選擇與擷取。Zehang、Bebis 與 Miller 等人[Sun02]利用 Gabor 過濾器 (Gabor filter) 來擷取車輛的特徵。Gabor 過濾器相當於是不同方向與不同大小的邊緣偵測器。車輛通常具有不同方向與不同大小之邊緣，而這些特徵的對於車輛的偵測相當有幫助。為了讓偵測更正確，他們並非從整張影像中擷取出車輛的特徵，而是將影像分割成九個有重疊的子視窗，再從這些子視窗中擷取出特徵。這些特徵通常只是車輛的粗略結構，如果影像中的亮度有變化，則不容易偵測出特徵。

Wu 等人[Wu99]則認為在道路的景緻中，水平的線段通常都是屬於車輛。因此先利用 Canny detector 做邊緣偵測找出水平與垂直線段；再由這些線段中挑一條水平線段並找出所有與它平行的線段及連結這些水平線段的所有垂直線段；水平線段與垂直線段圍成的矩形區域集合即為車輛。此種方法太限定車輛的外型，道路上的車輛各種形狀都可能，例如；油罐車的外型為圓形而非矩形；另外如果路旁的巨型的 T 型看板，也會被誤認為是車輛。所以此種方法並不能偵測到所有的車輛，還可能會有誤判的情形。

另外有一部份的文獻則著重在車輛移動時所造成的變化特徵，比較不考慮車輛本身的特徵。像是 Charkari 與 Mori[Cha93]於 1993 年提出的偵測行進中車輛的方法。他們在影像中設定一個距離攝影機 25 公尺的視窗，其寬度為路面的寬度，高度為 18 像素。利用影像中無陰影的部分、陰影的部份與車底的部份之亮度值(intensity value)分布不同作為特徵，分析視窗內亮度的分布情形，試圖找出車輛。這樣的方法只能偵測到通過此視窗的車輛，對於沒通過此視窗的車輛則無法被偵測到。

Gloyer[Glo94]等人則將偵測的過程分為兩個階段：路面建立與車輛偵測。首先，利用影像中路面的灰階值為某個固定值，而車輛的顏色千變萬化而具有較多變化的灰階值，來區別出車輛與路面以產生路面的背景影像。然後再將輸入影像與路面背景影像相減而找出移動中的車輛。Liu 等人[Liu00]亦利用背景影像來偵測車輛。首先將影像與背景影像相減以找出前景，再利用 Hough transform 找出前景的輪廓。由這些前景的區塊，可以得到區塊的高度、寬度、大小、灰階值或顏色。利用這些特徵可計算出他們的模糊整合值；整合值越高，越有可能是車輛。此方法如果所減出的前景包含陰影部份，則車輛的大小或顏色皆會所誤差，而導致判斷錯誤。

Li、Wang 與 Guo 等人[Wan02]則將偵測行進中車輛的方法分為三個階段：道路標線偵測、興趣區域偵測、與車輛驗證。當道路標線被偵測出來後，便可以利用道路標線來設定興趣區域的左右邊界。一旦車輛前方的路面之亮度值產生了巨大的變化（通常是由前方車輛底部的陰影所造成的）時，便可將其設定為興趣區域的下邊界。至於上邊界則是由下邊界往上找車輛的頂部位置。而車輛驗證階段則是在興趣區域內找出線段是否具有車輛左右對稱的特性，如果有的話，則是有車輛的存在。但是此方法的問題在於影像中的路面與車輛的亮度值對比太小時，無法偵測出車輛的存在。

另外，由於上述這些方法都只考慮將攝影機固定架設在路邊，因此在找行進中的車輛時就比攝影機架設在車上所需考慮的因素簡單的多。而本論文所提出的駕駛安全輔助系統是希望攝影機架設在車上，因此需要考慮更複雜的問題。

Morizane 等人[Mor99]利用影像處理技術來輔助雷達所不能偵測到的部分左右車道區域。由於雷達所能偵測的範圍較狹長，因此只能偵測到車道前方的車輛，但是卻無法偵測到鄰近車道上之車輛。所以作者便另外使用具有廣角鏡頭的攝影機來偵測鄰近車道上欲變換車道至我方車道前方之車輛。在影像中設定兩個視窗（左右車道各一個），用來偵測通過此視窗的車輛。由於車輛比路面具有更多的線條，因此車輛通過視窗時會具有較高的 density histogram。當 density histogram 有變化時，可能就有車輛通過。接下來，便針對可能為車輛通過的視窗做特徵比對以確定是否為車輛。雖然此方法可以偵測到的區域變廣了，但是使



用雷達時，常會受到其他儀器的干擾，這樣會使得系統相當不穩定。

Batavia 等人[Bat97]提出一個利用光流來偵測在高速公路上接近駕駛者視野死角的車輛。首先利用照相機的參數與車輛的速度預估出下一張的影像，並將此影像與實際影像做比較。與預估影像不同的區域則視為障礙物所造成的，也就是死角內的車輛所造成的。此方法無法解決彎路上的車輛偵測，且攝影機的校正問題對於預估影像也會造成影響。

Betke 等人[Bet96]發展出一套能夠偵測出高速公路上的多部車輛的即時系統，並且可以分辨出超車的車輛與遠方的車輛。車輛在超車時，會造成連續幾張影像內之亮度值有巨大的改變，此項特徵可作為偵測超車車輛的依據。另外他們藉由分析水平與垂直的線段來偵測遠方的車輛。如果一塊矩形區域是由這些線段所圍成，且與車輛的外型相當雷同，則認定為遠方的車輛。此系統對於陰影所產生的對比改變相當敏感，因此會造成偵測上的錯誤。

Rong 等人[Yan97]提出一個偵測左方車道上欲超車的車輛之方法。他們將影像重新取樣以減少影像變形的問題，再從影像中找出路的幾何特徵，如：道路標線。藉由道路的位置來找到可能超車的車輛，最後利用 TDNN (Time Delayed Neural Network) 來分辨具危險性與非危險性的車輛動向。由於作者在實驗時只有利用人工合成的影像，因此本人認為如果以實際影像實驗時，或許會遭遇到相當程度的困難。

上述文獻探討中提供了許多可供參考的方法與技術，其中 Rong 與 Betke 等人的目的與本論文的目的較為類似。不過 Rong 的研究中只考慮左方車道上欲超車的車輛動向，而且實驗時只利用人工合成的影像，而 Betke 等人的方法對於陰影所產生的對比改變相當敏感，容易造成偵測上的錯誤。本論文的目的則是希望能穩定地偵測到大部份具危險動向的鄰近車輛，且希望能進一步在高速公路上實地測試，將理論與實務結合，讓實驗室的產品能在實用性上向前邁進。

### 1.3 論文的結構

在第二章中將會大略簡介本系統如何利用電腦視覺技術來模擬人類視覺辨識的過程以偵測鄰近車輛之危險動向之架構與流程。第四章、第五章以及第六章



則分別就辨識過程中的三種分析器：感覺分析器、知覺分析器及概念分析器做說明。系統的實驗結果在第六章討論。最後，第七章則就目前完成的系統做個結論並說明系統需改良的地方。