

「能看近、能看遠」最安全 雙視覺前方安全系統

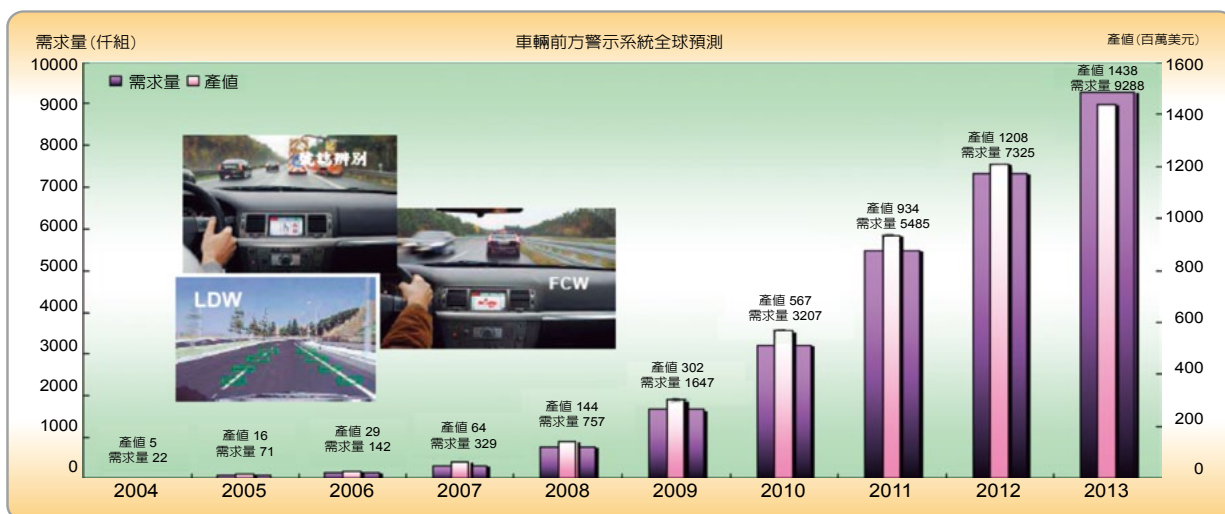
車輛研究測試中心 陳育菘

一、前言

隨著科技的進步，車輛不再只是單純的移動工具，還必須具備保護駕駛者及其他乘客安全之功能。由交通部之統計資料可發現，交通事故大多肇因於-未保持行車安全距離、不當變換車道、未注意車前狀態等因素。為了有效降低事故的發生率，並確保駕駛和乘客之生命安全，多家車廠已積極投入車輛先進安全車輛(Advanced Safety Vehicle, ASV)領域，其中，前方安全警示系統能有效監控車輛前方道路環境，避免與前方車輛碰撞，因此最受重視。

依據統計資料顯示，前方安全警示系統於2008年約有75萬組的需求量，大約有1億4仟4百萬美元的產值，在2013年需求量預計將達928.8萬組，產值相當於14億3仟8百萬美元，顯示前方安全警示系統的市場需求及潛力，如圖1所示。

以影像應用為基礎的前方安全警示系統，具有成本低廉、可擷取多元化資料並可整合影像演算法搭配不同的應用等優點，提供駕駛者全方面防護，因此吸引許多的車廠及相關研究使用CCD/CMOS攝影機搭配各種的演算法，來實現前方安全警示系統。



▲ 圖1、前方安全警示系統全球預測



以往影像式前方安全警示系統由於採用之鏡頭無法同時兼具短距及長距偵測能力，因此影像式前方安全警示系統偵測範圍大多為近距離偵測。而車輛中心（ARTC）為了突破此一限制，提升現行前方安全系統的偵測能力，開發了雙攝影機擷取車輛前方影像，再透過影像處理技術-multi-camera couple方法，擴大偵測視野並進行遠距離的車距偵測，其中一支攝影機主要是負責車前5~50(m)距離的偵測，而另一支攝影機則是負責車前50~120(m)距離的偵測，兩攝影機所擷取的影像，透過融合與辨識，不僅可獲得影像技術的優點(交通環境辨識廣、系統整合性高與成本低)，亦可兼具雷達與雷射的優點(遠距離偵測與耐環境變異)，以防範駕駛人不安全的駕駛行為，如圖2所示：



▲ 圖2、車輛中心雙視覺前方安全系統

二、現行市售前方安全警示系統產品比較

目前研發中或市售前方安全警示系統有：HONDA緩解衝擊制動系統(Collision Mitigation Brake System, CMBS)、M.Benz定速車距維持系統(Distronic Plus)、SUBARU動態駕駛輔助系統(Active Driving Assist, ADA)、NISSAN車距控制輔

助系統(Distance Control Assist, DCA)、TOYOTA雷達碰撞預防系統(Pre-Crash System)與VOLVO碰撞警示暨主動完全煞車系統CWAB (Collision Warning with Full Auto Brake)等，如表1所示，其中HONDA、M.Benz、SUBARU、NISSAN與TOYOTA系統皆是以雷射或雷達的方式進行前方車距的偵測，再搭配攝影機進行前方道路環境偵測與辨識，而VOLVO系統則是以影像感測方式，偵測車輛前方55公尺內的車輛動態，但此系統對於車輛前方120公尺範圍的車輛動態，仍需藉由雷達進行偵測，顯示影像技術無法同時兼顧短距及長距的偵測，因此現行影像式前方防撞警示系統偵測範圍大多為近距離偵測，對於遠距離的範圍，仍需藉助雷達進行偵測。

▼ 表1、研發中或市售前方安全警示系統

車廠	系統名稱	車距偵測技術
TOYOTA	Adaptive Cruise Control System	雷射雷達(距離偵測)
SUBARU	ASV	毫米波雷達(距離偵測) 立體視覺(車輛偵測)
NISSAN	Intelligent Brake Assist System	雷射雷達(距離偵測)
HONDA	Collision Mitigation Brake System	毫米波雷達(距離偵測)
M. Benz	Distronic Plus	毫米波雷達(距離偵測)
VOLVO	Collision Warning with Auto Brake System	雷射雷達(距離偵測)

現行前方安全警示系統技術分析比較如表2所示，簡言之，雷達與雷射技術的優點為：

1. 長距離偵測：偵測距離可達120 m之遠。
2. 耐環境變異：對於沙塵，霧氣等穿透能力強，較不受環境變異之影響。

而其缺點在於：

1. 無交通環境辨識的能力：對於車道線、路邊柵



欄與警告號誌等交通環境資訊，皆無法擷取與辨識。

2. 高成本：現行市面上的毫米波雷達其售價大多超過2萬台幣，相較其他感測器昂貴，也因此使用毫米波雷達的前方安全警示系統，大多搭載於高級房車上，市場能見度不足。
3. 單一功能：雷達與雷射是以點對點方式進行偵測，僅能作為距離偵測之用，對於其他影像安全應用，如：車道偏離警示、前方車輛辨識、交通號誌辨識等，需搭配其它感測技術，才有辦法達到此功能。

單視覺影像的優點為：

1. 具有交通環境辨識的能力：對於車道線、路邊柵欄與警告號誌等交通環境資訊，皆能擷取與辨識，能有效且全方面提供駕駛前方道路環境資訊。
2. 整合性高(多功能)：由於影像技術具有交通環境辨識的能力，相較雷達與雷射技術，可做車道偏離警示、前方車輛辨識、交通號誌辨識等，相較起來，功能相當全面。
3. 成本低：攝影機成本約為毫米波雷達的十分之一左右，能有效拉低前方安全警示系統的製造成本，對於系統的推廣，市場潛力十足。

單視覺影像的缺點則為：

1. 無法同時兼顧長距與短距偵測：由於攝影機的偵測距離是隨選用的鏡頭而定，近距離偵測宜選擇短焦距的鏡頭，遠距離偵測則須選擇長焦距的鏡頭，因此無法同時兼顧長距與短距偵測。

2. 易受環境影響：雨天、強光、濃霧耐環境變異差，由於攝影機其偵測頻段為可見光範圍，相較於雷達與雷射，其穿透力較差，故易受環境變異之影響。

▼ 表2、前方安全警示系統技術分析比較表

感測器種類	廠商	產品	優點	缺點
雷達與雷射	HONDA	Collision Mitigation Brake System	1. 長距離偵測 2. 耐環境變異	1. 無法辨識交通環境 2. 高成本 3. 單一功能
	M.Benz	Distronic Plus		
	SUBARU	ADA		
	NISSAN	DCA		
	TOYOTA	Adaptive Cruise Control System		
單視覺影像	VOLVO	CWAB	1. 交通環境辨識 2. 整合性高(多功能) 3. 低成本	1. 鏡頭選用，無法同時兼顧長距與短距偵測 2. 雨天、強光、濃霧

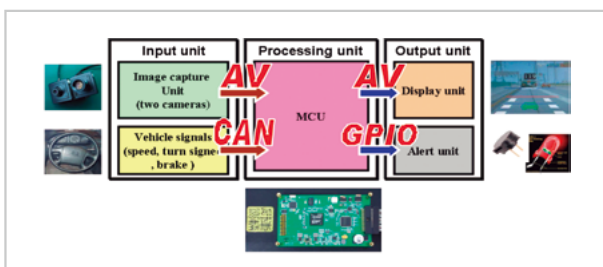
三、車輛中心首創的雙視覺前方安全警示系統介紹

為提升現行前方安全警示系統的偵測能力，車輛中心提出以2個攝影機擷取車輛前方影像，再透過影像處理技術與multi-camera couple演算方法，擴大偵測視野，進行前方遠距離(120 m)的車距偵測；其中一支攝影機主要是負責車前5~50(m)距離的偵測，而另一支攝影機則是負責車前50~120(m)距離的偵測，兩攝影機所擷取的影像則透過多通道(Multi-channel)影像輸入及高速數位訊號處理器(DSP)為基礎的嵌入式影像平台進行車前環境影像處理、環境融合與辨識；所以輕易將車道偏離警示、前方車輛辨識、交通號誌辨識等影像安全系統功能整合為一。



即使本系統採用2個攝影機，但相較雷射雷達，其成本仍可降至五分之一左右，又可兼具近距離與長距離的偵測能力，達到偵測範圍、耐環境變異的提升，此外，透過雙攝影機所擷取的影像交叉比對，影像偵測的精確度可達97%以上，有效警示駕駛人不安全的駕駛行為並達到危險防範之目的。

雙視覺前方安全系統是利用安裝於車輛擋風玻璃上的雙視覺取像系統，透過不同焦距的攝影機擷取車輛前方道路環境影像，其系統架構如圖3所示，包含輸入介面、中央處理核心及警示介面三個單元，主要是透過AV介面，將輸入介面所擷取車輛前方道路環境影像，與透過CAN BUS協定擷取車身訊號-車速、方向燈與煞車，擷取訊號傳送至中央處理核心進行前方道路環境辨識、長距離的車輛偵測與車距估算，並進行車道偏離與前方防撞警示判定，當本車與前車未保持安全車距或本車偏離車道時將觸發警示蜂鳴器與LED，並透過AV介面顯示警示已達即時警示，避免意外發生。



▲ 圖3、雙視覺前方安全系統架構

其系統演算流程，分為七大步驟，如圖4所示：

步驟一：將系統所擷取到的車輛前方道路環境影像，進行近距影像的車道線偵測，並進行車道偏離警示的判定。

步驟二：近距影像的車道線曲率進行前方道路環境(上下坡)辨識。

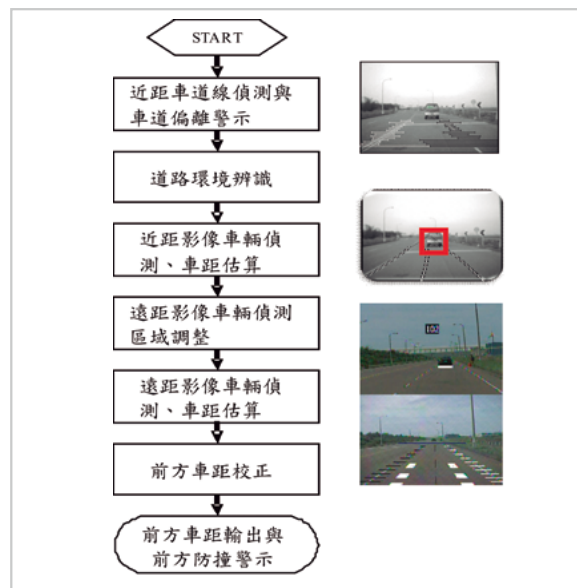
步驟三：針對近距影像進行車輛偵測，假若近距區域，即本車前方5 ~50 m有車輛存在時，則進行前方車輛與本車的車距估算。

步驟四：假若近距離無車輛時，則針對前方道路環境辨識結果(上下坡)，調整遠距影像的車輛偵測區域。

步驟五：針對遠距影像進行車輛偵測，假若遠距區域，及本車前方50~120 m具車輛存在時，則進行車距估算。

步驟六：假若所偵測之車距於兩視野重疊區域(30~50 m)時，則針對兩視野偵測結果進行偵測車距之校正，並將所偵測之車距與警示判定結果輸出。

步驟七：若與車前安全距離過近時，則以聲光方式(LED、蜂鳴器)警告駕駛者，其中，安全距離可彈性調整。



▲ 圖4、雙視覺前方安全系統演算流程



四、結論與建議

車輛中心雙視覺前方安全系統，經實車測試，可有效辨識出遠方(120 m)車輛，且線性關係相關性相當高，測誤差百分率能控制於10 %以下，偵測誤差距離亦在5 m以下，同時能夠成功偵測出駕駛人不安全的駕駛行為(車道偏離、前車距離過近)，車道偏離警示正確率達98%，前方防撞警示正確率達96%，在在顯示本系統長短距兼顧的偵測能力，能適時給予駕駛者警示，提醒駕駛者即時修正車輛狀態，進而矯正駕駛者開車習慣；未來，隨著市場需求普及後，將能有效降低駕駛者前方碰撞意外事故，成為你我行車不可或缺的安全守護者。

五、誌謝

本技術承蒙經濟部技術處科技專案計畫 99-EC-17-A-01-05-0843經費協助，得以進行相關技術之發展，並於美國匹茲堡發明展榮獲銀牌獎。

六、參考文獻

- [1] M. Bertozzi, A. Broggi, M. Cellario, A. Fascioli, P. Lombardi, and M. Porta, “Artificial Vision in Road Vehicles”, in Proc. IEEE, vol. 90, July 2002.
- [2] Yong Zhou, Rong Xu, Xiaofeng Hu and Qingtai Ye, “A robust lane detection and tracking method based on computer vision,” 2006 IOP Publishing Ltd, vol. 7, pp. 62-81, February 2006

- [3] A. Broggi, M. Bertozzi, A. Fascioli, C. Guarino Lo Bianco, and A. Piazzini, “Visual Perception of Obstacles and Vehicles for Platooning,” IEEE Trans. on Intelligent Transportation systems, vol. 1, pp. 164-176, Sept. 2000.
- [4] Suzuki A., Yasui N., Kaneko M., “Lane Recognition System for Guiding of Autonomous Vehicle”, Intelligent Vehicle '92, pp. 196-201, Sept. 2000.
- [5] C. Hoffmann, T. Dang, C. Stiller, “Vehicle Detection Fusing 2D Visual Features,” IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp. 280-285, 2004.
- [6] M. Betke, E. Haritaglu and L. Davis, “Multiple Vehicle Detection Andand Tracking in Hard Real Time,” IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp. 351-356, 1996.
- [7] Ayoub Khammari, Fawzi Nashashibi, Yotam Abramson, Claude Laugeau, “Vehicle detection combining gradient analysis and AdaBoost classification”, IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, September pp1084-1089 ,2005.