

『泊車』好幫手

先進停車導引系統 (APGS) 介紹

車輛研究測試中心 劉景富/許駿譚/陳昱權

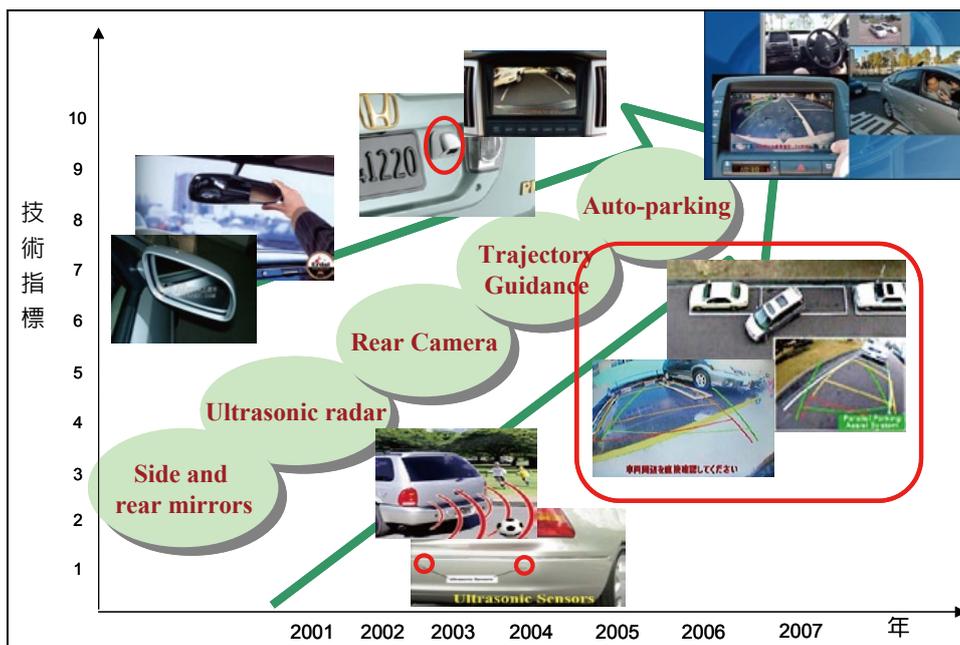
一、前言

對於國內許多大部分的駕駛人而言，在車水馬龍的市區道路上開車已非易事，更遑論要在擁擠街道上好好地將車子倒入狹窄的停車格內，更是常令駕駛緊張，甚至手忙腳亂，就算是開車經驗老道的駕駛人神經也會開始緊繃。有些駕駛新手因為停車過程中發生事故而在心理造成挫折感，甚至從此之後不敢再碰方向盤，喪失了駕駛的樂趣。幸好，隨著車輛科技發展的日新月異，許多用來減少駕駛人停車負荷的輔助系統被紛紛開發出來。而本文要介紹的先進停車導引系統(Advanced Parking Guidance System, APGS)，不但是令人耳目一新的主動式停車輔助技術，也是目前國際大廠

尋找適合該車之停車空間，確定後電腦便會計算完美的停車路徑，配合電子輔助轉向控制技術，只要按下啟動按鈕、放開雙手，系統即會自動控制車輛的移動將車停入停車格，幫助駕駛者能更安全、輕鬆而有效率地完成停車動作，其部分功能特性甚至優於國際大廠之市售車，自動停車系統技術之開發，主要是為了要消除駕駛者對於倒車所產生的不確定感，如：倒車的視覺死角以及跟正常駕駛迥異的方向盤控制等等，停車輔助系統發展近十年來已有迅速的變革，我們可以從圖1停車輔助裝置及系統演進歷程中看出，從基本的倒車輔助後視鏡，到現在幾乎已成為標準配備的倒車雷達與攝影機，更逐漸演進到自動停車系統。

投入先進安全車輛(Advanced Safety Vehicle, ASV)的重要成果。更重要的是車輛中心也已自行研發成功先進停車導引系統 (Advanced Parking Guidance System, APGS)，並已在今年10月20日正式發表。

簡單來說，APGS乃運用超音波與影像辨識之智慧型感測技術，可偵測車輛周遭鄰近的障礙物，引導駕駛者

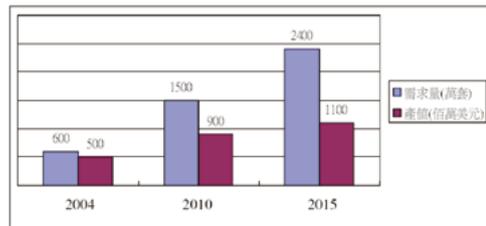


▲ 圖1. 倒車輔助系統演進歷程

二、先進停車導引系統之市場趨勢

自從2003年由日本豐田汽車推出商品化的先進停車導引系統之後，國際汽車大廠如：VW、BMW、BENZ、AUDI、CITROEN甚至HYUNDAI等，紛紛開發或導入不同型式的自動停車系統於市售車，讓此系統成為受眾人矚目的智慧車輛技術之一。我們可以從圖2國際產業分析機構Strategy Analytics的市場趨勢預測看出，先進停車導引系統在2010年之需求將大幅成長，全球市場總需求為1,500萬套，總產值達9億元，到了2015年需求量可達2,400萬套，總產值高達11億元，因此也造成國際車廠、系統廠對於自動停車系統如此趨之若鶩。自動停車技術的發展亦會同時帶動國內先進轉向系統、車用觸控式顯示器、車用安全感測器以及電子控制器相關硬體等相關產業之整體商機，對於提升台灣

汽車電子相關產業之整體技術層次，增加相關車輛工業之產值，將具有很大的影響力及顯著效益。



【資料來源：Strategy Analytics】

▲ 圖2. 自動停車系統需求預估與產值

三、國外自動停車(導引)系統之技術發展

國外的自動停車技術發展其實從90年代初期就已經開始了，不過，說到真正將自動停車系統與市售車結合速度最快的，是日本的豐田汽車推出先進停車導引系統，配備於量產的Prius以及Lexus的LS460車型。也是自從日本豐田汽車量產自動停車

▼ 表1 自動停車系統之市售車功能規格比較

市售車	VW Touran/Tiguan	Lexus LS460/Toyota Prius	Citroen C4 Picasso
特性			
系統名稱	ParkScan (Park4U) · 支援平行停車模式	Advanced Parking System · 支援平行停車/倒車入庫	Parking Space Measurement System · 僅停車空間量測
感測方式	Valeo超音波10個 (6前保桿/4後保桿)	Denso超音波10個 (6前保桿/4後保桿)+AISIN攝影機	Bosch超音波2個 (前保桿兩顆)
所需停車空間	1.4 m + 車長	2 m + 車長	偵測區間4 m~7 m
適用車速	< 30 km/hr	< 20 km/hr	< 20 km/hr
起始容度	0.4 m ~ 1.8 m	0.5 m ~ 2 m	0.4 m ~ 1.8 m
排檔控制	手動	手動	手動
煞車控制	手動	手動	手動
轉向控制	自動	自動	手動
油門控制	手動	手動	手動
除能條件	手動	手動	手動
價格	約1,750美元	約1,000美元(不含螢幕、顯示器)	約800歐元(含光電式LDWS)
市場	歐洲	日本、北美	英國

系統後，全球汽車大廠才紛紛跟進，運用先進感測器、控制器與人機介面等高科技推出新型實用的自動停車系統並且導入量產。目前在歐美日等先進國家，已逐漸可看到配備有自動停車系統的市售車，並且與停車輔助系統搭配成爲幫助駕駛人停車的實用性配備，如表1所示目前主要有三家國際車廠推出具有自動停車功能之市售車。

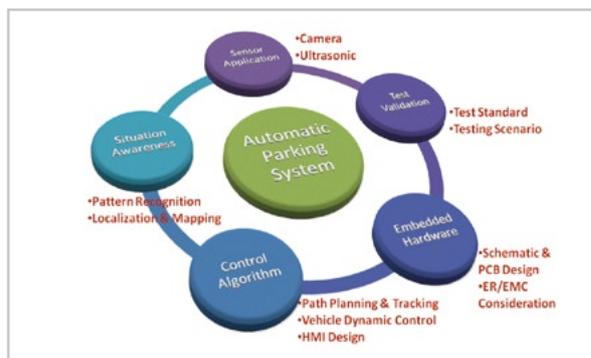
四、車輛中心先進停車技術(APGS)發展現況

先進停車導引系統實際應用了智慧機器人的控制技術和先進車輛安全技術，車輛中心以96年發展成熟之影像倒車軌跡輔助技術爲基礎，進而發展具自動轉向控制功能之先進停車導引系統，規劃發展之核心技術如下：

- 建立結合距離感測器 (Range Sensor) 以及影像感測器 (Image Sensor) 之停車空間與障礙物偵測技術。
- 完成平行/倒車停車路徑規劃演算法之開發。
- 完成路徑追蹤控制與實車轉向控制技術。

中心的倒車影像軌跡指引技術已於96年與97年成功技轉給徽昌電子、池盈科技等國內車電系統廠商，今年持續以發展具主動轉向控制的自動停車系統爲目標，在障礙物偵測、路徑規劃與追蹤控制等核心技術開發上(如圖3)，並與國內交通大學、台北科技大學以及美國發展無人駕駛車而馳名的Carnegie-Mellon University (CMU)等大學建立多年合作關係，去年更派工程師赴美國取經，並以CMU的NAVLAB 11爲實驗平台，完成了如圖4所示之自

動停車系統雛形試作，且於今年初將開發之先進停車導引系統移植到中心ASV實驗車上。



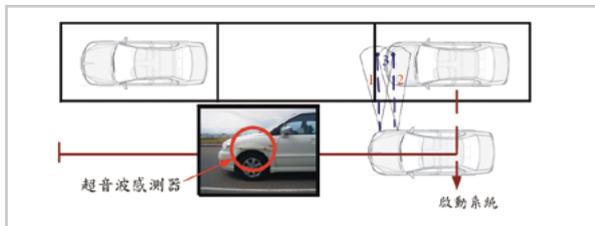
▲ 圖3. APGS核心技術



▲ 圖4. 自動停車導引系統雛形試作

- 停車空間偵測 (Parking Space Detection/ Environment Mapping)

ARTC先進停車導引系統之人機偵測介面如圖5與圖6所示，同使用超音波與倒車攝影機作爲系統之輸入，改良使用單一感測器而造成掃描誤差問題。系統可經由超音波掃描判斷側方停車格之空間大小是否足夠系統停入，並且可由停車選擇框架透過駕駛者於倒車影像上的選擇與確認，完成車輛位置與目標停車格之停車環境建立。



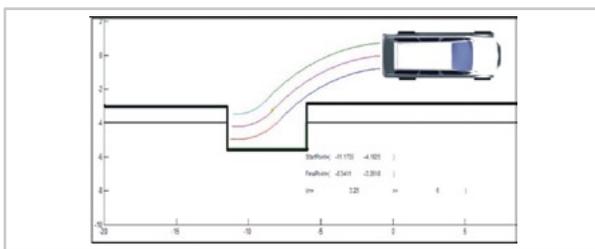
▲ 圖5. APGS停車空間偵測單元開發



▲ 圖6. 中心APGS人機整合介面開發

· 停車路徑規劃 (Path Planning)

為了符合系統能適用於台灣市區停車環境之需求，開發出如圖7所示，以車輛運動的Two-Turn模型為基礎之停車路徑規劃演算法，系統僅需要停車格大於車體長度1.35倍的大小(約6.7 m ~ 7.2 m)，就可以將車輛以自動轉向控制的方式，停入目標停車空間內。

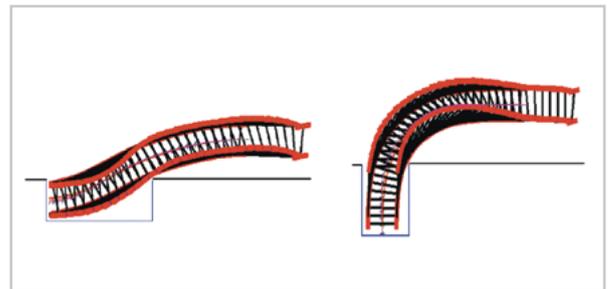


▲ 圖7. 路徑規劃演算法開發

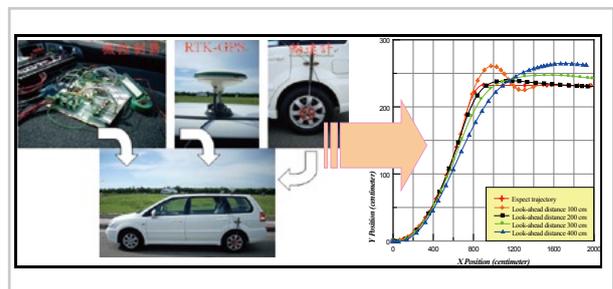
· 路徑追蹤控制 (Tracking Control)

路徑追蹤又稱為循跡控制，在此就是透過控制方向盤，使車輛跟隨前述規劃之設定路徑行駛，必須考慮車輛的Non-Holonomic特性。圖8為利用SIMULINK軟體進行追蹤控制的模

擬結果，圖9為經由誤差僅為數公分的即時精密衛星定位儀(RTK GPS)重現倒車軌跡比對之結果顯示，中心的轉向追蹤控制技術可跟隨Two-Turn模型所設定的軌跡行駛，將位置誤差控制小於 ± 15 cm。



▲ 圖8. 路徑追蹤控制系統模擬結果

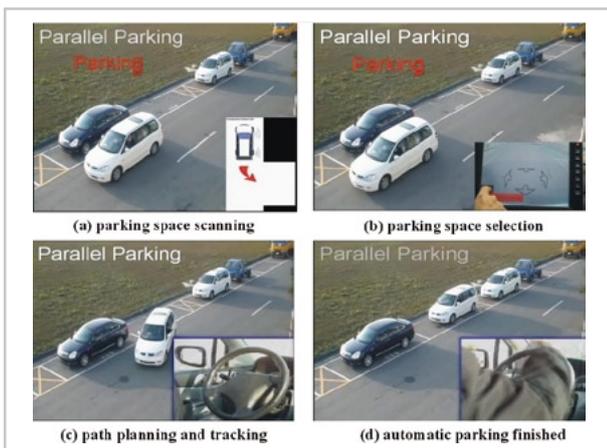


▲ 圖9. 路徑追蹤效果模擬與與實車驗證結果

五、結 論

本研究完成先進停車導引系統之設計研發，系統實際作動流程如圖10所示，系統主要透過觸控式面板做為人機介面，提供駕駛者超音波停車空間偵測結果訊息，一旦駕駛者選定目標停車空間後，系統即會進行自動轉向控制，此時駕駛者只要輕踩煞車讓車速行駛於20 km/hr以下，車輛就會自動行駛到目標停車格內，系統會自動進行回正，至車輛平行於停車格後，即告知駕駛者完成整個自動停車程序。本中心於現階段已完成停車空間與障礙物感

測、路徑規劃、追蹤控制、嵌入式硬體設計以及實車測試驗證技術建立，目前可達到之功能規格如表2所示。



▲ 圖10. 自動停車導引系統-平行停車模式作動流程圖

▼ 表2 ARTC自動停車系統功能規格

功能項目	功能規格
停車空間感測方式	側方超音波/倒車攝影機
適用停車情境	倒車入庫/平行停車
所需停車空間長度	1.3 ~ 1.45倍車長
所需停車空間寬度	2.3 m ~ 3.3 m
水平起始距離容度	0.5 m ~ 1.9 m
垂直起始距離容度	1.5 m ~ 6 m
適用車速	0.5 km/hr ~ 20 km/hr
路徑規劃方式	Two-Turns Model / Single Process
路徑追蹤控制	純追蹤控制法 (轉向角控制)
轉向系統	Column-Type 電動輔助轉向

車輛中心黃隆洲總經理在10月20日的成果會中表示，先進停車引導系統雛型研發成功是ARTC繼汽機車LED/AFS頭燈後，再度與世界技術同步之重要成果。而同時成立研發聯盟的目的也正是要將此心血結晶推廣到產業，達成實際商品量產，從研發到製造行銷串接在一起，尤其是當前車輛系統已不再是傳統的機械，而是電子與機械的高度結合，以台灣具備國際競爭能力體質不錯的車電一階廠，可

陸續投入前瞻車電系統開發，以此在國際市場佔有一席之地，完成將先進停車導引系統及相關衍生技術導入國內外之市售車輛為目標。

五、致謝

本研究承蒙經濟部技術處科技專案計畫之經費支持，特此致謝。

六、參考文獻

- [1]李旺軒，自動停車控制理論先期研究報告，財團法人車輛研究測試中心技術報告，2007。
- [2]李旺軒、劉景富，至美國卡內基-美崙大學導航實驗室進行先進系統感知應用之關鍵技術訓練報告，財團法人車輛研究測試中心技術報告，2006。
- [3]吳瑞鴻、劉景富，行徑軌跡指示之倒車輔助系統開發，財團法人車輛研究測試中心車研資訊，2006-07。
- [4]陳清文，數位思維-自動停車系統訴求生手安心，工商時報經營知識版。