

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫87年度成果報告

## 自動導航公路系統ADVANCE-F縱向控制系統之實現--總計劃

計畫編號: NSC 87-2218-1-032-002

執行期限: 86年8月1日至87年7月31日(核准延期至88年7月31日)

主持人: 張堂賢 淡江大學交通管理學系

前言: 本整合之計畫以ADVANCE-F未完成之縱向控制為主。本項計畫與交通改善有極大的關係, 因此本案除了系統研發外, 對於系統效益亦亟待解讀。本整合計畫分為三子計畫:

子計畫一: 自動導航公路系統  
ADVANCE-F之縱向控制系統研發

子計畫二: 自動導航公路系統之車流  
模擬模型建立與應用

子計畫三: 自動導航公路系統  
ADVANCE-F縱向控制系統實現之效益  
評估

### 一、中文摘要

#### (1) 自動導航公路系統ADVANCE-F之縱向控制系統研發

本計畫計分二主題, 三年完成:

(a) 自主智慧型定速控制、(b) 自動跟車系統。目前進行第二年期(核准延期至88年7月31日)。完成之工作項目為: 有關定速控制之分析、功能要求, 定速控制系統規劃, 部份硬體製作, 有關跟車控制之資料收集、整理、分析與比較, 跟車控制系統分析, 跟車控制系統規劃, 跟車控制之數學分析, 跟車控制模式建立, 控制程式設計, 影像辨識模式建立, 部份硬體設計與製作, 雷達測距儀配製。

#### (2) 自動導航公路系統之車流模擬模型建立與應用

本研究配合目前在先進車輛控制系統AVCS之發展, 及國內自動導航車輛系統ADVANCE-F之發展, 發展出一般化模擬系統。本研究除特別突破傳統使用行為門檻車流模式於模擬系統

中, 以便開發可以模擬自動駕駛車輛之操作邏輯, 且同時可以模擬一般車輛駕駛方式之外, 為了能夠符合同時評估效率、安全、環保等指標, 本研究也構建了能源消耗及空氣污染排放微觀模擬模式。整個程式約一萬五千行指令, 名為MISSAVCS。在開發完成之後, 同時加以應用於評估有無AVCS功能車輛的車流的容量、安全、及環境指標。評估結果發現在自動導航駕駛之下, 旅行時間可較不會隨著交通量的增加而增加, 且交通安全方面的改善幅度更可達94%以上; 能源消耗亦因為透過自動駕駛方式的車流較為穩定, 故其改善可達50%以上; 對於空氣污染方面, CO並不一定能顯著改善, 但對於NO<sub>x</sub>及HC部份則可改善達35%以上。

#### (3) 自動導航公路系統 ADVANCE-F 縱向控制系統實現之效益評估

本研究採用敘述性偏好法設計問卷進行市場需求預測。加入德爾菲專家預測法輔助判斷, 並引進產品行銷中創新產品擴散的觀念, 求得較接近實際市場需求之估計值。本研究發現, 影響系統市場佔有率的重要因素依序為車輛系統的安全性、系統售價、路網普及性、系統使用費和管理辦法與責任歸屬之相關法律訂定。

關鍵辭: 智慧運輸系統、先進車輛控制系統、自主型定速控制、自動跟車系統模擬系統、行為門檻、績效評估

### Abstract

#### (1) 自動導航公路系統ADVANCE-F之縱

向控制系統研發

This project will be accomplished with two issues: (a) Autonomous Intelligent Cruise Control (AICC) and (b) Autonomous Car Following System (ACFS). At present, we have finished: Cruise control analysis, its function requirement, partial hardware hand-make; Car following analysis, automatic car following control plan and modeling, image processing system setup, radar system setup.

(2) 自動導航公路系統之車流模擬模型建立與應用

In this research a generalized microscopic simulation system is developed. In the simulation system, the traffic flow model is constructed basing on the concept of Advanced Vehicle Control System (AVCS). The new car-following simulation technique is created using behavioral threshold concept for manual driving and automatic driving. Furthermore, a module for simulating the energy consumption, air pollution emission and safety assessment is built in the simulation program linked with the driving procedure microscopically. The simulation result illustrates the improvement degree of AVCS function on the traffic capacity and safety significantly. About the energy consumption, it can be improved more than 50%; about air pollution emission, it can be improved for more than 30%.

(3) 自動導航公路系統 ADVANCE-F 縱向控制系統實現之效益評估

This study adopts the stated preference method and the Delphi method to predict ADVANCE-F market share. The factors that will affect the market share are system safety, price, network completion, usage fee, management, and legislation issues. The main focus of this study is to analyse the market potential of the system, the positive analysis of the benefit/cost of the implementation of the system will

also be conducted.

Keywords: Intelligent Transport Systems, Advanced Vehicle Control System, Autonomous Intelligent Cruise Control, Autonomous Car Following System, Behavioral Simulation System (MISSAVCS), Performance Evaluation.

## 二、緣由與目的

近年美、日及歐洲各先進國家致力於高科技在交通運輸領域之發展與應用，其目的在於結合電腦、控制與通訊等相關先進科技，提升運輸系統之生產力和安全性，並降低運輸系統造成之環境衝擊。此一研發領域一般稱為「智慧運輸系統」(Intelligent Transportation System, ITS)。其含蓋範圍大致為：先進車輛控制系統 (AVCS)、先進交通管理系統(ATMS)、先進旅行者資訊系統(ATIS)、先進大眾運輸系統(APTS)、先進商車營運系統 (CVO)、及先進郊外運輸系統 (ARTS)。為解決台灣交通普遍存在的道路交通擁擠、交通事故頻繁及行車秩序欠佳等問題，台灣是需要ITS。本案即為AVCS(Automatic Vehicle Control Systems)之研發，系統名為自動導航公路系統 ADVANCE-F (Advanced Drive Vehicle/ Automatic Navigation Control Enroute System-Formosa)。整體而言，實現AVCS的好處將有：(1) 增加公路容量、(2) 土地有效利用、(3) 減少交通擁塞、(4) 節約能源消耗、(5) 降低空氣污染、(6) 維護行車秩序、(7) 減少車輛肇事、(8) 增加生產能力、(9) 提昇國民生活品質及國家形像。

## 三、內容

(1) 自動導航公路系統 ADVANCE-F 之縱向控制系統研發

自動導航公路系統 ADVANCE-F 於本階段研究開發為縱向控制系統，分二主題，三年完成：(1) 自主智慧型

定速控制、(2)自動跟車系統。自主智慧型定速控制係利用車速感測技術偵測目前車速,再利用微電腦控制車輛之加速、減速裝置(包括自動煞車裝置),使任何狀況車輛保持在先前設定的恆等車速,而且在低速時一樣適用。應用技術有車速感測技術、加/減速或節氣門控制技術、微電腦煞車控制技術。自主智慧型跟車系統之系統概念為利用雷達感測技術偵測前車速度及間距,輔以影像辨識技術識別前方障礙物體,再透過微電腦做適當地演算,配合前項自主智慧型定速裝置,使車輛控制在安全最適當的速度及間距。所應用之技術有瞬間測距測速技術、影像處理與影像辨識技術、定速及適應性調速控制技術。

## (2) 自動導航公路系統之車流模擬模型建立與應用

本研究除建立一般駕駛下的車流模擬程式之外,尚建立自動駕駛之模擬模式,並且針對此兩者輸出其效率、安全與環保績效。自動駕駛車輛的績效必須由自動駕駛車輛的行車控制來探討。其主要分成兩大部分:一是側向控制,主要處理導向問題,控制車輛正確的行進方向與軌跡;另一是縱向控制,主要係負責週邊事務偵測,防止追撞及決定車速,保持安全之車間距。本研究依據目前各國在先進車輛控制技術的研究成果,針對影響車流績效較大的縱向控制進行研究,分析其在行車安全、行車效率、環境保護等方面的績效,由此擬定評估績效指標。本研究發展了一組一般化的車流模擬模式MISSAVCS,可用以評估自動駕駛與一般車輛所構成的車流在效率、安全與環保等方面的績效。透過應用此一模擬系統,可以評估不同車流狀況下,有無自動駕駛的車流績效,更可進一步擴充做為其它模擬應用。本研究以縱向控制觀點出發,分別就有AVCS功能之自動跟車駕駛車輛及一般車探討其所構成車流之

容量、平均撞車可能時間、耗油、空污排放量等,以下即為本研究之結論:(a)在容量方面,自動駕駛車輛車流容量目前模擬之結果為於3000vphpl,而一般車輛車流之容量則大約為2000vphpl;而在速度方面,自動駕駛之下車輛的行駛速率大致都能維持在接近期望速率,而一般車輛之行駛速率則明顯隨密度之增加而減少,此與一般理論接近。故本文另外之重要發展則在以發展評估安全及環保的模擬模式。(b)在安全性方面,在全長2000公尺的模擬路段中,自動駕駛車的平均撞車可能時間低於0.25秒,而一般車輛約為0.8秒至7.2秒,自動駕駛車的改善程度為94%至100%。(c)在耗油方面,自動駕駛車所構成的車流耗油大致維持穩定,而一般車輛所構成之車流則有隨著流量增加而增加之趨勢,綜合而言,自動駕駛車對耗油的改善幅度大約為50%至75%,成果相當顯著。(d)在空污方面,自動駕駛車所構成之車流在CO及HC方面,並沒有呈現絕對正面的改善,而NOX的改善幅度則約為35%至60%。

## (3) 自動導航公路系統 ADVANCE-F 縱向控制系統實現之效益評估

本研究主要利用敘述性偏好法(SP)設計相關問項,並結合達爾菲法提高預測的可信度。在市場需求分析方面,主要針對由現有小汽車駕駛者可能轉移至自動導航公路系統部份進行調查,調查內容包括下列四大部分:(1)駕駛行為特性、(2)對自動導航公路系統之態度、(3)對自動導航公路系統之接受度、(4)社經特性等。經以大台北都會區為調查範圍,並考量抽樣的便利性、有效性、和安全性,選擇各大停車場和路邊停車格位為實施地點。調查結果:性別和教育程度並不影響受訪者對系統選擇偏好,但女性受訪者選擇系統的比例高於男性。此外,有高達六成八的受訪

者表示願意購置自動導航公路系統，然以本研究所訂定之系統售價以目前物價水準須20萬元，佔一般車價（約50萬元）的1/3~1/4。此外，各項新運輸技術包括「定速巡航系統」、「智慧巡航系統」、「危險警告系統」與「自動駕駛系統」皆和方案選擇有關，自動導航公路系統是以上述四種新技術為基礎之整合，未來自動導航公路系統之市場佔有率可先藉由上述各系統之銷售情況加以預估。在影響使用者效用大小部分最重要的因素為「系統價格佔購車總車價比例」。此外，不可量化的因素如系統的效益性、安全性和對新運輸技術的需求程度皆對選擇有顯著影響。經分析，系統之市場佔有率預測為64.22%。以高速公路而言，近十年其使用率每年皆以10%~15%的速度成長，由於高速公路容量已達飽和，為確保運輸效率，勢須拓寬或新建道路，然相較於興建第二高速公路平均每公里的建設費用約為16億元，利用現有道路系統提升為自動導航公路系統每公里平均僅需3億元，且可有效降低1/6以上的肇事率，顯見自動導航公路系統長期效益與優勢。

#### 四、參考資料

1. Robert E. Fenton, "A headway safety policy for automated highway operations", IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol.VT-28, No.1, Feb., 1979, pp.22-28.
2. Anders Eliasson, "A controller for autonomous intelligent cruise control-a preliminary design", IEEE Vehicle Navigation & Information Systems, 1992, pp.170-176.
3. J. C. Gerdes and J. K. Hedrick, "Vehicle speed and spacing control VIA coordinated throttle and brake actuation", Control Eng. Practice, Vol.5, No.11, 1997, pp.1607-1614.
4. Kenichi Yoshimoto, Hideaki Tanabe and Miki Tanaka, "Speed control algorithm for an automated driving vehicle", 1994, pp.408-413.
5. Petros A. Ioannou, C. C. Chien and John Hauser, "Autonomous Intelligent Cruise Control", pp.97-112.
6. Yoshikazu Hattoni et Al., "A Decelerating Driver Model In A Car-Following Situation", 1994, pp.414-419.
7. H. Holzmann et al., "Longitudinal and Lateral Control and Supervision of Autonomous Intelligent Vehicles", Control Eng. Practice, Vol.5, No.11, 1997, pp.1599-1605.
8. Yury G. Pogorelov, "Automatic Autonomous System For Correlative Control of Traffic", Transpn. Res. C., Vol.3, No.2, 1995, pp.73-81.
9. Paul Fancher and Zevi Bareket, "The Influence of Intelligent Cruise Control Systems on Traffic Flow", 1994, pp.402-407.
10. Anna Soffia Hauksdottir and Robert E. Fenton, "On the Design of a Vehicle Longitudinal Controller", IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol.VT-34, No.4, Nov., 1986, pp.182-187.
11. 交通部運輸研所，自動導航公路ADVANCE-F實施可行性研究，淡江大學交通管理學系辦理，民國81年11月。
12. Steven E. Shladover, "Why We Should Develop a Truly Automated Highway System", Transportation Research Board 77<sup>th</sup> Annual Meeting.
13. NAHSC, "Automated Highway System-Solving Transportation Problems", San Diego, California, August 7-10, 1997.
14. 交通部運輸研究所，自動導航公路ADVANCE-F之行車控制研究及其實驗室，淡江大學交通管理學系辦理，民國82年8月。
15. 賴以軒，自動導航公路系統ADVANCE-F之行車間距政策及容量評估，淡江大學土木工程學研究所碩士論文，民國83年1月。