

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

## 總計畫(2/3)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC94-2218-E-009-019-

執行期間：94年08月01日至95年07月31日

執行單位：國立交通大學電信工程學系(所)

計畫主持人：鍾世忠

共同主持人：張文輝，唐震寰，方凱田

計畫參與人員：莊秉文、溫#64037；&#63956；

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 95 年 5 月 29 日

ITS 通訊/資訊聚合式車機系統平台之研發與測試(2/3)

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：NSC — — — — —

執行期間： 94 年 8 月 1 日至 95 年 7 月 31 日

計畫主持人：鍾世忠

共同主持人：唐震寰

計畫參與人員：莊秉文、溫逸倫

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告  完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年  二年後可公開查詢

執行單位：國立交通大學電信工程系

中 華 民 國 95 年 6 月 1 日

## 一、中文摘要

本計劃為發展智慧型運輸系統所需之通訊/資訊聚合式車機系統平台，此平台整合 GSM/GPRS、MANET、DSRC 等廣域與寬頻行動通訊系統，使車上用路人得以隨時隨地獲得所需之各種資訊。本計劃著力於發展下列多項先進技術，並已獲致初步成果：(1)具備動態自組無線網路之行動廣域免基地台式無線電系統 (mobile ad-hoc network, MANET) 核心繞徑機制，並進行 MANET 與 beam-switching 智慧型天線之整合；(2)前瞻分散式語音辨識技術與人機介面的發展；(3)結合 GPS 定位技術以及 GSM/GPRS、DSRC 通訊模組之電子收費與 VPS 行車定位系統之應用研究。本研究發展的車機軟硬體平台為具智慧型天線之 MANET 系統，並結合傳統廣域通訊系統(如 GSM/GPRS 與 3G)、與短距無線通訊技術(如 IEEE 802.11b)的優點，具有高資料傳輸量並擴展其傳輸距離，同時亦兼顧大通訊範圍特點。本車機系統藉此將可支援智慧型運輸系統的多項應用，包括電子收費系統、即時圖像傳輸系統、先進旅行者資訊系統、車與車間資料傳輸及通訊、車與道路資料傳輸與通訊、及異質性無線行動網路等。本年度(第二年度)除了強調在技術上進行與各項子計畫之整合外，亦持續改進聚合式車機系統之軟硬體平台規劃與實體架構，並積極與國內相關研究計畫進行連結與整合，以期有效運用國家研發資源，並擴大本計畫研發成果對相關研究之協助與影響力。

**關鍵詞：**智慧型運輸系統、車機、行車定位系統

## Abstract

In this project, we develop and integrate several advanced technologies, including Mobile Ad-hoc NETwork (MANET), dual-mode smart antenna, distributed speech recognition, and GSM/GPRS-based vehicular positioning system, to build up an intelligent transportation system (ITS) information/communications telematics platform. This platform provides higher data rate for wireless transmission as well as enlarge the coverage of hotspot sites. It also integrates the smart-antenna-based MANET and GSM/GPRS cellular networks for full coverage services. The deployment of the platform could support many service of ITS, such as electronic toll collection (ETC), real-time image transmission, inter-vehicle communications (IVC), vehicle-to-center communication (VCC), and advance traveler information services (ATIS).

**Keywords:** intelligent transportation system, telematics, vehicular positioning system

## 二、報告內容

### (一)前言

智慧型運輸之基礎建設(NITI)為行政院積極推動之國家型基礎建設之一。智慧型運輸系統(ITS)需整合電子、通訊、導航、資訊及控制等技術並加以應用，提昇運輸機動性、能源效率及環保，進而改善交通問題。從資訊技術及需求角度

來看，智慧型運輸系統須包含資訊蒐集(data collection)、資訊分析、處理及融合(data fusion)及資訊播送(data distribution)等多方面功能建置與整合，其中裝置於行動車輛上的車機系統(telematics)將是滿足上述資料交換需求之重要條件之一。下一代車機系統將特別著重於開放式資訊平台與行動無線通訊技術之整合，除了考慮 ITS 系統在傳輸速率與品質的不同要求，採用多元化的無線通訊接取環境，諸如第二、三代行動系統(GPRS、UMTS/3G)、短距無線通訊技術(DSRC)、無線個人區域網路系統(WPAN)外，規劃國際共通標準之開放式車機平台亦是發展車機相關產業之重點。為了建構此種多元化之無線通訊接取環境，車機終端設備需進行異質通訊模組之整合，即本研究稱之通訊/資訊聚合式車機系統平台；是故本計畫特別強調於車機系統關鍵技術之整合，從資訊通訊軟硬體平台的開發為出發點，進行資訊通訊模組的整合課題，進而達到雙向資訊交換的功能。

## (二)研究目的

本計畫之總計畫及各分項計畫之整體目標為發展智慧型運輸系統所需之通訊/資訊聚合式車機系統平台，該平台將包含整合 GSM/GPRS、MANET、DSRC 等廣域與寬頻行動通訊系統，並透過相關子計畫間的技術整合發展下列國內先進技術：

1. **MANET 系統設計、模擬、與效能分析(子計畫 1)**為總計畫整合平台之基礎，基於本研究的規劃，ITS 通訊平台可使用 MANET 技術提升其效能，因此 MANET 核心技術的探討與研究有助於本計畫研發車機之 MANET 模組，其模擬與分析結果可作為實地量測時的參考。
2. **行動語音人機介面的研究與開發(子計畫 2)**有助於車機系統的發展，並嘗試利用 MANET 與 GSM/GPRS 整合平台作為語音辨識資料的傳輸通道；本計畫提出分散式語音辨識之構想，可有效降低車機系統的成本而具備可行性。
3. **VPS 技術研究與整合(子計畫 3)**著重於傳統 GSM/GPRS 與 GPS 整合之 VPS 系統與應用服務，並將其功能與 MANET 通訊平台進行整合，透過與 VPS 服務之整合，本計畫所提出之整合性平台將更具可行性；此外根據 VPS 系統的需求，本計畫亦針對如電子收費機制、訊息加密機制、車牌辨識影像執法系統等核心技術進行研究與設計。

## (三)研究方法

根據總計畫的研究目的，總計畫主要負責建構整合性之軟硬體實驗平台，使其能夠納入各子計畫的研究成果，成為具備多種通訊能力之車機系統，進而進行各項子計畫所發展之通訊模組、應用服務等研究成果之測量與功能驗證。本研究規劃為三年期，其中總計畫本年度(第二年度)之主要目標在於進行實驗平台各模組間的整合與測試，各項應用雛形系統之測試，以及各項應用整合之規劃等，茲將之進行步驟表示於下圖：

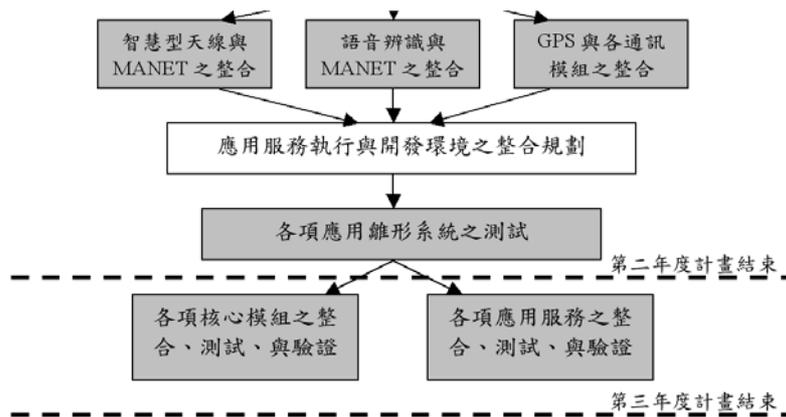


圖 1 總計畫之研究步驟示意圖

在完成本年度之技術整合與測試後，第三年則統整各項模組與通訊系統，驗證各項功能性的正常與完整。

#### (四)結果與討論

此計畫本年度之計畫時程將於 2005 年 7 月完成預定之工作項目，截至本計畫報告繳交以前，絕大部分之工作項目已達成，而有少部分之技術整合與效能測試工作仍在進行；延續計畫第一年度之成果，本年度除了強調在技術上進行與各項子計畫之整合外，亦持續改進聚合式車機系統之軟硬體平台規劃與實體架構，並積極與國內相關研究計畫進行連結與整合，以期有效運用國家研發資源，並擴大本計畫研發成果對相關研究之協助與影響力。茲將本年度現階段執行成果分述於下：

##### 4.1 本計畫與國內相關重要研發計畫之連結

有鑑於 ITS 系統與行動車機系統和服務之技術與產業發展日益受到重視，本計畫相關研發團隊同時積極參與其他相關計畫之研發工作，以期整合國家資源提高本計畫研發成果之效益，目前已連結之相關重要計畫如下：

##### 1.『下世紀人性化智慧型運輸系統』學術卓越計畫暨其延續計畫(教育部、國科會)：

本計畫成員透過共同參與交通大學 ITS 學術追求卓越計畫，將於後續之卓越延續計畫整合本計畫發展之車機平台進行智慧型車輛上資訊通訊技術的卓越延續研究，該卓越延續計畫已於 95 年度 4 月起獲得國科會的經費補助；藉由這部分的連結，本團隊積極參與本年度 4 月 17~20 日於台北世貿 1 館舉辦之汽車電子應用展，展場中特別展示現階段之車機平台實體設備，並展示其異質無線通訊功能、GUI 與行動上網功能、以及即時交通路況查詢之應用服務；會場中該車機平台之開發成果獲得相關學者、專業人士、工程師等迴響。藉由展示活動的進行，本研究團隊積極推廣開放式車機平台對未來車機系統與應用服務開發的優勢，參展人士亦對如 MANET 與語音辨識技術之導入與整合抱持肯定的態度。



圖 2 本研究車機平台與交通大學 ITS 卓越計畫合作參與 95 年度汽車電子應用展；(a)參展攤位與車機平台與即時交通路況查詢服務展示，(b)經濟部長與中研院院長親臨指導，(c)對參展專家學者說明本車機之系統架構、設計理念、與功能

## 2. 『我國 IPv6 建置與發展計畫』(NICI)：

本計畫成員於 94 年度，參與行政院 NICI 所委託之我國 IPv6 建置與發展計畫；有鑑於 IPv6 協定為未來網際網路及異質網路整合之網路層標準，整合多種通訊模組與預期為數眾多的車機系統與服務極可能需要運用 IPv6 協定所帶來之優勢，因此本計畫藉由參與該計畫的過程，積極導入相關 IPv6 技術於本研究車機系統之中，包括 IPv6 協定、Mobile IPv6 技術、MANETv6、以及 IPv6 tunneling 等 IPv4-IPv6 轉換技術；聚合式車機平台之發展成果於 95 年度獲得該 IPv6 計畫之重視，目前已擴大成為整合 3 項子計畫之 Carv6 推動小組，預計在 2 年中持續導入成熟之 IPv6 技術於車機系統中，並發展示範性車機應用服務作為推廣 IPv6 協定之關鍵應用項目之一。

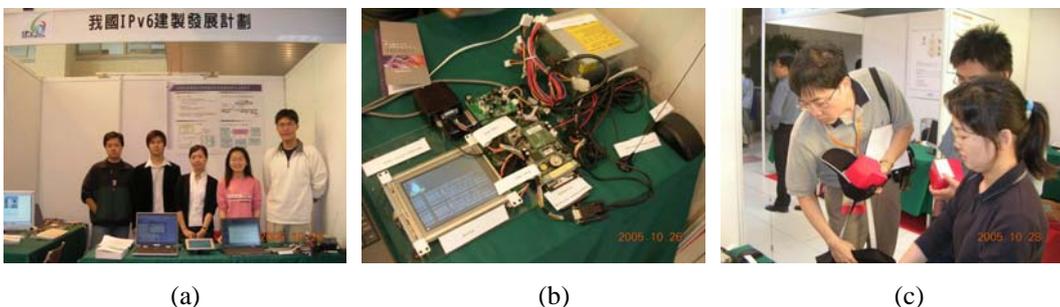


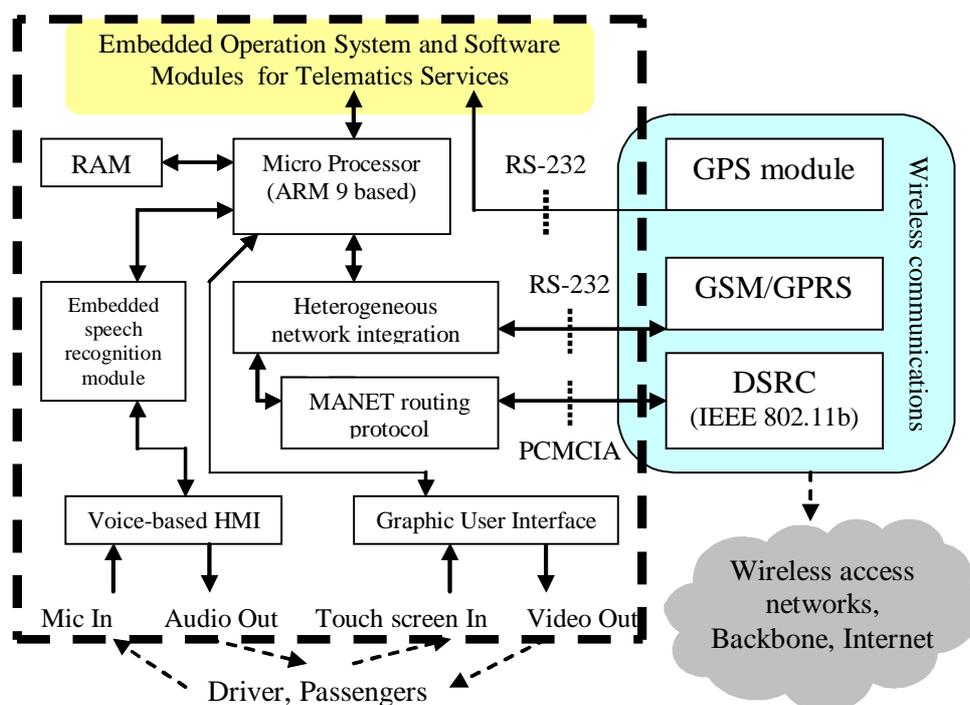
圖 3 本研究車機平台與我國 IPv6 建置與推廣計畫合作於國立中興大學之成果展示；(a)參展攤位，(b)車機平台功能展示，(c)IPv6 計畫成員親臨指導

## 3. 『結合車輛定位與無線通訊技術在新一代道路車輛管理系統之研究』(交通部)：

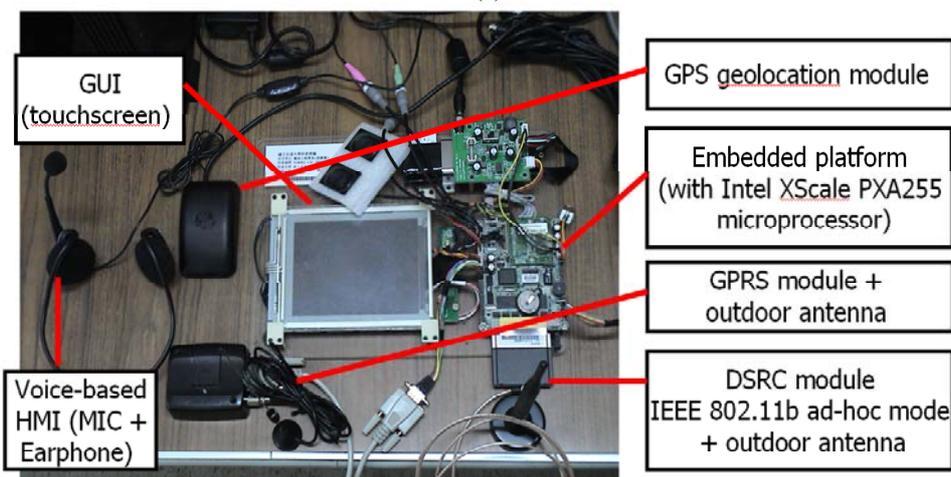
本計畫成員同時參與由交通大學毛治國主持之行車定位系統(vehicle positioning system, VPS)相關研究計畫；VPS 為下一代電子收費之技術，而 VPS 系統車上單元(on-board unit, OBU)之功能與系統平台規劃將影響未來我國發展 VPS 電子收費之發展。該研究計畫參與團隊包括交通大學教授、中華電信研究所、遠傳電信、工研院機械所、工研院資通所、鼎漢及中華顧問等工程顧問公司，已有效整合各方專長，現階段已規劃包含基本型與多功能型之 VPS 車機系統架構，同時思考將來推廣 VPS 車機系統與服務之應用場景與商業模式；本年度該計畫將持續發展多種 VPS 實體 OBU 系統進行 VPS 電子收費技術的功能與效能量測。

## 4.2 車機軟硬體平台之架構規劃與設計

本年度以 94 年度所發展之車機平台為基礎，持續朝向開放標準與整合其他子項計畫技術進行架構規劃與車機實體建構，並整合未來 IPv6 協定相關技術；本年度之車機平台發展重點在於導入圖形化與語音人機介面、語音辨識前端模組的整合、MANET 繞徑協定之發展、整合、與效能量測，其系統架構如下圖所示：



(a)



(b)

圖 4 現階段所發展之聚合式車機平台；(a)系統架構，(b)系統實體照片

在軟體模組方面，將持續以嵌入式 Linux 作業系統為基礎，採分層式架構進行規劃與開發，其分層架構包括：

- (1) 嵌入式設備驅動層：包含與硬體相關之驅動模組如 PCMCIA、RS-232 硬體介面模組、PPP 協定、DSRC 網卡驅動程式、OSS 語音驅動模組、觸控式螢幕驅動模組
- (2) 嵌入式系統核心層：以標準 Linux 核心為基礎整合包括 IPv6、Mobile IPv6、以及 MANET routing protocol 軟體模組等
- (3) 資訊平台層：包括 GPS 訊息解析模組、語音辨識前端模組、microwindows 嵌入式圖形化介面、嵌入式 JAVA virtual machine、並嘗試導入下一代車機資訊平台之中介軟體模組如 SOAP 與 OSGi 標準等。
- (4) 應用服務層：包括即時行車定位前端模組、無線上網網頁瀏覽器、及發展中之即時國道交通路況查詢服務等，理論上該平台將來可以承載多種圖形化、語音化之資訊查詢服務。

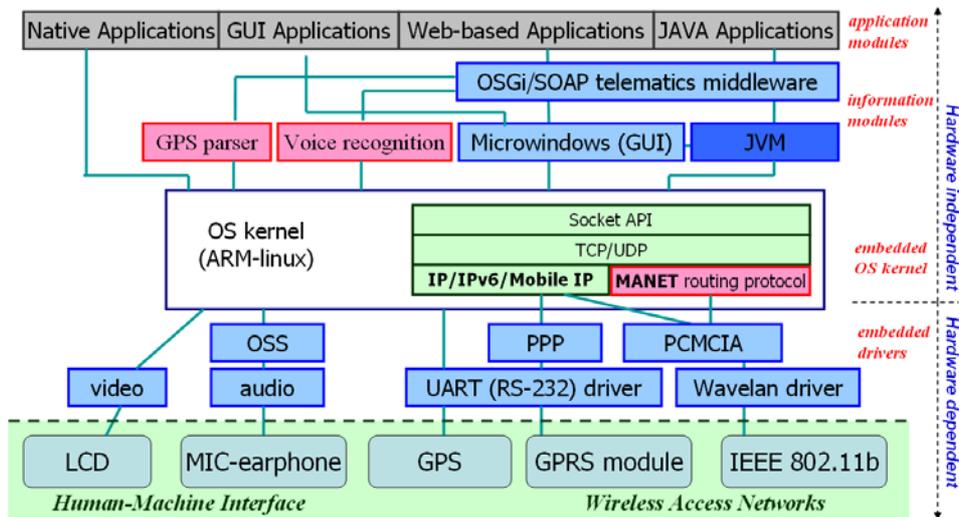


圖 5 現階段聚合式車機平台軟體架構

### 4.3 與相關核心技術之技術整合

#### 1. MANET 擇路協定之整合與效能量測(與子計畫 1 之整合)

本工作項目之重心在建立車機、車間通訊之 MANET 擇路協定，其擇路協定以整合子計畫 1 之成果為主；現階段子計畫 1 已發展出根據節點位置與移動速度之 MANET 繞徑協定，該協定理論上能夠降低 MANET 網路中的 control overhead 並降低傳輸封包產生碰撞的機率，然而根據初步的實測結果顯示，在資料傳輸速率的改善方面，並未顯著優於傳統上最短路徑之繞徑協定(即 AODV)，是故本年度暫以較成熟之 AODV 繞徑協定為基礎，於實地進行 MANET 效能量測，以取得 MANET 傳輸效能在節點發生移動時之特性。

如圖 6 列示現階段已完成之實地量測場景，每個分項實驗分別採用 4~5 個車機節點，其中實線的部分表示該相鄰之車機節點彼此可以透過無線電直接達成通訊功能，虛線則描述車機節點之移動模式，而圖 6(b)則利用建築物，用來遮蔽並阻隔無線電之傳輸範圍，以減小實驗場景建置所需之規模。首先是車機多跳傳

輸功能的驗證(圖 6(a))，因為每個車機節點都會有其最大無線電可傳輸範圍的限制，所以當某個車機節點想要和超過其通訊範圍的車機節點傳遞資訊，這個時候就必須利用透過其它的车機節點”間接”的達到相互交換資訊的目的，在這種通訊的模式下，每一個車機節點同時也扮演了路由器的角色。其次，在場景(b)、(c)及(d)則測試部分車機節點移動的情況，在此安排「中繼車機節點」及「終點」在預定的軌跡上進行移動，移動的速度約為 5 公尺/秒，在這個實測的場景裡面，車間通訊會因為中繼節點的持續移動而造成原有通訊路徑的斷裂，所以透過這個實驗設計，除了測試基本車機的多跳傳輸功能，也驗證本研究目前使用之擇路協定在時變的車機拓樸環境下，仍然能夠有效的建立可用的傳輸路徑，也具備修復傳輸路徑的功能。

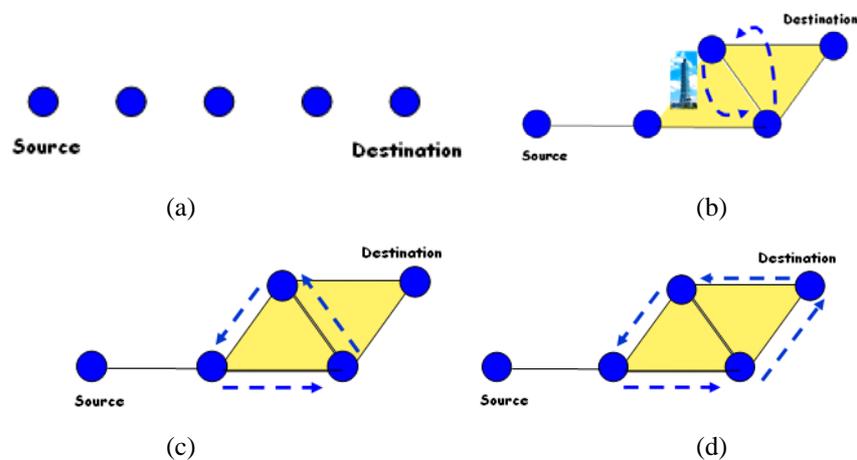


圖 6 MANET 實測場景規劃

在實測的結果中，本研究使用「資料封包成功傳遞百分率(接收封包數對傳送封包數的比值 / Packet Delivery Ratio)」與「資料封包延遲時間(接收封包的平均延遲時間 / Packet Average Delay)」，這兩項泛用於評估無線網路效能之標準來檢視本研究所發展之車機擇路協定的效能表現。

由於實測情境(a)的網路拓樸並不會隨著時間而發生變化，透過圖 7 顯示出實測情境(a)的量測結果擁有最高的資料封包成功傳遞百分率及最低的資料封包延遲時間。而實測情境(c)的資料封包成功傳遞百分率比較低主要是因為網路拓樸的持續變化，致使發生既有傳輸路徑斷裂，因而導致部分資料封包遺失。

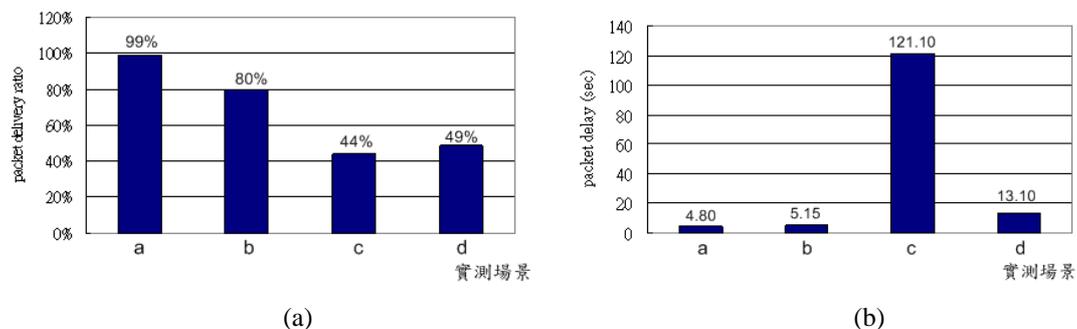


圖 7 MANET 實測結果: (a)packet delivery ratios, (b)packet delay

本研究至此已完成基本車機、車間擇路協定之實做雛型，透過實測的結果，可以得知車機的網路拓樸及運動情況對於車間通訊效能有很大的影響，因此，發展一個更有效率之擇路協定，相信是提升未來車機、車間通訊效能中一個必要的議題，而這也是本研究在後續年度所探討的核心與重點所在。

## 2. 智慧型天線之設計、實作、與整合控制模式

智慧型天線模組的組成包括天線本體及控制介面線路，提供WLAN 2.44GHz為中心頻率，波束可以  $90^\circ$  的角度連續切換，形成四個方向可切換的高增益波束的輻射場型。天線本體以  $150\text{mm}^2$  FR4 電路板銅箔為GND平面，GND平面中心以SMA接頭連接一 2.44G Hz中心頻率的 monopole天線(以  $27\text{mm}\times 2\text{mm}$  銅箔的FR4 板焊接在SMA Feed Pin上)，在距monopole天線 35mm的四邊(70mm 四方形)，每邊直立各鐸上兩片具有  $28\text{mm}\times 1.5\text{mm}$  銅箔FR4 電路板在GND平面作為反射片，每片反射片電路板配置在距 70mm 四方形各角 18mm的位置。在每片反射片電路板上的  $28\text{mm}\times 1.5\text{mm}$  銅箔上，離鐸在GND平面端 10mm有一斷點，此斷點上由一Hexawave HWS 314 GaAs RF Switch來開關，RF Switch受控制介面線路控制On/Off，Switch on時反射片產生作用，Switch off時反射片不作用。天線的波束主要是由monopole天線及相鄰兩邊上(如A-D)的反射片動作所形成，天線本體外觀如圖 8。

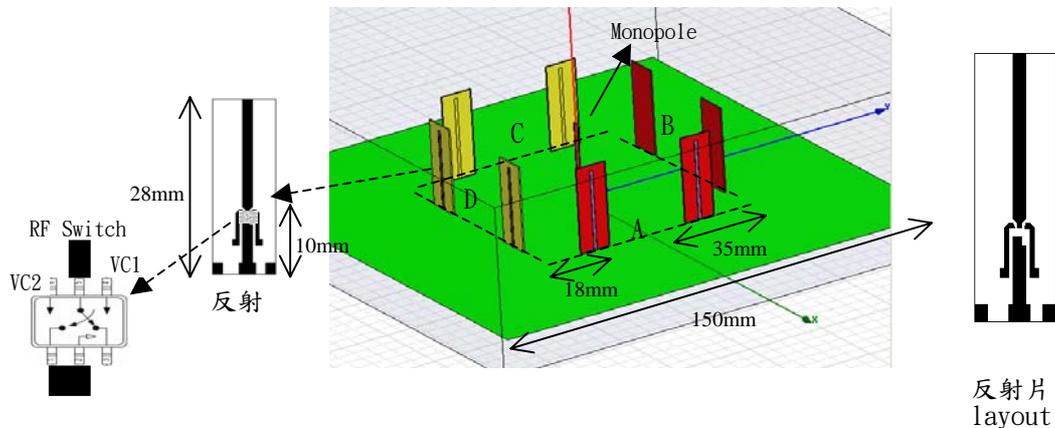


圖 8 智慧型天線天線本體外觀

控制介面線路：控制系統提供四個 TTL 數位輸出信號給控制介面線路，產生控制四組反射片 On/Off 的控制輸出，用於波束  $90^\circ$  切換方向的控制。在 monopole 天線四邊，每邊各有兩片 FR4 反射片電路板，其上的 RF Switch On/Off 控制信號並接，每邊的開關同時控制，波束的成形是由四方形反射片的相鄰兩邊的反射片動作所形成。

智慧型天線控制訊號方面依照原規劃使用內建於車機平台之之 8 組數位輸出介面(Digital Output,DO)(如圖 9)

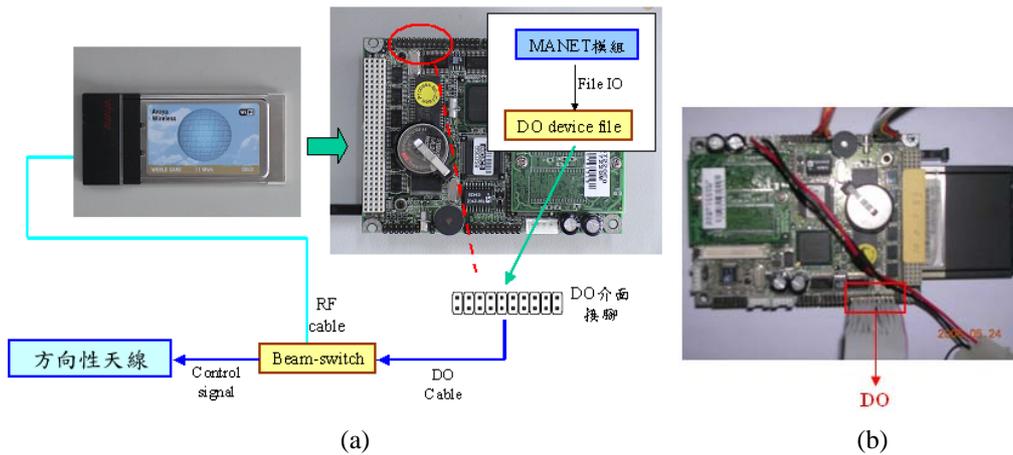


圖 9 透過 DO 介面與外接天線接口與方向性天線整合: (a)控制模式, (b)實際連接圖

在做訊號控制時，輸入的數字決定數位輸出介面的電壓，例如：當輸入“4”時，二進位為“00001000”，第四根輸出介面為“1”，其餘 bit 皆為 0，而當輸出為 1 時其針腳電壓為 3.3V，其餘為 0V。以下是用嵌入式系統控制天線所得場形之實際量測情形：天線實驗室使用標準號角天線(standard horn)發射 2.4GHz 電磁波，圖 9 為天線所接收號角天線所發射 2.4GHz 電磁波的場形，圖 10(a), 10(b)的控制訊號為“0100”，只有第二根輸入信號為“1”其它為“0”，其中圖 10(a)為電場平面(E-plane)，在 $-67^\circ$ 時有最大增益(gain)為 2.8dB，圖 10(b)為磁場平面(H-plane)，在 $-86^\circ$ 時有最大增益為-5.94dB。圖 10(c), 10(d)的控制訊號為“0011”，第三、四根輸入信號為“1”其它為“0”，其中圖 10(c)為電場平面，在 $77^\circ$ 時有最大增益為 1.64dB，圖 10(d)為磁場平面，在 $126^\circ$ 時有最大增益為-4.22dB。圖 10(a)中控制信號為 0100，在 $-67^\circ$ 時有最大增益，而圖 10(c)中控制信號為 0011，在 $48^\circ \sim 103^\circ$ 有最大增益，由此可知當不同的控制信號腳位被致能時，能夠順利地掌控我們期望天線所送出的方向，以到達最好的效能。

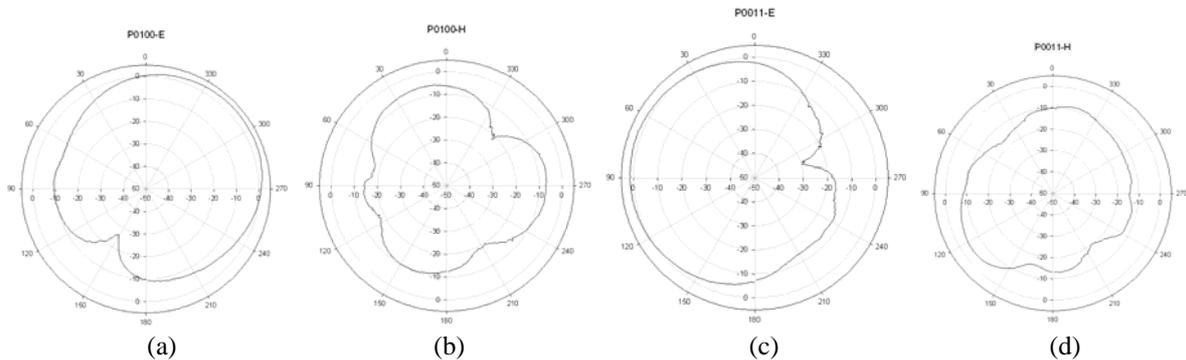


圖 10 透過控制訊號變更天線場形: (a)訊號“0100”，電場平面, (b)訊號“0100”，磁場平面, (c)訊號“0011”，電場平面, (d)訊號“0011”，磁場平面

### 3. 示範性車機應用服務之規劃與開發：即時路況查詢服務

為達到駕駛人查詢即時個人化道路資訊的應用，本計畫規劃使用與網頁伺服器一樣的概念，使用 Web Service 的 SOAP(Simple Object Access Protocol)架構，其底層是以 XML 檔案為基礎。因為 SOAP 本身沒有規定其通訊協定，所以可利用此特性來整合不同平台上的“遠端呼叫”。透過 SOAP Middleware，上層的

Web Service Application 可以直接呼叫 Web Service API，不必考慮底層的網路通訊協定與硬體裝置。目前開發之 SOAP 測試程式，可在 IPv4 與 IPv6 網路中傳遞 SOAP 訊息，取得由交通部所提供之即時國道路況資訊，其系統規劃模式如圖 11(a) 所示：



圖 11 即時路況查詢服務之系統運作模式與執行畫面

Information Fetcher 到網站上抓取 SOAP 服務程式需要的高路公路的即時時速資料並轉為 XML 檔案，SOAP server 與 SOAP client 之間使用無線傳輸資料，SOAP Server 依據 SOAP client 所要詢問時速的高速公路位置，回覆該區域的即時時速。完成上述 SOAP middleware 與 Web Service 的開發平台後，車機應用程式僅需要呼叫 API 功能實作一個 Web Service Client 程式，使用 SOAP 訊息傳遞目前所在的高速公路位置。於現階段車機執行路況查詢服務可見圖 11(b)。

#### 4. 與分散式語音辨識之整合與應用(與子計畫 1, 2, 3 之整合)

為達成 DSR 在車機上的整合與應用，本研究採用以 XML 為基礎之 SOAP 協定作為資訊交換之通訊協定，其系統架構如圖 12 所示，其中車機本身扮演下達語音辨識命令(DSR agent)與資料查詢(SOAP client)的角色，由於實際量測顯示 DSR 前端程式於車機系統執行速度過慢，現階段暫時使用一般的 PC 系統模擬 DSP 晶片作為 DSR 前端處理所需(DSR client)，收集語音命令，擷取特徵值，並傳送給 DSR Server，DSR Server 會依這些特徵值，進一步去做語音辨識的工作，等解析完成後，回傳給 DSR agent；DSR agent 根據辨識結果決定資料查詢需求的內容，進而透過 SOAP client 發送 request，而當 Soap Server 收到 request 時，則會回傳相關的交通資訊；目前以成功建構雛形系統包含上述所有系統單元，並利用 MANET 網路作為車機與後端伺服器的傳輸管道。

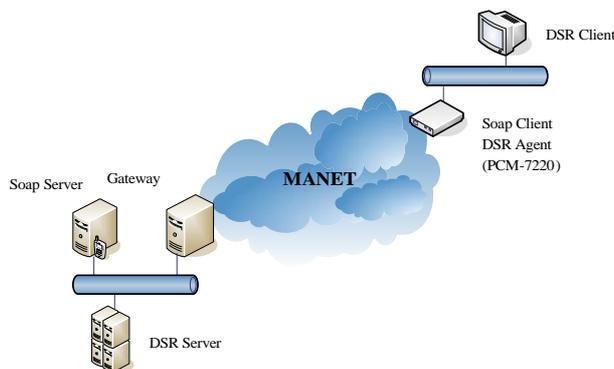


圖 12 結合 MANET 網路與 DSR 之整合應用架構圖

目前環境已架設完成，DSR 及 SOAP 也已確認能正當運作。在程式的部分，初步的做法，是解析 DSR Serve 回傳的訊息，例如一系列字串，再把它轉變為適當的格式，填入 SOAP Client 的 request 裡，然後送給 SOAP Server。程式的架構大抵上已經完成了，至於測試的部分也會在近期內完成。對於程式整合，會加強 error handling 的功能，在 DSR 方面，也會加強它的穩定度；當兩方面技術成熟時，將嘗試在車機上同時播放與接收語音，讓車機的應用越來越廣。

### 三、計畫成果自評

本研究之目的為發展智慧型運輸系統所需之通訊/資訊聚合式車機系統平台，研究的進行將始於整個軟硬體平台的效能評估與架構設計，結合電子、資訊、通信等跨領域專業知識合作，研究中除了探究並開發各新的理論基礎，更輔以實際之實驗及量測來驗證各理論之可行性，深入切實的評估各項子計畫在階段功能性上的達成，截至 2005 年 5 月，即本研究進行約 2 年，在交通大學各專業領域教授的帶領以及各實驗室同學的全力投入之下，總計畫以及各項子計畫皆能如期詳實的達成各階段性預期成果，並且也完成數篇相關之研究論文，更重要的是藉由本計畫的進行，其研究成果已受相關領域之重視，本研究團隊積極與其他大型計畫之合作與連結，除了推廣本計畫之核心研發成果外，亦收納相關領域專才人士之意見與指導，調整未來本計畫之發展方向，以期後續研發成果更具參考價值。