

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

總計畫(1)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC93-2218-E-009-038-

執行期間：93年08月01日至94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：唐震寰

計畫參與人員：莊秉文、溫逸倫、余建傑、凌菁偉、饒佩宗、柯嘉城

報告類型：精簡報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 10 月 31 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，並包含影像辨識等電子收費執法技術之開發。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。

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，由於 ITS 系統在傳輸速率與品質的不同要求，需利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)、無線區域網路(WLAN)、數位廣播系統(DAB, DVB-T)、短距無線通訊技術(DSRC)、無線個人區域網路系統(WPAN)等。為了建構此種多元化之無線通訊接取環境，ITS 系統之技術開發與建置上需要解決兩大主要課題：

1. 接取網路通訊平台之接取網路整合(網路端之整合)：

ITS 接取網路需要具有多重無線接取網路(multi layers RANs)及異質性(heterogeneous)網路架構的特性，而最直覺且有效的整合方式，乃是透過較為成熟之有線核心網路來整合其他異質性之接取網路。

2. 車機終端設備之通訊模組整合(車機端之整合)：

車機系統為在汽車內結合無線通訊、資訊管理與電腦運算等技術的系統產品。早期的車機系統以獨立的車機設備為主，主要的功能在於防盜、導航及資料儲存。第二代的車機系統開始提供行動通訊服務，不過消費者僅能在服務提供者(telematics service provider, TSP)所提供的服務項目中進行選擇。在此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，使車上用路人得以隨時隨地獲得所需之各種資訊。在技術方面，本計畫規劃在三年內發展下列國內先進技術：(1)具備動態自組無線網路之 MANET(mobile ad-hoc network)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；(3)進行結合 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，並包含影像辨識等電子收費執法技術之開發。本計畫的完成將可有效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。而各項子計畫即針對前述各項核心技術進行深入研究與發展，茲將其相關性分述於下：

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，茲將總計畫之進行步驟表示於下圖：

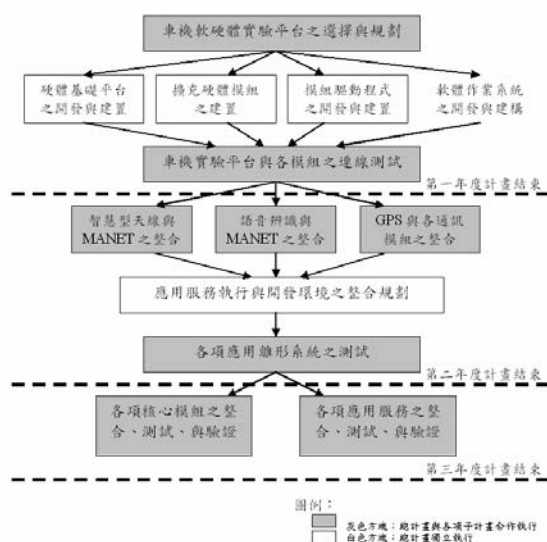


圖 1 總計畫之研究步驟示意圖

本年度首先進行軟硬體實驗平台之架構規劃與建構，並著手各模組間的連接與測試；在第二年度則為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；在最後一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

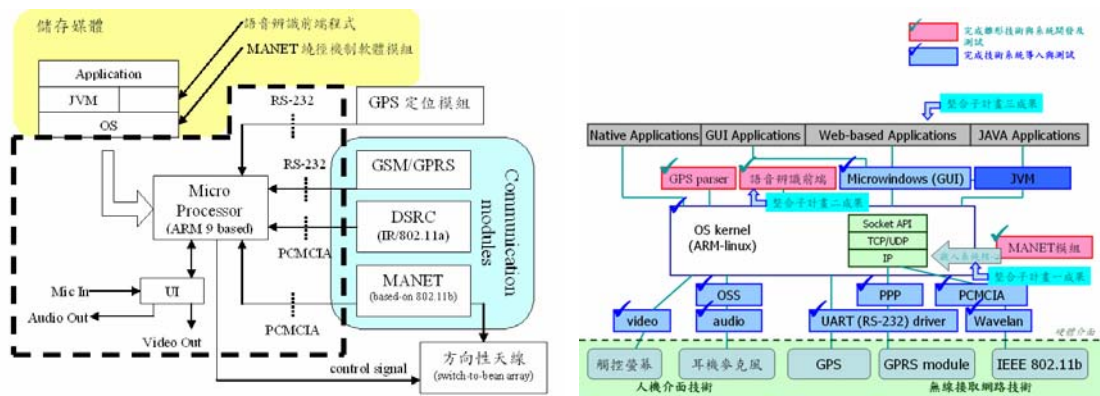
此計劃本年度之計畫時程已於 2004 年 8 月開始進行，依據本年度的規劃，總計畫負責進行車機系統軟硬體實驗平台之架構規劃與建構，並進行各模組間的連接與測試等；目前本年度的執行進度主要以車機系統平台的規劃、購置、以及開發環境建構為主，茲將本年度完成之工作項目列示於下：

1. 軟硬體平台架構規劃與設計
 - 硬體平台之系統架構規劃
 - 嵌入式系統之選擇、開發、與安裝測試
2. 各模組架構規劃與設計，及模組間介面規格之訂定
 - 規劃硬體平台所需整合之模組與介面
 - 於硬體平台上安裝需要之模組
 - 智慧型天線模組之設計與開發
3. 硬體平台及其各模組間的連接與測試
 - 模組驅動程式安裝與開發
 - 模組與硬體平台間的連接與控制測試

下面將根據原先的工作項目之執行現況分別說明，並提出後續之工作項目與重點執行方向：

4.1 車機軟硬體平台之架構規劃與設計

本研究規劃開發整合多項通訊模組之車機硬體實驗平台，該平台必須同時提供車機相關應用服務的執行能力；為了加速硬體實驗平台的建置時程，本研究使用模組整合的方式進行硬體實驗平台的建置，首先選擇具有擴充能力之基礎硬體平台，而各子計畫則利用這些以現有技術為基礎之模組，進行開發前瞻性的核心技術，包括智慧型天線、MANET 繞徑機制、分散式語音辨識技術、VPS 應用服務等，而這些現有模組與前瞻核心模組為透過事先規劃的軟硬體介面與基礎硬體平台進行整合；如下圖所示，本研究現階段所規劃之車機平台是以微處理器為核心，整合多項通訊模組與使用者介面，以達成計畫進行之需求。



(a) 本研究規劃之車機硬體實驗平台架構 (b) 本研究規劃之車機軟體實驗平台架構
圖 2 車機軟硬體平台之架構規劃與設計

由圖 2(a)可以看出本研究在硬體架構的規劃上，整合了 GPS、GSM/GPRS、DSRC、MANET、方向性天線、語音處理、人機介面等多項機能。

在硬體平台方面本研究根據實際需要與產業趨勢，選定 ARM 公司所發展之 ARM 9 硬體平台架構為基礎，並配置適當的單板電腦(single board computer, SBC)、系統模組(system on module, SOM)或 ARM 實驗板等，作為本研究發展硬體平台之基礎。本研究選定之嵌入式系統硬體平台為我國研華公司使用 ARM-based 之中央處理器(Intel Xscale PXA255)所生產之 PCM-7220 單版電腦，該開發版提供充足的軟硬體介面，足以達成本計畫各階段功能擴充上的需求，並具有下列特性：

- a. 研華 PCM-7220 另提供外接式開發套件，可用於加強原開發平台，包括充電電池組、觸控式螢幕、擴充按鍵、連接線、固定平台等，這些套件有助於縮短研究開發時程。圖 3 為本研究使用之 PCM-7220 開發平台實體照片。
- b. 研華 PCM-7220 同時支援 WinCE 及 ARM-Linux 作業系統，有益於取得研究所需之周邊設備驅動程式，並由於這些系統之公開參考資料或技術文件較為豐富，進而可縮短各項研究開發之時程，亦有助於關鍵技術軟體研發與實作。

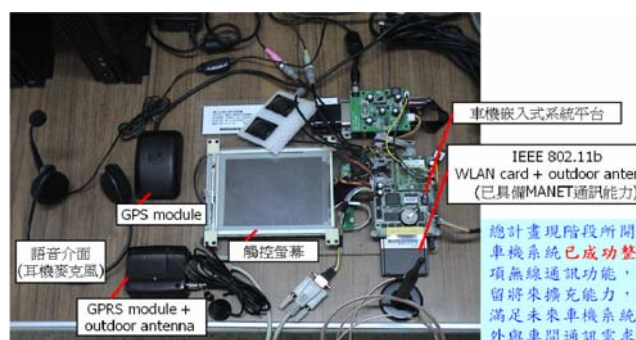


圖 3 車機嵌入式系統開發平台實體照片

本研究車機系統採用 Embedded LINUX 技術，此作業系統可被執行於 64MB 的 DRAM 之中，並且屬於開放式系統架構。Embedded Linux 為 Linux OS 的一項應用，對 Embedded Linux 而言，其主要功能可分為軟體支援與硬體支援兩個類別。對軟體而言，主要針對應用程式執行環境需求作系統整合；對硬體而言，主要針對不同的硬體架構作核心設定與編譯。Linux 之所以具備了移植到不同硬體平台的能力，就是在於它提供了一個硬體抽象層的概念(Hardware Abstraction Layer)，透過這樣的架構我們可以把與硬體有關的部分和與硬體無關的上層應用程式部分做一個切割。所以在 Linux 環境下運作的上層應用程式，可以在不另作修改的情況下，透過跨平台的編譯器(Cross Compiler)來重新編譯，以使得應用程式可以在不同的硬體平台上順利運作。

4.2 周邊模組規劃整合、及介面規格之訂定

本計畫採用的車機系統主要是採用現有市售的車機硬體平台，並使用模組擴充的方式，以外接的 GPS、WLAN、紅外線、GSM/GPRS 手機等，來進行整體功能的建置；以目前市售的車機系統而言，最常出現的外接介面為 RS232，其

並未包含有足夠快速的管道來連接 WLAN 等裝置(802.11b)，因此本計劃在硬體上，需要能連結外接的 GPS 與 WLAN 設備，在連結的介面上主要考量能與設備傳輸速度搭配的傳輸速率介面，因此將介面規格訂立如下：

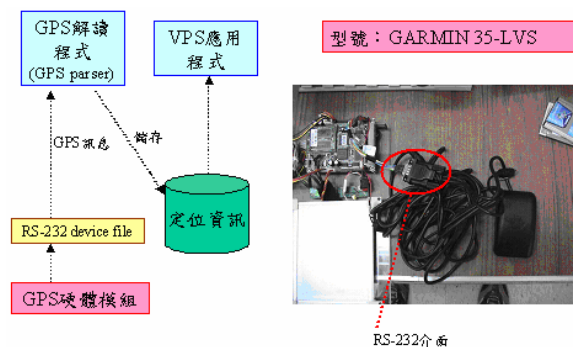
表 1 本研究基礎硬體平台所需輸出入介面規格

介面規格	數量	用途
RS-232	2	連接外接之 GPS 與 GSM/GPRS 外接設備之用
PCMCIA	2	連接 IEEE 802.11b、與 DSRC 等通訊模組
Audio	1	包含音訊輸入(麥克風輸入)與音訊輸出介面，供語音辨識應用服務之用
Video	1	以使用一般電腦螢幕輸出之介面為主
儲存媒體介面	1	如 CF 等儲存媒體介面，供系統與應用軟體儲存之用

本研究於期中階段初步規劃整合之硬體模組如下：

1. GPS 定位模組：

本研究目前已完成使用外接之 GPS 設備，以避免 GPS 接收器於車體內使衛星訊號受到屏蔽作用影響而無法有效進行定位。使用 GARMIN 公司之 GPS 35-LVS 定位模組，並透過 RS-232 介面擷取 GPS 定位資訊。軟體方面規劃實作 GPS 定位資訊解讀程式，該程式將常駐於系統軟體之中，透過讀取 Embedded Linux 系統中之 RS-232 device file 的方式，持續更新定位資料，以供 MANET 繞徑模組或後期 VPS 應用服務之用。



(a)GPS 定位資訊取得方式 (b)透過 RS-232 介面整合 GPS 定位模組

圖 4 車機系統整合 GPS 定位模組示意圖

2. 2.4GHz 無線區域網路通訊模組：

即 IEEE 802.11b 無線通訊技術，作為 MANET 通訊平台之 PHY 與 MAC 層技術，目前規劃使用相容於 Lucent Orinoco Gold 之 PCMCIA 介面無線網路卡，具備外接天線之接口，適合本計畫整合方向性天線之用。目前本計畫在以 PCM-7220 嵌入式系統開發平台上，建立相容於 802.11b 的網路連線架構，茲將現階段進行方式與成果說明於下：

a. IEEE 802.11b 硬體介面：

本計畫首先基於支援 PCM-7220 之開發平台(LCD 顯示幕、主機板以及電源裝置)，AVAYA wireless world card(相容於 Lucent Orinoco Gold)驅動並進行初步連線測試。

b. 嵌入式系統驅動 IEEE 802.11b 網路介面：

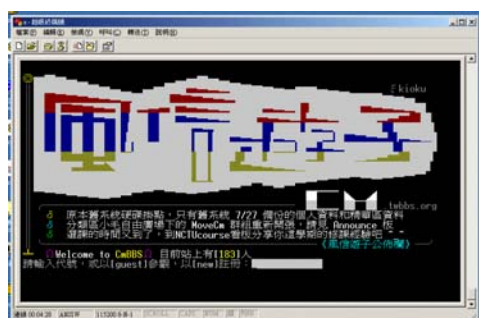
首先我們使用一般常見之個人電腦作為開發平台(Windows 2000 環境)，透過 JTAG 硬體介面將 Linux 的起始程式(boot loader)燒錄到 PCM-7220。此外，因為原本 PCM-7220 系統內建之系統檔案(ramdisk.gz 檔)並沒有內建 AVAYA 無線網路卡的驅動程式，所以必須先在 PC(Linux 環境)中使用“arm-linux-gcc”這個跨平台編譯器(cross-compile)，將無線網路卡的 source code 編譯成驅動程式，掛載到”ramdisk.gz”內。在確認編譯後的驅動程式可以成功驅動網路卡後，我們使用 Windows 2000 環境下的”超級終端機”程式以及 RS-232 介面，將 Linux 的 kernel 以及 ramdisk.gz 燒錄在 PCM-7220 本身的 Flash Memory 內。



(a)使用 JTAG 介面燒錄 Linux bootloader (b)正確驅動網卡後之開發平台執行畫面
圖 5 在 PCM-7220 開發版上建立與載入 IEEE 802.11b 網卡驅動程式

c. IEEE 802.11b 網路功能測試：

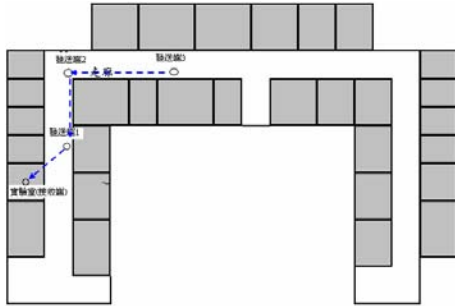
因為 PCM-7220 本身並沒有提供鍵盤或是滑鼠可供使用，所以必須要透過 PC 的終端機介面來操作 PCM-7220。經過適當之設定後，PCM-7220 能夠成功與交通大學工程四館 9 樓裝置之無線區域網路接取點連接，並連上網際網路。經過測試，AVAYA 這片網路卡同時提供的外接天線的功能，可以延伸通訊距離。



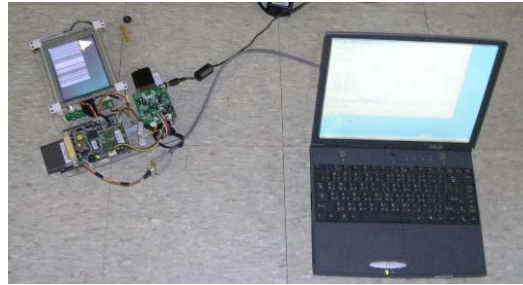
(a)PCM-7220 連接無線網路 (b)外接天線進行無線區域網路連接測試情形
圖 6 測試與驗證 PCM-7220 無線網路模組功能

d. 無線跳接網路功能驗證：

在此選用目前最被廣泛研究與維護的繞徑演算法之一的協定”AODV(Ad-hoc On-demand Distance vector routing protocol)”，其中使用 tcp 與 ping 這兩個在通訊測試上廣為使用的程式來分別量測傳輸效能與反應時間，此實驗環境為交通大學工程四館 9 樓的實驗室與走廊，如下所示：

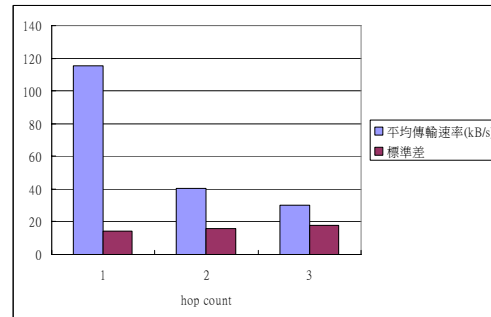
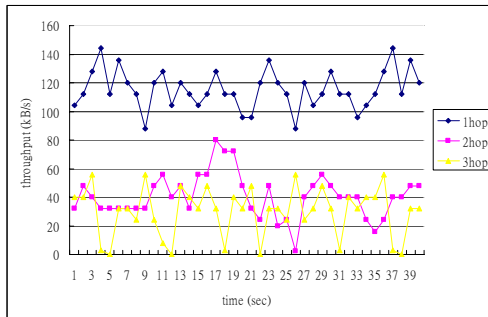


(a)測試環境平面圖



(b)測試設備架設情況

圖 7 PCM-7220 無線隨意網路測試規劃與實作



(a) throughput among different hop counts

(b) averaged throughput vs. hop counts

圖 8 PCM-7220 無線隨意網路效能測量結果

本計畫在這個部分後續之工作項目將著重於整合子計畫 1 之 MANET 繞徑模組，目前初步規劃之整合方式將以實作 MANET 繞徑模組成為系統核心模組 (kernel module)；在 Linux 系統中，系統核心模組能夠被動態載入與卸除，當 MANET 繞徑模組被載入時，系統核心將即時具備 MANET 功能，相較於直接更改系統核心或是實作 MANET 繞徑模組於應用層之中，實作系統核心模組的方式較符合系統開發與除錯之需要，並且理論上能夠取得較高的通訊效能。

3. 與智慧型天線模組之整合模式規劃：

本研究預定建置 switch-to-beam 陣列天線模組，使用電壓控制訊號方式進行控制。在控制訊號方面，目前規劃使用內建於 PCM-7220 之 8 組數位輸出介面 (digital output, DO)來控制方向性天線 beam-switch 的輻射方向。

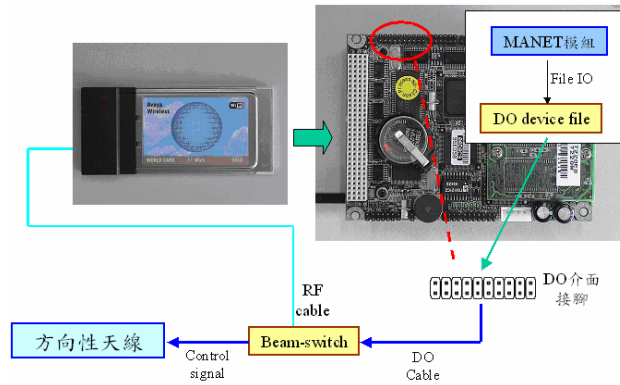
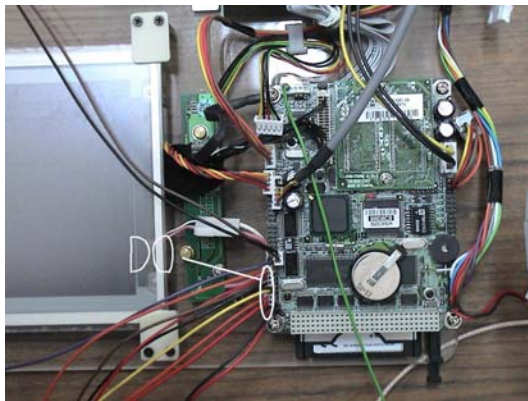
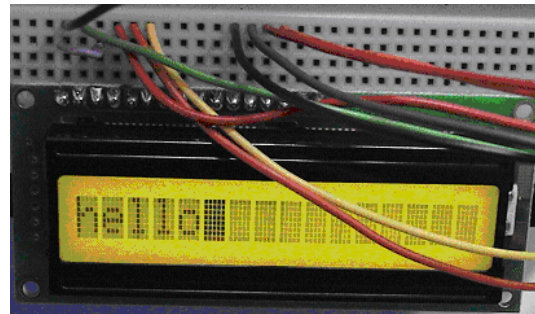


圖 9 透過 DO 介面與外接天線接口與方向性天線整合

本研究初期使用 LED 液晶顯示器、麵包板、以及 PCM-7220 開發平台，透過測試程式對 DO 之 device file 傳送控制訊號，以變更 LED 液晶顯示器之顯示狀態，進而驗證 DO 之可行性與控制方式，透過測試程式，並根據 LED 液晶顯示器之規格與控制碼，藉由 DO 輸出信號，可在液晶顯示器上顯示出想要顯示的英文字元，如下圖：



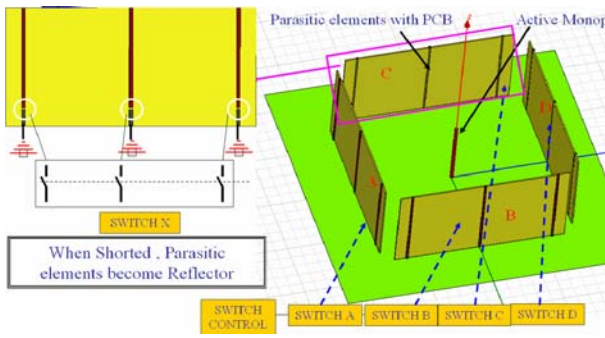
(a) PCM-7220 之 DO 接腳位置



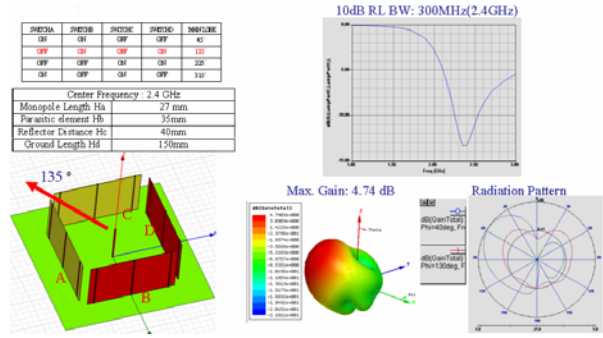
(b) DIO 數位控制測試顯示結果

圖 10 PCM-7220 數位信號控制腳位與液晶顯示

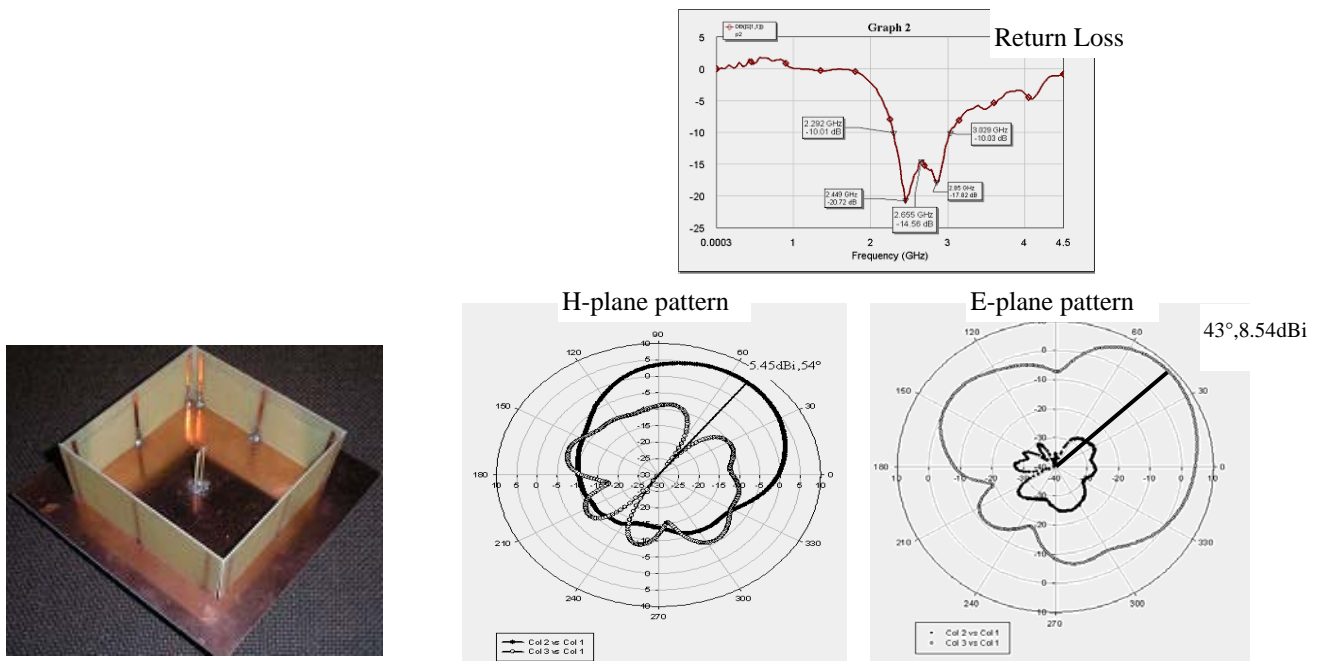
針對本研究計畫所開發之智慧型天線，符合 802.11b 頻率 2.4GHz 的標準規範，其原理架構、輻射場形模擬結果及天線雛形、測試數據如圖 11，圖 11(a)圖示此天線架構是以一電路板銅箔為 GND 平面，在此平面上包括一 2.4G Hz monopole 天線，天線四邊以電路板安排 parasitic elements，可由 PIN diode 所構成的 switch 來切換成天線的 director (switch off) 或 reflector (switch on) 模態。圖 11(b)圖示天線模組在一 switch 組態下的模擬結果，圖 11(c)為雛形天線，圖 11(d)為此雛形天線在一固定組態下的 Return Loss 及 H-Plane、E-Plane radiation patterns，初步結果顯示，此天線擁有良好之輻射場形以及頻率響應，有效支援未來資訊端整合應用。天線模組 parasitic elements 的 PIN diode switches 是控制天線 beam 方向的機制，此 switches 的控制是由 PCM-7220 平台上的 DIO 數位控制來規劃控制。



(a) 智慧型天線架構



(b) 智慧型天線模擬結果



(c) 雛形天線

(d) 雛形天線測試結果

圖 11 本研究智慧型天線架構與效能模擬

4. 與分散式語音辨識模組之整合模式規劃：

由於分散式語音辨識模組之前端程式將以應用程式之形式於嵌入式系統平台上執行，為了使得分散式語音辨識模組能夠有效取得來自系統音訊介面之音訊資料串流，本研究使用 Linux 系統中通用之 OSS(open sound system)音效卡驅動程式，將 PCM-7220 之音訊資料向上傳送給分散式語音辨識模組供後續處理，進而進行語音辨識相關之資料處理。

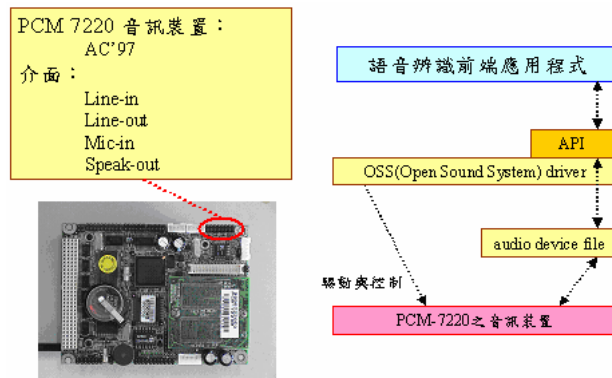


圖 12 分散式語音辨識模組與 PCM-7220 系統平台之整合方式

本計畫現階段將著重於分散式語音辨識前端軟體能夠透過 OSS 驅動程式取得音訊資料，並在嵌入式系統平台進行資料處理，至於分散式語音辨識前端軟體與後端軟體的資料通訊方式主要規劃於第二年度的計畫工作之中。

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，進而可作為其他各相關子計畫下階段開發的有力參考，截至 2005 年 9 月，即本研究進行一年之後，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或是小幅超前各階段性預期成果，並且也完成數篇相關之研究論文。

經過了一年的合作發展之後，各研究室對於智慧型運輸系統所需之通訊/資訊聚合式車機系統平台的建置已累積了相當的基礎與經驗，各實驗室之專業也透過此研究而得以深入的交流，相信不僅對於交通大學未來學術與產業研究是有肯定的助益，在接下來的總計劃與各子計畫的研究發展，都是非常有助的。

