

國立成功大學  
航空太空工程研究所  
碩士論文

GSM/GPRS無線通信系統於地理位置監控之應用  
Position Surveillance using GSM/GPRS  
Mobile Communication



研究生：劉鶴笙

指導教授：林清一

中華民國九十一年七月

國立成功大學  
碩士論文

GSM/GPRS無線通信系統於地理位置監控之應用  
Position Surveillance using GSM/GPRS  
Mobile Communication

研究生：劉鶴笙

本論文業經審查及口試合格特此證明

論文考試委員：

林清一 林清一      彭義平 彭義平

楊介仙 楊介仙

指導教授：林清一

系所主管：水怡欣

中華民國九十一年七月

## 授權書

(博碩士論文)

本授權書所授權之論文為本人在 國立成功大學航空太空工程研究所導航與控制組 九十學年度第二學期取得碩士學位之論文。

論文名稱：GSM/GPRS無線通信系統於地理位置監控之應用

同意 不同意

本人具有著作財產權之論文全文資料，授予行政院國家科學委員會科學技術資料中心、國家圖書館及本人畢業學校圖書館，得不限地域、時間與次數以微縮、光碟或數位化等各種方式重製後散布發行或上載網路。

本論文為本人向經濟部智慧財產局申請專利的附件之一，請將全文資料延後兩年後再公開。(請註明文號： )

同意 不同意

本人具有著作財產權之論文全文資料，授予教育部指定送繳之圖書館及本人畢業學校圖書館，為學術研究之目的以各種方法重製，或為上述目的再授權他人以各種方法重製，不限地域與時間，惟每人以一份為限。

上述授權內容均無須訂立讓與及授權契約書。依本授權之發行權為非專屬性發行權利。依本授權所為之收錄、重製、發行及學術研發利用均為無償。上述同意與不同意之欄位若未鈎選，本人同意視同授權。

指導教授姓名：林清一 老師

研究生簽名：劉鶴笙

(親筆正楷)

學號：P46894220

(務必填寫)

日期：民國 91 年 7 月 4 日

# 誌 謝

本論文承蒙指導教授 林清一博士殷切指導，研究過程中給予許多指正與協助，在此致上最深的謝意。此外，還要感謝實驗室的同學橘子、康康、大師兄、大姐、宗承、宏仁還有展維，以及我的好朋友小五郎、月亮、耀震、君儀、宏偉、河馬等，在這段期間所給予的支持、關心和鼓勵，更重要的是帶給我的歡樂，讓我度過充實又愉快的研究生涯。

感謝父母、老姐和女友的支持，使我能專心於研究工作，僅以本文獻給所有關心我的家人和朋友。

論文題目：GSM/GPRS 無線通信系統於地理位置監控之應用

英文題目：Position Surveillance using GSM/GPRS Mobile Communication

碩士班研究生：劉鶴笙

指導教授：林清一

## 摘 要

本論文主旨在建立一套利用 GSM/GPRS 無線通信系統，將全球衛星定位系統(GPS)即時回報地理資訊系統(GIS)之傳訊與套繪特性的完整 G<sup>3</sup> 嵌式系統架構。本文所討論的系統可分為二部分，使用者(Client)端以及伺服器(Server)端。使用者端主要的功用在於透過無線網路回報資料，如 GPS 定位訊號，必須符合便於攜帶且具自動運作的條件要求；而 Server 端的主要功能在於接收、儲存、投影及處理使用者端送入的資料，必須具備快速、穩定處理資料的能力。

本文所建立的系統架構，可配合不同使用目的適當調整軟、硬體功能，因此具備多元化使用目的。本文詳細展示本系統設計的概念，並且以 GSM/GPRS 實際測試來驗證本系統的可靠操作。

# Position Surveillance using GSM/GPRS Mobile Communication

Student: He-Sheng Liu

Advisor: Chin E. Lin

## **Abstract**

The purpose of this thesis is to build an overall G<sup>3</sup> system which integrates GPS data into GIS mapping through GSM/GPRS mobile communication with an embedded system in this design. The proposed system contains two major parts of Client system and Server system. The main function of Client system is auto-reporting (data such as GPS data). A handy set for easy-carrying on individuals or vehicles is designed, so as its size and weight being strictly limited. The Server system is mainly composed of a personal computer that handles the functions of receiving, processing and saving data being sent from Client systems with a requirement of fast and stable processing.

The proposed system is flexible in use because both hardware and software are able to be adjustable in order to satisfy different purposes in further applications. The proposed system concept is demonstrated in detail designs. GSM/GPRS data communication for the proposed capability is verified with reliable operation.

# 目 錄

摘 要

目 錄

表 目 錄.....I

圖 目 錄.....II

第一章 前 言.....1

1-1 研究動機.....1

1-2 GSM/GPRS 系統比較.....2

1-3 研究目標.....3

1-4 章節介紹.....5

第二章 行動數據回報技術.....7

2-1 無線網路通訊技術.....7

2-1-1 藍芽(Bluetooth).....8

2-1-2 IEEE 802.11 無線通訊協定.....11

2-1-3 GSM/GPRS 無線通信技術.....12

2-2 定位技術.....14

2-2-1 GSM 基地台定位技術.....14

2-2-2	GPS 定位技術.....	17
2-2-2-1.1	太空部份(Space Segment) .....	18
2-2-2-1.2	控制部份(Control Segment).....	19
2-2-2-1.3	使用者部份(User Segment).....	20
2-2-2-2	GPS 定位原理.....	23
2-2-2-3	GPS 誤差來源.....	24
<b>第三章</b>	<b>行動通訊的加值應用.....</b>	<b>27</b>
3-1	前言 .....	27
3-2	GPRS 系統架構(SYSTEM ARCHITECTURE) .....	29
3-3	GPRS 協定架構(PROTOCOL ARCHITECTURE).....	31
3-4	GPRS AIR INTERFACE PROTOCOL .....	32
3-5	GPRS 資料傳送格式.....	36
3-6	撥接 GPRS 網路方式說明 .....	38
3-6-1	PPP(Point to Point Protocol)通訊協定.....	38
3-6-2	PPP 協定運作細節.....	39
3-6-3	PPP 協定封包說明.....	41
3-6-4	連線步驟.....	42
<b>第四章</b>	<b>嵌入式系統簡介.....</b>	<b>45</b>



4-1 嵌入式系統介紹 .....	45
4-2 開發環境介紹.....	47
4-2-1 uClinux 核心介紹( <a href="http://www.uclinux.org">http://www.uclinux.org</a> ).....	48
4-2-2 uClibc 函式庫( <a href="http://www.uclibc.org">http://www.uclibc.org</a> ) .....	49
4-2-3 Busybox 工具程式組( <a href="http://www.busybox.net">www.busybox.net</a> ).....	50
4-3 程式開發流程介紹.....	51
4-4 NET-START!硬體功能說明 .....	53
<b>第五章 實 驗 成 果.....</b>	<b>56</b>
5-1 利用 GSM 無線通信系統傳送數據實驗.....	56
5-2 利用 GPRS 無線通信系統數據資料傳送測試.....	66
5-3 嵌入式系統撥接 GPRS 網路實驗 .....	77
5-3-1 短時間傳送數據實驗 .....	77
5-3-2 長時間傳送數據實驗 .....	85
5-3-3 路測實驗.....	89
5-4 多使用者連線實驗.....	91
5-5 GPS 定位精度實驗 .....	93
<b>第六章 結 論 .....</b>	<b>96</b>
<b>參考文獻 .....</b>	<b>98</b>

# 表 目 錄

表 1-1 GSM 與 GPRS 之技術比較。 .....	3
表 3-1 GPRS 邏輯通道的種類[2]。 .....	35
表 5-1 RS-232 與 TTL 規格比較表。 .....	80
表 5-2 GPS 量測結果統計表。 .....	95

# 圖 目 錄

圖 1-1	CLIENT/SERVER 端示意圖。 .....	4
圖 2-1	藍芽無線通訊網路示意圖。 .....	9
圖 2-2	藍芽系統架構示意圖。 .....	10
圖 2-3	GPS 系統架構圖。 .....	19
圖 2-4	GPS 衛星分佈圖。 .....	19
圖 2-5	GARMIN GPS 35-LVS, GPS 接收模組。 .....	21
圖 2-6	GPS 距離測量示意圖。 .....	23
圖 3-1	GPRS 整體架構圖[2]。 .....	30
圖 3-2	GPRS 協定架構。 .....	32
圖 3-3	使用者上傳(UPLINK)資料步驟[2]。 .....	34
圖 3-4	資料下傳(DOWNLINK)步驟[2]。 .....	35
圖 3-5	GSM 網路中 TDMA 格式。 .....	37
圖 3-6	PPP 連線程序。 .....	40
圖 3-7	PPP 封包。 .....	41
圖 3-8	LCP 封包。 .....	42
圖 3-9	撥接 GPRS 網路硬體架構圖。 .....	42
圖 4-1	嵌入式系統開發環境。 .....	47

圖 4-2 嵌入式系統應用程式開發流程圖。 .....	51
圖 4-3 NET-START!發展套件實體圖。 .....	53
圖 4-4 NET-START!發展套件 LAYOUT 圖。 .....	54
圖 5-1 GSM 無線通信系統數據傳送實驗架構圖。 .....	56
圖 5-2 GPS RECEIVER—GPS 35-LVS.....	57
圖 5-3 GSM MODEM.....	59
圖 5-4 C8051 單晶片及變壓電路。 .....	60
圖 5-5 GSM 無線通信系統數據傳送實驗流程圖。 .....	61
圖 5-6 CLIENT 端設備全圖。 .....	62
圖 5-7 撥號程式。 .....	63
圖 5-8 資料庫(包含經度、緯度、高度、速度、航向、UTC、接收衛星顆 數、日期)。 .....	63
圖 5-9 電子地圖畫面(星號代表 CLIENT 位置，註解部分為速度)。 .....	64
圖 5-10 GPRS 無線通信系統數據資料傳送測試示意圖。 .....	66
圖 5-11 CLIENT 端 WINSOCK 運作流程圖。 .....	67
圖 5-12 SERVER 端 WINSOCK 執行流程圖。 .....	69
圖 5-13 GPRS 無線通信系統數據傳送實驗流程圖。 .....	71
圖 5-14 SERVER 端程式(上半部視窗為電子地圖，下半部視窗為收到之資 料)。 .....	72

圖 5-15	CLIENT 端程式(圖中視窗顯示 GPS MODULE 傳入之資料)。	73
圖 5-16	傳送資料封包與回應封包 IP 分配情形。	74
圖 5-17	CLIENT 送入封包內容範例。	74
圖 5-18	觀察時間間隔。	74
圖 5-19	嵌入式系統撥接 GPRS 網路實驗示意圖。	77
圖 5-20	CLIENT 端設備實體圖。	78
圖 5-21	SC1602A LCD 規格圖。	78
圖 5-22	AT89C52 腳位定義圖。	79
圖 5-23	HIN232CP 腳位圖。	79
圖 5-24	實驗流程圖。	81
圖 5-25	傳送資料封包與回應封包 IP 分配情形。	82
圖 5-26	封包內容範例。	82
圖 5-27	觀察時間間隔。	83
圖 5-28	傳送資料封包與回應封包 IP 分配情形(第一次實驗)。	85
圖 5-29	傳送資料封包與回應封包 IP 分配情形(第二次實驗)。	86
圖 5-30	CLIENT 端傳送資料封包範例。	87
圖 5-31	SERVER 端回應 CLIENT 端封包範例。	87
圖 5-32	CLIENT 端回應 SERVER 端封包範例。	87
圖 5-33	觀察時間間隔。	87

圖 5-34	路測實驗示意圖。 .....	89
圖 5-35	實際路測回報數據實驗路線圖之一。 .....	90
圖 5-36	實際路測回報數據實驗路線圖之二。 .....	90
圖 5-37	多使用者連線實驗架構圖。 .....	91
圖 5-38	GPS 水平位置量測結果分佈圖。 .....	94
圖 5-39	GPS 高度位置量測結果分佈圖(相對於海平面)。 .....	94

# 第一章 前言

## 1-1 研究動機

近來 GSM(Global System for Mobile Communication)無線通信系統在台灣地區日趨普及，但絕大部份使用目的僅侷限於語音傳送。GPRS(General Packet Radio System)正以 GSM 基地台附加的設備，來提升數據通訊的能力。為了更有效利用行動通訊系統，提升加值型服務的能力，增加系統的附加價值，可以將定位之 GPS(Global Positioning System)、與地圖資訊之 GIS(Geodetic Information System)等系統與其整合，善用此行動、無線通信系統數據傳輸的功能，以達成更多元化的使用目的。

一般使用無線方式傳遞數據資料時，例如無線模組、藍芽通訊(Blue Tooth)、VHF 通訊等，都會有資料遺失(Data loss)的問題，進而影響資料傳送的可靠度，其主要原因是透過無線方式傳送資料，容易受到其它電磁波的干擾，距離或地形、地物的阻隔，因而造成高損失率。若要有效改善這個問題，就必須增強電波訊號，或增加接收站的數目，在這樣的情形下，與從頭建立一整套無線通訊系統所需的投入相當，不切實際，且耗時耗工。

今日台灣大部分的地區，尤其是都會區周圍，為行動通信(GSM/GPRS)而建立的基地台數目已相當多，估計總數約 22,000 個基地台，因此，若善加利用這樣已建構好的無線通信系統，做為數據傳遞的媒介，不但可節省整體系統的開發成本、提昇無線訊號的可靠度，更可提昇 GSM/GPRS 無線通信系統本身的使用價值。

以上述已經具備完整觀念的通訊基礎為出發點，本論文提出一套使用嵌入式系統的研究發展，建立完整的軟硬體系統功能，以達到行動通訊數據回報的功能。並且能夠適應多元化使用目的，針對不同使用目的做適當調整，以符合使用需求。

## **1-2 GSM/GPRS 系統比較**

本研究以 GSM 及 GPRS 為基礎進行技術研發，針對 GSM 與 GPRS 技術本質上的差異，作扼要性的分析，以便釐清技術發展的核心問題與成果。GSM 一般稱為第 2 代行動通訊，以數位式語音通訊為基礎，以別於最早期的類比式通訊；GPRS 則稱為第 2.5 代行動通訊，主要以數據通訊或上網通訊為基礎。

由表 1-1 中的比較可初略得知 GPRS 無線通信系統在數據傳輸方面較 GSM 無線通信系統更具潛力，詳細的討論和分析將在後面的章節中提出。



表 1-1 GSM 與 GPRS 之技術比較。

	GSM	GPRS
全名	Global System for Mobile Communication	General Packet Radio Service
採用技術	電路交換 (Circuit Switch)	封包交換 (Packet Switch)
速度	9.6 Kbps	理論最高 171.2 Kbps
非語音	簡訊(SMS), 160 字以內	沒有限制
主要用途	語音傳輸	資料傳輸
計費方式	依「通話時間」	依「資料傳輸量」
網頁瀏覽	搭配 WAP, 可存取 WML 網頁	可存取現有網際網路上任何資訊
使用狀態	同時間內, 只能使用語音或資料其中一項功能	同時使用語音與資料傳輸, 具備全時連線 (Always on-line) 的特性

### 1-3 研究目標

本論文研究目的在結合 GSM/GPRS 無線通信系統之現有硬體，配合嵌入式系統(Embedded System)的開發，利用微處理器作為控制核心，再加入 GPS、GIS 等架構，整合成一套具實用價值的系統，發揮 GSM/GPRS

無線通信系統數據傳輸的能力。

本論文構想將整套系統分為二部分—Client 端及 Server 端，如圖 1-1 所示。

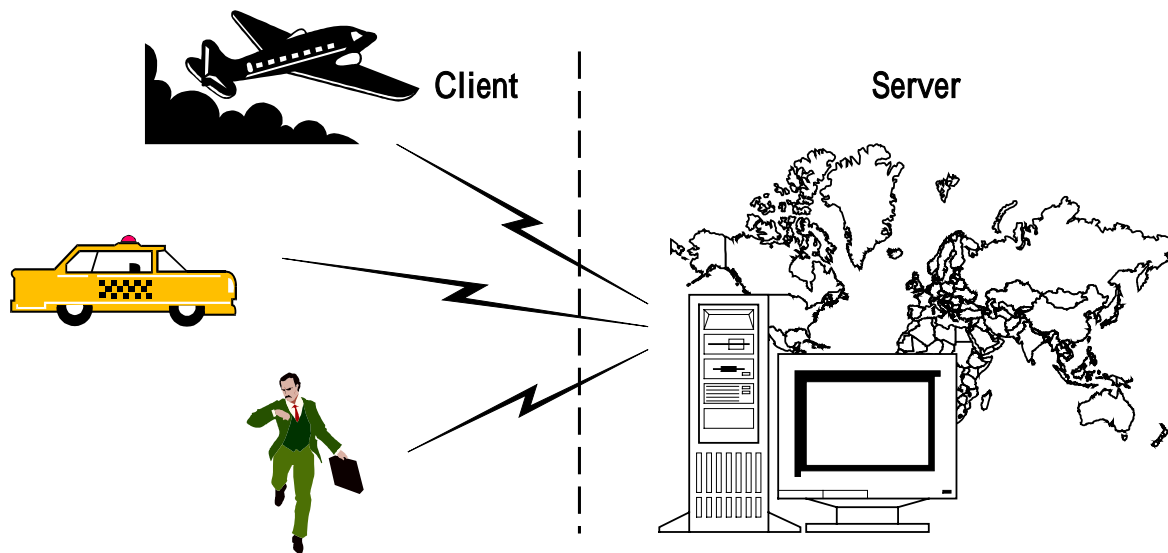


圖 1-1 Client/Server 端示意圖。

● Client 端：

此部份包含架設於行動裝置上的一切設備，如 GSM/GPRS Modem、GPS Module 等，功能設定於量測行動裝置所在位置(經度、緯度)、速度、高度等資訊，然後透過無線網路將資訊傳送至 Server 端；初期計劃傳送內容僅包含定位資訊，將來還會加入其他類比或數位(Analog or Digital)資料的傳送。目前設定為 Client 端的對象包括：人、車輛、貨櫃、地面障礙物、輕航機、遙控飛機等動態的物件。

另外，本論文暫時設定 Client 端對回報訊息不做任何的處理，也不需得知回報訊息內容，亦不做指令的下達，僅由 Server 端處理、儲存回報的資訊內容。

#### ● Server 端

此部份建構於實驗室中，主要設備包含桌上型電腦、GSM Modem 或有線網路、GIS 系統及資料庫，功能在於接收 Client 端傳回的資料，將資料存入資料庫中，最後依使用需求處理資料(如將位置點顯示至電子地圖上)。

本研究期望發展的系統並未僅將功能限制於僅傳送 GPS 資料，而是希望依不同的使用目的，彈性調整系統架構，達成多元化用途的目標。

### 1-4 章節介紹

本論文共分為六章，第一章為前言，說明本論文研究動機，第二章討論行動數據回報技術，分為無線通訊技術與定位技術二個部份，說明為何選用 GSM/GPRS 無線通信系統做為傳輸方式，採用 GPS(全球衛星定位系統)為定位技術，第三章介紹行動通訊的增值應用，進一步說明本論文採用的系統架構，同時介紹整合性封包服務(GPRS)系統，將系統架構及通訊原理做簡單的描述，說明此系統在數據傳輸方面的能力和優點，

第四章內容為嵌入式系統發展環境和軟硬體設備介紹，包含本論文所使用之軟硬體設備，文中將詳細敘述本研究開發出之嵌入式系統功能，第五章列出本論文的實驗成果，包含以 GSM 或 GPRS 為架構的實驗成果，最後一章為結論。

## 第二章

# 行動數據回報技術

談到行動數據回報，當然以動態的物件為主，最常討論到的主題總離不開各類交通工具狀況的回報，如飛機、汽車、船舶等，但實際上不應僅侷限於這樣狹隘的討論範圍內，舉凡一切行動、固定的物體，只要具備被監控的價值或需要，都可包含在這個領域的應用範圍之內。

本論文所規劃設計的系統應用，包含了對車輛、重病患、貨櫃，甚至地面的障礙物的監控，為了達到在伺服器端監控這些對象的目的，所需回報的數據即包含了位置、速度及其它各種相關狀況的資訊，以重病患監控為例，所需回報的資訊即包含了病患位置、病患生理狀況等；若以貨櫃監控、或障礙物監控來說，則僅需要位置和高度訊息即可。以上所提出的監控對象，基於性質不同，各有其不同的回報訊息需求，但整體而言，透過「無線方式」，將「位置訊息」回報，則是共同的需求，接下來便針對無線通訊技術及定位技術做討論。

### 2-1 無線網路通訊技術

無線通訊原理，簡單來說，就是將欲傳送的訊號調變(Modulation)，

再透過天線發射到空氣中，最後再由接收端解調變(Demodulation)，即完成全部傳送的過程[12]。但隨著傳送端與接收端距離的拉長，所需的無線電功率便跟著增加，因此，在有限的功率下，無論那一種無線通訊系統，其所能傳輸的範圍（距離）便受到各種不同的限制，以下討論目前最熱門的三種無線通訊技術。

### 2-1-1 藍芽(Bluetooth)

這項技術開發的目的，主要是提供各項電子產品在短距離(10~100 公尺)內，進行數位資料(包含語音)的無線傳輸，無論是手提電腦或是手機，只要在設備中加入藍芽模組，便可透過無形的線路將所有的設備結合成為一套個人無線網路。

藍芽無線通訊系統採用 2.4 GHz 的 ISM(Industrial, Scientific, Medical) 公用頻段，每個通道的頻寬為 1MHz，依不同國家的規定，可用頻道為 79 或 23 個，同時藍芽採用頻率跳躍展頻技術(FHSS)，每一秒操作頻率會在通道中改變 1600 次，用以降低無線訊號彼此干擾的機會，同時增加資料保密的效果；傳輸時功率為 1 mW(0 dBm)或 100 mW(20 dBm)，對應的傳輸距離為 10~100 公尺；理論上傳輸速率可達 1 Mbps，但實際速率約為 721 Kbps。

二個不同設備透過藍芽連線時，一方會成為 Master，另一方則成為

相對的 Slave，理論上一個 Master 最多可同時擁有 7 個 Slaves，如此便形成一個以 Master 為主的區域網路(Piconet)，而每個區域網路的 Master 又可同時成為另一個區域網路 Master 之下的 Slave，透過這樣的關係，便可組成大型的網路結構(Scatternet)。

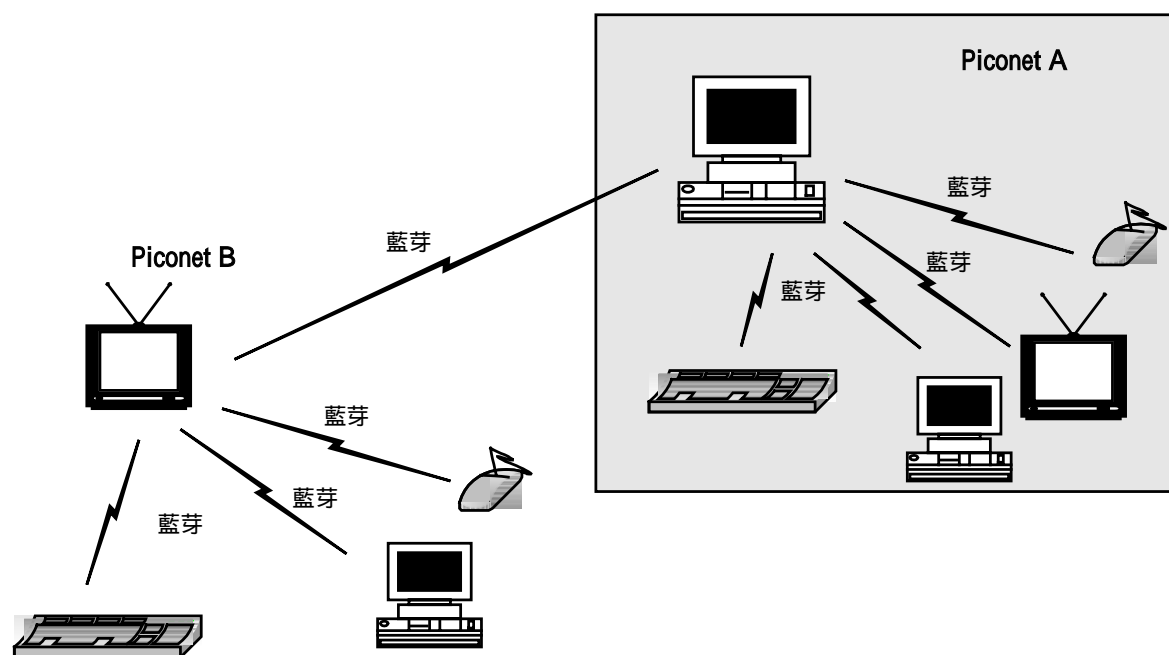


圖 2-1 藍芽無線通訊網路示意圖。

藍芽系統架構可簡單分為三層，參考圖 2-2，由下而上分別為基本層(Basic)、調適層(Adapted)及提供層(Provided)，基本層提供藍芽無線通訊系統鏈結層(Link Layer)的服務，負責建立、管理與維護藍芽連線(Connection)；調適層為基本層和供應層之間的橋樑；提供層則為各類網路應用通訊協定所在，並不為藍芽無線通訊系統所特有，而是目前常見

的通訊協定。

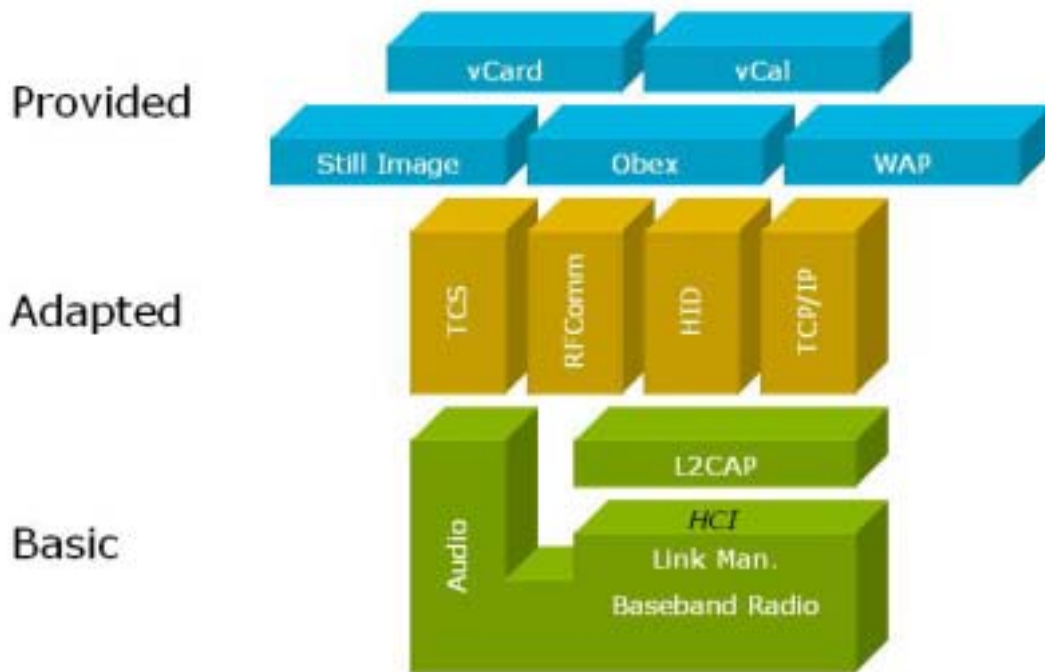


圖 2-2 藍芽系統架構示意圖。

目前全球有超過 1500 家的廠商參與藍芽的發展推動計劃，在「開放式」架構下，利用藍芽所開發的產品，任何人都不用額外支付專利金或權利金，同時，藍芽技術打從一開始推出，便強調低成本的特色，依照計劃，每塊藍芽模組只需十塊美金，再加上藍芽模組體積小、消耗功率低，容易與手機、PDA 等電子產品結合，有著如此多重誘因，藍芽成為近日相當熱門的通訊技術之一。



## 2-1-2 IEEE 802.11 無線通訊協定

這個通訊協定最早是在西元 1997 年由國際電機電子工程師學會 (IEEE, The Institute of Electrical and Electronics Engineers) 提出，當時提出的規格命名為 IEEE 802.11，內容制定了在 2.4 GHz 頻段上的應用，並提供了 1 Mbps、2 Mbps 的傳輸速率。接著在西元 1999 年 9 月又提出了 IEEE 802.11a 及 IEEE 802.11b 二個規格，內容則分別制定在 5.8 GHz、2.4 GHz 頻段上的應用，其中 IEEE 802.11a 標準中，定義了 5 Mbps、11 Mbps 到 54 Mbps 傳輸速率的新實體層規範。依照 IEEE 802.11b 的規範，此無線技術使用範圍在室外為 300 公尺，在室內則為 100 公尺[12]。

和藍芽無線通訊技術一樣，IEEE 802.11a、IEEE 802.11b 都採用了頻率跳躍展頻技術(FHSS)，但跳躍的頻率沒有藍芽技術那麼快；除此之外，還採用了直接序列展頻技術(DSSS, Direct Sequence Spread Spectrum)，方法是將資料流與一組較高頻率的數位碼結合，每一個資料位元都被映射成一組只有收發雙方才知道的位元樣式(Chipping Code)，待接收方收到這個位元樣式後，再反轉回原本資料流相對的位元，如果傳輸同步正確，那麼這種方式可以提供獨自的錯誤校正功能，同時對於干擾的容錯率也較高。

IEEE 802.11 和藍芽都工作於 2.4 GHz 頻段上，但 IEEE 802.11 傳輸距離較藍芽長(可達 100 公尺)，且速度較快(11 Mbps)，可以滿足用戶進行

大量佔用頻寬的操作，就像在有線網路上使用一樣，適合用在影像等高速無線傳輸；而藍芽技術本質上是一種代替電纜的技術，目的在讓使用者於短距離內建構起無線網路，適合用在手機、掌上型電腦等簡易數據的傳輸。

### 2-1-3 GSM/GPRS 無線通信技術

西元 1982 年，歐洲幾個國家提出希望建立一套單一的通信系統，當時稱之為 Group Special Mobile，不過一開始並沒有決定是類比或數位系統，直到西元 1985 年才決定使用數位系統；隔年 GSM 無線傳輸技術被選定，西元 1988 年歐洲電信標準機構 ETSI(European Telecommunication Standards Institute)成立，正式接手推動 GSM 的標準化，該機構將電信公司及設備製造商同時列入參與 GSM 標準的制定。

GSM 在制定之初，就設定了五個方向的基本目標：

#### 1. 服務(Service)：

- GSM 可以提供跨系統的服務，讓使用者在所有系統中皆可得到相同的服務。
- GSM 必須同時提供原本有線網路的基本服務及行動通訊服務。
- GSM 使用者在快速移動時，服務品質不受影響。

#### 2. 使用效率(Utilization)：

- GSM 系統要有效且平均的使用所有頻寬，以達到最高的通訊品質。
- GSM 系統必須可以和原有使用相同頻寬的系統共存。

### 3. 通訊品質及安全性(Quality of Service & Security)：

- GSM 至少要提供原有類比通訊系統相同水準的通話品質。
- GSM 要提供資料加密及認證服務，且加密不可花費額外成本。

### 4. 網路(Networking)：

利用 CCITT 所訂定的標準和國際間通行的管理系統，在不改變現有網路系統的條件下，提供交換及行動管理的服務。

### 5. 成本(Cost)：

一開始設計時，便要考慮到系統的成本，尤其是基地台(Mobile station)部份，要盡量壓低其成本。

雖然這個通訊技術一開始只有歐洲提出，建立的目的也只針對在歐洲各國之間漫遊(Roaming)，但目前這個標準已成為全球化的規範，真正成為全球導向的技術。

台灣地區 GSM 目前最普遍使用的頻帶為 900 MHz 及 1800 MHz，就通訊距離而言，市區中，一個 GSM 900 的 cell 涵蓋範圍約 800~2000 公尺，一個 GSM 1800 的 cell 涵蓋範圍約 400~900 公尺；在郊區，一個 GSM

900 的 cell 涵蓋範圍約 5~10 公里，一個 GSM 1800 的 cell 則涵蓋約 2~5 公里的範圍。這樣的通訊距離較先前提到的藍芽、IEEE 802.11 技術高出許多，再加上整個台灣基地台分佈相當密集，幾乎每個角落皆可接收到基地台的訊號，因此很適合做為行動數據回報的無線傳輸媒介，利用現成的系統架構，加入部份軟硬體設備，即可建構起一套應用系統，這便是本論文最後選擇 GSM/GPRS 無線通信技術的原因。

## 2-2 定位技術

有了無線通訊技術，接下來的工作便是決定究竟要傳送那些數據，本章一開始便提出，「位置訊息」是在監控任何對象時共同需要的資訊，因此，選擇適當的定位技術亦是重點工作，以下就二種不同的定位技術加以介紹討論。

### 2-2-1 GSM 基地台定位技術

配合 GSM 無線通信系統的使用，最直接聯想到的定位方法，便是利用基地台定位，目前被提出的方法有十多種，包括：TA(Time Advanced)、AOA(Angle of Arrival)、TOA(Time of Arrival)、TDOA(Time Difference of Arrival)、收信信號強度(RSSI)定位法、E-OTD(Enhancement Observed Time Difference)等，依定位訊號處理設備端區分，可分為「用戶端技術」

(Terminal-Based/Handset-Based)與「系統網路端技術」(Network-Based)二種，差別在於：前者以手機或具行動通訊功能的用戶端設備接收及處理定位訊號，後者則以營運業者的系統網路設備來傳輸與處理定位訊號。除此之外，亦有人提出混合的使用方式，以提高定位精確度，依此便出現以用戶端為基礎，系統網路端為輔的「網路輔助技術」(Network-Assisted)，以及以系統網路端為基礎，用戶端為輔的「終端輔助技術」(Handset-Assisted)，以下簡單敘述各演算法原理。

- **TA(Time Advanced)**，*Network Based*：

TA 是經由基地台命令手機送出訊號的時間提前，以抵銷手機訊號至基地台的時間延遲，並藉此計算出手機和基地台的距離，使用公式為

$$D(Km) = (1.11 \times TA) / 2 \quad TA: 1-64$$

TA 值每增加一單位，即代表距離增加 550M，因此定位精確度僅 550M，不符合精確定位要求。

- **AOA(Angle of Arrival)**，*Network Based*：

顧名思義，此定位法是利用量測訊號方位角來定位，利用方向性天線，判別行動終端訊號至基地台的方位角，在至少量得二個固定基地台的方位角後，即可求出行動終端設備位置。

定位精確度深受方向性天線準確度影響，且都市中大樓林立，無

線訊號易發生多重路徑(Multi-Path)效應，判斷方位角因此更加困難。

- **TOA/TDOA(Time of Arrival/Time Difference of Arrival)**，

*Network Based*：

定位方法是計算行動終端設備與基地台間的傳播時間(propagation time)，除以二再乘上電滋波傳播速度，即可求得行動端與基地台的距離，結合三個基地台的資訊，理論上即可找出所在位置。

為了精確量測訊號傳播時間，每個基地台必須加裝精確計時工具—電子鐘，以做為時序校對依據，這樣的設備稱為位置測量單位(LMU)，如此便需增加基地台建構成本。

TDOA 與 TOA 的定位原理並無太大差異，只是採用更多基地台的距離資訊，再利用加權計算方式提高定位精確度，一般而言，TOA 的定位精確度約為 200~300 公尺，而 TDOA 則為 100~200 公尺。

- **E-OTD(Enhancement Observed Time Difference)**，*Handset*

*Based*：

定位原理是由三個基地台接收行動終端設備發出的電波信號，之後將信號傳送至最近的位置測量單元(LMU)，由 LMU 按

個別基地台收到的時間計算出手機與有基地台的距離，然後再以多點交叉定位的原理算出手機的所在位置。

此方法和 TOA/TDOA 一樣，都需要加裝 LMU，但差別是不需要每個基地台都裝，僅在數個基地台間安裝即可；另外，手機必須更新軟體才能執行此項定位方法。精確度約為 50~125 公尺。

- **收信信號強度(RSSI)演算法：**

這是最早被提出的定位方法，利用電磁波強度會隨傳播距離增加而衰減的觀念(Path Loss)，反算出基地台和行動終端的距離，但影響訊號衰減快慢的因素太多，因此使用此法很難得到精確的結果。

由以上資料得知，在基地台定位技術中，無論使用何種方式定位，精確度皆大於 50 公尺，而較精確的計算法，如 E-OTD、TDOA 等，都需額外安裝 LMU，如此便更動了原有的通信系統架構，增加系統成本，本論文一開始的出發點，便希望在不更動既有硬體設備、架構的情況下，增加系統的附加價值，為此，決定不採用基地台定位技術，而採用以下介紹的 GPS 定位技術。

### 2-2-2 GPS 定位技術

GPS-Global Positioning System，中文全名—全球衛星定位系統，是

1980 年代初期由美國軍方針對軍事用途而發展的一套定位系統，但由於此套系統精確度高、24 小時提供服務，以及涵蓋全地球表面，因此近年來普遍應用於民間用途。

GPS 系統主要是藉由 24 顆(21 顆主衛星及 3 顆備用衛星)運行於離地表 26,560 公里軌道面的衛星，不斷對地面發送低能量無線電波，經由接收機接收、運算，便能精確定出位置、速度、高度等資訊。大致來說，可將 GPS 系統分成三個部份—太空部份(Space Segment)、控制部份(Control Segment)，及使用者接收部份(User Segment)。

#### 2-2-2-1.1 太空部份(Space Segment)

如前段所述，此部份主要由 24 顆衛星組成，這些衛星平均分佈在 6 個軌道面上，分佈情形見圖 2-4。每顆衛星以 7,000 miles/hr. 的速度在軌道上運行，平均每 12 小時繞地球一圈，依這樣的分佈方式，在沒有阻礙的情況下，地表上任何一點都可以收到 6~8 顆衛星的訊號；西元 2000 年 5 月 1 號午夜以前，每顆衛星發出的訊號包含了美國國防部刻意加入的人為誤差(SA: Selective Availability)，造成民間用途的精度只能到達平面 100 公尺、高度 156 公尺，待取消這項人為誤差後，精度便提昇至平面 15 公尺、高度 30 公尺的範圍[11]。



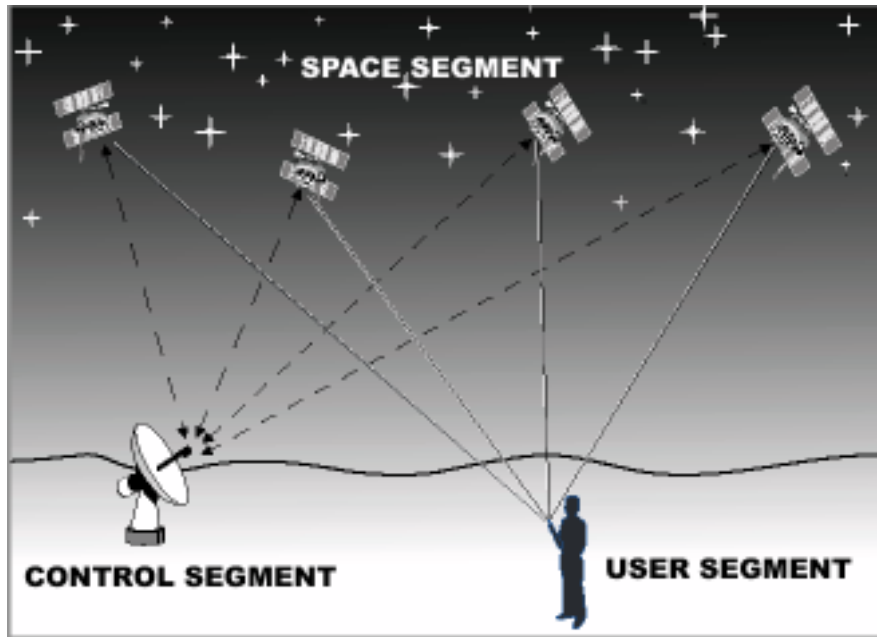


圖 2-3 GPS 系統架構圖。



圖 2-4 GPS 衛星分佈圖。

#### 2-2-2-1.2 控制部份(Control Segment)

由一個主控站(Master Control Station, 位於 Colorado Springs ,USA)、及五個監控站(位於 Falcon Air Force Base, Colorado Springs、Hawaii、

Ascension Island、Diego Garcia and Kwajalein)組成，每當衛星經過監控站上空，各監控站即開始每 1.5 秒收集衛星距離，之後加上該地區之大氣資訊，一起傳送到主控站，由主控站估測衛星未來軌道、健康狀況等等訊息，最後依計算結果決定是否將誤差修正訊號上傳給衛星。由於監控站分佈於世界各地，所以每顆衛星有 92%的時間都是受到地面監控站的追蹤監控。

### 2-2-2-1.3 使用者部份(User Segment)

一個簡單的 GPS 接收機即可定位出使用者的位置，若再加上差分修正(Differential GPS)，便可將精確度由原先的 15 公尺，提昇至 2~3 公尺。

計算原理為：每個太空衛星在運行時，任一時刻都有一個座標值來代表其所在位置（已知值），接收機所在的位置座標為未知值，而衛星的訊息在傳送過程中，所需耗費的時間，可經由比對衛星時鐘與接收機內的時鐘計算之，將此時間差值乘以電波傳送速度（一般定為光速），就可計算出太空衛星與使用者接收機間的距離，接著就可依三角向量關係列出一個相關的方程式。每接收到一個衛星訊號就可列出一個相關方程式，因此只要接收到三顆衛星訊號，便可計算出平面位置(經、緯度)，若接收到四顆衛星以上的訊號，則可進一步求出高度值。



圖 2-5 GARMIN GPS 35-LVS, GPS 接收模組。

本論文從 GPS 35-LVS 接收到之訊號格式為：

**\$GPRMC,081249,V,2259.7023,N,12013.3475,E,000.0,000.0,060402,002.8,W\*71**

**\$GPGGA,081249,2259.7023,N,12013.3475,E,0,00,,M,,M,,\*55**

各欄位意義：

**\$GPRMC,<1>,<2>,<3>,<4>,<5>,<6>,<7>,<8>,<9>,<10>,<11>\*hh<CR><LF>**

<1> : UTC time of position fix, hhmmss format.

<2> : Status,A=Valid position, V=NAV receiver warning.

<3> : Latitude, ddmm.mmmm format.

<4> : Latitude hemisphere, N or S.

<5> : Longitude, dddmm.mmmm format.

<6> : Longitude hemisphere, E or W.

<7> : Speed over ground, 0.0 to 1851.8 knots.

<8> : Course over ground, 000.0 to 359.9 degrees.

<9> : UTC date of position fix, ddmmyy format.

<10> : Magnetic variation, 000.0 tp 180.0 degrees.

<11> : Magnetic variation direction, E or W.

**\$GPGGA,<1>,<2>,<3>,<4>,<5>,<6>,<7>,<8>,<9>,M, <10>,,M<11>,<12>,\*hh  
<CR><LF>**

<1> : UTC time of position fix, hhmmss format.

<2> : Latitude, ddmm.mmmm format.

<3> : Latitude hemisphere, N or S.

<4> : Longitude, dddmm.mmmm format.

<5> : Longitude hemisphere, E or W.

<6> : GPS quality indication,

0=fix not available, 1=Non-differential GPS fix available,

2=Differential GPS fix available.

<7> : Number of satellites in use, 00 to 12.

<8> : Horizontal dilution of precision, 0.5 to 99.9.

<9> : Antenna height above/below mean sea level, -9999.9 to 99999.9 m.

<10> : Geoidal height, -999.9 to 9999.9 m.

<11> : Differential GPS(RTCM SC-104) data age, number of seconds since last valid TRCM transmission (null if non-DGPS).

<12> : Differential Reference Station ID, 0000 to 1023 (null if non-DGPS).

## 2-2-2-2 GPS 定位原理

每顆衛星傳送給地面接收者的訊號內容包括：

### 1. 偽亂碼(Pseudo random Code)：

偽亂碼可幫助接收者知道衛星的編號，即衛星的 ID。

### 2. 星曆資料(Ephemeris)：

內容包含衛星狀況資訊、現在時間、現在日期。

### 3. Almanac：

傳送衛星軌道資訊，告知使用者衛星目前所在位置。結合上述資訊，

套入前段敘述的計算原理，使用者即可得知所在位置。

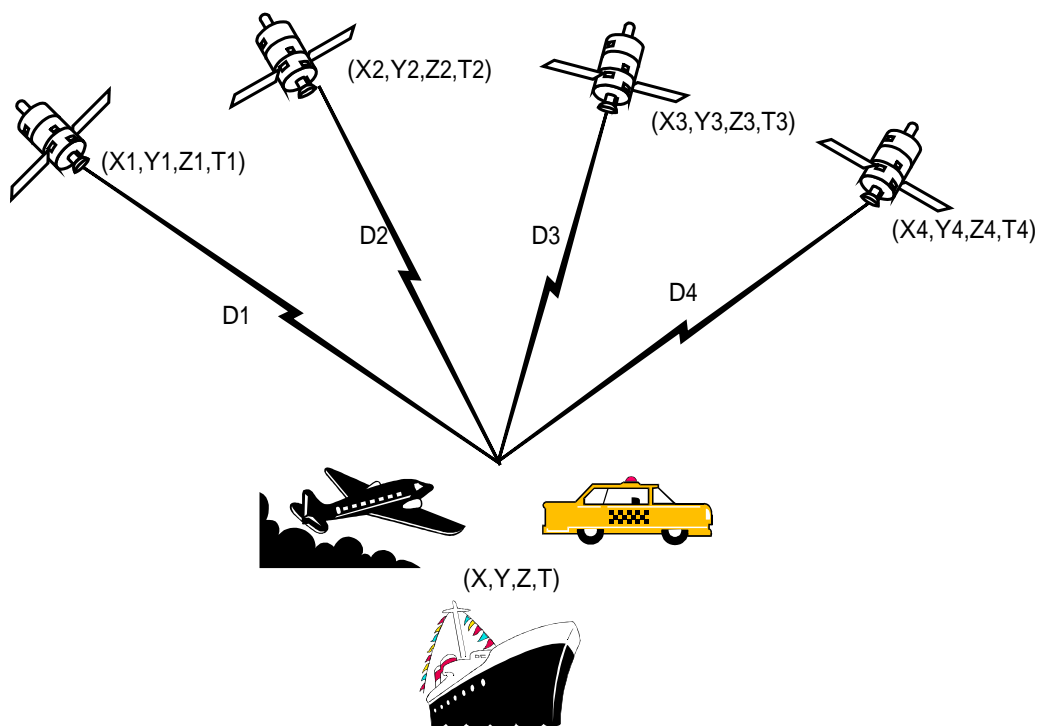


圖 2-6 GPS 距離測量示意圖。

$$D1^2 = (X - X1)^2 + (Y - Y1)^2 + (Z - Z1)^2$$

$$D2^2 = (X - X2)^2 + (Y - Y2)^2 + (Z - Z2)^2$$

$$D3^2 = (X - X3)^2 + (Y - Y3)^2 + (Z - Z3)^2$$

$$D4^2 = (X - X4)^2 + (Y - Y4)^2 + (Z - Z4)^2$$

$$D1 = C \times (T - T1 - T_d)$$

$$D2 = C \times (T - T2 - T_d)$$

$$D3 = C \times (T - T3 - T_d)$$

$$D4 = C \times (T - T4 - T_d)$$

D1~4：使用者與各衛星之距離（待求）。

X1~4、Y1~4、Z1~4：各衛星之位置（已知）。

X、Y、Z：使用者位置（未知）。

T1~4：各衛星之時間（已知）。

C：光速,  $3 \times 10^8$  m/s。

Td：GPS 接收機內，石英鐘的 bias（未知）。

以上方程式包含 X、Y、Z、Td 四個未知數，經由運算可得知各對應值。其中 Td 值可做為修正 GPS 接收機石英鐘誤差的依據，增加精確度。

### 2-2-2-3 GPS 誤差來源

從前段的敘述可以知道 GPS 的定位原理其實十分簡單，但就算衛星傳送的資料再精準，最後的定位結果仍會受到許多自然或人為因素干擾而產生誤差，最常見的誤差包括：

- **氣層上的延遲誤差：**

當 GPS 訊號通過電離層(Ionosphere)中的帶電粒子，以及對流層(Troposphere)中的水汽時，會產生角度偏移的現象，這就是延遲誤差發生的原因。

- **多路徑訊號傳送誤差(Multipath Error)：**

由衛星傳送下來的訊號，有時並不直接到達接收器，而是經過地面物體的反射後才被接收器接收，此時就會產生訊號多重定位的疊合誤差。

- **衛星時錶誤差(Ephemeris Error)：**

儘管衛星是以原子鐘(Cesium)做為計時工具，且大部分時刻都受到地面站的監視和修正，但仍會有產生微小誤差的時候，進而影響接收器的定位精確度。

- **幾何精度稀釋(Geometric Dilution of Precision, GDOP)：**

通常 GPS 接收器會自行選擇訊號較強，較可靠的衛星訊號做為定位依據，但如果接收器所選擇的衛星中有二顆距離甚近，就會影響到定位精度，選擇相距有一段距離的衛星訊號，可以提高精確度。

- **接收器內部誤差(Receiver Error)：**

來自接收器數據處理上所產生的誤差。

- **週波脫落(Cycle Slips)：**

當衛星訊號於傳送過程中，因為外界干擾而發生訊號中斷，導致無法持續做相位追蹤。此時，接收週波值將會產生不連續的現象，影響相位觀測測距。

雖然 GPS 定位技術與 GSM 基地台定位技術一樣，各自存在許多缺點，但精確度卻足以滿足我們監控的需求，最重要的是採用 GPS 模組來定位，就完全不需要更動 GSM/GPRS 無線通信系統基地台的硬體架構，只需將手機連結到包含 GPS 模組的電路板上，便可執行行動數據回報的動作，是最符合我們需求的組合方式。



# 第三章

## 行動通訊的加值應用

### 3-1 前言

隨著科技進步，人們的生活模式與步調也跟著不斷轉變，自民國 85 年 1 月電信法通過後，行動通信業務的經營管制同時解除，電信市場由自民國 78 年起的獨佔局面，變成多家競爭的情況。依據中華民國交通部的調查，自民國八十六年底民營行動電話電信業者陸續展開正式營運，截至民國九十一年三月，公民營電信業者行動電話用戶數已達 2,240 萬戶，平均每百人就有 99.97 人擁有一隻手機，幾乎達人手一機的情況，由此可見，行動通訊儼然成為你我生活的一部份。

大部份行動通訊用戶目前僅使用語音傳輸功能，但行動通訊實際上還包括數據傳輸的功能，各電信業者也針對數據傳輸功能提供一些加值服務，包括：簡訊服務(SMS)、行動定位、行動字典、行動地圖等，目的都在增進使用者的便利性與手機使用的多元性，本論文亦秉持這樣的觀念，希望將行動通訊數據傳輸的功能做更進一步的發揮，於是衍生出發展行動數據回報技術的想法。

本論文探討的目標鎖定於建構一套透過無線通訊數據傳輸，自動回

報行動數據的系統。此系統發展的目的基本上並不是讓手機使用者得知自己目前的狀況，而是讓使用者在啟動系統後，便自動將描述使用者行動狀況的數據回報給伺服器端(Server 端)，透過這樣的架構，伺服器端可將回報的數據依不同應用目的做處理，以本論文提出的構想為例，伺服器端在接收使用者端回報的位置訊息後，立即將位置點繪於電子地圖中，如此一來，便可即時監控每位使用者所在位置。這樣的作法可應用於車輛調配、重病患監控、機場平面管理等用途。

回到無線傳輸技術選擇的層面來考量，GSM 數據傳輸的能力主要依賴 SMS，在一般的狀況下，可提供可靠之點對點傳送服務，但卻有資料量限制的問題(160 位元)，同時目前各電信業者皆以通話時間計費，對於定時回報行動數據的系統來說，所需成本因此提高許多；反觀 GPRS，則沒有以上提到的二個缺點(詳細比較參考 1-2 節)，但卻有另外需解決的問題，目前宣稱具有 GPRS 傳輸能力的手機，指的並不是直接在手機上按下某個按鍵，或是選擇什麼功能，便可直接連接 GPRS 網路，而是必須將支援 GPRS 功能的手機連接其他電子設備，如 PDA、手提電腦等，然後在這些電子設備上執行撥接上網的程式，如此才可完成連接 GPRS 網路的動作，簡言之，就是把手機當成無線 Modem 使用。

既然需要額外的硬體執行撥接程式，同時又要滿足整個 Client 端系統可以讓使用者隨身攜帶的要求，額外加入的額外硬體設備就需謹慎選

擇，本研究最後決定分別以 AT89C52 單晶片及 NET-Start! 嵌入式系統開發套件，嘗試實現 Client 端硬體架構，盡量縮小額外加入硬體之體積。

### 3-2 GPRS 系統架構(System Architecture)

GPRS 是建構在現有 GSM 架構上，提供點對點的分封交換系統(Packet-Switching)。由於 GSM 只提供電路交換服務，因此必須額外加入二個節點，以達成分封交換服務的目的，加入的節點包括 GGSN(Gateway GPRS Support Node)、SGSN(Serving GPRS Support Node)，其中 GGSN 是和其它分封交換網路(如 IP, X.25)的連結界面，SGSN 則負責行動端(Mobile Stations)的封包交換。簡單來說，假設本研究欲從行動端(MSs)送出封包，協定資料單元(PDUs)會先在 SGSN 進行加封(Encapsulate)，然後以通道方式(Tunneling)透過 IP 骨幹傳送，到達 GGSN 後進行解封(Decapsulate)，再依協定資料單元(PDUs)的內容送至指定的外界網路；反之，若本研究欲從外界網路對行動端送出封包，則協定資料單元會先在 GGSN 進行加封，同樣以通道方式透過 IP 骨幹傳送，送達 SGSN 後進行解封，再依資料內容送往指定的行動端[2][13]。

圖 3-1 為 GPRS 整體架構圖，以下分別說明各區塊功能：

**1. HLR(Home Location Register)：**包含 GGSN、SGSN 之間封包交換所

需要之路由(Routing)資訊。

**2. MSs(Mobile Station)**：行動通訊裝備。

**3. BTS(Base Transceiver Station)**：負責掌控和 MSs 的無線通訊工作，即基地台；一個基地台可以和數個 MSs 進行通訊。

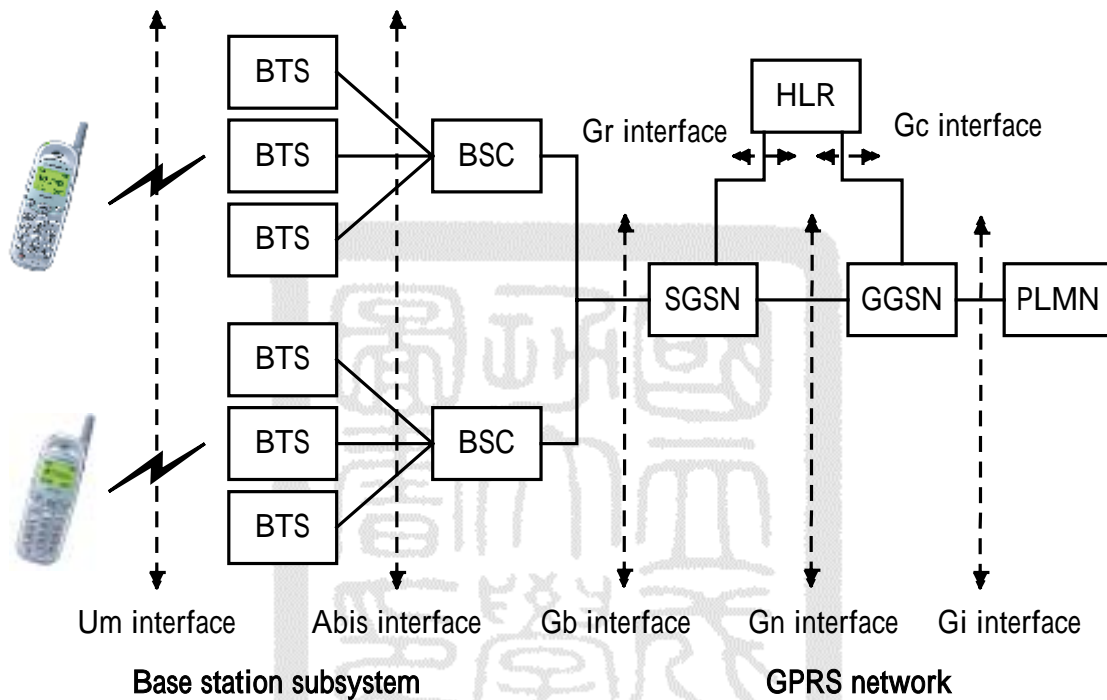


圖 3-1 GPRS 整體架構圖[2]。

**4. BSC(Base Station Controller)**：負責掌管 BTS，控制無線通訊資源及交握程序；一個 BSC 同時掌控數個 BTS。

**5. PLMN(Public Land Mobile Network)**；外界網路的統稱。

### 3-3 GPRS 協定架構(Protocol Architecture)

依照 ISO/OSI(International Organization for Standard/ Open Systems Interconnection)所建議的模型，GPRS 協定架構可以圖 3-2 表示。位於 Mobile Station 部分的四個協定層——RLC(Radio Link Control)、MAC(Medium Access Control)、PLL(Physical Link Layer)及 RFL(physical RF sublayer)，主要負責 MSs 和 BTS 之間資料的傳遞，其中 PLL 和 RFL 是從實體層(Physical Layer)分出的兩部份，PLL 主要負責錯誤控制編碼、偵測實體鏈結擁塞狀況等工作，而 RFL 則是負責調變解調變的工作；另外的 RLC/MAC 層則是讓上層的服務能夠順利經由 GPRS 的實體介面在空中傳送，其中定義了可使多個使用者（行動設備）同時共享相同傳輸介質(PDCH-Packet Data Channel(s))的傳送方式，以及用以提升效率的時槽阿羅哈式(ALOHA)預留，依照用戶的需求提供適當的服務；其它各協定層則負責資料的加封或解封工作，並依照資料內容往下一個協定層傳送[1][4][5][6]。

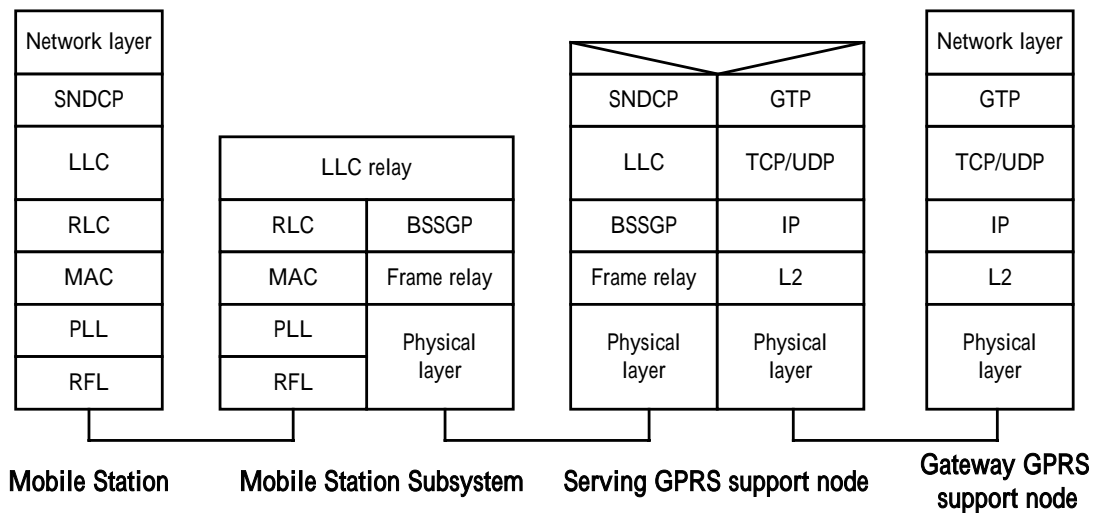


圖 3-2 GPRS 協定架構。

### 3-4 GPRS Air Interface Protocol

本章節將進一步說明前段提出之四個協定層(RLC、MAC、PLL、RFL)處理的工作內容。

MSs 和 BTS 之間的資料是透過無線方式傳送，而 Air Interface Protocol 正是這部分的通訊協定，依據此通訊協定的規定，傳送資料的通道稱為 PDCH(Packet Data Channel)，系統會依據使用者(行動設備)的需要分配一至多個 PDCH，同時系統也用選擇性重傳(selective ARQ)規約讓資料傳送發生問題時可以得到補救，如前段所述，RLC/MAC 層的功能就是讓多個使用者能夠有效的共用一個到數個 PDCH，以下說明二個分配通道的原則[2]：

- **Master-Slave Concept :**

系統會分給每一位使用者一個主通道(Master PDCH)，這個主通道主要傳送分封數據建立過程中所需的訊息，以及使用者的數據資料，除此之外，系統還會根據使用者的需求，最多再分配八個輔助通道(Slave PDCH)讓使用者做數據資料的傳送。

- **Capacity on Demand :**

每一位使用者使用的主通道(Master PDCH)中會傳送負載量的訊息，MAC 層會監督這些訊息，並依據負載量的大小增減提供給使用者的 PDCH 數量；依照這個原則，可從低負載使用者中挪出多餘的 PDCH，轉而提供給高負載使用者。

正如一般傳統區域網路傳送數據的程序一般，GPRS 網路服務之前，必須先送出通道服務請求(Packet channel request)來取得通道使用權，這部分的資料是透過 PRACH 傳送;由於 PRACH 是所有的用戶共用的，每個用戶都能透過隨機存取(Random access)的程序向系統發出各自的數據通道要求，系統中的 MAC 則使用時槽阿羅哈式(ALOHA)預留來減低用戶取得通道的延遲，同時提升 PRACH 的效率。圖 3-3 顯示完整的上傳(Uplink)數據步驟。

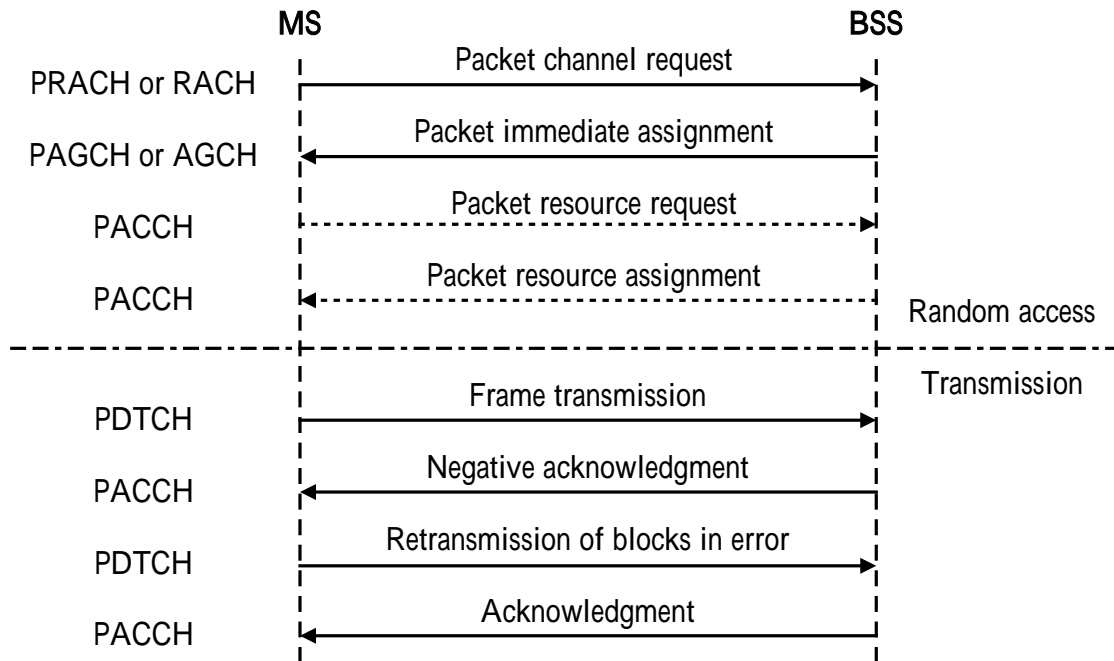


圖 3-3 使用者上傳(Uplink)資料步驟[2]。

圖 3-3 中點虛線上方為隨機存取(Random access)程序，目的在要求上行數據通道，下方為數據傳送部分，左方列出各種資料傳送所使用的通道名稱。

GPRS 邏輯通道的種類參考表 3-1。同樣的，若有資料要下傳(Downlink)給使用者，仍須經過通道要求的步驟，過程如圖 3-4 所示：



表 3-1 GPRS 邏輯通道的種類[2]。

Group	Name	Direction	Function
PBCCH	PBCCH	Downlink	Broadcast
PCCCH	PRACH	Uplink	Random access
	PPCH	Downlink	Paging
	PAGCH	Downlink	Access grant
	PNCH	Downlink	Multicast
PTCH	PDTCH	Downlink and uplink	Data
	PACCH	Downlink and uplink	Associated control

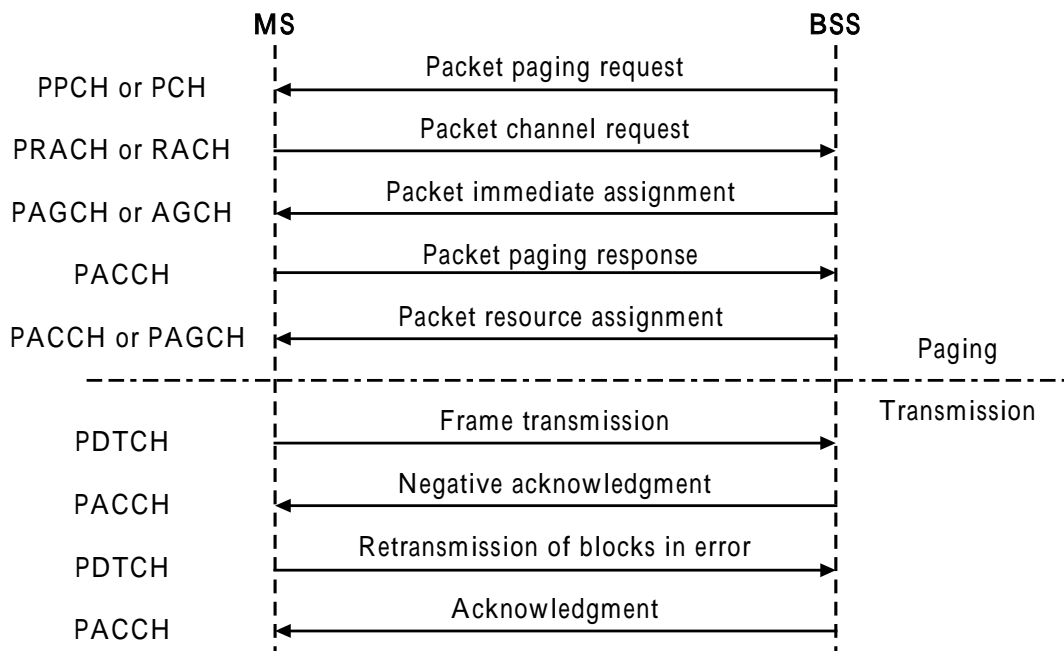


圖 3-4 資料下傳(Downlink)步驟[2]。

### 3-5 GPRS 資料傳送格式

如前面所說，GPRS 是一種在現存 GSM 網路架構下，提供數據傳輸 (datacomm) 的技術，為了能夠與現有的 GSM 網路相容，GPRS 挪用原本提供語音傳輸使用的 Timeslot 來傳遞數據資料，之所以能夠提高數據傳輸速率，靠的是把 2-8 個 Timeslot 合併使用，重新規劃原有 GSM 的頻道與時槽的分配方式；依照系統原始規劃，一個 Timeslot 傳輸速率為 14 kbps，理論上合併八個 Timeslot，GPRS 傳輸速率可達 112 kbps，但同一時間只要三個使用者同時始用 112 kbps，一個標準基地台(BTS)的頻寬就全被佔用，因此通常使用者是無法以最高傳輸速率(112 kbps)來傳送資料。接著補充說明 GSM 網路中的傳輸介面格式。

GSM 同時使用 FDMA(Frequency Division Multiple Access) 和 TDMA(Time Division Multiple Access)二種方式來分配通道(Channel)，以 GSM 900 系統為例，上傳使用頻寬 935~960 MHz，下傳則使用頻寬 890~915 MHz，每個通道(Channel)頻寬為 200 kHz，共分為 124 對雙工通道(Duplex Channels)，此即 FDMA。每個通道中傳送的資料格式則採用 TDMA，如圖 3-5 所示。

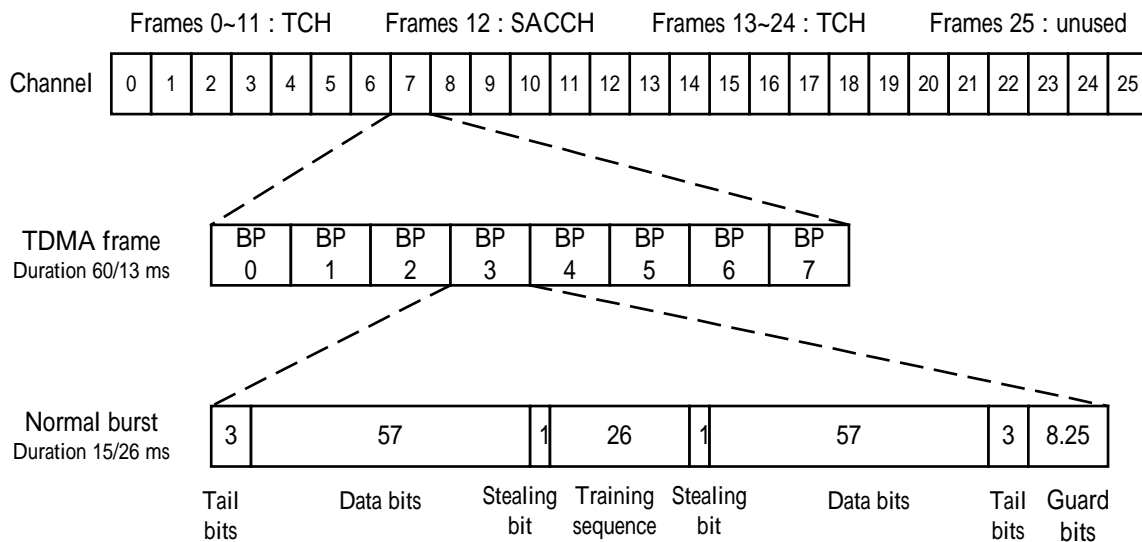


圖 3-5 GSM 網路中 TDMA 格式。

最基本之資料格式為 Burst(亦可稱 Timeslot)，每個 Burst 大致由頭尾的 Tail bits(3 bits)、包含使用者資料的 Data bits(57 bits)，以及作為同步用的 Training bits(26 bits)組成，其週期為 0.577 微秒；八個 Burst 再合成一個 TDMA frame，一個 TDMA frame 的週期為 4.615 微秒；最後 25 個 TDMA frames 形成完整的資料格式，並以此格式在通道中傳送。從圖 3-5 中亦可發現在通道中傳送的 Frame 依用途可被分為幾個部分，分別為：

- **TCHs(Traffic Channels) :**

主要功用在於傳送使用者的資料(包括語音和數據)，每一個 TCH 都會配上一個 SACCH(同時建立)，用以傳送控制訊號。

- **CCHs(Control Channels) :**

控制通道負責傳送訊號資訊(Signal Information)。例如

FCCH(Frequency Correction channel)、SCH(Synchronization channel)讓 MS 和系統保持同步；BCCH(Broadcast control channel)提供系統資訊；AGCH(Access Grant channel)決定通道由那個 MS 使用；RACH(Random Access channel)做為 MS 開機時，向系統登記及初始化的工作。

### 3-6 撥接 GPRS 網路方式說明

本章一開始便有說明，欲透過手機撥接 GPRS 網路，必須利用如 PDA、手提電腦、微處理器等額外硬體執行網路撥接程式，其實這部份主要是要完成點對點通訊協定(Point to Point Protocol, PPP)的動作。

#### 3-6-1 PPP(Point to Point Protocol)通訊協定

PPP 協定是屬於 OSI 模型資料連結層的協定，為兩個端點連線時所用的通訊協定，這個協定是目前家用電腦，透過 Modem 與 Internet 連接時最普遍的技術，它的特色有：

1. 支援多種網路通訊協定

如：TCP/IP、Novell SPX/IPX、Appletalk 等。

2. 通訊參數協商

內建協商機制，連線雙方可共同決定通訊參數，例如：是否要進

行資料壓縮、是否要驗證使用者身分等。

### 3. 錯誤偵測

PPP 封包中有 FCS(Frame Check Sequence)欄位，可讓接收端驗證接收到之封包是否正確。

### 4. 資料壓縮與加密

### 5. 身分驗證

可以在資料傳輸前相互驗證對方的身份。

## 3-6-2 PPP 協定運作細節

PPP 協定主要的工作，是將資料製成封包後，經由串列埠傳送，但在傳送封包前，必須先和對方建立連線，連線建立過程中，雙方會有許多的協商動作，目的在完成彼此都同意的通訊參數，否則連線無法建立。

PPP 協定中，建立連線採用的是「對等」觀念，任何一方都可主動提出連線要求，而連線參數也都需要雙方同意才可確定，儘管如此，一般最常使用的模式仍然是使用者向 ISP(網路服務提供者，如：中華電信)提出連線要求，同時配合 ISP 的要求輸入預設的參數(如：使用者名稱、密碼等)。以下說明連線建立過程：

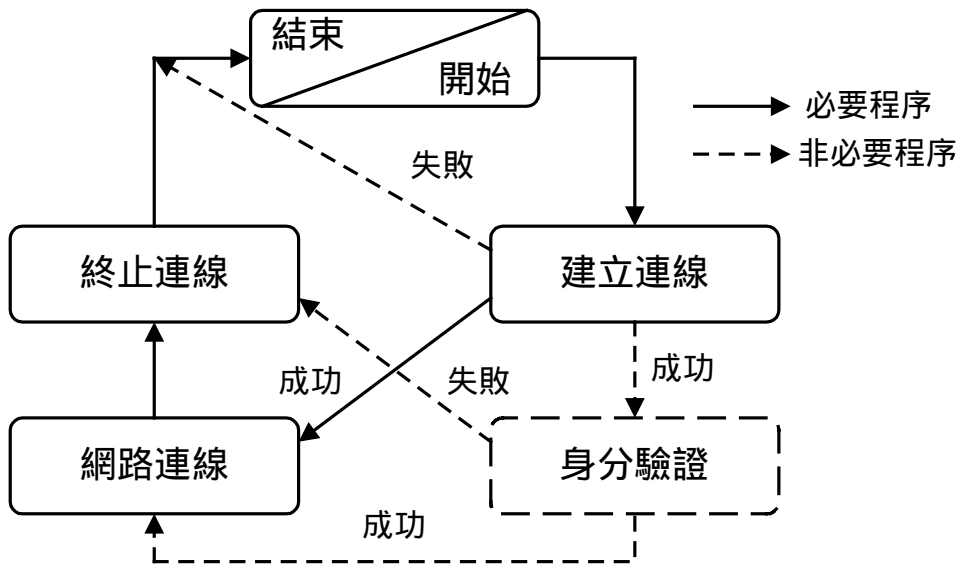


圖 3-6 PPP 連線程序。

#### 1. 建立連線

連線雙方利用連結控制協定(LCP, Link Control Protocol)進行參數協定，若無法達成協議，連線就不會建立。

#### 2. 身分驗證

依照各網路服務提供者的要求而定，若要求驗證，則須進行驗證身分程序。

#### 3. 網路連線

PPP 連線建立後，雙方還須進行網路控制協定(NCP, Network Control Protocol)協商雙方通訊時所用的參數，之後才能開始傳送封包。

#### 4. 終止連線

雙方都可透過 LCP 傳送中止連線的訊息，另一方無法拒絕斷線要求。

### 3-6-3 PPP 協定封包說明

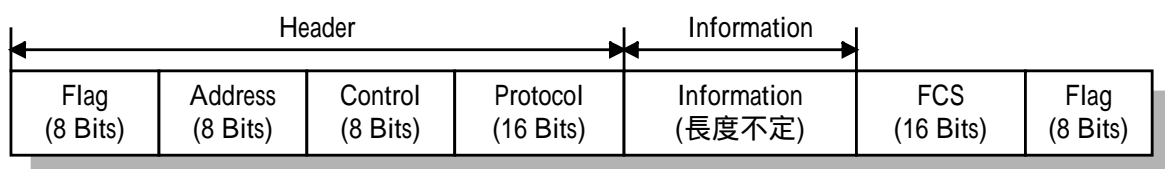


圖 3-7 PPP 封包。

本節補充介紹 FCS 欄位及 LCP 封包。

- FCS

FCS 欄位是用來確定 PPP 封包的完整性，方法是將所有欄位的值經特定運算式運算後，將結果放在這個欄位中，接收端收到封包後，也對所有欄位的值進行同樣的運算，將得到的值與 FCS 欄位中的值做比對，相同則表示封包正常，相異則將封包丟棄。

- LCP 封包

此封包是用來設定建立、維護與結束 PPP 連線所需的參數，只負責 PPP 的連線管理，與上層(網路層)協定毫無關係。

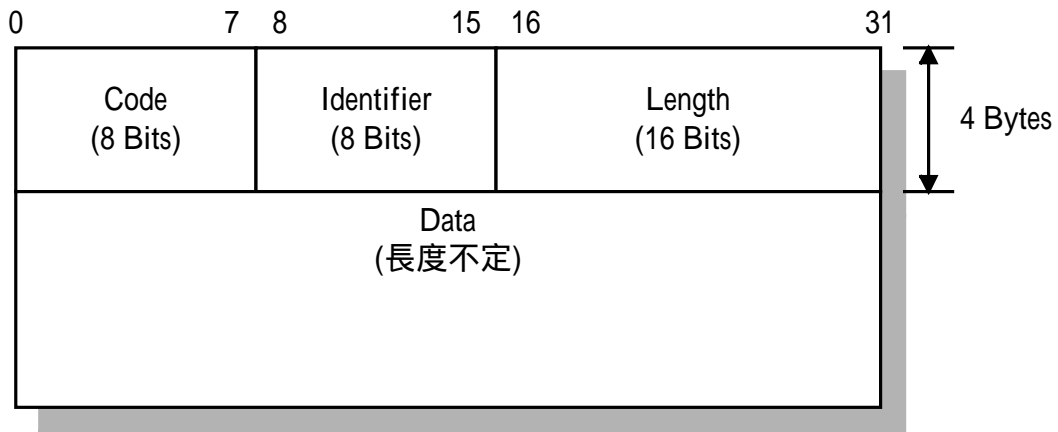


圖 3-8 LCP 封包。

### 3-6-4 連線步驟

這節介紹利用手機撥接 GPRS 網路，所需執行的步驟。

1. 利用傳輸線將手機與執行撥號程式硬體(如：微處理器或 AT89C52 單晶片)連結。
2. 啟動手機和各硬體電源後，執行撥號程式，依序進行數據機初始化命令及 PPP 協定。

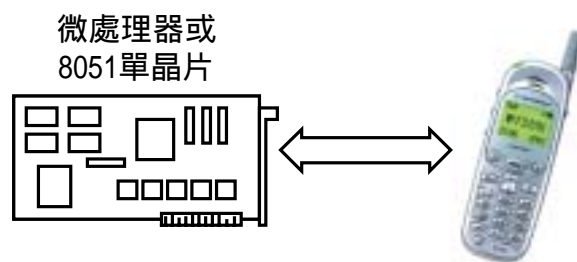


圖 3-9 撥接 GPRS 網路硬體架構圖。



其中數據機初始化命令包含下列幾項：

- AT+CGATT—GPRS attach and detach

連線前需設定 AT+CGACT=1。

- AT+CGACT—PDP context activate or deactivate

決定是否啟動 ISP 所提供給使用者的 GPRS 功能，和 AT+CGATT

一樣，若要連線，則必須設定 AT+CGACT=1。

- AT+CGDCONT—Define PDP Context

設定 PDP 相關參數，包含所使用之 PDP type、APN、CID 等參數，

以中華電信提供的 GPRS 服務為例，設定值為

AT+CGDCONT=1,"IP","internet","0.0.0.0",0,0。

- AT+CGQMIN—Quality of Service Profile(Minimum acceptable)

通常設定 AT+CGAMIN=1，即設定 Quality of Service Profile 為最

低層級。

- AT+CGQREQ—Quality of Service Profile (Reauested)

終端設備用以要求網路服務層級的指令，若沒有指定，則以 HLR

中的預設值設定。

- ATDT\*99#

為全球共通撥接 GPRS 網路的號碼，撥號後便進行 PPP 協定，確

定各通訊參數。

3. PPP 協定執行後，依 ISP 要求決定是否需輸入使用者名稱、密碼，以中華電信 GPRS 網路服務為例，並不需額外輸入這些驗證資料。
4. 撥接成功後，ISP 將指定給行動終端一個動態位址(IP)，以中華電信 GPRS 網路服務為例，給定的 IP 為 10.9.\*.\*或 10.10.\*.\*。

透過以上的步驟，即可在網路上傳送任何希望傳送的數據，同時也可利用 TCP/IP 網路等偵錯功能，提高資料傳送之正確率。

# 第四章

## 嵌入式系統簡介

本論文使用以 Linux 為 OS 的 NET-Start!發展套件進行實驗，以下簡單介紹嵌入式系統，以及此發展套件使用的開發環境。

### 4-1 嵌入式系統介紹

依據英國電機工程師學會的定義：「嵌入式系統為控制(Control)、監控(Monitor)或輔助設備、機器或甚至工廠運作的裝置」，它是一種包含電腦軟硬體的裝置，尤其強調「量身訂做」，這是一種客制化(Customize)的觀念，針對特定的用途，開發出一套截然不同的系統。

嵌入式系統不像一般的 PC 要求全能，只要能對某種特定規格要求有效的發揮硬體運算能力，使得產品達到有效率／價格比的最佳化即可，最典型的嵌入式系統運用於日常生活使用的家電，幾乎讓使用者感覺不到它的存在；近年來嵌入式系統領域發展迅速，方向大致包含以下幾點：

#### 1. 系統：嵌入式作業系統(RTOS)

嵌入式系統通常會要求自動完成所設定的工作，如工廠或是銀行的系統，新興的主要競爭產品包括——Palm OS、Windows CE、

Linux 等。

## 2. 整合式晶片(SoC)

嵌入式產品的處理器和晶片組都須符合體積小、散熱佳、省電的要求，而高整合度的 SoC(System-on-Chip)正好符合這樣的規格要求，自然成為嵌入式產品最常採用的處理器。

## 3. 應用軟體

包含兩部份——伺服器端的整合軟體和使用者端的應用軟體，最常見的伺服器端整合軟體包括 Windows 及 Linux，通常也整合了資料庫軟體；而使用者端軟體，隨不同的使用目的，就有許多不同種類的軟體，如 Palm 所使用的開發軟體、手機使用的韌體等。

## 4. 服務

為了吸引消費者，嵌入式系統必須輕薄短小、方便攜帶，除此之外，系統通常也會和網路結合，因此網路服務提供者或電子商務業者極易與之結合，藉此提供各項服務。

嵌入式系統的開發和一般桌上型電腦系統開發的過程有許多不同，主要由於二者使用的硬體有相當大的差異，前面提到嵌入式系統大部份都使用 SoC 方式發展處理器，這點便和桌上型電腦系統相差甚多；而嵌入式系統中所執行的軟體通常又以韌體的型態存在，這點又和桌上型電

腦系統不同。開發嵌入式系統時，常會發生軟硬體同步發展的情形，也就是程式開發人員沒有實際的硬體平台做為軟體開發的工具，平常我們在桌上型電腦系統上開發程式時，執行程式和開發程式的平台都是同一個，但嵌入式系統卻有一套奇特的方式—將開發環境分成目標平台 Target 端和開發平台 Host 端，程式開發人員先在 Host 端建構出模擬 Target 端的環境，然後在此環境中開發程式，待硬體平台完成設計和驗證後，再整合成一套完整的系統。

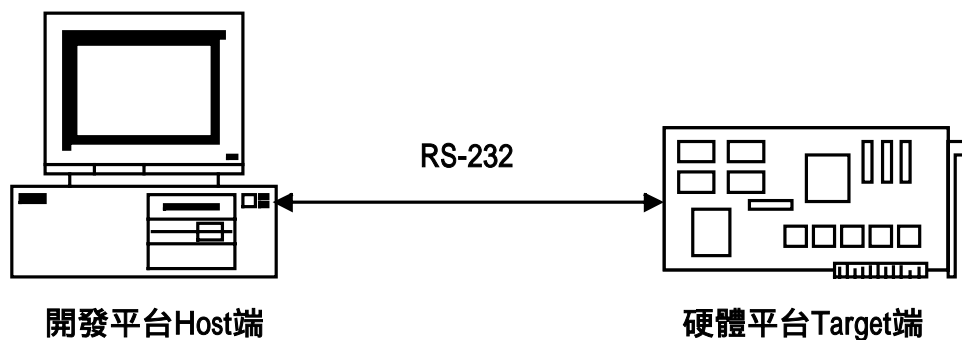


圖 4-1 嵌入式系統開發環境。

## 4-2 開發環境介紹

接著介紹本論文使用之開發環境，可分為三部份— a)核心部份 b) 函式庫部份 c)工具程式部份。

#### 4-2-1 uClinux 核心介紹(<http://www.uclinux.org>)

uClinux 是 Linux2.0 作業系統的衍生程式，其發展目的是希望將 Linux 作業環境實現於微控制器(microcontrollers)上，尤其針對不支援記憶體管理單元(MMUs--Memory Management Units)的系統。所謂記憶體管理單元，是 CPU 中用來管理虛擬記憶體、主記憶體的控制線路，同時也負責邏輯位址和實體位址的映對工作，基於這一點，uClinux 環境中的執行程式不能使用太大的堆疊尺寸(Stack Size)，同時也無法利用虛擬記憶體(Virtual Memory)來執行程式。

為了讓 uClinux 能在不支援記憶體管理單元的微處理器上執行，uClinux 的核心程式(Kernel)皆重新撰寫，以達到精簡的要求，同時又保有 Linux 作業系統穩定、卓越網路能力及良好檔案系統的特性。簡而言之，uClinux 的特性有[9][11]：

- 支援常用的 Linux 應用程式。
- 核心程式 < 512 kB。
- 核心程式+常用工具程式 < 900 kB。

目前 uClinux 支援的檔案系統包括 NFS、ext2、MS-DOS、及 FAT16/32。另外基於 Linux 對原始碼(Source code)採公開的原則，對於系統升級具有相當大的彈性，使用者可依自己的作業環境、使用目的，對任何應用程式進行重新編譯、改進的動作，以達到最有效的應用。

本論文使用之 uClinux 版本為 2.0.38，核心程式支援 PPP 協定，所使用的工具程式(Toolchains)包含：

- gcc-3.0.1

取代 gcc、cc 等 Linux 系統中使用的編譯器(Compiler)，提供編譯嵌入式系統環境下 C 語言程式的功能。編譯指令為 arm-elf-gcc。

- binutils

arm-elf-gcc 編譯完成的檔案格式為 ELF(Executable and Link Format)，也就是在 Linux/Unix 環境下執行的檔案格式，但為了使程式能在 ARM-Based 的環境下執行，同時再次壓低檔案容量，必須進一步將檔案轉為 Flat Format(flt)格式，而 binutils 中所提供的 elf2flt 程式便是負責格式轉換的工作。

#### 4-2-2 uClibc 函式庫(<http://www.uclibc.org>)

uClibc 是針對嵌入式系統而發展出的一套 C 語言函式庫，容量比一般 Linux 環境使用的 GNU C Library(glibc)函式庫小很多，但幾乎所有 glibc 支援的功能，在 uClibc 中都可找到，因此，想要把 Linux 環境下使用的應用程式移植到嵌入式系統中，只需將程式碼做適當的修改即可，不必重新撰寫[10]。

目前該函式庫支援的作業系統包括 Linux 及 uClinux，本論文欲使用之網路協定功能亦在 uClibc 可支援的範圍中。

#### 4-2-3 Busybox 工具程式組([www.busybox.net](http://www.busybox.net))

Busybox 是一套包含 Unix 環境最常用指令的程式組，例如：cp、chmod、mkdir 等，但容量卻比一般指令集小很多，主要由於 Busybox 省略各指令的部分功能，僅保留主要功能參數；正由於 Busybox 容量不大，因此適合加入嵌入式系統中作為程式指令集[7]。

本論文使用的 NET-Start! 嵌入式系統開發套件採用 uClinux-2.0.x 做為開發程式時模擬環境的作業系統，同時加入 Busybox-0.60.1，構成一套完整的開發工具。

uClinux、uClibc 和 Busybox 都屬於全球共享的免費軟體，只要符合自己的需求，任何人皆可經由網路下載必要的原始碼，然後建立自己的開發平台，亦可在往後的發展過程中，隨時下載修正檔補足系統缺失，若有能力，還可自行修補各檔案的漏洞，並決定是否和全世界其他使用者交流，本論文亦考量到這點便利性，才決定使用 uClinux 作為開發平台核心程式。



### 4-3 程式開發流程介紹

本節介紹將自行撰寫之程式載入嵌入式系統(如本論文所使用的 NET-Start!)執行，所需經過的步驟。圖 4-2 為本研究所採用嵌入式系統應用程式開發流程圖。

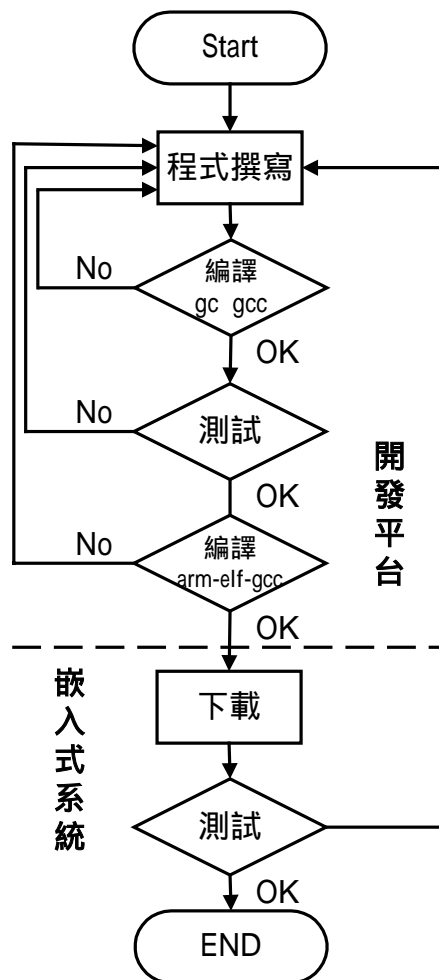


圖 4-2 嵌入式系統應用程式開發流程圖。

第一步：

開發自己所需要的應用程式，並確定程式內容沒有違反 uClinux 的限制，主要針對無 MMUs 限制。

第二步：

將撰寫好之程式於開發平台編譯(gcc、cc、glibc)，為了避免往後於嵌入式系統中執行程式時發生錯誤，編譯時應選擇顯示所有層級之警告或錯誤訊息。

第三步：

編譯完成後，在開發平台測試應用程式。

第四步：

於開發平台測試完成後，再重新將程式編譯為 Flat Format(flt)格式，然後下載至嵌入式系統中執行。

第五步：

下載完成後，進行測試，若出現錯誤訊息，則回到步驟一，重覆上述所有步驟，直到可以正常執行為止。

本論文經由上述步驟編譯完成之程式包含：

## **1. pppd**

功能為啟動數據機(Modem)撥接至 ISP，並進行連線過程中 PPP 協定的工作；原始碼取自網路上提供之 ppp-2.4.1 程式，經過適當修改，以符

合本論文嵌入式環境需求。

## 2. chat

配合 pppd 運作，負責儲存數據機初始化命令，以及連接 ISP 後交換之命令內容，如使用者名稱、使用者密碼等；原始碼同樣取自 ppp-2.4.1 程式。

## 3. socket\_ttyS0

經過串列埠(COM 1)接收 GPS Module 傳入之資料，並在接收後經由數據機(p7389i 手機，連結 COM 2)，透過網路將資料送至伺服器端。傳送內容包含經度、緯度、高度、速度、航向等資料。

### 4-4 NET-Start!硬體功能說明



圖 4-3 NET-Start!發展套件實體圖。

首先簡介 NET-Start!發展套件硬體規格：

- Samsung Electronics' S3C4510B network processor running at 50MHz.
- 2MB Flash (1M × 16bit).
- 16MB SDRAM (2 × 4M × 16bit).
- 9-pin D-sub RS-232C serial console port.
- 9-pin D-sub full RS-232C electricity serial port.
- Two programmable output LEDs.
- One 7-Segment LED display.
- Six user input DIP switches.
- Two general purpose push buttons.

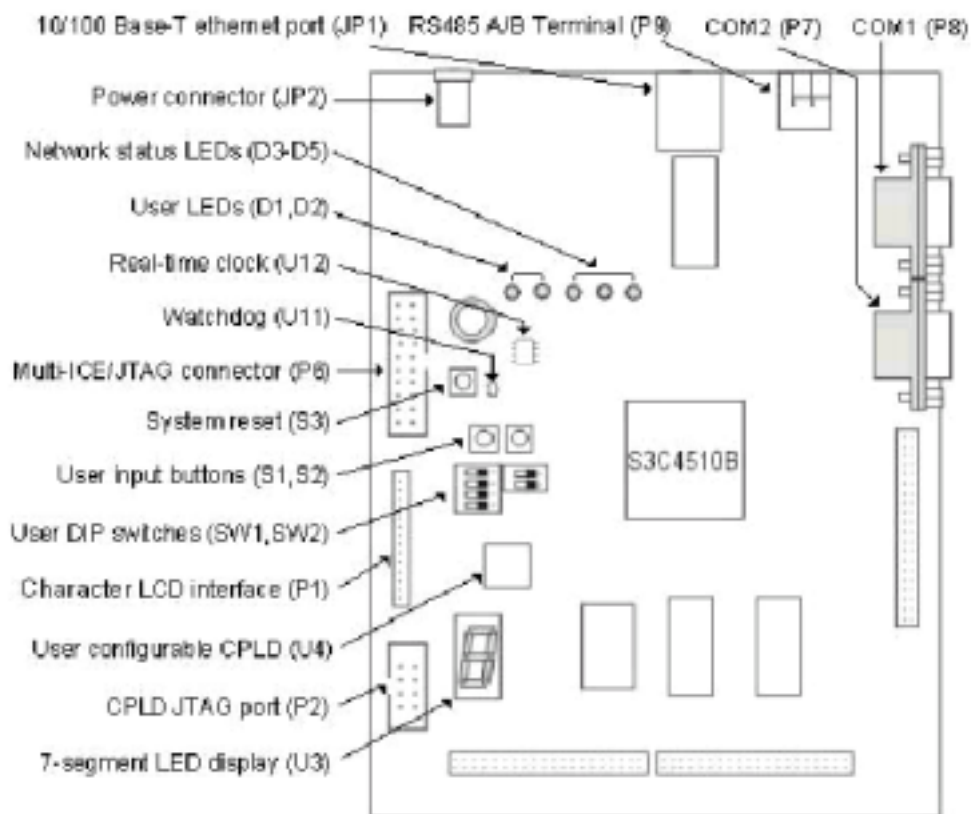


圖 4-4 NET-Start!發展套件 Layout 圖。

利用 NET-Start!發展套件所提供的硬體，再結合前述各程式，本論文將 NET-Start!功能設定於一旦啟動，便自動執行撥接 GPRS 網路的動作，待撥接成功，再開啟 COM 1 接收 GPS 資料；依照預先設定的間隔時間將 GPS 資料透過網路送達 Server 端，接收、傳送 GPS 資料的動作將不斷重覆(間隔時間可隨使用者需要調整)，直到使用者切斷電源，或 Server 端中斷連線為止。

整個發展過程中，最大的困擾是將原本使用於 PC 下 Linux 環境中的 pppd、chat 應用程式，修改為適合 uClinux 環境下使用，修改內容包含標頭檔(header)重新指定、fork()指令改為 vfork()，以及 Makefile 內容的修改。修改後的原始碼經由 arm-elf-gcc 編譯器編譯，產生 flt 格式的執行檔，存入 RAM Image 中，最後再上傳到 NET-Start!發展套件的記憶體中，即完成 NET-Start!硬體功能的設計工作。

# 第五章

## 實驗成果

### 5-1 利用 GSM 無線通信系統傳送數據實驗

圖 5-1 為本研究所進行的實驗系統架構。

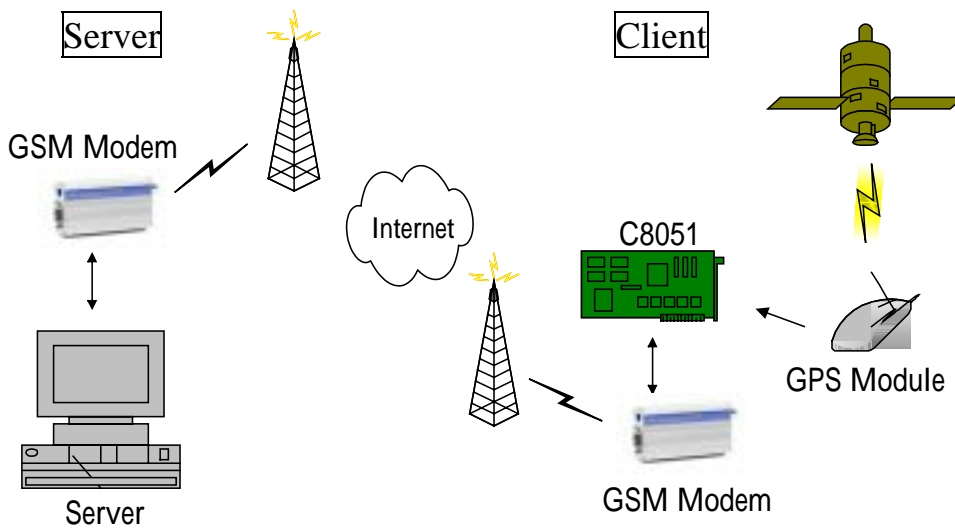


圖 5-1 GSM 無線通信系統數據傳送實驗架構圖。

實驗目的：

1. 量測 GSM Modem 首次撥接完成所需時間。(補充：首次撥接完成後，即保持通話狀態，直至手動或意外斷線為止。)
2. 測試 GSM Modem、C8051 穩定度。

3. 觀察各項軟、硬體功能是否正常。

實驗架構：分為 Client & Server 端。

- Client 端

由 C8051 單晶片、GPS Module、GSM Modem 組成，C8051 的功用在於接收 GPS 資料，以及控制 GSM Modem，將資料以短訊(SMS)方式送至 Server 端。

- Server 端

由 GSM Modem、Desktop PC 組成，PC 中安裝 MapInfo、MapX 軟體、VB 程式以及資料庫，VB 程式負責接收、儲存 Client 端送達之資料，MapInfo、MapX 則配合 VB 程式將位置點顯示於電子地圖。

實驗設備：

- ※GPS Receiver



圖 5-2 GPS Receiver–GPS 35-LVS.

設備名稱：GPS 35-LVS.

製作廠家：台灣國際航電(Garmin Corp.).

硬體規格：

- 輸入電壓：5V
- 追蹤時間
  - 15 seconds warm(all data known),
  - 45 seconds cold(initial position, time and almanac known, ephemeris unknown),
  - 5 minutes auto locate(almanac known, initial position and time unknown),
  - 5 minutes search the sky(no data known).
- 更新速率
  - 1~900 秒/次.
- 精確度
  - Differential GPS (DGPS) : 5 meters RMS,
  - Non-differential GPS : 15 meters RMS.
- 動態規格
  - 999 knots ; 6 g' s .
- 傳輸介面
  - Dual-channel RS-232 compatible with user-selectable baud rate (1200,2400,4800,9600),
  - NMEA 0183 version 2.0 ASCII output (GPALM, GPGGA, GPGSA, GPGSV, GPRMC, GPVTG, PGRME, PGRMT,



PGRMV, PGRMF, LCGLL, LCVTG).

- 輸出資料
  - Position, velocity, and time,
  - Receiver and satellite status,
  - Differential reference station ID and RTCM data age,
  - Geometry and error estimates.

※GSM Modem



圖 5-3 GSM Modem.

設備名稱：WAVECOM WMOD2B.

製作廠家：Wavecom.

硬體規格：

- Dual-band GSM Modem,
- Fully compliant with ETSI GSM Phase 2+ specifications,
- Data circuit asynchronous, transparent and non-transparent up to 14,4000 bits/sec.

※C8051 單晶片



圖 5-4 C8051 單晶片及變壓電路。

設備名稱：C8051 單晶片。

製作廠家：CYGNAL.

硬體規格：

- 輸入/出：8xAnalog I/P 2x Analog O/P 32xDigital O/P.
- 32 kbyte Flash RAM.
- 25 MHz CPU Clock Frequency.

實驗步驟：

圖 5-5 為 GSM 無線通信系統數據傳送實驗流程。

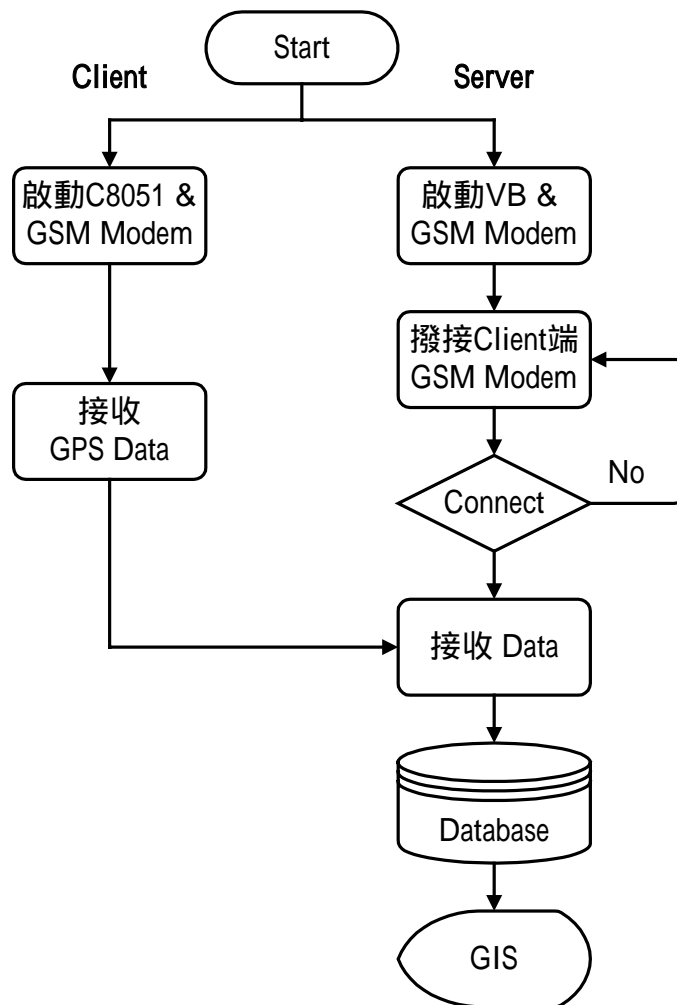


圖 5-5 GSM 無線通信系統數據傳送實驗流程圖。

1. 將 Client 端所有設備裝置於車輛上，Server 端設備則配置於實驗室中。
2. Client 端啟動 C8051 接收 GPS Module 傳入的訊號，準備接受 Server 端之撥號連線要求，實驗過程中車輛行駛於「成大航太系系館」與「高雄縣高苑技術學院」之間，來回各一趟。
3. Server 端透過 RS-232 介面控制 GSM Modem 進行撥號(撥號程式

見圖 5-7)。

4. 連線建立後，每 5 秒傳送 GPS 定位資料至 Server 端，Server 端同時將接收到之資料存入資料庫(資料庫畫面見圖 5-8)。
5. Server 端將各 GPS 資料訊號點 Map 到電子地圖上(顯示畫面見圖 5-9)。

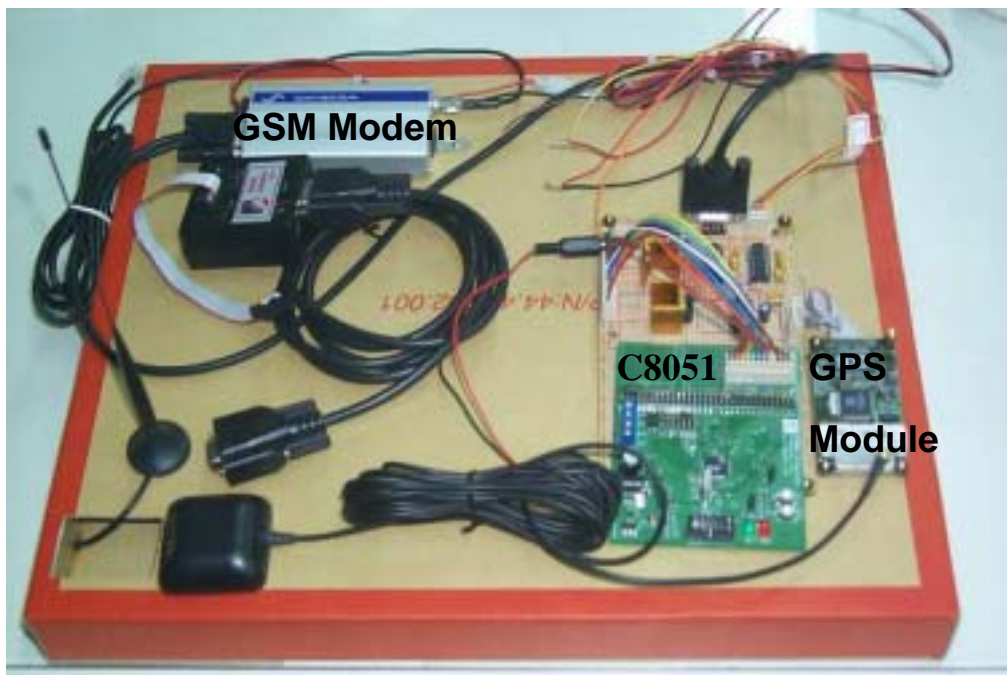


圖 5-6 Client 端設備全圖。



圖 5-7 撥號程式。

MAFIRPO_ID	Log	Lat	Speed	Alt	Course	UTC	Sat	Date
330	120.266535	22.841215	24	0.1	268.47	131013	3	2006/11/27
640	120.26623	22.841315	23.4	0.1	267.07	131019	3	2006/11/27
641	120.26573	22.84127	30.3	0.1	259.43	131025	3	2006/11/27
642	120.2652033333	22.841245	26.9	0.1	265.74	131031	3	2006/11/27
643	120.265083333	22.8413066667	3.8	53.9	260.82	131037	4	2006/11/27
644	120.2648616667	22.8412716667	31.4	84.4	265.3	131043	4	2006/11/27
645	120.264343333	22.8412533333	30.4	86.8	268.54	131049	4	2006/11/27
646	120.2638366667	22.8412566667	15.3	86.8	284	131056	4	2006/11/27
647	120.263708333	22.841645	42.7	87.5	351.28	131102	4	2006/11/27
648	120.26358	22.84236	50.7	88.3	350.28	131108	4	2006/11/27
649	120.2634666667	22.8431266667	49.6	88.3	350.25	131114	4	2006/11/27
650	120.2633	22.8438833333	53.1	90.2	349.76	131120	4	2006/11/27
651	120.263145	22.8447066667	59.2	87.8	349.93	131126	4	2006/11/27
652	120.262983333	22.84565	65.3	89.8	349.75	131132	4	2006/11/27
653	120.262785	22.84656	59.7	89.7	349.76	131138	4	2006/11/27
654	120.262565	22.8475966667	60.1	88.1	347.66	131145	4	2006/11/27
655	120.262398333	22.8484583333	55.9	76.6	350.1	131151	4	2006/11/27
656	120.2621966667	22.8493183333	59.8	98.8	350.17	131157	4	2006/11/27
657	120.26204	22.85025	63.1	82.5	349.52	131203	4	2006/11/27
658	120.26186	22.85119	63.1	82.4	350.32	131209	4	2006/11/27
659	120.261685	22.85216	61.2	95.3	351.65	131215	4	2006/11/27
660	120.261545	22.85302	51.7	82.9	349.86	131221	4	2006/11/27
661	120.2613666667	22.8538833333	45.8	116.1	347.84	131228	4	2006/11/27
662	120.261143333	22.85453	44.9	104.7	351.83	131234	4	2006/11/27
663	120.2610666667	22.8553733333	57.4	123.8	349.86	131240	3	2006/11/27
664	120.2609216667	22.8561983333	51.9	106.3	352.04	131246	4	2006/11/27
665	120.260795	22.8570333333	62.1	109.2	350.34	131252	4	2006/11/27

圖 5-8 資料庫(包含經度、緯度、高度、速度、航向、UTC、接收衛星顆數、日期)。

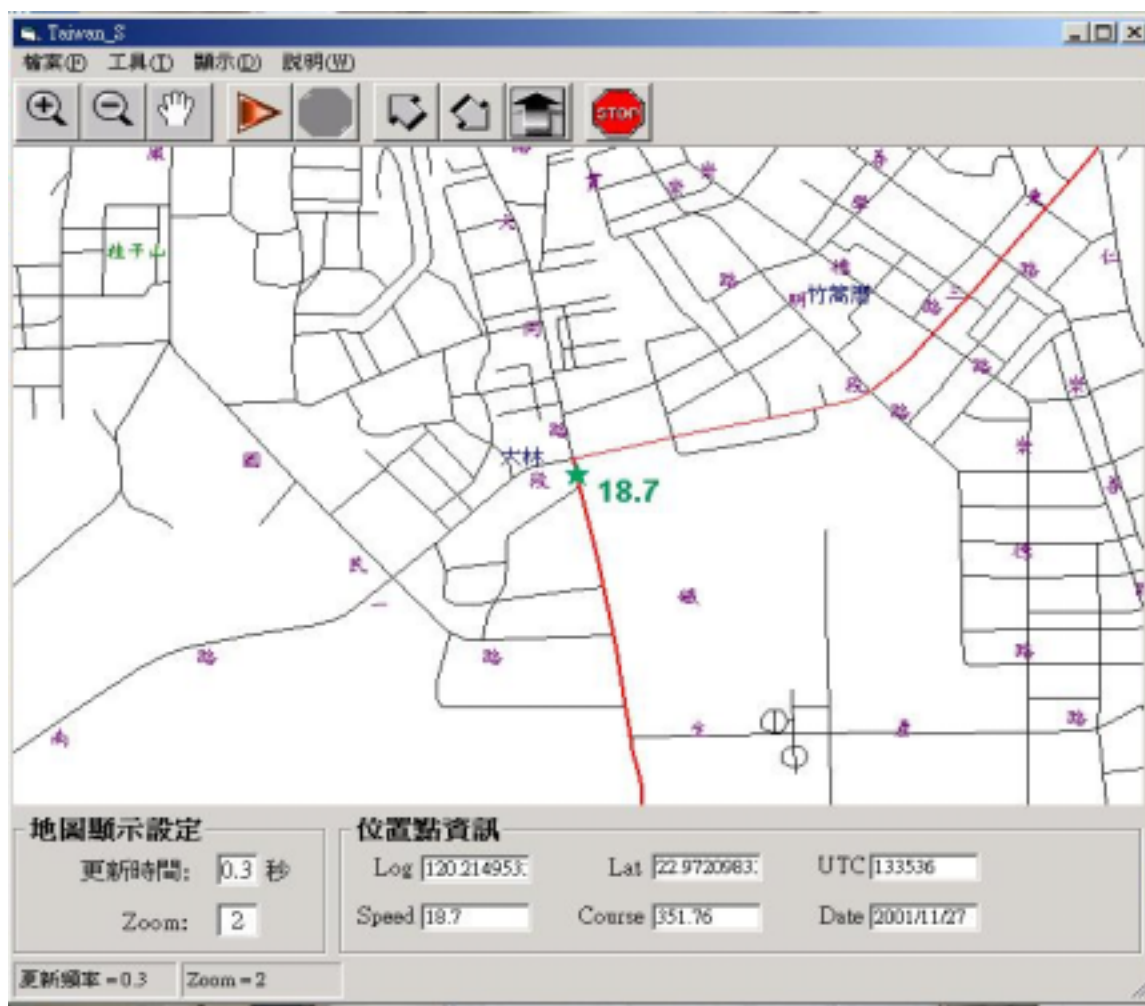


圖 5-9 電子地圖畫面(星號代表 Client 位置，註解部分為速度)。

### 實驗結果：

1. GSM Modem 首次撥接成功需 50~55 秒。
2. 總共傳送 583 筆資料，除數次 Client 端設備斷電，以及二次 GSM Modem 接收不到基地台訊號外，其餘時間數據皆可穩定傳送。
3. Server 端軟硬體在測試過程中表現穩定。

## 討 論：

本實驗確定 GSM 無線通信系統可穩定傳送數據資料，同時 GPS 的定位精確度亦在 10 公尺之內，尤其速度資訊準確度更高，但卻存在首次撥號時間過久(50~55 秒)、通訊成本過高(以「連線時間」計費)的缺點，將來務求改用 GPRS 無線通信系統，以改善本系統。

## 5-2 利用 GPRS 無線通信系統數據資料傳送測試

圖 5-10 為利用 GPRS 無線通信系統數據資料傳送測試架構。

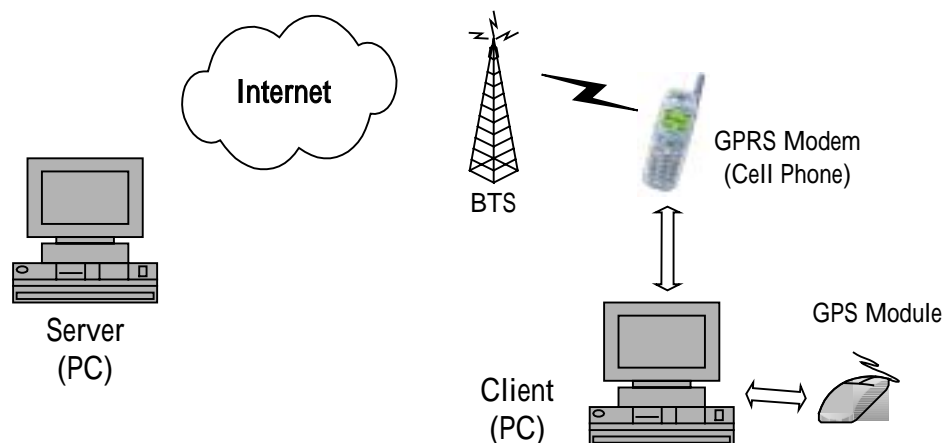


圖 5-10 GPRS 無線通信系統數據資料傳送測試示意圖。

### 實驗目的：

1. 測試利用 GPRS 無線通信系統，透過網路將 GPS 訊號傳送至 Server 端，各項軟硬體之穩定度與可靠度。
2. 量測數據資料傳輸速率。

### 實驗架構：分為 Client & Server 端。

#### ● Client 端

由 Desktop PC、GPS Module、以及 GPRS Modem 組成；PC 負責執行 GPRS Modem 撥接 ISP 程式、GPS 資料接收程式，及將 GPS 資



料透過網路(TCP/IP)送出。

網路傳送部份使用 VB 中 Winsock 元件做為工具，以下簡述運作流程。

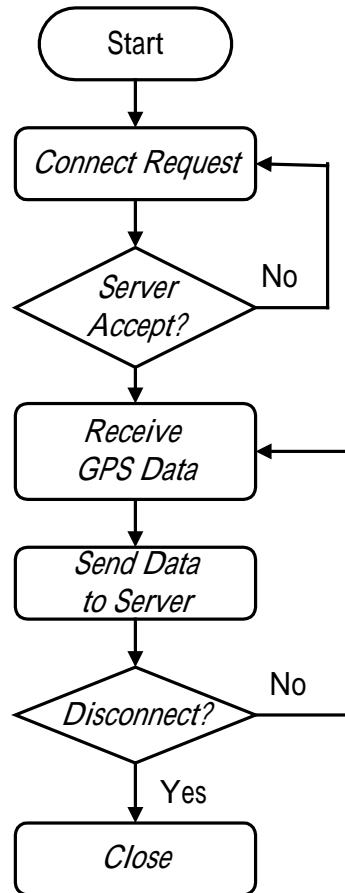


圖 5-11 Client 端 Winsock 運作流程圖。

步驟一：

Winsock 向 Server 端發出連線要求(Connect Request)。

步驟二：

Server 端若接受連線要求，則啟動串列埠接收 GPS 資料，反

之，則再次向 Server 端提出連線要求。

步驟三：

透過網路將 GPS 資料送往 Server 端。

步驟四：

檢查是否有終止程式命令提出，若無，則每二秒重覆步驟三、四一次；反之，則由提出終止程式要求的一方往另一方送出斷線要求。

步驟五：

斷線後，關閉串列埠，停止接收 GPS 資料。

## ● Server 端

一台 Desktop PC；負責執行 VB Winsock 程式、GIS 相關程式，以及資料庫存取程式。

VB 程式同樣使用 Winsock 元件做為網路連線工具，運作原理簡述於下。

步驟一：

啟動 VB 程式，設定 Port 值，Winsock 開闢二條通道(channel)，一條通道負責監聽(listen)任何 Client 端的連線要求，另一條準備建立連線。

步驟二：

收到 Client 端連線要求，決定是否接受要求，若接受，先前預留連線的通道即刻接收送達之資料，同時再開闢一條通道，以替代原先之預留通道，等待下一位使用者連線；反之，則繼續監聽。

步驟三：

一旦同意連線，則保持上線(on-line)狀態，隨時接收 Client 端送入之資料。

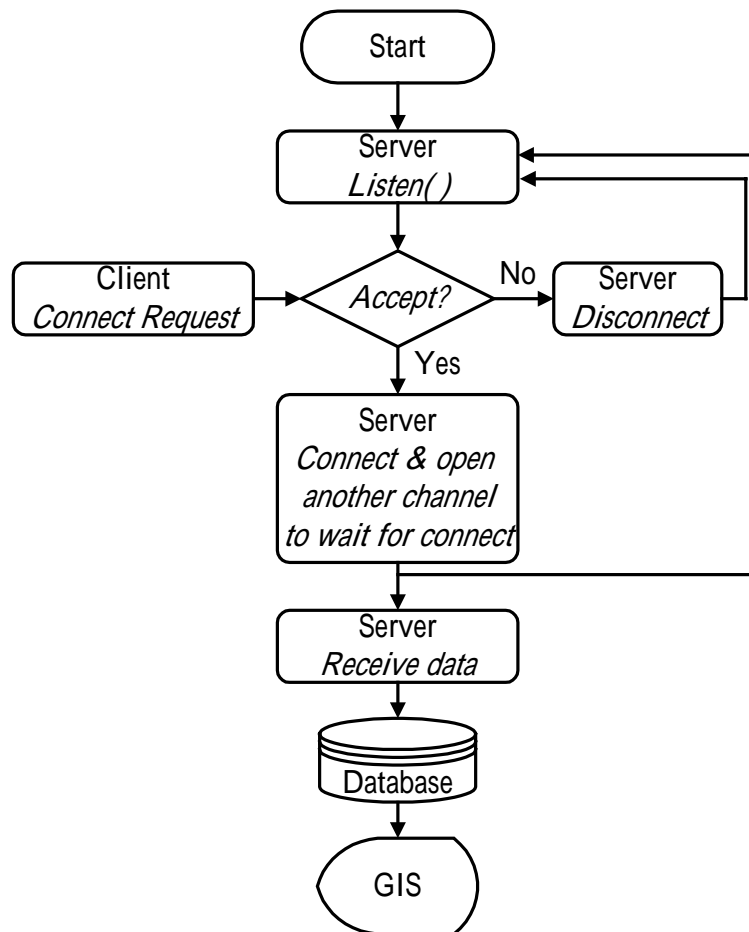


圖 5-12 Server 端 Winsock 執行流程圖。

實驗設備：

※GPRS 手機



設備名稱：P7389i.

製作廠家：MOTOROLA

硬體規格：

- GPRS 系統,
- GSM 三頻 (900/1800/1900),
- 連接行動數據線，透過 RS-232 串列埠與 PC 連線。

實驗步驟：

圖 5-13 為利用 GPRS 無線通信系統數據傳送之實驗流程。

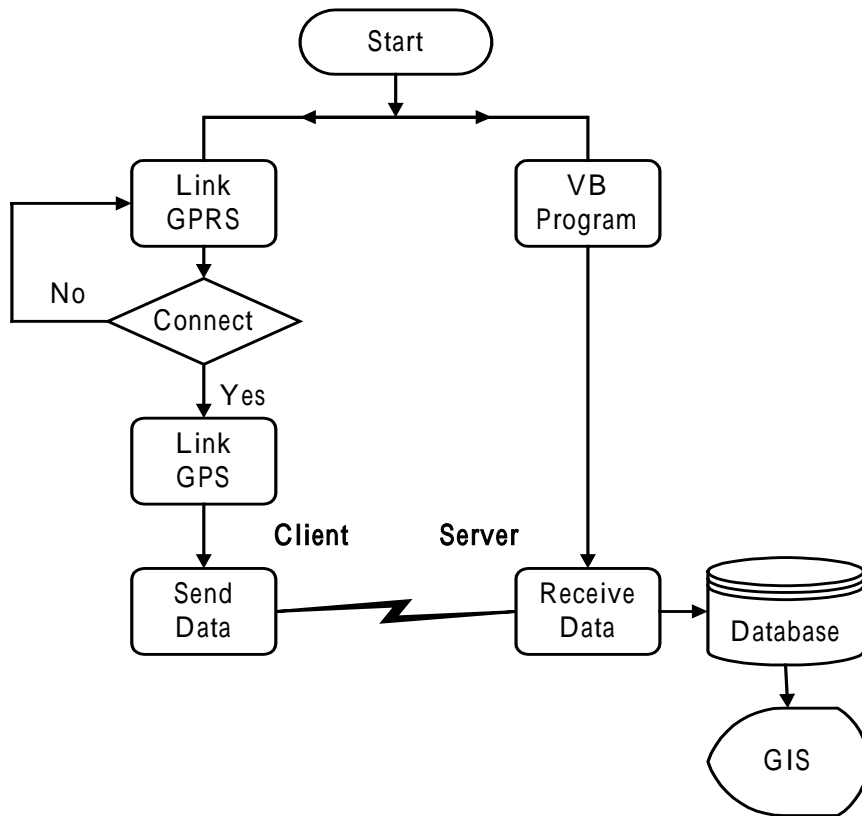


圖 5-13 GPRS 無線通信系統數據傳送實驗流程圖。

1. 啟動 Server 端之 VB 程式(圖 5-14)，等待 Client 端資料送入。
2. Client 端 PC 撥接 GPRS 網路，向 ISP(本次實驗使用中華電信之 GPRS 服務)取得動態 IP 後，每 2 秒接收 GPS Module 傳入之資料，之後透過 TCP/IP 網路送往 Server 端(圖 5-15)，實驗進行中 Client 端位置固定不動。
3. Server 端收到資料後，回傳確認訊號給 Client 端，並將資料存入資料

庫中，同時將位置點顯示於電子地圖上(圖 5-14)。



圖 5-14 Server 端程式(上半部視窗為電子地圖，  
下半部視窗為收到之資料)。

本實驗目標設定於顯示各使用者之最新位置，以避免記錄量無限擴增，造成系統負荷，因此，每筆送達之資料，會和原先資料庫中儲存之資料做比對，若先前沒有記錄，則新增一筆記錄到資料庫中，反之，則更新資料庫中之資料。

### 實驗結果與討論：

- 本次實驗共進行二次，第一次傳送 6 筆資料，第二次傳送 10 筆資料；每筆資料量為 139 bytes，包含經度、緯度、高度、速度、航向、UTC、接收之衛星顆數等資料，圖 5-16 為 Client 端與 Server 端之間封包傳送的一部份範例，圖中編號 10 的封包，即為 Client 端傳送 GPS 資料之封包，從圖中可看出設定之 Server 端 IP 為 140.116.201.115，Port 為 777，緊接在後編號 11 的封包，則為 Server 端回應 Client 端的封包，編號 12 的封包為 Client 端回應 Server 端的封包；圖 5-17 為 10 號封包的內容。

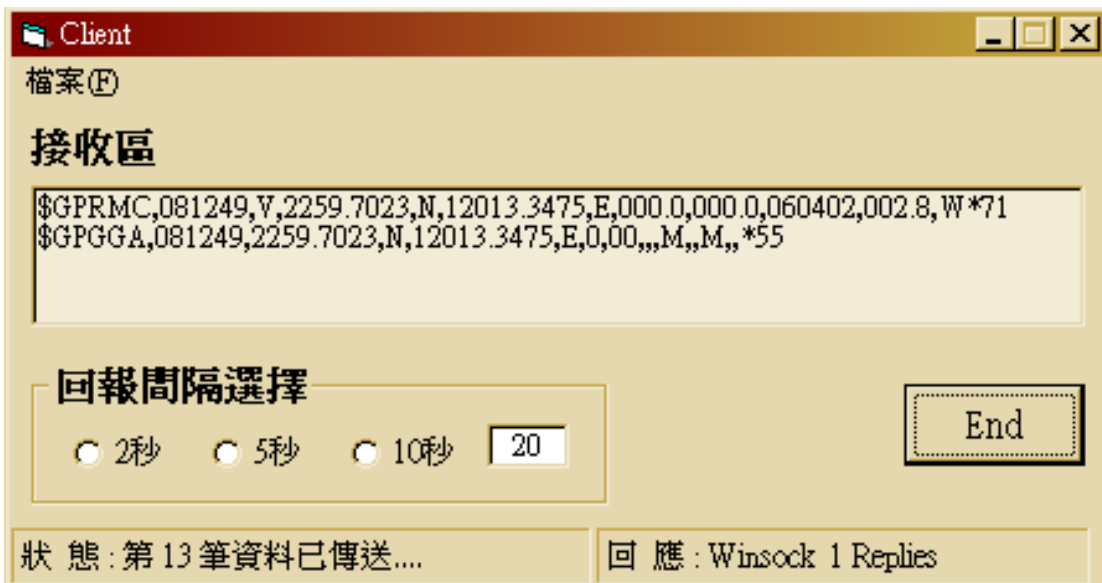


圖 5-15 Client 端程式(圖中視窗顯示 GPS Module 傳入之資料)。

7	IP/TCP	00:00:03:00:00:00 => DE:E7:20:00:03:00	10.16.59.94 => 140.116.201.115	1051 => 777	0.591
8	IP/TCP	00:00:03:00:00:00 <= DE:E7:20:00:03:00	10.16.59.94 <= 140.116.201.115	1051 <= 777	0.921
9	IP/TCP	00:00:03:00:00:00 => DE:E7:20:00:03:00	10.16.59.94 => 140.116.201.115	1051 => 777	0.190
10	IP/TCP	00:00:03:00:00:00 => DE:E7:20:00:03:00	10.16.59.94 => 140.116.201.115	1051 => 777	0.892
11	IP/TCP	00:00:03:00:00:00 <= DE:E7:20:00:03:00	10.16.59.94 <= 140.116.201.115	1051 <= 777	1.542
12	IP/TCP	00:00:03:00:00:00 => DE:E7:20:00:03:00	10.16.59.94 => 140.116.201.115	1051 => 777	0.170
13	IP/TCP	00:00:03:00:00:00 => DE:E7:20:00:03:00	10.16.59.94 => 140.116.201.115	1051 => 777	0.290
14	IP/TCP	00:00:03:00:00:00 <= DE:E7:20:00:03:00	10.16.59.94 <= 140.116.201.115	1051 <= 777	0.601
15	IP/TCP	00:00:03:00:00:00 => DE:E7:20:00:03:00	10.16.59.94 => 140.116.201.115	1051 => 777	0.110
16	IP/TCP	00:00:03:00:00:00 => DE:E7:20:00:03:00	10.16.59.94 => 140.116.201.115	1051 => 777	1.292
17	IP/TCP	00:00:03:00:00:00 <= DE:E7:20:00:03:00	10.16.59.94 <= 140.116.201.115	1051 <= 777	1.082
18	IP/TCP	00:00:03:00:00:00 => DE:E7:20:00:03:00	10.16.59.94 => 140.116.201.115	1051 => 777	0.070

圖 5-16 傳送資料封包與回應封包 IP 分配情形。

0x0000	DE E7 20 00 03 00 00 00-03 00 00 00 08 00 45 00	礎 .....E.
0x0010	00 7D 00 1D 40 00 80 06-5F 08 0A 10 3B 5E 8C 74	.)..@. _...;^
0x0020	C9 73 04 1B 03 09 B8 43-A5 20 18 38 28 E6 50 18	究...睜?.8(浩.
0x0030	FF C2 34 B8 00 00 73 65-6E 64 2C 32 32 2E 39 39	??..send,22.99
0x0040	35 30 33 38 33 33 33 33-33 33 33 2C 31 32 30 2E	50383333333,120.
0x0050	32 32 32 34 35 38 33 33-33 33 33 33 2C 30 30 30	222458333333,000
0x0060	2E 30 2C 30 30 30 2E 30-2C 2C 31 30 30 33 30 39	.0,000.0,,100309
0x0070	2C 30 30 2C 43 6C 69 65-6E 74 31 2C A4 55 A4 C8	,00,Client1,下午
0x0080	20 30 35 3A 35 35 3A 33-39 2C 34	05:55:39,4

圖 5-17 Client 送入封包內容範例。

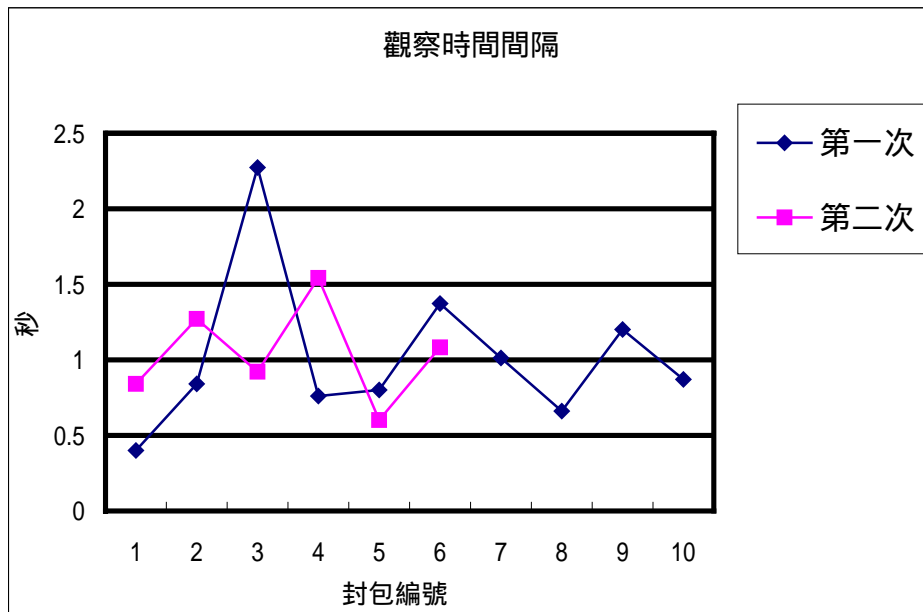


圖 5-18 觀察時間間隔。



- 所有傳送之封包皆無資料遺失的情形發生，這是因為 GPRS 無線通信網路採用 TCP/IP 協定，因此具備完整的偵錯功能，但從 Client 端送出到 Server 端接收回應，之間有 0.401~2.273 秒的間隔，計時方式為：自 Server 端接收到 Client 傳入之封包起，加上 Server 端回應封包，到最後 Server 端收到 Client 回應的封包止，之間時間的總合。
- 傳輸速率分析：
  - 第一次(送出 6 筆位置資料，記錄中包含網路通訊協定所須交換之資料，如 Ack、Nack)。

## General

<b>Average packets per sec.</b>	1	
<b>Average bytes per sec.</b>	60	
<b>Total packets</b>	22	
<b>Total bytes</b>	1,811	
<b>Packet Size</b>	<b>Pkts</b>	<b>Percentage</b>
<64	10	45.45
64-127	6	27.27
128-255	6	27.27
256-511	0	0.00
512-1023	0	0.00
>1023	0	0.00

- 第二次(送出 10 筆位置資料)。

## General

<b>Average packets per sec.</b>	1		
<b>Average bytes per sec.</b>	87		
<b>Total packets</b>	34		
<b>Total bytes</b>	2,872		
<b>Item \ Direction</b>	<b>Inbound</b>	<b>Outbound</b>	<b>Pass-through</b>
<b>Packets</b>	13	21	0
<b>Bytes</b>	882	1,990	0
<b>Bytes per second</b>	27	60	0
<b>Packet Size</b>	<b>Pkts</b>		<b>Percentage</b>
<64	14		41.18
64-127	10		29.41
128-255	10		29.41
256-511	0		0.00
512-1023	0		0.00
>1023	0		0.00

由以上實驗數據，可得知每筆資料(139 bytes)皆能在僅佔用一個封包(packet)的情況下傳送至 Server 端，如此可確定資料的即時性，另外，由於透過 TCP/IP 協定傳遞封包，可確定系統傳送的穩定性和可靠性。

接下來目標設定於將 Client 端的設備和功能，用嵌入式系統實現。

## 5-3 嵌入式系統撥接 GPRS 網路實驗

### 5-3-1 短時間傳送數據實驗

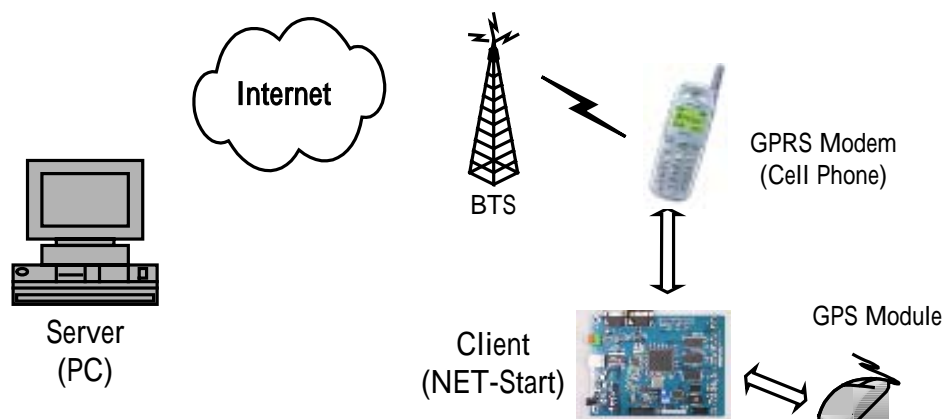


圖 5-19 嵌入式系統撥接 GPRS 網路實驗示意圖。

#### 實驗目的：

1. 實現嵌入式系統撥接 GPRS 網路之硬體設備。
2. 觀察該設備之穩定性及可靠度。

#### 實驗架構：

同樣分為 Server 端與 Client 端，由於 Server 端功能與 5-2 節相同，在此不多做說明，僅介紹 Client 端架構。

本實驗 Client 端之硬體控制設備由 5-2 節的 PC 改為 NET-Start! 開發模組，負責工作包含撥接 GPRS 網路(COM 2)，以及接收、傳送(透過

TCP/IP 網路)GPS 定位資料(COM 1)，同時加入以 AT89C52 為核心的電路，提供 LCD 顯示幕，方便使用者了解目前硬體狀態及程式執行階段，LCD 顯示的內容包含：1. CONNECTED 2. RE-CONNECTING 3. STANDBY 4. SENDING GPS DATA，依照不同的執行階段，AT89C52 透過 RS-232 介面由 NET-Start!或 GPS 模組接收指令，再驅動 LCD 顯示特定字串，將來此 AT89C52 電路還可做為擴充功能的跳板。

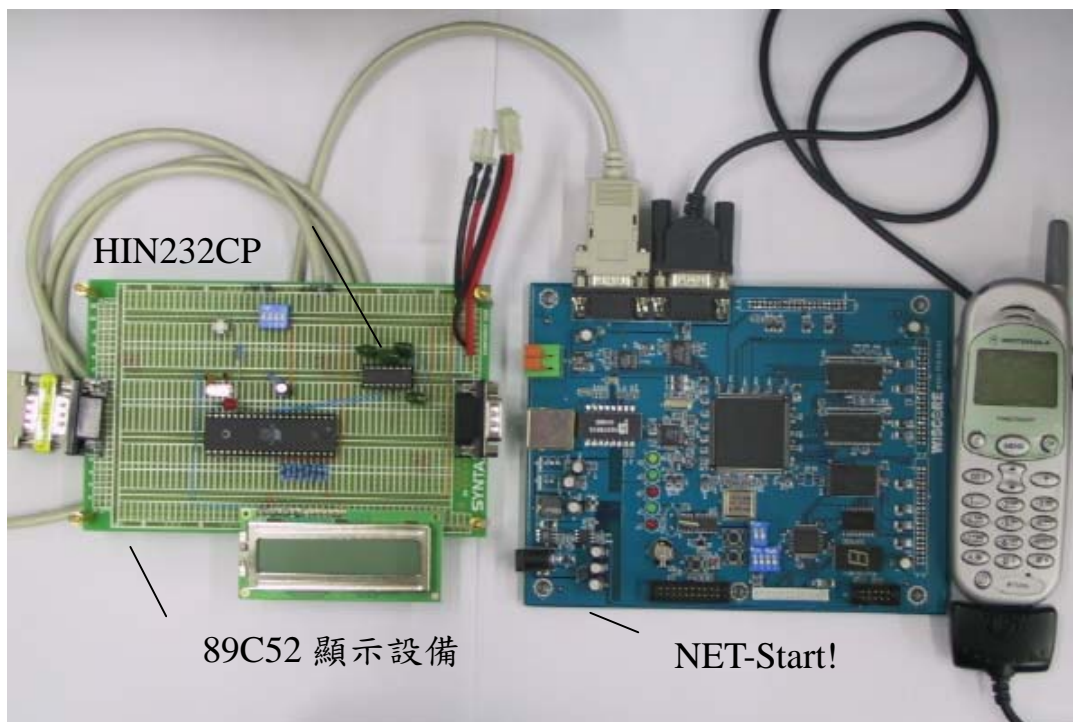


圖 5-20 Client 端設備實體圖。

**Features:**

- Number of Characters: 16 Characters x 2 Lines
- Display Font: 5 x 7 Dots with Cursor
- Built-in Controller: HD44780 or Comp
- Input Data: 4 Bits or 8 Bits Interface
- Power Supply: +5V Single Power
- Duty Cycle: 1/16 Duty
- Options: EL/LED Backlight, TN/STN

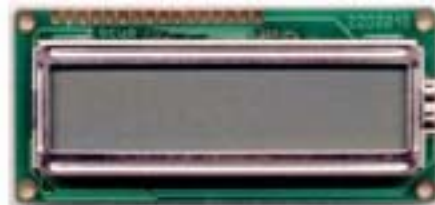


圖 5-21 SC1602A LCD 規格圖。

SC1602A LCD 介面設計可分為 8 位元及 4 位元控制方式，本實驗使

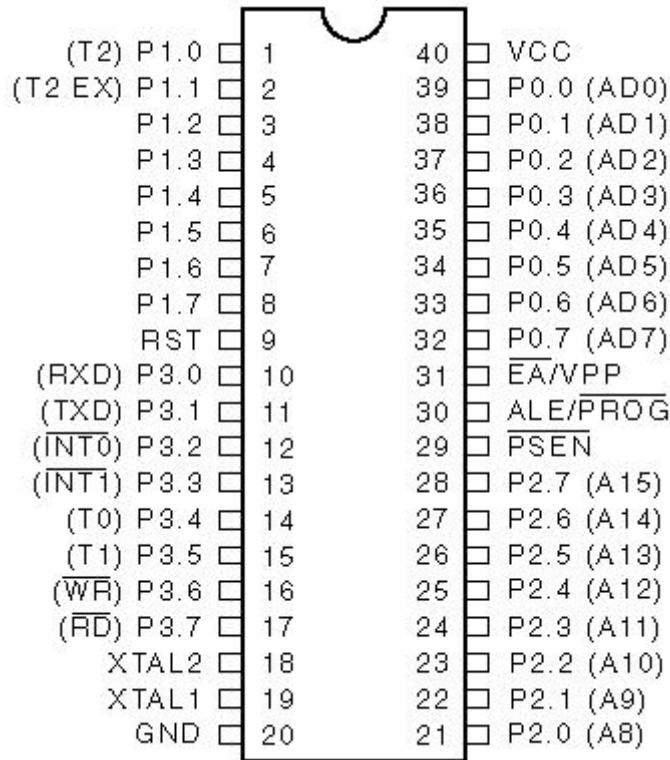


圖 5-22 AT89C52 腳位定義圖。

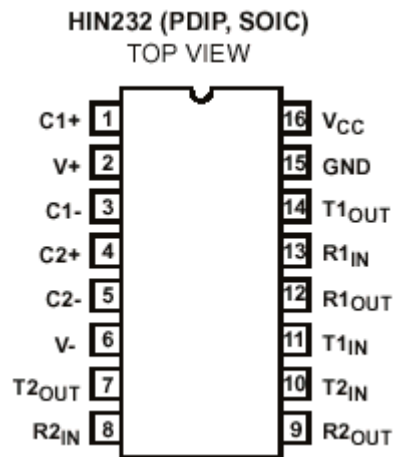


圖 5-23 HIN232CP 腳位圖。

用 4 位元控制方式，控制時先送出高 4 位元資料，再送出低 4 位元資料；

AT89C52 之 P0.4、P0.5、P0.6、P0.7 分別和 LCD 之 PIN11、PIN12、PIN13、PIN14 連接，用來對 LCD 輸入命令或資料。

除了控制 LCD 外，AT89C52 單晶片還需處理由 RS-232 介面傳入/出的資料，這部份功能使用到 AT89C52 之 P3.6(WR)、P3.7(RD)，P3.6 負責送出訊號，而 P3.7 則負責接收訊號，但在和 RS-232 介面溝通前，須先經過 HIN232CP 的轉換，原因在於 AT89C52 使用的訊號規格為 TTL，與 RS-232 介面使用的規格不同。

表 5-1 RS-232 與 TTL 規格比較表。

介面 \ 規格	0	1
RS-232	+5 V~ +15 V	-15 V~ -5 V
TTL	<+0.8 V	>+2 V

HIN232CP 主要功能在於 TTL 與 RS-232 格式的轉換，就本實驗而言，AT89C52 之 P3.6(WR)連接 HIN232CP 之 T1<sub>IN</sub>，T1<sub>OUT</sub> 再和 RS-232 接頭之 T<sub>X</sub> 連接，便可透過 RS-232 介面送出訊號；而 AT89C52 之 P3.7(RD) 連接 HIN232CP 之 R1<sub>OUT</sub>，R1<sub>IN</sub> 再和 RS-232 接頭之 R<sub>X</sub> 連接，便可透過 RS-232 介面接收訊號。

網路傳送部份使用 C 語言 Socket 相關函式，運作流程參考 5-2 節。

實驗步驟：

1. 啟動 Server 端之 VB 程式(圖 5-14)，等待 Client 端連線與資料送入。
2. Client 端 NET-Start!開機後，自動進行連接 GPRS 網路動作，連線成功後，開啟 COM 1 接收 GPS 資料，同時將接收到之資料透過網路送達 Server 端。
3. Server 端將接收到之資料存入資料庫，同時將資料點顯示於電子地圖上(圖 5-14)。

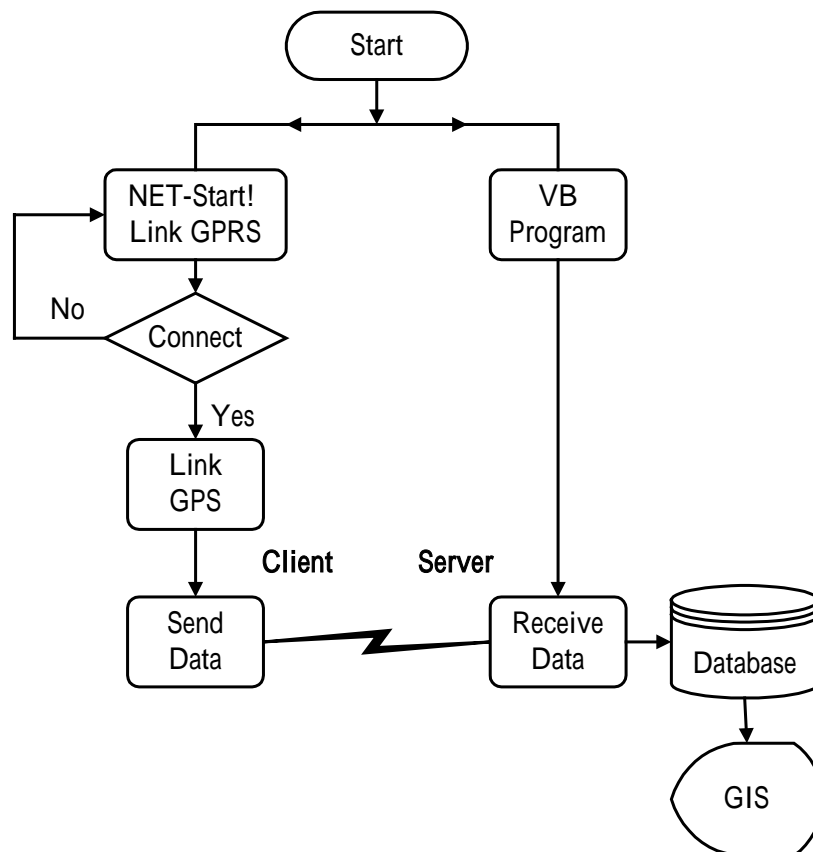


圖 5-24 實驗流程圖。

實驗結果與討論：

- 本次實驗共進行二次，分別傳送十筆資料，每筆資料間隔二秒鐘。
- 傳送內容為 GPS 35-LVS 預設內容，封包大小為 197 bytes(data 佔 143 bytes)，圖 5-25 為封包傳送情形一部份記錄，從記錄中可看出 GPRS 網路使用的遠端 IP 為 211.79.40.32，Server 端的 IP 固定為 140.116.201.167，圖 5-26 為其中一次傳送之封包內容。

9	IP/TCP	00:05:5D:0A:DB:00 <= 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <= 211.79.40.32	777 <= 55640	1.032
10	IP/TCP	00:05:5D:0A:DB:00 => 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 => 211.79.40.32	777 => 55640	0.000
11	IP/TCP	00:05:5D:0A:DB:00 <= 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <= 211.79.40.32	777 <= 55640	0.961
12	IP/TCP	00:05:5D:0A:DB:00 <= 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <= 211.79.40.32	777 <= 55640	1.032
13	IP/TCP	00:05:5D:0A:DB:00 => 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 => 211.79.40.32	777 => 55640	0.000
14	IP/TCP	00:05:5D:0A:DB:00 <= 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <= 211.79.40.32	777 <= 55640	0.971
15	IP/TCP	00:05:5D:0A:DB:00 <= 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <= 211.79.40.32	777 <= 55640	1.032
16	IP/TCP	00:05:5D:0A:DB:00 => 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 => 211.79.40.32	777 => 55640	0.010
17	IP/TCP	00:05:5D:0A:DB:00 <= 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <= 211.79.40.32	777 <= 55640	0.961
18	IP/TCP	00:05:5D:0A:DB:00 <= 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <= 211.79.40.32	777 <= 55640	1.032
19	IP/TCP	00:05:5D:0A:DB:00 => 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 => 211.79.40.32	777 => 55640	0.010
20	IP/TCP	00:05:5D:0A:DB:00 <= 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <= 211.79.40.32	777 <= 55640	0.951

圖 5-25 傳送資料封包與回應封包 IP 分配情形。

0x0000	00 05 5D 0A DB 00 00 00-F8 60 6C 22 08 00 45 00	...].?...橋1"...E.
0x0010	00 B7 00 07 40 00 33 06-F5 AE D3 4F 28 20 8C 74	...@.3. 齋物{
0x0020	C9 A7 D9 58 03 09 30 1A-19 68 6E E7 E7 2B 50 18	王櫃...0...hm牌+P.
0x0030	3E 98 1D B6 00 00 73 65-6E 64 2C 4E 45 54 2D 53	>??.send,NET-S
0x0040	74 61 72 74 21 2C 24 47-50 52 4D 43 2C 31 32 30	tart!,\$GPRMC,120
0x0050	32 33 32 2C 56 2C 32 32-35 39 2E 37 30 32 33 2C	232,V,2259.7023,
0x0060	4E 2C 31 32 30 31 33 2E-33 34 37 35 2C 45 2C 30	N,12013.3475,E,0
0x0070	30 30 2E 30 2C 30 30 30-2E 30 2C 30 38 30 35 30	00.0,000.0,08050
0x0080	32 2C 30 30 32 2E 38 2C-57 2A 37 38 0A 24 47 50	2,002.8,W*78.\$GP
0x0090	47 47 41 2C 31 32 30 32-33 32 2C 32 32 35 39 2E	GGA,120232,2259.
0x00A0	37 30 32 33 2C 4E 2C 31-32 30 31 33 2E 33 34 37	7023,N,12013.347
0x00B0	35 2C 45 2C 30 2C 30 30-2C 2C 2C 4D 2C 2C 4D 2C	5,E,0,00,,,M,,M,
0x00C0	2C 2A 35 33 0A	,*53.

圖 5-26 封包內容範例。

- 從 Client 端送出資料起算，到 Server 端回應，之間有 0.941~0.972



秒的間隔，計算方式同 5-2 節。

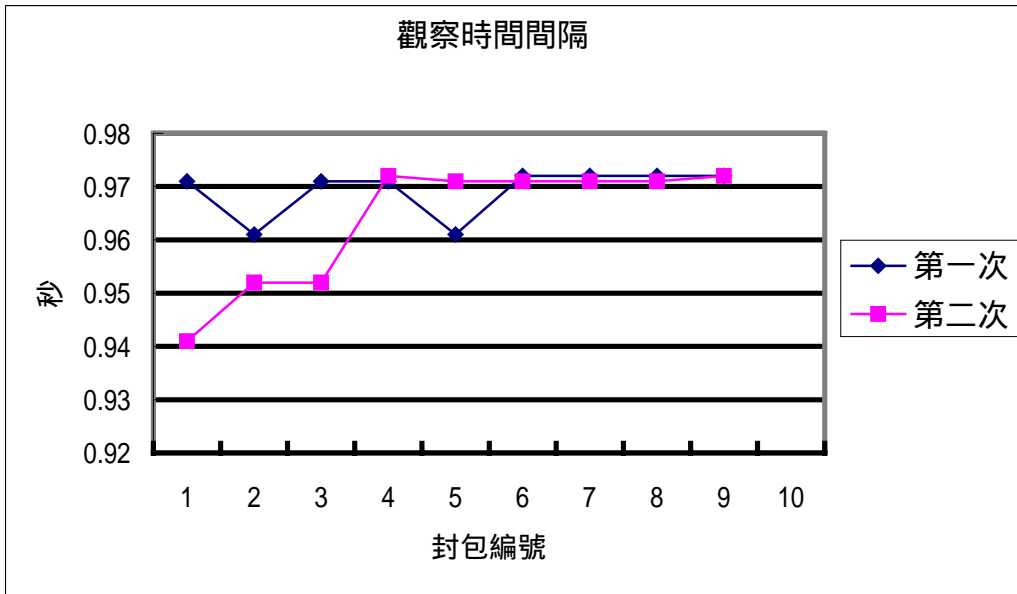


圖 5-27 觀察時間間隔。

- 傳輸速率分析

- 第一次

### General

<b>Average packets per sec.</b>	342		
<b>Average bytes per sec.</b>	285,795		
<b>Total packets</b>	13,690		
<b>Total bytes</b>	11,431,791		
<b>Item \ Direction</b>	<b>Inbound</b>	<b>Outbound</b>	<b>Pass-through</b>
<b>Packets</b>	28	15	13,647
<b>Bytes</b>	3,050	1,000	11,427,741
<b>Bytes per second</b>	76	25	285,694

■ 第二次

**General**

<b>Average packets per sec.</b>	418		
<b>Average bytes per sec.</b>	352,192		
<b>Total packets</b>	37,181		
<b>Total bytes</b>	31,345,107		
<b>Item \ Direction</b>	<b>Inbound</b>	<b>Outbound</b>	<b>Pass-through</b>
<b>Packets</b>	28	15	37,138
<b>Bytes</b>	3,050	1,000	31,341,057
<b>Bytes per second</b>	34	11	352,147

由以上的實驗數據可以證明，每筆傳送的資料皆可在一秒鐘之內，完成傳送及確認傳送的動作，同時藉由 Server 端的確認訊息，可確保資料傳送之正確性與可靠性。

至此，吾人已證明本系統具備短時間定時傳送特定數據的能力，接下來欲進一步驗證長時間傳送數據的能力。

### 5-3-2 長時間傳送數據實驗

實驗目的和實驗架構與 5-3-1 節同，但測試項目為長時間傳送 GPS 資料至 Server 端，回報間隔也改為一分鐘及五分鐘，以下列出實驗結果。

#### 實驗結果與討論：

- 本次實驗共進行二次，第一次以一分鐘為回報時間間隔，第二次以五分鐘為回報時間間隔。第一次傳回 168 筆資料，第二次傳回 151 筆資料。
- 圖 5-28 為第一次實驗(每分鐘回報一次)之封包記錄，由記錄中可得知 GPRS 網路使用的遠端 IP 為 211.79.40.31，Port 為 29837，本地的固定 IP 為 140.116.201.167，Port 為 777，使用的網路通訊協定為 TCP/IP。

1	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 29837	0.000
2	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 => 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 => 211.79.40.31	777 => 29837	0.040
3	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 29837	1.031
4	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 29837	59.105
5	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 => 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 => 211.79.40.31	777 => 29837	0.020
6	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 29837	1.052
7	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 29837	59.345
8	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 => 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 => 211.79.40.31	777 => 29837	0.020
9	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 29837	1.142
10	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 29837	58.885
11	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 => 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 => 211.79.40.31	777 => 29837	0.010
12	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 29837	1.061
13	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 29837	59.045
14	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 => 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 => 211.79.40.31	777 => 29837	0.020
15	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 29837	1.062
16	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 29837	59.195
17	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 => 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 => 211.79.40.31	777 => 29837	0.010
18	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 29837	0.831
19	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 29837	59.215
20	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 => 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 => 211.79.40.31	777 => 29837	0.010
21	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 29837	1.072
22	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 29837	58.934
23	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 => 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 => 211.79.40.31	777 => 29837	0.010
24	IP/TCP	00:05:5D:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 29837	1.102

圖 5-28 傳送資料封包與回應封包 IP 分配情形(第一次實驗)。

圖 5-29 為第二次傳送(每五分鐘回報一次)之封包記錄，遠端 IP 為 211.79.40.31，Port 為 30948，本地的固定 IP 為 140.116.201.167，Port 為 777，傳送使用的通訊協定為 TCP/IP。

1	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 30948	0.000
2	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 => 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 => 211.79.40.31	777 => 30948	0.010
3	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 30948	1.062
4	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 30948	300.522
5	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 => 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 => 211.79.40.31	777 => 30948	0.010
6	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 30948	1.072
7	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 30948	299.390
8	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 => 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 => 211.79.40.31	777 => 30948	0.020
9	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 30948	1.062
10	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 30948	299.330
11	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 => 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 => 211.79.40.31	777 => 30948	0.010
12	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 30948	1.072
13	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 30948	299.260
14	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 => 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 => 211.79.40.31	777 => 30948	0.020
15	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 30948	1.052
16	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 30948	299.430
17	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 => 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 => 211.79.40.31	777 => 30948	0.020
18	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 30948	1.032
19	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 30948	299.310
20	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 => 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 => 211.79.40.31	777 => 30948	0.020
21	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 30948	1.052
22	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 30948	299.110
23	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 => 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 => 211.79.40.31	777 => 30948	0.010
24	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 30948	1.091
25	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 30948	299.281
26	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 => 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 => 211.79.40.31	777 => 30948	0.020
27	IP/TCP	00:05:50:0A:D8:00 <=> 00:00:F8:60:6C:22	140.116.201.167 <=> 211.79.40.31	777 <=> 30948	1.051

圖 5-29 傳送資料封包與回應封包 IP 分配情形(第二次實驗)。

- Client 端與 Server 端之間的封包傳送，基本上以三個為一組，第一個封包為 Client 端送入資料之封包，第二個封包為 Server 端回應之封包，第三個封包為 Client 端回應收到 Server 端回應封包的確認封包。

```

0x0000  00 05 5D 0A DB 00 00 00-F8 60 6C 22 08 00 45 00  ..].?...駱1"...E.
0x0010  00 B7 00 8D 40 00 33 06-F5 29 D3 4F 28 1F 8C 74  ..? .3.?物(.
0x0020  C9 A7 74 8D 03 09 22 61-6C 97 FC DC 01 D8 50 18  王t?.."al ?植.
0x0030  3E BC 91 3B 00 00 73 65-6E 64 2C 4E 45 54 2D 53  >?;...send,NET-S
0x0040  74 61 72 74 21 2C 24 47-50 52 4D 43 2C 31 32 33  tart!,$GPRMC,123
0x0050  36 31 36 2C 56 2C 32 32-35 39 2E 37 32 33 33 2C  616,V,2259.7233,
0x0060  4E 2C 31 32 30 31 33 2E-33 36 30 36 2C 45 2C 30  N,12013.3606,E,0
0x0070  30 30 2E 30 2C 30 30 30-2E 30 2C 31 33 30 35 30  00.0,000.0,13050
0x0080  32 2C 30 30 32 2E 38 2C-57 2A 37 36 0A 24 47 50  2,002.8,W*76.$GP
0x0090  47 47 41 2C 31 32 33 36-31 36 2C 32 32 35 39 2E  GGA,123616,2259.
0x00A0  37 32 33 33 2C 4E 2C 31-32 30 31 33 2E 33 36 30  7233,N,12013.360
0x00B0  36 2C 45 2C 30 2C 30 30-2C 2C 2C 4D 2C 2C 4D 2C  6,E,0,00,,,M,,M,
0x00C0  2C 2A 35 37 0A  ,*57.

```

圖 5-30 Client 端傳送資料封包範例。

```

0x0000  00 00 F8 60 6C 22 00 05-5D 0A DB 00 08 00 45 00  ..駱1"...].?...E.
0x0010  00 2A 4F 98 40 00 80 06-59 AB 8C 74 C9 A7 D3 4F  .*0 . .Y?t王物
0x0020  28 1F 03 09 78 E4 A3 29-DC 25 08 5F C1 04 50 18  (...x絕)?._?P.
0x0030  FE E1 4B 72 00 00 4F 4B-  Kr...OK

```

圖 5-31 Server 端回應 Client 端封包範例。

```

0x0000  00 05 5D 0A DB 00 00 00-F8 60 6C 22 08 00 45 00  ..].?...駱1"...E.
0x0010  00 28 00 06 40 00 33 06-F6 3F D3 4F 28 1F 8C 74  .(...@.3.?物(.
0x0020  C9 A7 78 E4 03 09 08 5F-C1 04 A3 29 DC 27 50 10  王x?...??P.
0x0030  3E BC 5A EB 00 00 5A EB-00 00 AD 39  >墮?...???.?

```

圖 5-32 Client 端回應 Server 端封包範例。

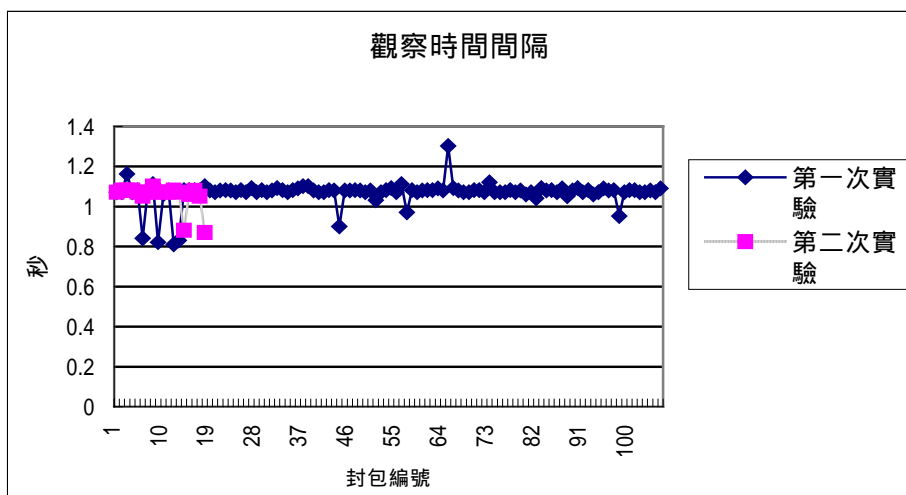


圖 5-33 觀察時間間隔。

- 由圖 5-33 的統計結果可得知，自收到 Client 端送入的資料，到收到 Client 端回應 Server 端送出的回應封包，之間有 0.811~1.302 秒的間隔。

經由本次實驗，進一步確認本系統長時間回報行動數據的能力，並不會發生連線中斷或是其他軟硬體問題。

前述實驗中 Client 端固定於實驗室中，因此傳送之數據內容並不是真正接收 GPS 衛星訊號，然後計算得到的位置，而是存在 GPS 接收機記憶體中的記錄，為了進一步驗證系統的即時性，於是安排了另一次測試。

### 5-3-3 路測實驗

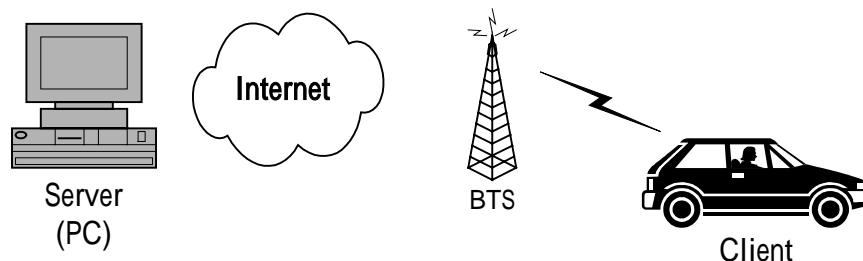


圖 5-34 路測實驗示意圖。

#### 實驗目的：

透過實際路測，驗證 Client 端軟硬體之穩定性，同時觀察整體系統是否有先前未預知之問題存在。

#### 實驗架構、實驗流程：

本次測試之架構及流程和前述實驗相當類似，差別僅在於將 Client 端硬體設備實際架設於車輛中，將車輛實際之位置訊息透過 GPRS 網路回傳 Server 端。

#### 實驗結果：

實驗從 2002/5/10 夜間 10:10 開始，一直進行到同日夜間 11:07，共傳送 588 筆資料，每筆數據預設之回報時間間隔為五秒鐘，除中途刻意切斷 GPS 接收機電源，暫停回報之外，其餘時間 Client 端每個封包皆可在約一秒的時間間隔下經由 GPRS 網路送達 Server 端。

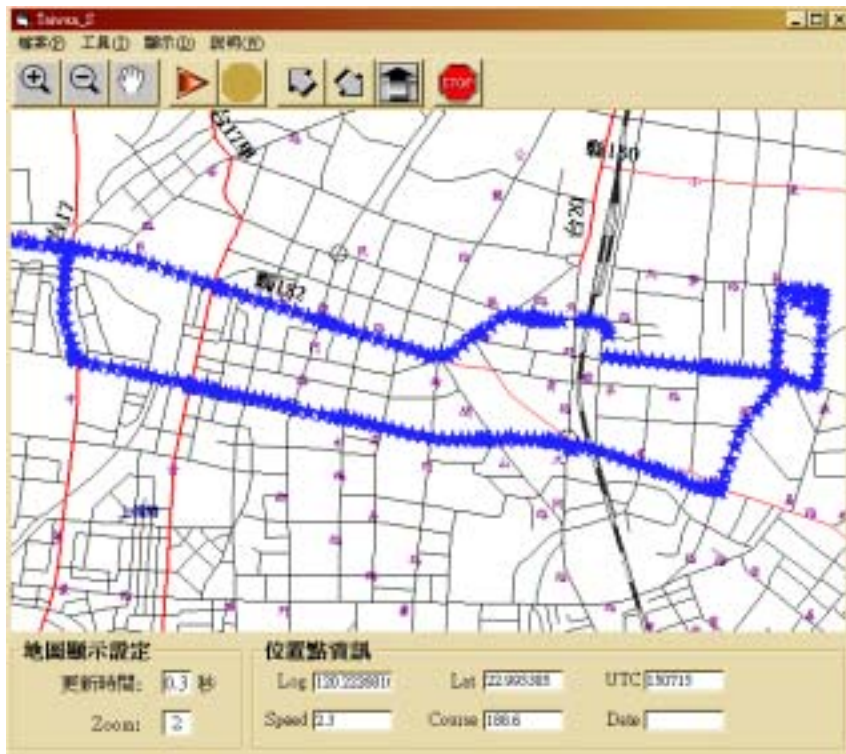


圖 5-35 實際路測回報數據實驗路線圖之一。

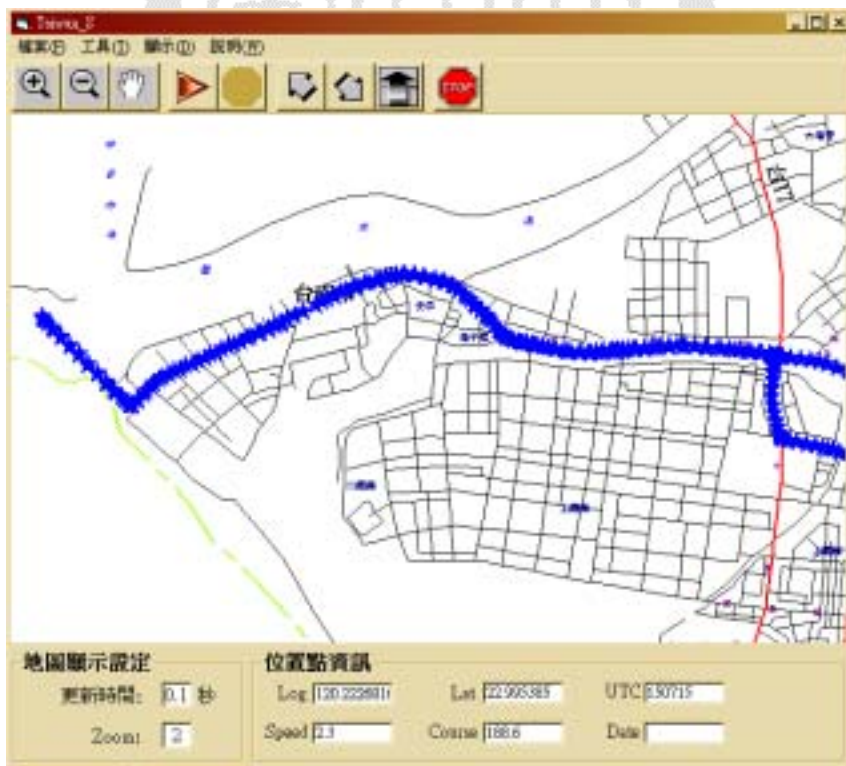


圖 5-36 實際路測回報數據實驗路線圖之二。



圖 5-35 及圖 5-36 為依據 Client 端傳回之行動數據繪製成的路線圖。本次實驗除了證明結合嵌入式系統之可行性及穩定性外，同時也證明透過現有基地台回報行動數據的構想是可以實現的。

#### 5-4 多使用者連線實驗

除了前面節列出的實驗數據外，本人後續還做了其他的實驗，主要內容為讓 Server 端同時接受至少二個 Client 端的連線，在不同的回報時間間隔下將 GPS 資料送達 Server 端，Server 端接收資料後，除了將資料存入資料庫外，同時將所有連線的使用者顯示於電子地圖中。

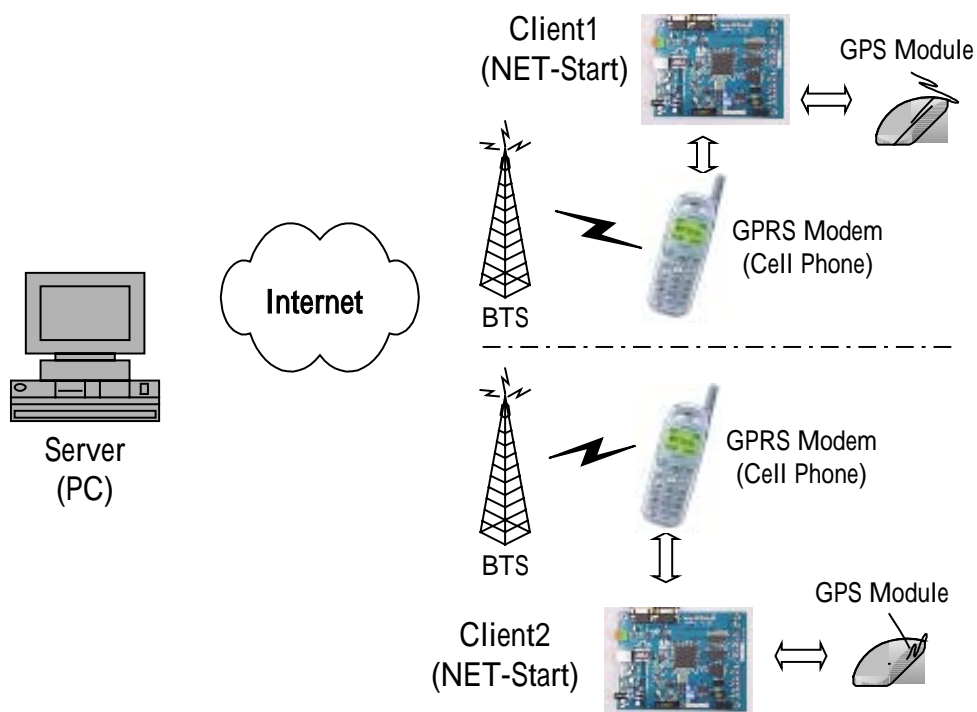


圖 5-37 多使用者連線實驗架構圖。

這部份的實驗結果由於和先前的實驗結果沒有太大的差異，僅改變了同一時間內連線的 Client 端的個數，在此就不把實驗結果列出。整體實驗結果證明透過 GPRS 網路，Server 端可同時接受多個 Client 端連線，並將從 Client 端傳入之資料存入指定資料庫中，而結合嵌入式系統的 Client 端硬體架構亦可穩定、可靠的運作，將 GPS 資料定時傳回 Server 端，達到行動數據回報的目的。

## 5-5 GPS 定位精度實驗

### 實驗目的：

透過對固定位置點的量測，決定本論文使用之 GPS 接收機(GPS 35-LVS)水平與垂直位置的準確度。

### 實驗流程：

將 GPS 接收機放置於固定位置，接收衛星訊號，並將定位資料存入資料庫，最後再經由統計方式計算定位漂移量。

### 實驗結果：

總共記錄 66 筆資料，實驗過程中 GPS 接收機分別接收到 4~9 顆的衛星訊號，圖 5-38 為水平位置量測結果分佈圖，其中三角形符號為量測結果之平均值。

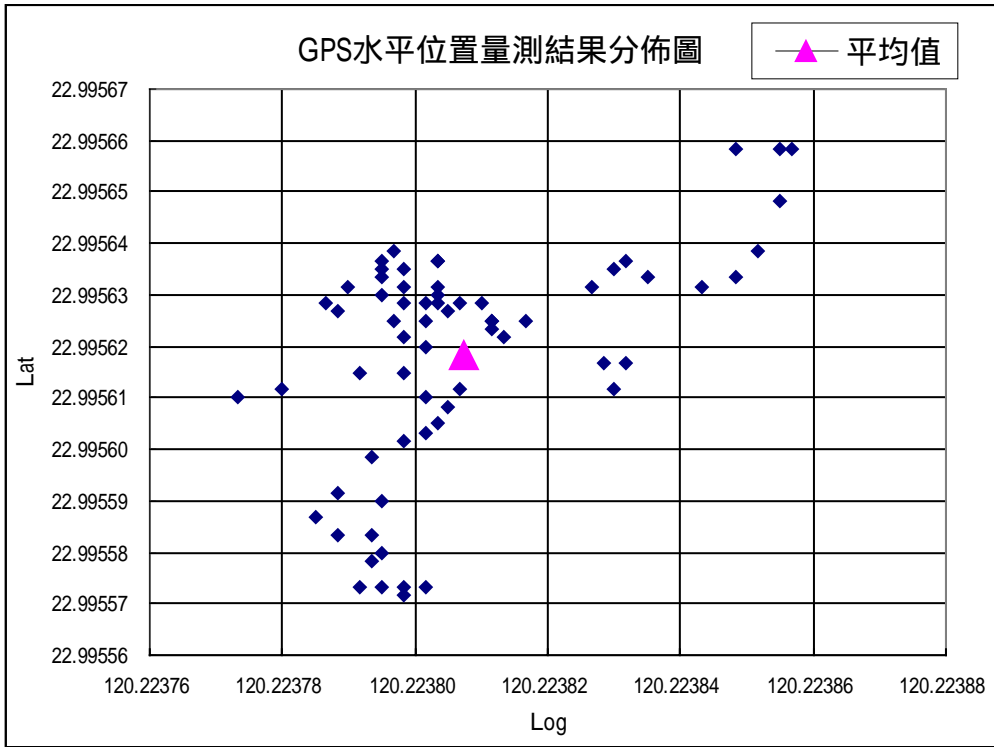


圖 5-38 GPS 水平位置量測結果分佈圖。

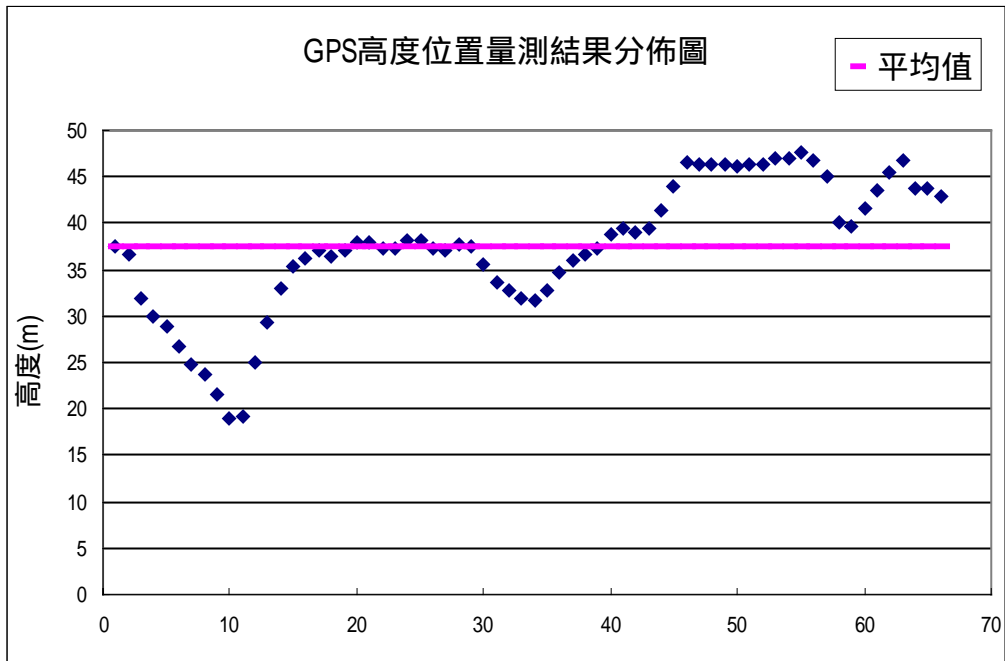


圖 5-39 GPS 高度位置量測結果分佈圖(相對於海平面)。

表 5-2 GPS 量測結果統計表。

平均經度(Log)	平均緯度(Lat)	平均高度(Height)
120.22380740°	22.99561816°	37.49848485 m
最大經度漂移	最大緯度漂移	最大高度誤差
0.00004927° 5.05 m	0.00004017° 5.15 m	18.50 m

由於地球為橢球體，因此隨緯度不同，經、緯度每差一度，代表的距離也不同，以下為轉換公式：

緯度1°，長度 =  $111.133 - 0.559 \cos 2\varphi$  公里 ( $\varphi$ 代表緯度)

經度1°，長度 =  $111.413 \cos \varphi - 0.094 \cos 3\varphi$  公里

經由本次實驗，可得知 GPS 水平定位漂移量約 5 公尺，高度定位漂移量約為 20 公尺，此結果小於公佈的誤差值(水平誤差：15 公尺、高度誤差：30 公尺)，同時證明 GPS 定位技術的確可以滿足本論文的應用需求。

# 第六章

## 結 論

經過本論文各項實驗的結果，可驗證本文所提出利用現有無線通信系統(GSM/GPRS)做為地理位置監控等用途之可行性，尤其最後以 GPRS 無線通信系統結合嵌入式系統，實現 Client 端之硬體架構，更確保整個系統的實用性，對於定時回報行動數據的系統，能夠利用穩定、以量計費的 GPRS 做為傳送介面，實為符合經濟效益之作法。

但不可否認的，本論文所提出的系統架構仍有缺點存在，以下提出來稍加討論：

### 1. 定位技術缺點

本論文所採用的 GPS 定位技術，經比較後判定是最適合本研究應用需求的定位技術，但仍有 5 公尺的定位誤差，另外在接收不到衛星訊號的室內或是多重障礙物的環境中，便無法進行精確定位。

### 2. GSM/GPRS 之可利用性(Availability)

本論文第五章的各項實驗，主要針對 GSM/GPRS 無線通信系統的穩定度及可靠度做驗證，對於可利用性，則缺乏廣泛的驗證，雖然成功的於台南市區將 Client 端行動數據回報至 Server 端，但本研究並不

敢以此保證在任何地區皆可正常運作，此部份有待將來進行更多實際測試。

### 3. Client 端電路未簡化

目前發展完成的 Client 端設備，共結合了 NET-Start!發展套件、AT89C52 狀態顯示電路，以及 GPRS Modem(p7389i)，其中 NET-Start!發展套件包含了許多額外的硬體，非本研究開發之行動數據回報系統所需要，將來勢必將這些額外部份移除，才能真正完成一套適合各類使用者攜帶、體積小、質量輕的裝置。

### 4. 其他資料傳送實測

截至目前為止，本研究實際傳送的資料僅包含 GPS 定位資料，對於其他額外數據的傳送尚未進行實際傳送測試，但就整體系統架構而言，傳送額外的數據應該沒有問題。

### 5. 系統負載能力探討

本論文提出的系統是對多使用者同時進行監控，第五章的實驗也證實透過 GPRS 網路，監控端(Server 端)可同時接受多使用者回報之行動數據，但究竟系統的負載能力，即最多可接受多少使用者進行數據回報，以及回報數據的時間間隔與監控對象數量的多寡有什麼關係，在此並未加以探討，將來若要真正付諸實現，勢必要加入這方面的研究。

## 參考文獻

- [1] Vijay K. Garg and Joseph E. Wilkes, PRINCIPLES & APPLICATIONS OF GSM, PRENTICE HALL PTR, 1999.
- [2] Jian Cai and David J. Goodman, “General Packet Radio Service in GSM”, IEEE Communications Magazine, October 1997, pp. 122-131.
- [3] Olav Queseth, Fredrik Gessler, Magnus Frodigh, “ALGORITHMS FOR LINK ADAPTATION IN GPRS”, IEEE, 1999, pp. 943-947.
- [4] MEHDI MAHDAVI, RAHIM TAFAZOLLI, “ANALYSIS OF INTEGRATED VOICE AND DATA FOR GPRS”, 3Gmobile Communication Technologies, Conference Publication No. 471 , IEE 2000.
- [5] W. Ajib and P. Godlewski, “SERVICE DISCIPLINES PERFORMANCE FOR WWW TRAFFIC IN GPRS SYSTEM”, 3G Mobile Communication Technologies, Conference Publication No. 471, IEE 2000.
- [6] ROGER KALDEN, INGO MEIRICK, AND MICHAEL MEYER, “Wireless Internet Access Based on GPRS”, IEEE Personal Communications, April 2000.
- [7] BUSYBOX, available from <http://www.busybox.net/>
- [8] The uClinux Directory, available from <http://home.at/uclinux/>
- [9] uClibc—a C library for em bedded system, available from <http://www.uclibc.org/>



- [10] uClinux Embedded Linux/Microcontroller Project, available from  
<http://www.uclinux.org/>
- [11] 史天元、劉俊宏、楊名，”交通大學固定站 SA 停止後 GPS 標準定位精度探析”，參考網頁：  
<http://nhmrc.cv.nctu.edu.tw/title/SA.htm>
- [12] 無線通訊技術，參考網頁：  
<http://content.edu.tw/~nii/3r.htm>
- [13] GSM 的分封數據服務 –GPRS，參考網頁：  
<http://home1.8d8d.com/Personal/Boys/august.begin.com.tw/gprs%20homenetwork.doc>