

95-134-6117
MOTC-IOT-94-TDB005

協助交通資訊蒐集之無線射頻識別 (RFID)電子標籤技術應用研究(1/2)



交通部運輸研究所

中華民國 95 年 9 月

95-134-6117

MOTC-IOT-94-TDB005

協助交通資訊蒐集之無線射頻識別 (RFID)電子標籤技術應用研究(1/2)

著者：鄭伯順、陳榮義、王景弘、李肇浩、吳坤榮、羅坤榮、
董聖龍、鄧陳興、李威勳、謝佳珉、林建廷、白瑞義、
林柏儔、李耀光、江文賢、賀中鼎、黃運貴、黃新薰、
張芳旭、陳國岳

交通部運輸研究所

中華民國 95 年 9 月

國家圖書館出版品預行編目 (CIP) 資料

協助交通資訊蒐集之無線射頻識別(RFID)電子標
籤技術應用研究. (1/2) / 鄭伯順等著. --
初版. -- 臺北市 : 交通部運研所, 民95
面 ; 公分
參考書目:面
ISBN 978-986-00-6917-4(平裝)

1. 交通與運輸管理 - 自動化 2. 無線射頻辨
識系統

557.33029

95020313

協助交通資訊蒐集之無線射頻識別(RFID)電子標籤技術應用研究(1/2)

著 者：鄭伯順、陳榮義、王景弘、李肇浩、吳坤榮、羅坤榮、董聖龍、
鄧陳興、李威勳、謝佳珉、林建廷、白瑞義、林柏儔、李耀光、
江文賢、賀中鼎、黃運貴、黃新薰、張芳旭、陳國岳

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：臺北市敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw (中文版>圖書服務>本所出版品)

電 話：(02)23496789

出版年月：中華民國 95 年 9 月

印 刷 者：良機事務機器有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 180 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：200 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)23496880

國家書坊台視總店：臺北市八德路 3 段 10 號 B1・電話：(02)25781515

五南文化廣場：臺中市中山路 6 號・電話：(04)22260330

GPB : 1009502608

ISBN(10 碼) : 986-00-6917-4 (平裝)

ISBN(13 碼) : 978-986-00-6917-4 (平裝)

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：協助交通資訊蒐集之無線射頻識別(RFID)電子標籤技術應用研究(1/2)			
國際標準書號(或叢刊號) ISBN 986-00-6917-4(平裝)	政府出版品統一編號 1009502608	運輸研究所出版品編號 95-134-6117	計畫編號 94-TDB005
本所主辦單位：綜合技術組 主管：黃運貴 計畫主持人：黃運貴 研究人員：黃新薰、張芳旭、陳國岳 聯絡電話：(02) 2349-6869 傳真號碼：(02) 2712-0223	合作研究單位：中華電信研究所 計畫主持人：鄭伯順 研究人員：陳榮義、王景弘、李肇浩、吳坤榮、羅坤榮、董聖龍、鄧陳興、李威勳、謝佳珉、林建廷、白瑞義、林柏儔、李耀光、江文賢、賀中鼎。 地址：桃園縣楊梅鎮民族路5段551巷12號 聯絡電話：(03) 4244535		研究期間 自 94 年 02 月 至 94 年 12 月
關鍵詞：無線射頻識別(RFID)、電子標籤技術、交通資訊、智慧型運輸系統			
摘要：RFID 技術被列為啟動 21 世紀的十大重要技術之一，而以車輛安裝 RFID 電子標籤來蒐集交通資訊，至今仍是一項新且具挑戰性的應用研究，已成為目前國際發展趨勢及在智慧型運輸系統研究中之重要課題，同時也是本研究計畫之重點。本計畫主要研究內容包括（1）射頻識別技術回顧與發展現況；（2）射頻識別蒐集交通資訊之個案分析；（3）射頻識別與車輛偵測器之分析；（4）電子標籤在 ITS 之應用分析；（5）電子標籤推動之成本與效益分析；（6）電子標籤實際測試分析；（7）示範測試計畫規劃；（8）中介軟體設計及後端資訊系統規劃等。本年期計畫主要目的是針對 RFID 之功能特性，定義出與一般車輛偵測器常用之交通參數，包括流量、佔有率、平均速度、車種分類及車輛停止偵測等，同時提出相關交通參數之操作定義作為示範測試計畫之計算相關交通參數之依據。分析評估 RFID 電子標籤可能之應用方式。基於 RFID 電子標籤於國內外皆有涉及隱私權保護的問題，因此 RFID 電子標籤在國內 ITS 之適用優先對象應選擇商用車輛、大眾運輸車輛及緊急救援車輛進行先導測試應用。依據智慧型運輸系統之發展領域，分析評估 RFID 電子標籤可能之應用方式。			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
95 年 9 月	272	200	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密 （解密條件： <input type="checkbox"/> 年 <input type="checkbox"/> 月 <input type="checkbox"/> 日解密， <input type="checkbox"/> 公布後解密， <input type="checkbox"/> 附件抽存後解密， <input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密， <input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密） <input checked="" type="checkbox"/> 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

TITLE: The application research of RFID Electronic Tag for helping the collection of traffic information (phase I)			
ISBN(OR ISSN) ISBN 986-00-6917-4(pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009502608	IOT SERIAL NUMBER 95-134-6117	PROJECT NUMBER 94-TDB005
DIVISION: Interdisciplinary Research Division DIVISION DIRECTOR: Yung-Kuei Huang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Yung-Kuei Huang PROJECT STAFF: Shin-Xun Huang, Foun-Shea Chang, Kao-Yueh, Chen PHONE: (02) 2349-6869 FAX: (02) 2712-0223			PROJECT PERIOD FROM February 2005 TO December 2005
RESEARCH AGENCY: ChungWha Telecom Labs. PRINCIPAL INVESTIGATOR: Bor-Shenn Jeng PROJECT STAFF: Rong-Yih Chen, Ching-Hung Wang, Chao-Hao Lee, Quen-Zong Wu, Kuen-Rong Lo, Sheng-Lung Tung, Shing Tenqchen, Wei-Shiun Lee, Chia-Min Hsieh, Chien-Ting Lin, Rui-Yi Bai, Po-Chou Lin, Yao-Kuang Lee, Wen-Hsiang Kiang, Chung-Ding Ho. ADDRESS: 30F, 185 Hsinhai Road, Sec. 2, Taipei, Taiwan, R.O.C. PHONE: (02) 2736-3567			
KEY WORDS: Radio Frequency Identification, Electronic Tag, Traffic Information, Intelligent Transportation Systems			
ABSTRACT: The Radio Frequency Identification (RFID) technology is one of the top ten key technologies in the 21 st century. The installation of RFID tag on a vehicular to collect traffic information is regarded as a new and innovative technology in the application of Intelligent Transportation System (ITS). It remains an important issue of the international development of ITS, and the main research topics of this study. The main research topics of this study include the follows: (1) The history and current development of RFID system; (2) the individual scenario analyses of RFID on collecting traffic information; (3) analysis of RFID and vehicular detection; (4) the application analysis of electronic tag in ITS; (5) the cost and benefit analysis for the development of electronic tag; (6) the real testing analysis of electronic tag; (7) the planning of demonstrated testing plan; and (8) the design of middleware and planning of backend information system. The main contribution of this study is to give a classification of RFID in the characteristic functions and to define the normal traffic parameters of general vehicular detectors. It includes the traffic flow, occupation rate, average speed, vehicular classification, and vehicular traveling detections. The possible applications of RFID are summarized in the final report of this study.			
DATE OF PUBLICATION September 2006	NUMBER OF PAGES 272	PRICE 200	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目錄

第一章 計畫概要.....	1-1
1.1 計畫源起與目的.....	1-1
1.2 研究範圍與對象.....	1-3
1.3 研究內容及工作項目.....	1-4
1.4 研究流程.....	1-8
1.5 預期效益.....	1-9
第二章 射頻識別技術回顧與發展現況	2-1
2.1 前言.....	2-1
2.2 射頻識別技術.....	2-5
2.2.1 射頻識別系統.....	2-5
2.2.2 射頻識別運作原理.....	2-5
2.2.3 射頻識別頻段範圍.....	2-7
2.2.4 RFID 電子標籤種類	2-10
2.2.5 影響 RFID 正確讀取的環境變數	2-11
2.3 RFID 標準	2-12
2.3.1 ISO18000 標準	2-13
2.3.2 EPC 標準	2-14
2.3.2 目前標準發展現況.....	2-18
2.3.3 國內 RFID 器材技術規範	2-18
2.4 RFID 的挑戰	2-20
2.5 UHF 頻段 RFID Reader 與 GSM900 干擾研究	2-21
2.5.1 各國開放 RFID 使用之 UHF 頻段	2-22
2.5.2 電信總局 UHF RFID Reader 技術規範制定與干擾研究	2-22
2.5.3 922~928MHz 頻段 RFID Reader 通信干擾技術規範研究.....	2-23
2.5.4 國內現有之干擾處理辦法.....	2-24
第三章 射頻識別蒐集交通資訊之個案分析	3-1
3.1 德國柏林交通資訊蒐集計畫.....	3-1
3.2 英國愛丁堡市公共汽車優先通行系統.....	3-3
3.3 巴西首都 Brasilia 公車資訊系統	3-4
3.4 丹麥 Vejle 市改進公共汽車到、離站之資訊管理	3-5
3.5 中國上海市公共汽車到、離站之資訊管理.....	3-6
3.6 美國 Florida 高速公路進行汽車旅程時間之量測	3-8

3.7 英國將進行車輛電子車牌計畫.....	3-8
3.8 漢城垃圾車門禁管制.....	3-9
3.9 丹麥 Oestbanen 鐵路平交道號誌燈控制與車速偵測.....	3-10
3.10 丹麥 Nærumbane 火車定位追蹤.....	3-11
3.11 新加坡 Pidemco 地產公司停車場管理.....	3-13
3.12 裕隆汽車應用 RFID 之實例	3-14
3.13 案例彙整、比較與分析.....	3-16
第四章 射頻識別與車輛偵測器之分析	4-1
4.1 前言.....	4-1
4.2 一般車輛偵測器量測交通參數之定義.....	4-3
4.3 RFID 蒐集交通參數之定義	4-5
4.4 RFID 蒐集交通參數之運作方法	4-7
4.5 蒐集交通參數之射頻識別功能分析.....	4-7
4.6 蒐集交通參數之電子標籤與天線安裝架構分析.....	4-10
4.7 不同 RFID 系統與交通參數蒐集分析	4-13
4.8 一般車輛偵測器之功能與架構.....	4-14
4.9 射頻識別與車輛偵測器之比較.....	4-18
4.10 結語.....	4-24
第五章 RFID 電子標籤在 ITS 之應用分析	5-1
5.1 先進交通管理系統 (ATMS)	5-3
5.2 先進旅行者資訊系統 (ATIS)	5-5
5.3 先進車輛控制與安全系統 (AVCSS)	5-6
5.4 先進大眾運輸系統 (APTS)	5-7
5.5 商用車營運系統 (CVO)	5-8
5.6 危機處理暨緊急救援系統 (EMS)	5-11
5.7 電子收付費系統 (ETC)	5-12
5.8 弱勢使用者保護服務(VIPS).....	5-14
5.9 RFID 電子標籤在 ITS 之其它整合應用	5-15
5.10 結語.....	5-16
第六章 電子標籤推動之成本與效益分析	6-1
6.1 一般車輛偵測器成本與效益.....	6-1
6.1.1 成本分析.....	6-1
6.1.2 效益分析.....	6-2
6.2 電子標籤之成本與效益.....	6-4
6.2.1 成本分析.....	6-4

6.2.2 效益分析.....	6-7
第七章 電子標籤實際測試分析	7-1
7.1 RFID 測試系統	7-2
7.2 RFID 測試架構	7-3
7.2.1 高架式架構.....	7-3
7.2.2 路側式架構.....	7-3
7.3 RFID 測試結果	7-4
7.3.1 測試一.....	7-4
7.3.2 測試二.....	7-5
7.3.3 測試三.....	7-5
7.3.4 測試四.....	7-6
7.3.5 測試五.....	7-7
7.3.6 測試六.....	7-7
7.4 初步測試結果分析.....	7-8
7.5 結語.....	7-9
第八章 示範測試計畫規劃	8-1
8.1 示範測試計畫目的.....	8-1
8.2 示範測試對象.....	8-2
8.3 示範測試路段.....	8-3
8.4 系統設計與架構.....	8-5
第九章 中介軟體設計及後端資訊系統規劃	9-1
9.1 RFID 中介軟體功能與周邊硬體介面簡介	9-1
9.1.1 應用於蒐集交通資訊之 RFID 中介軟體功能	9-1
9.1.2 應用於蒐集交通資訊之 RFID 中介軟體之硬體介面	9-2
9.2 應用於蒐集交通資訊之 RFID 中介軟體架構設計	9-3
9.2.1 應用於蒐集交通資訊之 RFID 中介軟體之實體功能架構	9-3
9.2.2 中介軟體初始化資料處理流程.....	9-4
9.2.3 中介軟體交通參數計算之資料處理流程.....	9-5
9.3 交通參數操作型定義.....	9-7
9.3.1 車種分類(Vehicle Classification).....	9-7
9.3.2 流量(Volume)	9-8
9.3.3 佔有率(Occupancy).....	9-9
9.3.4 平均車速(Average Speed).....	9-10
9.3.5 車輛停止偵測.....	9-11
9.3.6 到站時間(Arrival Time).....	9-12

9.3.7 離站時間(Departure Time).....	9-12
9.3.8 預估車輛到站時間.....	9-13
9.4 情境模擬.....	9-13
9.4.1 旅程設計.....	9-13
9.4.2 前端模組之模擬輸出資料(raw data).....	9-18
9.4.3 交通參數計算公式.....	9-19
9.4.4 後端模組之模擬結果.....	9-20
9.5 RFID 交通資訊產生後端資訊系統架構.....	9-20
9.6 結語.....	9-23
第十章 結論與建議.....	10-1
10.1 結論.....	10-1
10.2 建議.....	10-3
參考文獻.....	R1-1
中英對照表.....	G1-1
附件 1 我國 RFID 器材技術規範.....	附件 1-1
附件 2 RFID 中介軟體簡介.....	附件 2-1
附件 3 示範測試計畫施工計畫書.....	附件 3-1
附件 4 第一次專家學者座談會會議記錄.....	附件 4-1
附件 5 第二次專家學者座談會會議記錄.....	附件 5-1
附件 6 第二年推動與發展策略.....	附件 6-1
附件 7 期中報告審查會審查意見暨辦理情形.....	附件 7-1
附件 8 期末報告審查會審查意見暨辦理情形.....	附件 8-1
附件 9 期末報告審查簡報.....	附件 9-1

圖目錄

圖 1.1 第一年期計畫研究流程.....	1-8
圖 2.1 RFID 系統連結物理現實世界與網路虛擬	2-2
圖 2.2 日本 NEC 所規劃的邁向無所不在網路社會之方向.....	2-3
圖 2.3 RFID 資產管理解決方案	2-3
圖 2.4 RFID 系統架構圖	2-5
圖 2.5 射頻識別通訊運作原理.....	2-6
圖 2.6 全球的無線辨識系統所使用的頻段.....	2-8
圖 2.7 EPC 編碼結構	2-15
圖 2.8 EPC Network	2-16
圖 2.9 3GPP 國際標準所指配之 GSM 系統 900 頻譜.....	2-24
圖 2.10 GSM 900 BTS 及 MS Blocking in-band 頻率	2-24
圖 3.1、柏林交通資訊蒐集計畫 RFID 架構圖	3-2
圖 3.2 英國愛丁堡市公共汽車優先通行系統.....	3-3
圖 3.3 巴西首都 Brasilia 公車資訊系統	3-4
圖 3.4 丹麥 Vejle 市改進公共汽車到、離站之資訊管理	3-6
圖 3.5 上海市公共汽車到、離站之資訊管理.....	3-7
圖 3.6 漢城垃圾車門禁管制.....	3-10
圖 3.7 丹麥 Oestbanen 鐵路平交道控制.....	3-11
圖 3.8 鐵路平交道 RFID 設置	3-11
圖 3.9 火車定位追蹤 RFID 設置	3-12
圖 3.10 丹麥 Nærumbane 火車定位追蹤.....	3-13
圖 3.11 車輛擋風玻璃貼有 RFID Tag.....	3-14
圖 3.12 Pidemco 地產公司停車場開道.....	3-14
圖 4.1 一般交通資訊蒐集之方式.....	4-1
圖 4.2 RFID 電子標籤蒐集交通資訊系統架構圖	4-2
圖 4.3 電子標籤與天線安裝架構說明.....	4-11
圖 4.4 車側式與車底式架構說明.....	4-12
圖 4.5 RFID 用於車輛精確定位	4-13
圖 4.6 全球先進交通偵測器技術之市場佔有率（以偵測車道數計）	4-15
圖 4.7 超音波式車輛偵測器.....	4-16
圖 4.8 環路線圈式車輛偵測器.....	4-16
圖 4.9 側射式微波雷達車輛偵測器示意圖.....	4-17
圖 4.10 俯瞰式微波雷達車輛偵測器示意圖.....	4-18
圖 4.11 壓電式車輛偵測器.....	4-18
圖 5.1 ATMS 架構示意圖	5-3

圖 5.2 RFID 電子標籤與讀取器通訊示意圖	5-4
圖 5.3 RFID 技術應用於 ATIS 架構概念圖	5-5
圖 5.4 RFID 電子標籤應用車輛控制與安全系統概念圖	5-6
圖 5.5 RFID 電子標籤應用於公共運輸概念圖	5-7
圖 5.6 RFID 電子標籤應用於計程車營運系統之概念圖	5-9
圖 5.9 RFID 電子標籤應用於危機處理暨緊急救援概念圖	5-12
圖 5.10 RFID 電子標籤應用於電子收費概念圖	5-13
圖 5.11 弱勢使用者保護的服務概念圖	5-14
圖 5.12 RFID 電子標籤應用於婦女乘車安全保障概念圖	5-15
圖 7.1 高架式 RFID 測試架構	7-3
圖 7.2 路側式 RFID 測試架構	7-4
圖 8.1 示範測試對象：台北市行駛『公車專用道』之公車	8-2
圖 8.2 選定示範測試路段之平面圖	8-4
圖 8.3 選定之示範測試路段實景圖	8-4
圖 8.4 示範測試路段交通資訊參數蒐集設計	8-5
圖 8.5 示範測試計畫設備配置示意圖	8-6
圖 8.6 蒐集交通資訊應用之硬體介面設計	8-7
圖 9.1 蒐集交通資訊應用之 RFID 中介軟體功能架構	9-2
圖 9.2 蒐集交通資訊應用之 RFID 中介軟體硬體介面	9-3
圖 9.3 中介軟體實體功能架構	9-4
圖 9.4 中介軟體初始化資料流程	9-5
圖 9.5 中介軟體交通參數計算流程	9-6
圖 9.6 占有率計算示意圖	9-9
圖 9.7 RFID 交通參數平均車速偵測示意圖	9-11
圖 9.8 RFID 交通參數車輛停止偵測示意圖	9-12
圖 9.9 後端資訊系統設計架構圖	9-22
圖 9.10 後端資訊系統電子地圖伺服器	9-23

表目錄

表 2.1 RFID 各頻段的範圍與應用	2-8
表 2.2 不同種類電子標籤比較表.....	2-11
表 2.3 不同 RFID 相關標準及其應用範圍	2-13
表 2.4 EPC 標準中電子標籤分類	2-17
表 2.5 LP0002 中有關 RFID 器材技術規範之對應章節	2-19
表 2.6 RFID 各使用頻段之發射功率限制	2-19
表 2.7 各國開放 RFID 使用之 UHF 頻段	2-22
表 4.1 先進式車輛偵測器之交通參數項目與結果應用關係表.....	4-5
表 4.2 交通參數定義比較表.....	4-6
表 4.3 RFID 應用於交通資訊蒐集與物流業之差異性分析	4-9
表 4.4 影響 RFID 正確讀取環境因數在 ITS 與物流業之比較	4-10
表 4.5 路側式、埋入式及高架式架構分析表.....	4-11
表 4.6 RFID 系統與交通參數蒐集分析表	4-13
表 4.7 射頻識別與車輛偵測器之比較分析表.....	4-23
表 4.8 RFID 與其他偵測器作截長補短之分析	4-25
表 6.1 車輛偵測器之施工維護與生命週期成本表.....	6-2
表 6.2 偵測技術成本效益 Rockwell 建構的評估準則權重表	6-3
表 6.3 Rockwell 案之偵測技術成本效益評估試算表	6-4
表 6.4 射頻識別讀取器之施工維護與生命週期成本表.....	6-6
表 7.1 進行測試之各種 RFID 系統	7-2
表 7.2 RFID 測試一	7-4
表 7.3 RFID 測試二	7-5
表 7.4 RFID 測試三	7-6
表 7.5 RFID 測試四	7-6
表 7.6 RFID 測試五	7-7
表 7.7 RFID 測試六	7-8
表 9.1 中介軟體初始化資料設定參數.....	9-5
表 9.2 中介軟體各介面所蒐集之交通參數.....	9-7
表 9.3 RFID 電子標籤 ID 與車種對照表	9-8
表 9.4 RFID 讀取器架設編號、識別碼與相關參數	9-14
表 9.5 公車路線、種類與 RFID 電子標籤對應表	9-15
表 9.6 公車旅程設計結果.....	9-16
表 9.7 中介軟體前端模組之模擬輸出資料格式.....	9-18
表 9.8 交通參數計算結果顯示列表.....	9-19

第一章 計畫概要

1.1 計畫緣起與目的

微軟公司創辦人比爾·蓋茲 (Bill Gates) 在他的著作—「數位神經系統」中引述麻省理工學院尼可拉斯·尼葛羅龐提(Nicholas Negroponte)的數位資訊的流動(the flow of digital information)觀點，說明了移動原子(物流、交通流)及移動位元(資訊流、金流)的基礎建設將是下一世紀人類文明最重要的里程碑，前者即為智慧型運輸系統(Intelligent Transportation System, ITS)，整合資訊、通信技術於交通管理做為移動原子(物流、交通流)之基石。後者即為寬頻網際網路(Broadband Internet)是移動位元(資訊流、金流)的基石。在智慧型運輸系統中如何在物流、交通流中即時蒐集獲得相關交通資訊，進而整合資訊並提供即時加值服務，將是智慧型運輸系統成功與否之關鍵。

一般交通資訊的蒐集可藉由道路的車輛偵測器來進行，車輛偵測器通常可偵測到車道中車輛之車速、車種及車間距，並在經過資料蒐集處理後產生車流資料提供給控制中心[1] [2] [3]。近年來由於無線射頻通訊技術快速發展，射頻識別 (Radio Frequency Identification, RFID)、特定短距離通訊 (Dedicated Short Range Communication, DSRC) 及整合全球定位系統 (Global Positioning System, GPS) 和整體封包無線電服務 (General Packet Radio Service, GPRS) 功能之車機等系統，逐漸在交通資訊的蒐集上扮演重要的角色，其中射頻識別技術更被列為啟動 21 世紀的十大重要技術之一。射頻識別電子標籤 (RFID Tag) 可以讀取、寫入、傳輸、儲存和評估有關產品、地點、時間以及交易的記錄和數據，因此射頻識別電子標籤在交通資訊蒐集上和車輛偵測器比較起

來雖然各有優缺點，但射頻識別電子標籤可以提供更多元豐富的交通資訊及智慧型運輸系統其他應用服務，因此射頻識別電子標籤非常適合應用在智慧型運輸系統中作為提供即時相關資訊之管道。目前國內外已有許多應用射頻識別技術作為相關資訊蒐集的實例包括：

一. 美國

美國邊境國土安全人車管制專案及 433MHz 主動式電子封條標籤之美國海關 CSI/SST 計畫（貨櫃電子封條），強化物流、管制品、防偽及供應鏈追蹤，進而提升後勤支援、軍品彈藥管制與貨櫃安全追蹤功用。此外，美國自 1983 年開始提出 Heavy Vehicle Electronic License Plate (HELP) program 的重車電子標籤計畫構想，在 1993 年初步完成計畫案，將車輛自動辨識(AVI)、行進間測重(WIM)技術與重車通行收費加以結合，能夠有效提升貨物運輸之安全、效率及便利，目前仍繼續擴大推廣中。

二. 南非

南非鐵路採用射頻辨識科技，建置新的南非鐵路追蹤管理系統。在新的追蹤管理系統建置後，南非鐵路不論是在與其他運輸方式的競爭或是在提升自身的管理效能上都一一達成目標，進而提升鐵路運輸的競爭力。

三. 新加坡

新加坡則在 1998 年 9 月正式使用交通尖峰時段電子收費系統（ERP），以射頻識別技術來控管交通流量的系統，並以事先購買的預付卡進行繳費的動作。

四. 德國

德國為了杜絕嚴重的汽車被偷竊的問題，於 2002 年提出運用射頻識別技術之智慧型車牌的規劃，期能有效遏止汽車被偷竊的嚴重問題。

五. 我國

2004 年 12 月財政部高雄關稅局「電子封條監控系統建置案」決標，未來預計運用射頻識別高科技產品，有效監控須押運之轉口貨櫃，以取代海關人工押運；且與高雄港務局「自動化門禁管制系統」及「櫃動庫系統」結合，達到貨櫃入、出港區門哨之自動化管控及異常比對作業。此外，工研院系統中心 2004 年 6 月完成高雄港 SSTI (Smart & Secured Tradelane) 貨櫃安全管制計畫，以射頻識別技術對進出口貨櫃，進行港口對港口運送期間的安全管制。

由以上說明可知，如何適當使用射頻識別技術提供車輛及貨物定位、監控，同時作為探針車輛(probe vehicles)蒐集交通資訊，已成為目前國際發展趨勢及在智慧型運輸系統研究中之重要課題，同時也是本研究計畫之重點。以車輛安裝射頻識別電子標籤來蒐集交通資訊，至今仍是一項嶄新且具挑戰性的應用研究，研發單位實有必要投入人力進行深入之研究。

1.2 研究範圍與對象

基於計畫的重點在於蒐集交通資訊，因此射頻識別電子標籤的研究範圍以具備較長的讀取範圍及讀取速度快的射頻識別技術為主，同時我們把射頻識別技術與具 GPRS 功能之車機做結合，期望透過整合長、短程通訊的優點，進一步即時提供車輛及貨物定位、監控，同時作為探針車輛蒐集交通資訊，協助業者快速通關、車隊管理，協助警方作為防盜、贓車查緝、違規執法等先進功能，以提升整體運輸系統效率及安全。

基於射頻識別電子標籤於國內外皆有涉及隱私權保護的問題，因此本計畫初步研究對象及示範測試對象將選擇商用車輛(包括計程車、砂石車、貨櫃車等)或大眾運輸車輛(包括公車、火

車等)，第 1 年期先從研究其應用面開始著手，第 2 年期依據第 1 年期之研究成果選定示範測試對象再進行實地測試，以減少可能面對之阻力。

1.3 研究內容及工作項目

第 1 年期本研究計畫研究內容在於評估分析以射頻識別電子標籤協助交通資訊蒐集之可行性及推動時之成本效益分析，進而研擬相關後續之測試計畫。工作項目包含以下所列：

- 一. 相關文獻蒐集及回顧
- 二. RFID 蒐集交通資訊之個案分析
- 三. RFID 與車輛偵測器之比較分析
- 四. 電子標籤在 ITS 之應用分析
- 五. 電子標籤推動之成本與效益分析
- 六. 整體規劃與推動策略
- 七. 實地示範測試規劃
- 八. 研訂適合試辦之領域與評選機制
- 九. 專家學者座談會
- 十. 研擬測試計畫

各項工作項目之研究方法說明如下：

一. 相關文獻蒐集及回顧

在計畫中對國內及先進國家於電子標籤及射頻識別技術內容、分類、標準發展及應用情形進行相關文獻蒐集。進而研究分析射頻識別技術蒐集交通資訊之重要課題，包括技術面、組織面、管理面、執行面等重要問題。

二. RFID 蒐集交通資訊之個案分析

本計畫針對國內外有關以射頻識別蒐集交通資訊實施案例，進行可行性之分析歸納，以作為進一步研擬測試計畫之參考。

三. RFID 與車輛偵測器之比較分析

本研究針對多種 RFID 與車輛偵測器應用於交通資訊蒐集的優缺點做比較分析，包含：蒐集交通資訊及參數之差異、建置成本、感應距離、感應方式、安裝方式、偵測範圍、反應時間、準確程度等部份，提供後續建置應用的參考。

四. 電子標籤在 ITS 之應用分析

針對電子標籤如何應用於 ITS 進行分析評估，除了對射頻識別電子標籤之適用狀況加以分析外，也對成本及效益做一整體評估。同時研究如何有效與智慧型運輸系統其他應用服務(如電子收費、交通資訊蒐集、防盜、車輛維修、智慧型停車管理、門禁管制、免下車消費服務等)相結合，以達到相輔相成之效果。初步之評估項目至少包含以下幾項：

1. 電子車牌：射頻識別電子標籤運用於車輛即是電子車牌之概念，比起一般車牌射頻識別電子標籤具有唯一性及防偽性，同時射頻識別電子標籤可以讀取、寫入、傳輸、儲存和評估有關產品、地點、時間以及交易的記錄和數據，可以提供更多元豐富的交通資訊。

2. 車速、車種、車間距及車流量資訊蒐集：評估分析射頻識別電子標籤蒐集車速、車種、車間距及車流量資訊之系統架構及可行性。

3. 旅行時間資訊蒐集：車輛具有射頻識別電子標籤（電子車牌）時控制中心即可以容易即時確認車輛之身分，因此當測試車輛經過兩裝設有射頻識別讀卡機之路口時，控制中心即可得知此兩路口之旅行時間資訊。

4. 門禁管理：射頻識別電子標籤可當作車輛通行證。

5. 垃圾車清運交通資訊系統：可稽核清運車輛是否依規定之路線及時間行駛，並提供車輛到達之預先廣播預報功能。

6. 都市公車系統：可預告公車預定到站時間，並可依公車到站之時間間隔，彈性調度車輛，以避免班次過疏或過密。

7. 停車場智慧型管理系統：測試車輛可藉由車機以射頻識別電子車牌向停車場預約車位，至停車場時則可由系統以射頻識別讀卡機指定停車位或導引停車位置。

8. 危險車輛通過路口示警：當測試車輛為危險車輛或禁止行駛本路段之車輛，當路口信號控制箱之射頻識別讀卡機收到此類射頻識別電子標籤時，即可即時向駕駛人示警或通知控制中心。

9. 婦女乘車安全保障：婦女搭乘計程車時，除可藉由衛星定位之功能，有效派遣附近車輛前往外，更可進一步經由射頻識別讀卡機確認車上之射頻識別電子標籤，防止歹徒偽造車輛進而維護婦女乘車安全。

10. 弱勢使用者保護的服務：如每位弱勢使用者(如盲人或行動不便者)配置 射頻識別電子標籤，於路口配合號誌控制利用射頻識別雙向傳輸資料，可引導盲人定位後,告知路燈還有多久時間，更可適應性增加綠燈時間，提供弱勢使用者較安全之使用環境。

11. 協助計程車排班定位：由於 GPS 之解析度有其極限，因此可藉由裝於排班站之射頻識別讀卡機讀取車內之射頻識別電子標籤，再將相關資訊傳至控制中心，達到計程車排班載客公平性。

五. 電子標籤推動之成本與效益分析

完整射頻識別電子標籤系統包括電子標籤(Tag)、讀取器

(RFID Reader)、中介軟體 (Middleware)、伺服器、後端網路系統、監控中心及資料庫整合等的建置與營運成本，並評估系統所產生的效益。

針對如何整合射頻識別電子標籤所蒐集之交通資訊與智慧型運輸系統其他應用服務，使其整體成本效益提高，進行評估與分析。

六. 整體規劃與推動策略

依據本計畫對射頻識別蒐集交通資訊之評估分析及專家學者之意見，進行射頻識別技術蒐集交通資訊試驗之整體規劃與推動策略研擬，同時也包含相關法規之修訂及監理作業等配合措施。

七. 實地示範測試規劃

優先選擇公車、計程車或大型貨車(如砂石車、危險品運輸車輛、貨櫃車等)主要行經地區或測試路段進行實地示範測試規劃。

八. 研訂適合試辦之領域與評選機制

研究團隊藉由整合實務經驗，制訂適合實施之領域與評選機制，協助獲選測試單位進行實際示範測試，進而建立可行有效商業模式以達到永續經營。

九. 專家學者座談會

本案第 1 年期進行兩次專家學者座談會，實施的目的則期冀藉由邀請執行團隊成員以外之產、官、學、研等相關領域之專家（每次以不超過 10 位為原則），就本案之執行過程與內容給予批評指教，俾使研發成果不僅可凝聚社會大眾之共識亦將有利後續相關作業之推展。

十. 研擬測試計畫

依據本年期之研究成果及專家學者之意見，研擬後續實際測試計畫之工作計畫書，以作為第2年期計畫執行之依據。

1.4 研究流程

第1年期計畫之進行步驟如圖1.1所示，

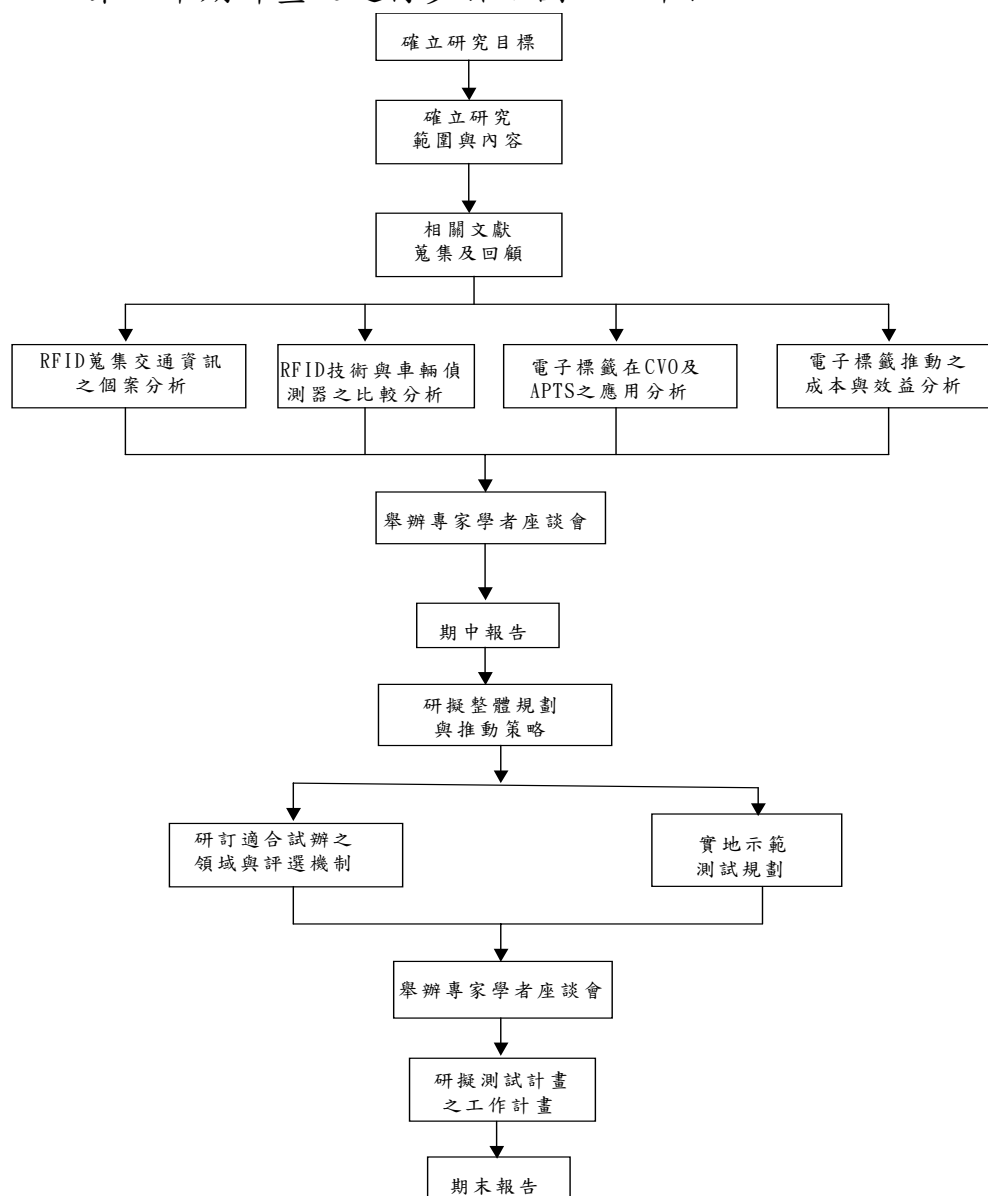


圖 1.1 第1年期計畫研究流程圖

1.5 預期效益

一.分析歸納國內外有關以射頻識別蒐集交通資訊實施案例，並對射頻識別電子標籤與車輛偵測器應用於交通資訊蒐集的優缺

點做比較分析，提供後續建置應用的參考。

二.整體評估射頻識別電子標籤對商用車輛及大眾運輸車輛應用之可行性，並提出有效與智慧型運輸系統其他應用服務相結合之方法。

三.評估完成射頻識別電子標籤系統建置、營運成本及效益，擬訂完成整體規劃與推動策略。

四.完成第2年期示範測試對象行經地區或測試路段之示範測試規劃，擬訂實際測試計畫之工作計畫書，以作為第2年期計畫執行之依據。

第二章 射頻識別技術回顧與發展現況

2.1 前言

RFID 技術雖然被列為啟動 21 世紀的十大重要技術之一，但是 RFID 並不是一項新技術。早在 1930 年代就有 RFID 相關專利申請，在第二次世界大戰期間，英國皇家空軍採用類似 RFID 的技術來區分敵機與友機，而 1948 年 Harry Stockman 在無線電工程師協會（Institute of Radio Engineers, IRE）學報上發表的論文《利用反射功率來通信（Communication by Means of Reflected Power）》則首次詳細描述了 RFID 的理論和實現。雖說 RFID 技術起源甚早，但由於早期系統裝設費用與 RFID 電子標籤之造價太貴、各國繁雜的無線電法規以致難以制定國際標準及個人隱私權爭議等問題，造成 RFID 發展之瓶頸而無法大量推展，因此長期以來並沒有受到業界特別的關注。

直到 2003 年 6 月全球最大的量販連鎖店 Wal-Mart Stores 宣佈，將於 2005 年元月起導入 RFID 以取代條碼，邁入無線標籤的時代，同時其他多家重量級業者於 2003 年下半年以後，也相繼投入 RFID 的開發，或宣佈完成突破性技術，RFID 的市場潛力才因此廣受到業界的重視。

因此可以說 RFID 其實並不是一種新技術，而是由於在無線射頻通訊技術和半導體技術快速發展，使得 RFID 在讀取率及讀取速度上提高而電子標籤價格持續降低，同時在有強烈需求誘因下（例如 Wal-Mart、英國 Tesco、德國 Metro 及美國國防部對供應商之要求），自然而然使得 RFID 技術產生一股新應用風潮。

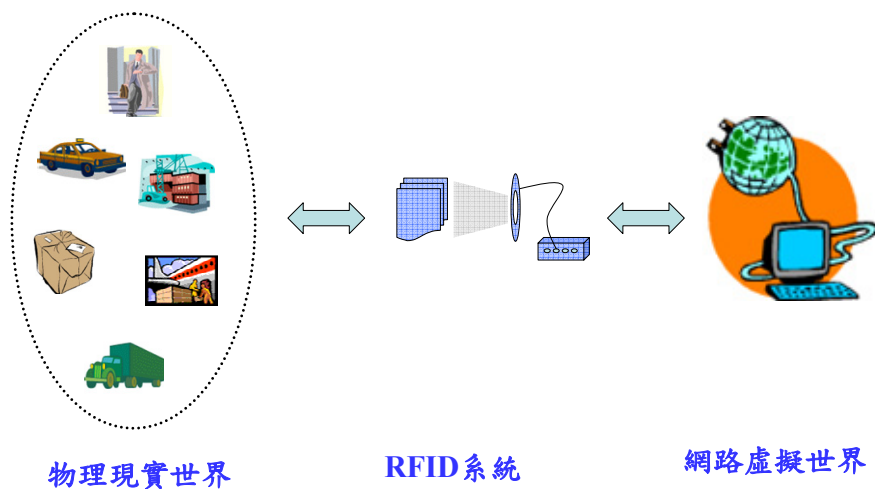
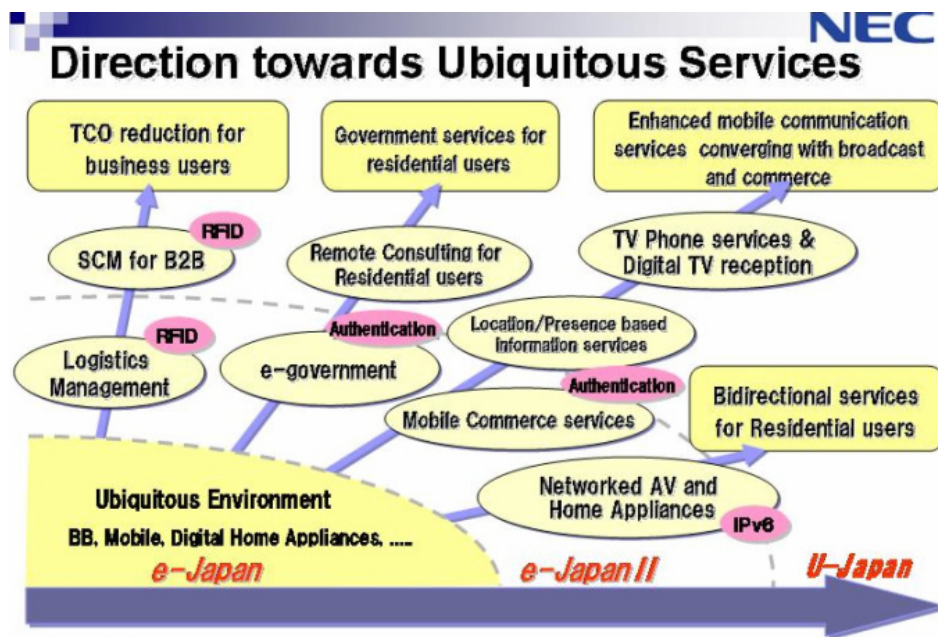


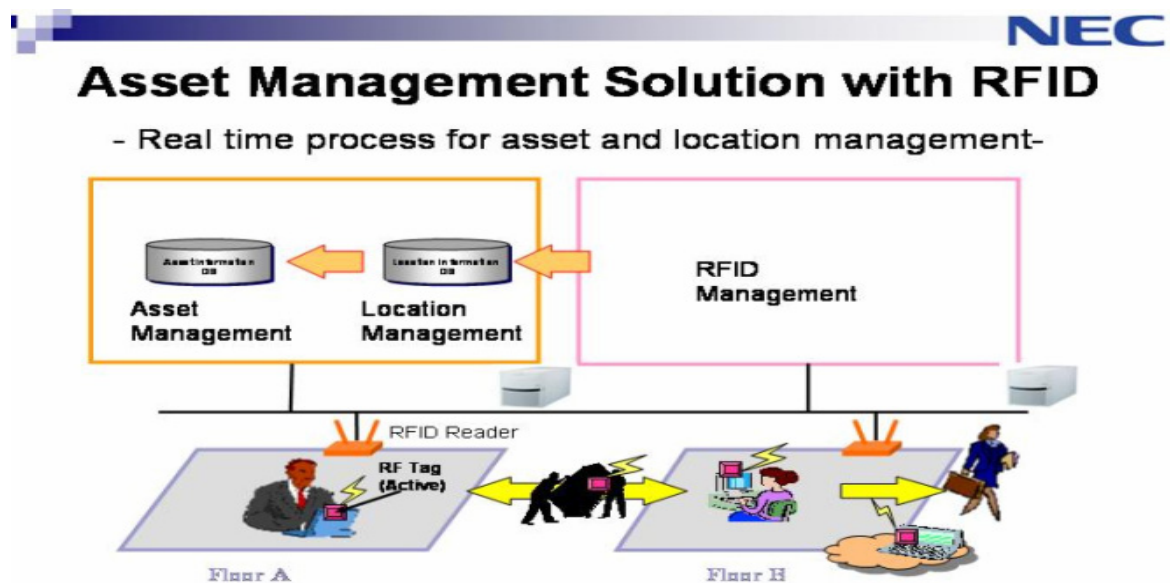
圖 2.1 RFID 系統連結物理現實世界與網路虛擬世界

值得一提的是，當 RFID 系統將所代表之資訊傳送至網路世界後（請參考圖 2.1），可以說物理現實世界中的物品或個人，已經以一對一之方式，將其資訊呈現在目前無所不在之網路虛擬世界。若將這些資訊與網路上內容及其他 RFID 資訊整合，這些以 RFID 作為連接的資訊，將變成易於利用資訊，但這同時也引發隱私權保護問題，因此如何合法使用 RFID 相關資訊又能保障個人隱私已成為現今熱門話題。就如同日本對無所不在網路計畫對 RFID 之重視，可從 GBDe Ubiquitous Society/RFID 在 2004 年之論壇中，NEC 及 NRI 公司對 RFID 在無所不在網路規劃中看出端倪，如下圖 2.2 邁向無所不在網路社會之方向所示，RFID 是從 e-Japan、e-Japan II 到 U-Japan 建立無所不在網路環境的核心。如圖 2.3 RFID 資產管理可利用無所不在網路，利用 RFID 讀卡機將資料傳送至資產管理資料庫。接下來將針對 RFID 技術內容、分類、標準發展及應用情形進行說明。



Source: NEC Cooperation Ltd 2004

圖 2.2 日本 NEC 所規劃的邁向無所不在網路社會之方向



Source: NEC, RFID 研討會

圖 2.3 RFID 資產管理解決方案

RFID 在「韓國 IT8.3.9」計畫中扮演著重要性的角色。韓國 IT8.3.9 是指韓國政府提供一個產業聯盟：橫跨 8 種服務 3 種基礎建設及 9 種 IT 相關產業。其宗旨在催化國家之經濟發展及提高

人民福祉。其中 USN (Ubiquitous-sensor network) 無所不在網路計畫結合 RFID 電子標籤將資訊連接至 Internet 將可產生各種加值的資訊鏈，提供給不同的產業所須的即時資訊。

在歐洲和美國 RFID 技術已經用於跟蹤與庫存。韓國政府也將自己定位為 RFID 應用演示基地，韓國防部將使用 RFID 晶片來跟蹤彈藥的供應，韓國家獸醫科學檢疫局也將使用 RFID 技術來跟蹤進口牛肉，以更好地應對突發性的緊急事件如瘋牛病的爆發。機場和海港也建立了 RFID 系統。RFID 技術和另一個 IT839 專案 USN(無線不在的感測器網路)緊密聯繫在一起，這使得分工管理網路的不同功能成為可能。USN 將成為數位新時代的基礎，它讓設備變得更加智慧化。

韓國前幾年曾由 Samsung 子公司以 RFID 技術，在首爾建置一個偵測交通路況測試系統。此測試系統總共於路口燈柱上建置了 14,000 個信號柱及安裝了 20,000 部偵測車(公車/計程車)，目前此系統應已告一段落。現行韓國首爾公車管理系統，主要應用的 RFID 技術是以 RFID 交通卡-T-money 和現有的交通卡當作支付票款之工具。目前韓國正在松島市自由貿易港區直推動 RFID 之示範計畫，松島市是位於首爾西南方 40 英里的一個商港，佔地 1500 公頃的新興工業區。南韓政府與 POSCO E&C 公司合作於 2003 年 7 月開發，於園區內將建立一個高科技的示範成市與測試中心，裡面各種新科技應有盡有，RFID 示範計畫是其中之一。松島市自由貿易港區計畫將 RFID 與 ZigBee 無線傳輸技術搭配使用，創造出一個網路無所不在的港區。

而 ZigBee 是一種無線傳輸技術，符合 IEEE802.15.4 標準，工作頻率為 868MHz、915MHz 或 2.4GHz。強調低成本、低功耗、雙向傳輸、感應網路功能等特色，可與 RFID 搭配使用。松島市自由貿易港區計畫將 RFID 與 ZigBee 無線傳輸技術搭配使用，創造出一個網路無所不在的港區。韓國已經著手建制 ZigBee 無線感測網路-一項名為「U (Ubiquitous) City」的計畫，要在韓國五

個城市佈建 ZigBee 無線感測網路，應用範圍從居家內部的燈光溫度控制，到建築物的震動感應無所不包。相較之下，台灣的 ZigBee 應用目前還侷限在短距離的無線傳輸應用上[28]。

2.2 射頻識別技術

2.2.1 射頻識別系統

RFID 系統架構可區分為電子標籤(Tag)、讀取器(Reader)、控制電腦及後端資訊系統等四大部分（參考圖 2.4）。Tag 內部存放著一組 ID，貼附於待管理的物件上。Tag 透過無線射頻訊號將其 ID 傳給讀取器，讀取器透過網路或其他方式將 ID 等資料傳送給控制電腦，而控制電腦藉由與後端資訊系統的資訊互通，提供決策者使用作為貨物倉儲等管理依據。

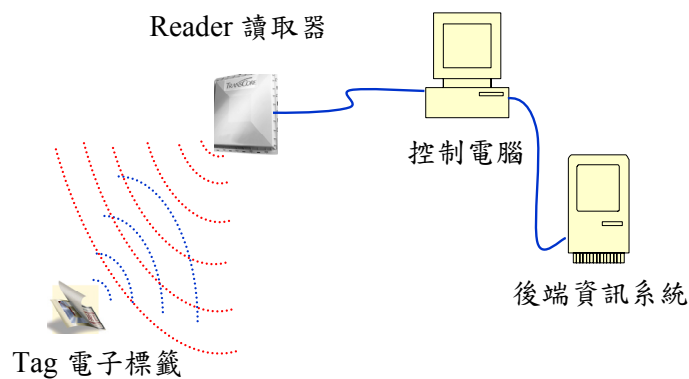


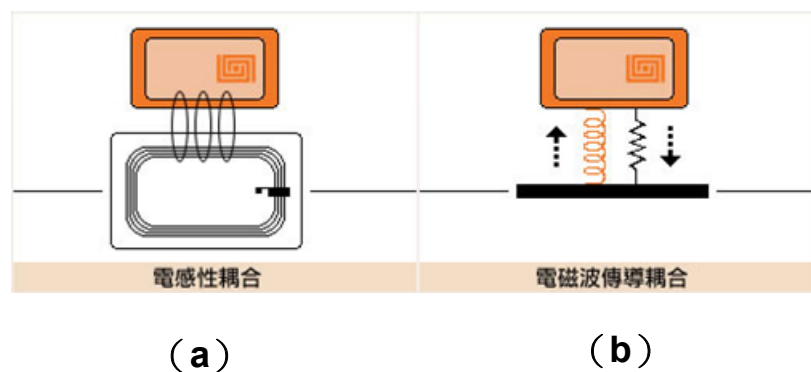
圖 2.4 RFID 系統架構圖

2.2.2 射頻識別運作原理

電子標籤與讀取器之間通訊運作原理主要分為電感耦合及電磁場效應兩種模式[15]。電感耦合模式主要使用在低頻系統，電磁場效應模式則使用在高頻以上系統。

在電感耦合模式中，讀取器一方的天線相當於變壓器的初級線圈，電子標籤一方的天線相當於變壓器的次級，因而也稱電感耦合模式為變壓器模式，參考圖 2.5 (a)。電感耦合模式的耦合媒介是空間磁場，耦合磁場在讀取器線圈初級與射頻標籤線圈次級之間構成閉合回路。電感耦合模式是低頻近距離無接觸射頻識別系統的一般耦合原理。

電感耦合模式所利用的是藉由磁場的產生來引起電流，電流通過讀取器的線圈時，就會產生磁場。透過此磁場就會讓 RFID 電子標籤內的線圈狀天線產生電流，藉由此電流就能啟動 RFID 電子標籤內的 IC 晶片。



Source : <http://www.rfid.org.hk>

圖 2.5 射頻識別通訊運作原理

參考圖 2.5 (b)，在電磁耦合模式中，讀取器的天線將讀取器產生的讀寫射頻能量以電磁波的模式發送到定向的空間範圍內，形成讀取器的有效讀取區域，位於讀取器有效讀取區域中的電子標籤從讀取器天線發出的電磁場中取得工作電源，並透過電子標籤的內部電路及標籤天線將標籤內存的數據資訊傳送到讀

取器。

電磁耦合與電感耦合的差別在於電磁耦合模式中讀與器將射頻能量以電磁波的形式發送出去；在電感耦合模式中，讀取器將射頻能量束縛在讀取器電感線圈的周遭，透過交變閉合的線圈磁場，溝通讀取器線圈與射頻標籤線圈之間的射頻通道，沒有向空間輻射電磁能量。

無論 RFID 系統是運用哪一種模式運作，通訊距離會受到天線的大小/形狀、IC 晶片的性能及讀取器的不同影響。尤其讀取器可發射之最大功率，各國對各個頻段之規範並不一致，因此不同頻段之 RFID 系統，在每個國家之最大可通訊距離會有差異。

2.2.3 射頻識別頻段範圍

參考圖 2.6，目前 RFID 技術所使用的頻率大概可分為四個頻段，（1）低頻（LF）：125K~135KHz；（2）高頻（HF）13.56MHz；（3）超高頻（UHF）433MHz、860M~950MHz 及（4）微波 2.45GHz。RFID 各頻段的範圍與應用請參考表 2.1。以下分別加以說明[25]。

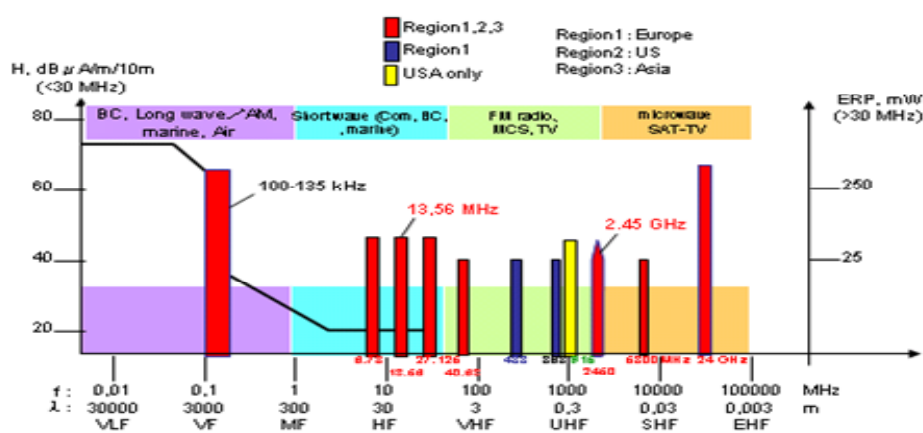
(1) 低頻（LF）：125K~135KHz

此頻帶之開發歷史最久，銷售產品數量最多。初期是以讀取資料專用之產品為主，現在則換成可更新資料的記憶體產品。此頻段在絕大多數的國家屬於開放，不涉及法規開放和執照申請的問題，因此使用最廣，主要使用在寵物、門禁管制和防盜追蹤。

此頻帶的 RFID，最大優點是不易受到周圍金屬和水分等阻礙物的影響。這主要是此頻段之電波波長為 2222 公尺以上，比起其他頻帶長的多。波長愈長愈具有能夠在障礙物之間轉折穿梭的特性，因此通訊之角度比較沒有限制。對於通訊距離短的物

品，即使是含有水分的物品或鐵板等障礙物存在，也不影響通訊之功能。但此頻段存在機器內部馬達或開關電源的雜訊源，因此在設置此頻段 RFID 系統時，必須盡量遠離或者隔離這些雜訊源。

不過也由於此頻段之波長很長，相對的天線也得加長。因此不適合加工為貼紙狀，而是以銅線等材質捲繞一百圈左右做成天線，再封裝於玻璃或塑膠內。因此此頻段之 RFID 電子標籤價格很難達到美金 5 分。



Source : NTT

圖 2.6 全球的無線辨識系統所使用的頻段

表 2.1 RFID 各頻段的範圍與應用

頻段	特色	典型應用
125kHz 135kHz	短至中程的讀取範圍 低價 讀取速度慢	門禁系統 動物識別 存貨控制 汽車晶片防盜鎖
13.56 MHz	短至中程的讀取範圍 低價 讀取速度中等	門禁系統 智慧卡 悠遊卡
433MHz 860-950 MHz 2.45 GHz	長程的讀取範圍 受限於視線直線距離 高價 讀取速度快	鐵路車廂監控 道路收費系統 倉存管理 車隊管理

(2) 高頻 (HF) 13.56MHz

此頻段對於水分的物品或鐵板等障礙物還是不太會受到影響（但不及低頻頻段）。此頻段天線形狀設計自由度高，可以製成低頻頻段無法實現之貼紙形狀。目前天線作法是將銅箔或鋁箔加以蝕刻處裡而成。

此頻段之薄化的效果最佳傳輸距離為 1 公尺以下，代表性應用為會員卡、識別證、飛機機票和建築物出入管理。目前台北悠遊卡及即將高速公路電子收費 e 通卡皆是使用此頻段。

(3) 超高頻 (UHF) 433MHz、860M~950MHz

此頻段由於美國 Wal-Mart 及英國 Tesco 等大型企業目前測試 RFID 所採用之標準頻段，因此近年來備受矚目。UHF 頻段具備了介於高頻頻段和 2.45GHz 頻段之間的電波特性。和 2.45GHz 頻段相比，較不容易被水分吸收，通訊損失較少，容易延伸通訊距離，而且波長較長，通訊比 2.45GHz 頻段容易轉折通訊角度較寬。再加上此頻段也可以製作成貼紙形狀之電子標籤，因此非常適用於物流系統。但此頻段天線比 2.45GHz 頻段長，電子標籤尺寸較大，不易貼在小型商品上。

433MHz 頻段之電波特性介於高頻頻段和 860M~950MHz 頻段之間，和 860M~950MHz 頻段相比，較不易受障礙物影響，通訊距離也較長。不過 433MHz 頻段之波長有 69 公分，所以天線較大。另外 433MHz 頻段比較特殊的是在美國和我國不得用於連續性傳輸。

(4) 微波 2.45GHz

由於電波波長只有 12 公分左右，可以使用比其他頻段更小的天線，所以此頻段容易用來製作成小型的讀取器及 RFID 電子

標籤。此頻段和高頻頻段一樣，可以將 RFID 電子標籤製成貼紙形狀。此頻段之相對缺點是容易受到周邊環境的影響。因波長短，直線前進特性強，電波難轉折。所以容易被障礙物所阻擋，造成無法正常通訊。也就是說雖然通訊距離比高頻頻段較長，但通訊之角度較窄。另外 2.45GHz 頻段容易被水分吸收。

2.45GHz 讀寫速度快，若是使用半主動式，一般通訊距離可達 5 到 10 公尺。資料能以高速傳送，通訊距離又長，適合用來讀取高速移動物體上的 RFID 資訊，但其成本與設計困難度較高。

另外 2.45GHz 屬於 ISM 頻段，因此包括 Wi-Fi、藍芽及 ZigBee 等通訊系統皆使用此頻段，因此大規模使用此頻段 RFID 系統，除了容易受到其他系統干擾外，也會干擾到其他系統，這是此頻段須特別考量注意的地方。

2.2.4 RFID 電子標籤種類

RFID 電子標籤通常以電池的有無區分為主動式 (Active)、被動式 (Passive) 及半主動式 (Semi-Active) 三種，參考表 2.2 之說明[8][16-24]。Active 電子標籤附有電池，能夠通訊之距離較遠，價格較貴且有使用年限。被動式電子標籤主要是接收讀取器所傳送的能量，轉換成電子標籤內部電路操作電能，不須外加電池；可達到體積小、價格便宜、壽命長以及數位資料可攜性等優點。半主動式電子標籤主要使用被動式電子標籤技術，是以電池維持 Tag 內 IC 的運作，因此能夠具有比被動式電子標籤較長之通訊距離。

表 2.2 不同種類電子標籤比較表

	主動式	被動式	半主動式
電子標籤電力來源	本身	來至讀取器	少部分來至讀取器，大部分來至本身
電子標籤是否具有電池	有	無	有
所須來至讀取器之訊號大小	弱	強	中
通訊距離	最高可達 100 公尺以上	可達 3~5 公尺，但通常會少於	大於 5 公尺
通訊速度	28K bit/sec (433MHz)	30K~40K bit/sec (UHF)	384K bit/sec (2.45GHz)
價格	最高	低	高
尺寸	大	小	中
儲存容量	可達數百 K 位元	數十~數百 位元	可達數 K 位元

註：通訊速度會因操作頻段不同而有很大差異，此表通訊速度參考 UHF 及 2.45GHz 之 RFID 產品。

主動式電子標籤的電池壽命一般約為 3~5 年，與被動式電子標籤相比，主動式電子標籤體積較大，價格較高，但通訊距離可達 100 公尺，故應用在 ETC(電子收費)或較廣泛的 ITS(智慧型運輸系統)應用時，使用主動式電子標籤能獲得較好的通訊效果，而應用在一般物流業時，電子標籤的價格會成為一個關鍵的考量因素，故偏向於採用被動式電子標籤，但如果應用在價格較高的產品設備時，電子標籤的價格影響性將會降低。

2.2.5 影響 RFID 正確讀取的環境變數

電子標籤（尤其是被動式 RFID）目前在應用上所遭遇的一個嚴重挑戰是無法確定所有在讀取器讀取範圍內的電子標籤，是

否被 100%正確讀取問題。影響 RFID 正確讀取的因素很多，除了技術上的原因外，建置 RFID 應用系統當時的環境變數，對 RFID 正確讀取的有重大的影響。以下提出影響 RFID 正確讀取的环境變數：

1. 電子標籤所貼附的表面材質。
2. 有黏貼電子標籤物流箱內的產品材質。
3. 讀取器與電子標籤通訊時，電子標籤與讀取器的對應角度。
4. 讀取器與電子標籤通訊時，電子標籤的數量及間距。
5. 讀取器與電子標籤通訊時，中間是否有含水或金屬物的干擾。
6. 讀取器與電子標籤通訊時，電子標籤與讀取器的相對速度。
7. 安裝 RFID 系統地點地板的材質。

2.3 RFID 標準

RFID 今後要想普及，相關技術的國際標準規格是不可或缺的。目前正在進行 RFID 相關技術規格制定的有 EPCglobal 公司、日本的 Ubiquitous ID Center 以及 ISO [11][12]。

EPCglobal 是由美國 Uniform Code Council(UCC)公司與比利時 EAN International 公司共同出資，於 2003 年 9 月成立的非營利組織。EPCglobal 早期是 Auto-ID Center，以開發電子產品編碼 EPC (Electronic Product Code) 為主，進行 RFID 相關技術規格制定和教育活動。日本的 Ubiquitous ID Center 則是以東京大學的 TRON 專案為中心，於 2002 年 12 月成立。

ISO/IEC 18000 系列是 ISO 首次對 RFID 相關技術制定的整體性國際標準。以往 ISO 都是制定非接觸式 IC 卡相關的『ISO/IEC 14443』及 RFID 相關的『ISO/IEC 15693』等國際標準。這兩者

都是使用 13.56MHz 頻段，因此應用範圍受到限制。目前 ISO/IEC 18000 系列不僅針對 13.56MHz 頻段，還包含了 2.45GHz 頻段及 UHF 等頻段，對電子標籤形狀也幾乎不設限制。可以預見的，以 ISO/IEC 18000 系列為首之 RFID 國際標準（EPCglobal 及 Ubiquitous ID Center 皆分別對其所制定的技術規格對 ISO 提案中），今後勢必會成為 RFID 普及化的重要關鍵。

依據不同應用及頻段有不同之 RFID 標準，請參考表 2.3。其中 ISO11784 主要應用於動物之管理，ISO10563、ISO14443 及 ISO15693 主要用於人員門禁及大眾運輸票價卡。ISO18000 系列及 EPC 則是應用於供應鏈管理及物流管理。與本研究比較有關之標準為 ISO18000 及 EPC，以下將分別作進一步說明。

表 2.3 不同 RFID 相關標準及其應用範圍

標準	應用範圍
ISO11784	RFID of animals - Code structure 共 64 bit
ISO10563	close coupling，傳輸距離小於 1cm，processor card，非接觸智慧卡
ISO14443	Proximity coupling，傳輸距離小於 10cm，memory/processor card，大眾運輸票價卡
ISO15693	Vicinity coupling，傳輸距離小於 1m，memory card，門禁卡
ISO18000	RFID for Item Management，此標準屬於貨品管理類。主要用作供應鏈管理的用途。
EPC	Electronic Product Code，物流管理

2.3.1 ISO18000 標準

此標準主要用作供應鏈管理的用途。ISO 特別由 ISO/IEC JTC1/SC31 小組規劃了一系列的 18000 的標準，如

Part 1: 全部可接受頻率之 air interface 一般性參數。

Part 2: 135kHz 以下之 air interface 參數。

Part 3: 13.56MHz 之 air interface 參數。

Part 4: 2.45GHz 之 air interface 參數。

Part 5: 5.8GHz 之 air interface 參數，2003 年 1 月成為否決之計畫書，不會成為國際標準。

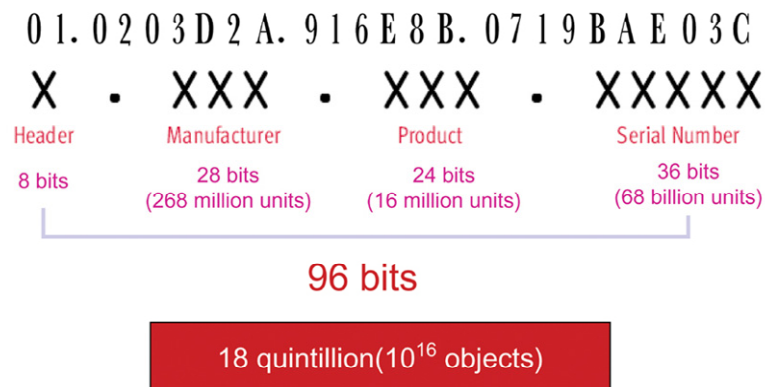
Part 6: UHF 之 air interface 參數。

其中 ISO18000-6 規範之頻率 860-930 MHz 為 Logistic Management 之最佳選擇，已成為國際 Supply Chain RFID 應用技術的重要標準。ISO 18000-6 之 Tag 規格亦符合 EPC 的 tag code structure。但 ISO 18000-6 Tag 較 EPC 系統有更多的應用範圍。因 ISO 主要只規範他們「溝通語言」的標準 (即 Air Interference Protocol)，而不考慮電子標籤及讀取器的資料內容及實際應用，亦不考慮其基礎設施的架構(如網絡技術及資訊應用平台)，其規格下的標籤只是單純的資料傳送媒體，也就是說 ISO18000 標準所定義的限制較 EPC 標準來的少。

2.3.2 EPC 標準

EPC 是一組數字，它在供應鏈中是某項產品的獨一代表，參考圖 2.7 之 EPC 編碼結構。它被儲存在電子標籤中，藉著 RFID 的讀取器將這組數字傳到全球互通之電腦網路中，電腦網路可將此數字所代表的該項產品所有資料提供給廠商。因此有了 EPC 系統後，公司可取得供應鏈中產品更正確、即時的資訊，在運籌上將如虎添翼，其重要性不可言喻。EPC 標準因陸續為全球大公司，如 Wal-Mart、Coco-Cola、Kraft-Foods 等大公司所採用，預料將成為新一代的 Universal Product Code (UPC) 的標準。

電子產品碼 (EPC) 只是一組數字，它在供應鏈中是某項產品的獨一代表。但重要的是藉由 EPC Network 將 RFID 自動識別、電子通訊以及網際網路科技結合起來應用，才將 RFID 發揚光大；EPC 的推展能提昇 RFID 的商業價值，並創新商業模式。



Source : EPCglobal

圖 2.7 EPC 編碼結構

EPC 架構乃是透過標準的商品識別碼和網路應用系統的整合，以連結商品資訊。目的是讓商品由上游廠商流通至下游廠商時，該項商品的相關資訊亦能透過網際網路，隨著商品來到下游廠商的資訊體系中。整體的運作如圖 2.8 所示，架構中的 Savant 伺服器除了負責提供 EPC 讀取裝置與公司內部資訊系統的連結外，還扮演外部資訊系統的連結通道。當零售中心欲取得上游工廠的商品資訊時，Savant 伺服器會透過一個 ONS (Object Naming Service) 伺服器查詢保存該商品資訊的伺服器的網路位址。這個 ONS 伺服器類似一個電話簿的功能，提供 EPC 碼與 EPC 資訊伺服器對照的功能。取得位址資訊後，Savant 伺服器便會向 EPC 資訊伺服器請求相關的資訊。EPC 所回傳的資訊會以 PML (Physical Markup Language) 的方式呈現。PML 是一種以 XML 為基礎的規範，用以提供標準的商品資訊格式。上述的概念稱之為 EPC 網路 (EPC Network) 架構[12][14]。EPC 系統之主要元素說明如下：

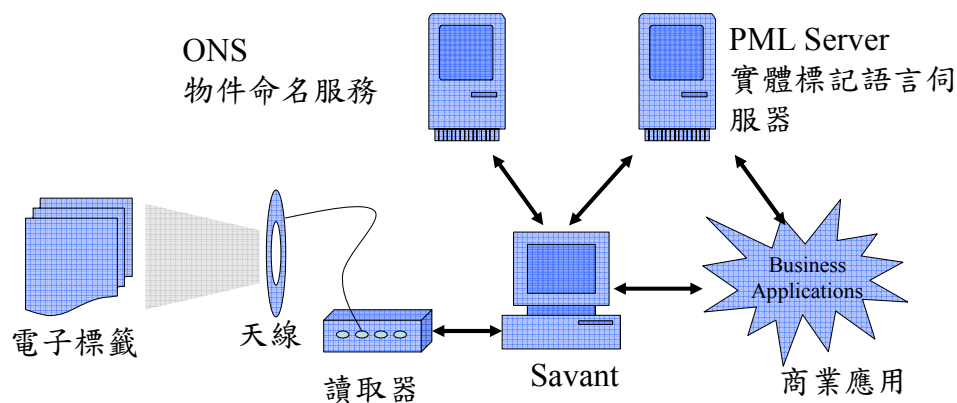


圖 2.8 EPC Network

Savant: Savant 是 EPC 系統中的作業平台。因 EPC 的構想是讓 Supply Chain 中每一項產品擁有一個 ID，而這些 ID 可以在一個世界性共通的平台流通，所以系統中必須有一個可以處理巨量數據，提供非常靈活的數據過濾及監視功能的平台，此平台被稱為 Savant。Savant 亦有作為溝通介面，提供應用軟體—如：ERP、CRM、SCM，所需的數據的功能。

ONS:類似 Internet 之 DNS (Domain Name Service)。在 EPC 系統中每一項產品都有獨一的 EPC 號碼（即電子標籤中的序號），電腦需要一個將該 EPC 號碼對應到該項產品資訊的途徑，而這就是 ONS 得功能，像是 DNS 將電腦對應到網址的道理是一樣的。當一個讀取器在讀取一個 EPC 電子標籤時，EPC 號碼即被輸入 Savant 中，而 Savant 接著到網路中的 ONS 系統中查詢該項產品的資訊存放在何處。ONS 會將 Savant 指引到存放該項產品資訊的檔案中。Savant 取得該項產品資訊後再將它轉送到一個公司的供應鏈中應用。

PML：代表 Physical Markup Language。它的目的是在提供一組標準化、共通的字彙，以顯示或分派 EPC 系統中物件的相關資訊。PML 字彙提供 EPC 系統中元件互換之 Data 的 XML 定義。PML 的開發是 Auto-ID Center 基本架構中通訊介面及協定標準化的一項構想。

參考表 2.4，目前 EPC 電子標籤的規範分為五個類別。目前已經有完整方案的有 Class 0 與 Class 1 的版本。問題是 Class 0 與 Class 1 規格無互通性（interoperable）。所以現在大家正在試圖完成一個整合 Class 0 與 Class 1 規格之版本稱之為 Class 1 G2。這也是 Wal-Mart 要採用的標準。

表 2.4 EPC 標準中電子標籤分類

通訊協定	頻率	說明
Class 0	UHF	唯讀。此為最基本的標籤，製造商於生產時，已將 EPC 碼寫入電子標籤晶片內，寫入後 EPC 碼便不能變更。
Class 0 Plus	UHF	重複讀寫
Class 1	HF、UHF	WORM。此類標籤在生產時不會寫入 EPC 碼，顧客可在購買後自己透過讀取器寫入 EPC 碼一次。
Class 1，G2	UHF	WORM，結合 Class 0、Class 1 及 ISO 可供全球使用
Class 2	UHF	提議中。此類為可供重覆讀寫的被動式電子標籤，適合應用在除了儲存貨品編碼外，須寫入更多的資料，例如有效日期、產地及其他參考編號等。由於所寫入的數據較多，標籤記憶體容量亦將較高

2.3.2 目前標準發展現況

EPCglobal 在 2004 年 12 月 16 日，正式確認 EPC Gen 2 編碼為 EPC 編碼網路內的合法標準。硬體廠商現可以就標準研發相關的電子標籤及讀取器，此為 RFID 的發展跨進極重要的一步。未來廠商所製造的 EPC Gen 2 產品將可在全球 EPC-RFID 網路中互通，不用擔心互通的問題。

2005 年 1 月 EPCglobal 提出將 EPC Gen 2 納入 ISO 標準之申請。2005 年 6 月 7 日於新加坡舉行的 ISO 常會中，首讀通過 EPCglobal 將 EPC Gen 2 納入的 ISO 18000-6 Part C 的申請。預計申請將於 2005 年 8 月交予 ISO 進行二讀，屆時成員會就標準作進一步討論，再修改後的申請將於年底交予 ISO 作最終決議。

2.3.3 國內 RFID 器材技術規範

頻譜乃有限之珍貴資源，必須有效管理與運用，否則不但無法享用無線電之便利，反而會造成電波干擾之亂象或使人暴露於過量之電磁環境，進而引發潛在之危險。國內有關 RFID 器材技術規範主要明訂於電信總局公佈之『低功率射頻電機技術規範（LP0002）』，適用技術規範章節如表 2.5 所列。至於每個使用頻段之發射功率限制請參考表 2.6 之簡要說明，詳細各個頻段之技術規範請參考附件一之『我國 RFID 器材技術規範』。

表 2.5 LP0002 中有關 RFID 器材技術規範之對應章節

操作頻段	低功率射頻電機技術 規範對應章節
125 kHz	第 2.8 節
13.56 MHz	第 3.2 節
433.92 MHz	第 3.4 節
922~928 MHz	第 4.8 節
2.45GHz、5.8GHz	第 3.10 節

表 2.6 RFID 各使用頻段之發射功率限制

操作頻段	發射功率限制	與其他 器材共 用頻段	使用地點
125 KHz	電場強度 $2400/f(\text{kHz}) \mu\text{V/m}$ 測距 300 公尺	是	未限制
13.56 MHz	電場強度 $30 \mu\text{V/m}$ 測距 30 公尺	是	未限制
433.92 MHz	電場強度 $1500-500 \mu\text{V/m}$ 測距 3 公尺	是	未限制
922~928 MHz	室內及特殊場所 1W(含)以下 室外 0.5W(含)以下	否	依使用場所限制 發射功率
2.45GHz 5.8GHz	依使用頻道數 1W(含)或 0.125W(含)以下	是	未限制

Source: 電信總局

2.4 RFID 的挑戰

1). 技術的突破

高頻射頻訊號易遭阻斷，通訊範圍內訊號可能因為如金屬成分包裝材質或訊號強度比一般商業無線廣播為弱許多，就會造成訊號強度大幅減弱，通訊品質不良。因此開發設計高效率的天線電子標籤及高感應度的讀取器。

RFID 技術未來也應發展「選擇取消」(Opt-out) 模式、「銷毀」(kill) 模式、「休眠」(sleep) 模式、「干擾」模式及加密模式等功能，以化解消費者對個人隱私權的疑慮。

2). 國際標準的制定與推行

RFID 讀取器與電子標籤技術標準如 EPC 與 ISO/IEC 規範正在起步階段仍未統一，使用頻段及協定不同，所以現階段還是百家爭鳴系統紊亂階段，所以最終各種電子標籤能須相容於讀取器才能做有效的管理。以 Wal-Mart 為例，美、加使用 UHF 915MHz 頻段 (902~928MHz)，第一波配合廠商雖然以美、加為主，這些廠商的製造廠卻遍佈世界。各國 UHF 可使用頻段不同，以現有生產之 RFID 讀取器及電子標籤勢必造成問題。解決方式之一，如 EMS (Escort Memory Systems) 所預計生產之 RFID 多頻段讀取器 (Multi-Frequency Reader)，涵蓋 860~960MHz 頻段；解決方式之二，製造可接收多頻段電子標籤，允許以 868MHz 在新加坡寫入後，在美、加以 915MHz 讀出，然而這勢必增加電子標籤成本。

3). 成本的降低

基於成本考量，主動式 RFID 電子標籤主要是適合使用於可重複使用的應用領域，而被動式 RFID 電子標籤因成本的優勢可適一般物流業用。工研院自行研發的被動式 RFID 電子標籤，在 2005 年可由 40 美分降到 15 美分，而其他國外大廠，例如 Intermac、Alien、Matrics、Philips 及 SCS 仍然需要 20 美分以上，離 RFID 電子標籤目標價格可接受的 5 美分還有一大段的距離。製成的改善例如天線、被動元件與晶片的一體整合與市場規模的提高，都是降低 RFID 電子標籤價格的因素。

當 RFID 技術應用於交通資訊蒐集時，讀取器佈設密度夠多才能蒐集到完整交通資訊，因此除了要求 RFID 電子標籤成本降低外，RFID 讀取器的成本亦是考量重點，RFID 讀取器價格太高將造成未來全面建置之障礙，進而影響 RFID 讀取器使用成效及普遍應用，這亦為 RFID 推展之一大挑戰。

4). 隱私權問題

RFID 應用最讓外界質疑的是消費者的資訊隱私權問題。隨著大量 RFID 讀取器的佈建，人類的生活與行為將因 RFID 而容易追蹤，Wal Mart (沃瑪)、Tesco (特易購)初期 RFID Pilot Project 都因使用者隱私權問題而遭受過抵制與抗議。因此要在不損害個人隱私權益的情況下保證 RFID 革命的發展，需要消費者的意識、立法機關的監督以及對私人企業的約束。

5). 專利權問題

RFID 技術供應商之一的 Intermec[13]，重申自己對 Gen 2 技術所持的專利權。Intermec 一直被視為左右 Gen 2 產品規格的公司，由於他們擁有的專利眾多，EPCglobal 所訂的 Gen 2 基準雖一一避過這些專利，但硬體製造商若要提供更完善的 Gen 2 產品，多少都得用上 Intermec 擁有的專利，這一來產品的價格自會上升，直接影響 Gen 2 技術的普及能力。

2.5 UHF 頻段 RFID Reader 與 GSM900 干擾研究

有鑑於 UHF 頻段 RFID 已成為物流業使用之趨勢，因此交通部於 93 年 6 月核准開放 UHF 頻段中 922MHz~928MHz 頻段供 RFID 設備使用[5]，電信總局為訂定相關技術規範於 93 年 8 月召集 GSM900 電信業者與 RFID 設備業者，進行多次 RFID Reader 與 GSM900 干擾協調會議。這一節主要說明 UHF RFID Reader 技術規範制定與干擾研究之相關議題，包含各國開放 RFID 使用之 UHF 頻段情形，以及 RFID Reader 與 GSM900 干擾研究之相關技術，如「低功率射頻電機技術規範(LP0002)」、3GPP 標準

GSM 接收機系統之無線介面規格之研究，最後說明國內現有之干擾處理辦法。

2.5.1 各國開放 RFID 使用之 UHF 頻段

各國無線電頻率之使用大多遵守國際電信聯合會 (ITU) 的規範，目前 RFID 使用的頻率有 6 種，分別為 135KHz 以下、13.56M Hz、433.92M Hz、860M ~ 930M Hz(UHF)、2.45G Hz 以及 5.8G Hz。其中 UHF 頻段的 RFID 標籤傳輸距離較遠，通訊品質佳，但必須考慮各國頻率法規不一以及現有的使用者頻率指配問題，否則跨區應用必然會出現管理的盲點。我國 RFID 使用之 UHF 頻段為 922MHz ~ 928MHz，而各國開放 RFID 使用之 UHF 頻段情形如表 2.7 所示。

表 2.7 各國開放 RFID 使用之 UHF 頻段

	North America	Europe (current)	Europe (future)	Japan	Korea	Australia	Argentina Brazil	New Zealand
Band Size (MHz)	902- 928	869.5	866- 868	950- 956	910- 914	918- 926	902- 928	846- 929
Power	4W EIRP	0.5W ERP	2W ERP	4W EIRP	4W EIRP	4W EIRP	4W EIRP	0.5-4W EIRP
Channels	50	1	10	12	16	16	50	varied

2.5.2 電信總局 UHF RFID Reader 技術規範制定與干擾研究

電信總局於 94 年 3 月公告「低功率射頻電機技術規範 (LP0002)」增訂 4.8 節 UHF 922~928 MHz RFID 器材章節，除參考 RFID Reader 與 GSM 900 干擾研究結果，主要係參照 FCC 相關標準制定；除非 RFID 大量使用後，RFID Reader 與 GSM900 系統有明顯干擾情形發生，電信總局才考慮修正。

由於現行“低功率射頻電機技術規範”大抵為源自於美國

FCC 之法規規範，但美國未使用 GSM900，因此應考慮針對 RFID 落在 GSM900 頻段之電場強度，比現行規範(200uv/m)再嚴緊 10~15db，以避免 RFID 大量使用可能之干擾。

「低功率射頻電機技術規範(LP0002)」4.8 節 UHF 922~928 MHz RFID 器材規範。規範中與 GSM900 干擾相關之主要規定值換算如下：

8. 設置於室內或特殊場所者：最大輸出功率 1 瓦(含)以下。
9. 設置於室外者：最大輸出功率 0.5 瓦(含)以下。
10. 若其發射天線之方向性增益超過 6 dBi，應依所超過之 dB 數等量降低峰直輸出功率。
11. 禁用頻段之輻射發射，測試距離 3 公尺的狀況下，天線接收端電場強度不得大於 200 微伏/公尺[216 (不含)- 960 (含)MHz]

2.5.3 922~928MHz 頻段 RFID Reader 通信干擾技術規範研究

GSM900 系統依據國際標準所指配之頻譜如圖 2.9 所示，上鏈路為 890~915 MHz、下鏈路為 935~960 MHz，此 GSM900 頻譜與總局開放之 UHF RFID Reader 頻譜 922~928MHz 上下鏈路間隔均為 7MHz。

此外，由圖 2.10 及表 2.7 顯示，由於 RFID Reader 使用之頻率主波頻率 922~928MHz 落入 GSM BTS Blocking in-band (870~925MHz)，以及 MS Blocking in-band(915~980 MHz)頻率範圍內，因此 RFID Reader 主波 922-925MHz 可能閉塞 GSM BTS Receiver (up link)、而 RFID Reader 主波 922-928MHz 可能閉塞 GSM MS Receiver (down link)。

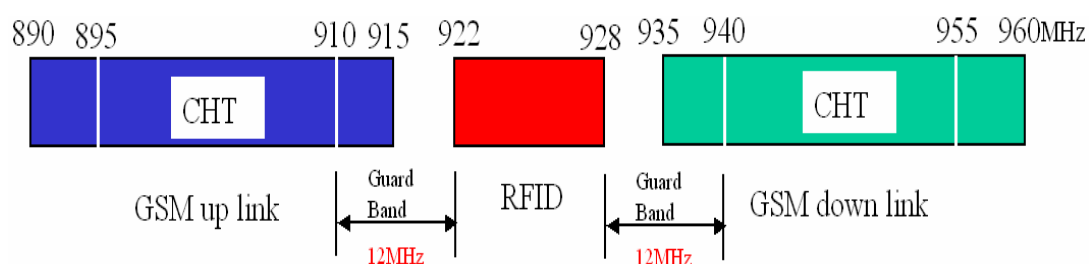


圖 2.9 3GPP 國際標準所指配之 GSM 系統 900 頻譜

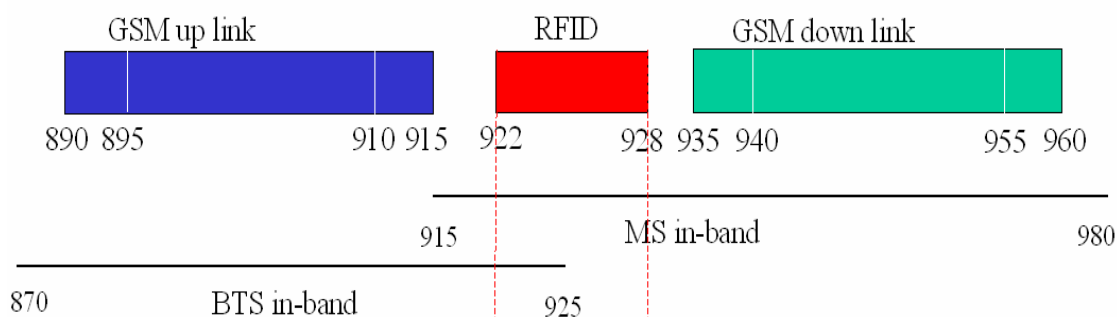


圖 2.10 GSM 900 BTS 及 MS Blocking in-band 頻率

2.5.4 國內現有之干擾處理辦法

未來 RFID 商用化，若電信業者發現有干擾情形，可協調要求該 RFID 設備立即關閉，若協調不果再由電信總局出面排除。相關之干擾處理辦法如：“低功率電波輻射性電機管理辦法”第十四條以及“低功率射頻電機技術規範”2.6 節均有規定，低功率射頻電機之使用不得干擾合法通信；經發現有干擾現象時，應立即停用，並改善至無干擾時方得繼續使用。

第三章 射頻識別蒐集交通資訊之個案分析

RFID 技術應用於道路交通運輸上可以蒐集諸如車輛流量、平均車速、佔有率、車輛種類、車輛停止偵測及轉向比等重要交通資訊外，另外對於門禁管制、隧道監控、火車管理、交通號誌優先權、乘客資訊系統、公車站管理與火車定位等其他交通應用上效益更加顯得顯著。

目前 RFID 電子標籤已經逐漸廣泛地實際運用在食品與物流業品質管控方面，但基於 RFID 電子標籤於國內外皆有涉及隱私權保護的問題，同時安裝 RFID 電子標籤於非特定車輛上有其困難度，因此現今國內外完全使用 RFID 專注在交通資訊的蒐集應用上才剛在萌芽階段，是一個全新的極具挑戰性的議題。實際運行的案例尚未十分普遍，但是在其他交通運用市場尤其是在例如停車場的車輛、港口車輛及貨物的門禁管制上卻日趨熱絡，而火車的管控與公車客運等運輸上也從歐美等國涵蓋到亞洲各國，從長途運輸衍生至短程運輸，從貨物逐漸演進到車輛等交通運用方面，意謂著技術應用層面逐漸越來越廣技術層面越來越深的趨勢。以下將針對 RFID 電子標籤蒐集資訊及其他應用實例個案進行說明分析。

3.1 德國柏林交通資訊蒐集計畫

德國柏林市議會在 1999 年為了建立一個新的交管中心，進行了一個交通資訊蒐集計畫（Traffic Data Collection for Central Traffic Monitoring）[10]。此計畫在進入柏林之主要道路 Adlergestell（三線道）選定三處測試點，每一測試點之每一車道皆安裝 RFID 讀取器，藉以蒐集通過車輛數、兩測試點之平均車速及確認車輛類別。

此測試計畫使用 Traffic Supervision Systems (TSS)公司之被動式 RFID 系統，系統架構為在車輛底盤安裝電子標籤，路面底下安裝天線，讀取距離為 1.2 米，可讀取之車輛速度為 0~180 Km/hr，請參考圖 3.1 之系統架構圖。此系統之特點為路面底下所安裝天線除了可以讀取電子標籤外，也具備金屬偵測功能（類似 Loop Detector 功能）。

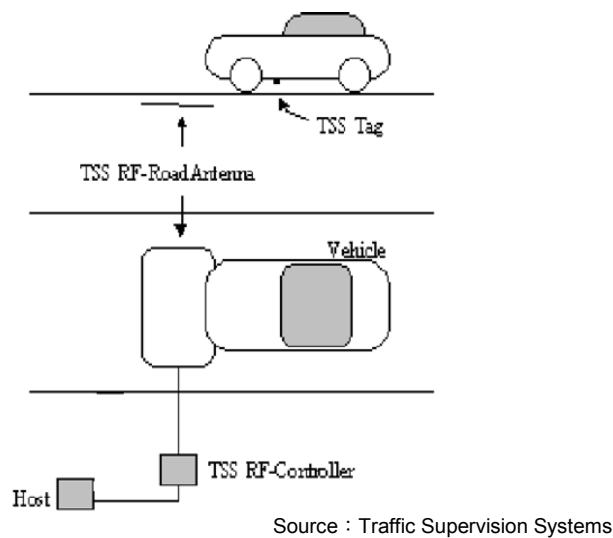
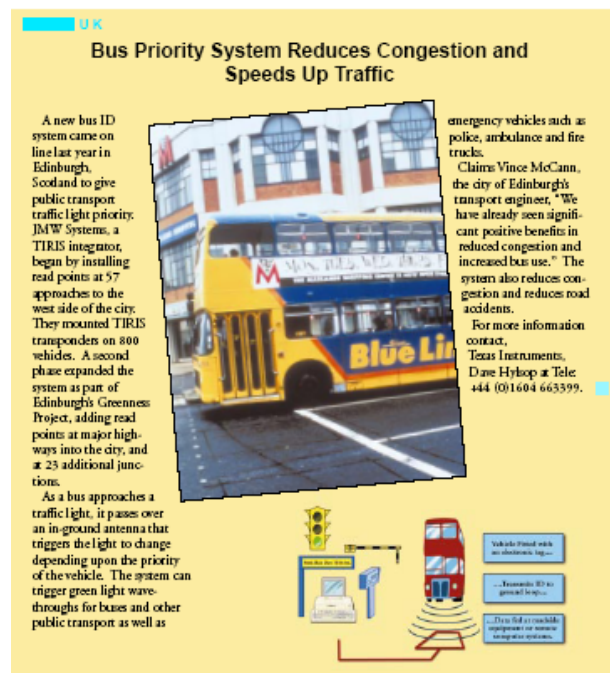


圖 3.1 柏林交通資訊蒐集計畫 RFID 架構圖

因此，此系統所能蒐集之交通資訊參數，不管是否有安裝電子標籤都可以偵測到車輛進入天線時間及車輛離開天線時間，藉由這些參數系統可以算出車輛總數及車輛於測試點之車速。至於有安裝電子標籤之車輛，則可以額外取得此車輛之 Car ID（電子標籤 ID）與 Car ID 對應之時間，系統可藉此算出兩測試點之平均車速及相關衍生應用。例如若得知車輛為救護車、消防車或公共汽車，則可事先控制車輛正準備通過路口紅綠燈，讓此車輛優先通行。

3.2 英國愛丁堡市公共汽車優先通行系統

英國愛丁堡市使用 RFID 公共汽車優先通行系統減少交通擁堵和加速交通營運，參考圖 3.2。系統採用德儀公司開發的 TIRIS[19]車卡的公共汽車優先通行系統，自動為公共汽車提供綠燈，減少了交通擁堵，鼓勵了公共交通的使用。



Source : TIRIS NEWS Issue 19

圖 3.2 英國愛丁堡市公共汽車優先通行系統

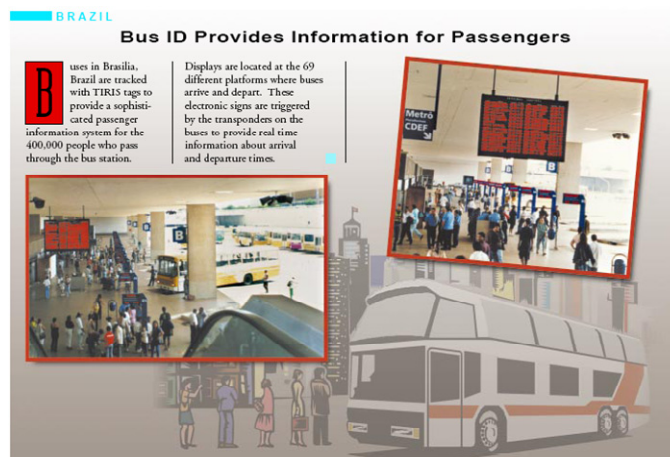
在第一階段，愛丁堡市議會在通往城市西部的 57 條道路上安裝了 TIRIS 系統。市議會車隊的 800 輛車內所安裝的車卡將控制紅綠燈的變化，在一些英國最繁忙的道路交叉口讓公共交通車輛優先通行。最近的階段旨在將該系統作為愛丁堡綠色工程的一部分進行擴展，有望將公共汽車的行程時間縮短 10%。該系統目前正擴展到三條以上的市內 A 級公路，控制著 23 個新增的道路

交叉口。該公車優先通行系統將單個的 TIRIS 車卡貼貼在每輛公車上。當公車透過道路上的線圈時，路旁的讀寫器將車輛識別訊息發送到交通燈控制系統，並根據車輛的優先順序變換紅綠燈。

系統可為公共汽車和其他大眾運輸車輛以及緊急車輛如警車，救護車，消防車等提供綠燈。目前許多其他城市正在對此項技術展開研究，希望能透過該技術來加速公共交通的營運，鼓勵公共交通的使用。

3.3 巴西首都 Brasilia 公車資訊系統

巴西 Brasilia 於公車站利用安裝於公車上 RFID，提供旅客相關公車進、離站之即時資訊。此系統主要使用德州儀器之 TIRIS 被動式電子標籤。藉由此系統公車進、離站之資訊可以即時更新在顯示螢幕上，提供旅客更快捷之服務。



Source : TIRIS NEWS Issue 19

圖 3.3 巴西首都 Brasilia 公車資訊系統

3.4 丹麥 Vejle 市公共汽車到、離站之資訊管理

在丹麥的 Vejle 市，巴士總站的容量太小，無法容納所有來往的巴士，為乘客提供的服務也不盡人意。總站位於在城市的中心區，擴大站點面積這個辦法不可行。1999 年春，在使用 RFID 車輛自動定位系統改善巴士站的管理後，這些問題就都解決了。使用丹麥交通管理公司的 RFID 技術的巴士總站可接納 13 條市區線路 22 條 地區線路的 149 輛車。每天出發或到達約 800 車班。在總站新的候車區，每一個站台或者輕鬆喝咖啡的咖啡吧裡，乘客都可以看到所有巴士的發車及站台資訊。盲人甚至還可以透過一個特殊的揚聲器或者盲文得知站台號。

在一個面積有限的場地容納更多的巴士，同時又要提升乘客的滿意度是一個挑戰。用一種更動態的方法去管理巴士站可滿足這個挑戰。RFID 車輛自動定位系統提供了乘客獲取訊息及增加車站的容量功能。有關乘客訊息功能方面，乘客會提前得知車輛到達和發車時間和站台號。訊息在站台或汽車總站候車區內顯示，這樣大大方便了乘客，使乘客更滿意。因為它所提供的那些訊息不僅容易看到，而且反映了行車的真實情況，不僅僅是一個時刻表。

在增加巴士站的容量功能方面，小型巴士站的問題在於每條巴士線路都有一個固定的站台，這不利於系統進行管理，也不便於乘客乘車。解決這個問題的辦法在於能自動地根據可用的位置，動態分發上車或下車的站台。因此，巴士無須使用固定的站台。新的辦法是，當要到達巴士站時，系統會自動通知司機將在何處讓乘客上下車，如有必要，還告訴司機在乘客下車後，上車前的間隔停在何處等候。

丹麥 Vejle 市使用的 RFID 車輛自動定位系統，其 RFID 系統

架構是在巴士的前保險桿上安裝了被動式電子標籤。讀寫器則埋入在進出車站的路面上。每次巴士經過時，讀寫器將提供被動式電子標籤能量然後讀取存儲在被動式電子標籤內唯一的 ID 碼。只有當巴士直接從讀寫器上方經過時，才能讀取被動式電子標籤內的 ID 碼，因此這個方法定位巴士的精確度在 1 米以內。巴士站的即時訊息是向乘客提供正確的行程訊息的關鍵。透過提供正確的站台訊息和發車時間，消除了乘客了解巴士站台的正確位置以及發車時間的不便，改善了服務。



Source : Traffic Supervision Systems

圖 3.4 丹麥 Vejle 市改進公共汽車到、離站之資訊管理

3.5 中國上海市公共汽車到、離站之資訊管理

公共汽車是中國大陸民眾最主要的便利交通運輸工具，光是上海就超過 200 路以上的公共汽車行駛在不同的方向與車站，而公共汽車進站與離站與民眾候車的擁擠情形可見一斑，尤其是上下班尖峰時段更是如此。

很久以來，不過，這些公共汽車車站的管理都是以人工方式進行，例如從流量管理資訊的收集，交通問題詢問的分類和統計分析報告與車輛派遣，不僅費時和費力，也總有錯誤發生。以交通客運業者的立場而言，總希望能使用比較少的公車數量提供旅客滿意的服務，同時讓旅客感覺到運輸的流暢有效率並可即時預測得知公車資訊甚至連機場接駁公車訊息都可提供服務的。

自從上海市的公車總站使用長距離的 RFID 系統[22]，前面的問題得到一個很好的解決方案。在車站的進站與出站安裝 RFID 讀取器，所有的公車也配置一個專屬識別碼的 RFID 電子標籤，而這些識別碼是儲存在主機資料庫中。只要公車一進站 RFID 讀取器就會自動讀取公車上電子標籤的專屬識別碼並且啟動號誌燈為綠燈，同時訊息自動傳回主機。

主機自動記錄並顯示在螢幕上並顯示公車輛即將到達與即將啟程的名稱、位置及時間在大型 LED 顯示看板上，讓乘客知道什麼時候公共汽車將離開以利乘客搭乘，就像在機場一樣的舒適便利。如此，RFID 管理方式在秒內處理了以前人工錯綜複雜與週期性公車與司機繁雜的統計的問題，使每輛公共汽車的未來的工作能容易被計畫管制甚至可有效減少的派遣，而相似的裝置也逐漸在中國大陸受到重視而建置。



Source : TagMaster

圖 3.5 上海市公共汽車到、離站之資訊管理

3.6 美國 Florida 高速公路汽車旅程時間之量測

美國佛羅里達高速公路開始利用電子收費之 RFID 電子標籤（E-Pass and SunPass）[20]，進行汽車旅程時間之量測。為了增進交通管理及資訊獲得，Expressway Authority (OOCEA)正在發展以 RFID 為基礎之交通監控系統。此系統將利用路側的 RFID 讀取器，從已安裝 E-Pass 或 SunPass 大約一百萬輛車中，去蒐集其中電子標籤之訊號。此系統之電子標籤安裝於車上之擋風玻璃上，使用的是 Transcore 生產的 915MHz Amtech 電子標籤。當車輛通過裝在路側之讀取器通訊區域時，系統將可追蹤個別車輛通過不同路側讀取器之時間，進而可以提供平均旅程時間資訊給大眾參考。

3.7 英國車輛電子車牌計畫

英國新的 e-Plates 計畫將把主動式 RFID 電子標籤嵌入車牌中，用以即時確認車輛身份。此系統將有能力可靠地確認任何一輛汽車，無論何時何地、靜止或移動及任何天候下（先前使用影像車牌辨識方法，容易受大雨、濃霧及污損車牌影響）。每一電子車牌含有唯一且加密之 ID 數字，讀取器可以在時速 320 公里及 100 公尺遠條件下，同時讀取多個電子車牌之 ID。固定式讀取器及可攜式讀取器將組成讀取器網路（reader network），當任一車輛之唯一 ID 被讀取後，系統將可即時與後端資料庫內與此車輛之相關資料做比對。此電子車牌計畫未來藉由車輛身份之確認進行一系列之加值應用，例如門禁管制、電子付費、車輛追蹤及交通資訊管理。

3.8 漢城垃圾車門禁管制

門禁管制可應用的場所如公眾和私人停車場、計程車等待區、車隊集中地、貨櫃碼頭、飛機場、倉庫、垃圾場、軍事基地、限制進入街道及工廠。傳統人工門禁管制不僅浪費使用人力，也限制交通流量，如果進一步需要車輛的登記時，人工門禁管制的花費和錯誤率會有較高的傾向。隨著 RFID 自動化門禁管制的自動車輛識別過程可以增加效率與流量，更可解省人事成本並且避免登記錯誤的事件發生。

南韓首都漢城有 1 千 2 百萬居民，每天約有 1 萬部垃圾車行駛在 10 個不同鄉鎮，龐大的垃圾管理與收費著實是個頭疼的問題。過去是利用打洞卡插入垃圾場閘門的讀卡機進行管理與收費，常因讀取不良效果有限，而且每年因為操作不當約須 5% 到 10% 的打洞卡損壞率，所以是耗時又費錢。

目前已經有 12 個閘道安裝採用 RFID，將 RFID 電子標籤安裝在垃圾車的擋風玻璃上，而其唯一的識別碼已經登錄在後端資料庫裡，當垃圾車到達垃圾場的閘門時，閘門的 RFID 讀取機自動快速讀取該車唯一的識別碼而無須停車，透過 RS485 將資料傳至後端資料庫進行處理統計計費，精準便捷又快速。而且場內並結合地磅秤重，若有超重就立即可精準那部垃圾車（有 RFID 唯一的識別碼）告警出來，符合重量規定則給予綠燈通行。



Source : TagMaster

圖 3.6 漢城垃圾車門禁管制

3.9 丹麥 Oestbanen 鐵路平交道號誌燈控制與車速偵測

丹麥 Oestbanen 在火車鐵軌的平交道安裝 RFID 來監控火車在平交道安全的前進，有效地省去傳統必須沿著軌道隨時利用無線電詢答方式監控昂貴的成本花費。傳統上當火車接近鐵路平交道時駕駛利用無線電警告號誌室變換燈號，號誌室回覆一確認消息給火車駕駛，如果火車得不到確認消息，潛在的危險或故障就可能發生啟動錯誤警報。

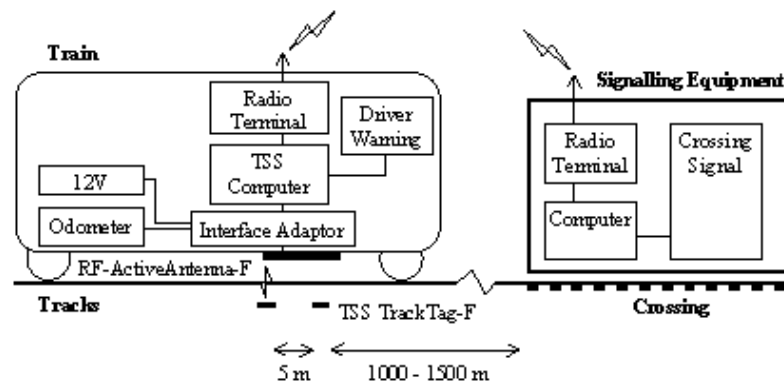
啟用 RFID 系統後沒有任何人工操作的干擾，在火車平交道附近自動切換燈號開關系統也隨時監控火車位置，是一可靠並且減少成本的有效解決辦法。在離平交道 1000 到 1500 公尺處枕木設置兩個 RFID 電子標籤，當火車通過時安裝在火車下面的 RFID 讀取器讀取 RFID 電子標籤識別碼自動透過無線通訊與控制室指示控制火車前進的方向與開啟相關的平交道，而經過平交道後一個相當於最大火車長度的位置讀取枕木上的 RFID 電子標

籤便自動關閉燈號。而火車自動收取控制室之確認訊息，若未收到表示一個潛在的故障發生，便告警司機啟動火車上喇叭聲響信號警告在十字路口的人們和/或開始火車的自動的減速。而且可以利用兩個 Tag 相隔距離除以時間得到當時火車行駛的速度。



Source : Traffic Supervision Systems

圖 3.7 丹麥 Oestbanen 鐵路平交道控制



Source : Traffic Supervision Systems

圖 3.8 鐵路平交道 RFID 設置

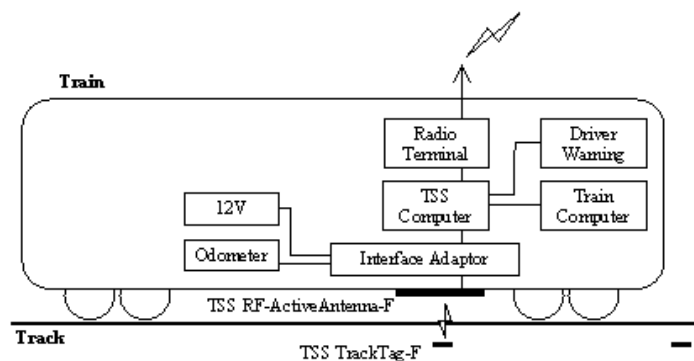
3.10 丹麥 Nærumbane 火車定位追蹤

為了在現有的鐵路網路上改進對乘客服務和安全的品質，提

供準確的火車的位置，確切知道每輛火車即時的位置，並且能預測火車到/離站或可能誤點的時間，並使業者能在安全無虞下提供更多的服務，例如乘客訊息、交通管理、故障維護點精確位置與無人自動駕駛訓練，丹麥 Nærumbane 火車定位幾乎達到：

- 0-300 公里/小時的速度範圍
- 在最高速度時，定位精度+/-50 公分
- 在低速時，定位精度+/-1 公分

RFID 電子標籤依然佈在軌道的枕木上，火車正下方是 RFID 讀取器與天線，所讀取到的識別碼對位置來說提供一個絕對參考座標，結合火車的艙中里程表與讀取 RFID 電子標籤之間的時間便可計算火車的旅行速度，雖然現今在高速火車也有使用陀螺儀測量加速度、都普勒雷達或者鐳射等技術偵測火車速度，但是還是需要從 RFID 提供一絕對的參考位置，最後透過無線傳至後端控制站內，如下圖所示。



Source : Traffic Supervision Systems

圖 3.9 火車定位追蹤 RFID 設置



Source : Traffic Supervision Systems

圖 3.10 丹麥 Nærumbane 火車定位追蹤

3.11 新加坡 Pidemco 地產公司停車場管理

新加坡的都市裡很難找到停車位，尤其是早上和傍晚尖峰時間，而 Pidemco 是新加坡最大的地產公司之一，擁有超過 15 個室內停車場，其中 80% 是為在市中心，所以等待停車擁擠的程度與大排長龍導致被新加坡政府開具鉅額的罰單，總是困擾著客戶與公司。於是 Pidemco 地產公司希望能有效率的自動化停車管理，提供客戶更安全與舒適的服務與支持，決定採用 RFID 做停車場的自動化管理系統對週期性常來訪的顧客提供此項便捷高品質的服務。

週期性常來訪的顧客可先上 Pidemco 地產公司的網站申請個人的 RFID 電子標籤，並將其貼在擋風玻璃上如圖 3.11 所示行經停車場入口柵欄擋桿自動開啟，駕駛無須停車也就不會有大排長龍排隊到道路影響交通而受罰的情形發生。而停車場更可以自動由系統提供統計報表管理停車場資訊。



Source: TagMaster

圖 3.11 車輛擋風玻璃貼有 RFID Tag



Source: TagMaster

圖 3.12 Pidemco 地產公司停車場閘道

3.12 裕隆汽車應用 RFID 之實例

裕隆汽車認為 RFID 系統能在製造以及汽車服務的流程之中

提升整體服務品質。車輛從製造時便配置了專屬的 RFID 晶片，在廠內密布的讀取機網路下，便能隨時掌握車輛的製造進度，而 RFID 內存的記憶體亦能儲存製造過程之中所有的資訊，方便製造管理使用。而隨後的銷售、配送流程，亦能在綿密的讀取網路之下，為管理者提供最即時的監控管理。目前實際應用於裕隆三義場的車身、油漆、車裝工廠等生產管理應用。

另外裕隆汽車在臺中的裕唐保修廠，利用 RFID 技術進行車輛維修測試。將 RFID 標籤貼在汽車引擎蓋下，RFID 就像是每輛汽車的身分證，當汽車從進入裕隆的保修中心的接待區開始，RFID 的讀取器就會感應到該輛車子的相關維修資料，例如汽車上次何時來維修，出了什麼問題，或是現在應該要在做什麼維修服務等資訊，甚至還可記錄車主喜歡喝飲料，增加服務品。保修場導入 RFID 後，讓汽車從接待區、待修區、維修區、驗檢區、修車區至待交區的過程，車主可以透過螢幕得知車子已經維修到哪一區，省去掉以往不必要的等待時間，同時也讓維修過程透明化。要將 RFID 用於保修中心的每一個環節不能出錯，且必須要不斷的測試，才能確保 RFID 標籤讀取率，像是將 RFID 標籤貼在汽車下方引擎，就是不斷反覆測試後才得知，甚至安裝 RFID 的讀取器，也是特別將地板翻新，並且特製具有凹槽，怕壓壞 RFID 裝置的特製地板。

3.13 案例彙整、比較與分析

案例	RFID 系統	應用
1. 德國柏林交通資訊蒐集計畫	Passive RFID 125KHz	交通參數蒐集
2. 英國愛丁堡市公共汽車優先通行系統	Passive RFID 134.2KHz	公共汽車優先權
3. 巴西首都 Brasilia 公車資訊系統	Passive RFID 134.2KHz	公車資訊系統
4. 丹麥 Vejle 市改進公共汽車到、離站之資訊管理	Passive RFID 125KHz	公車管理系統
5. 中國上海市公共汽車到、離站之資訊管理	Semi-Active 2.45GHz	公車資訊系統
6. 美國 Florida 高速公路進行汽車旅程時間之量測	Active RFID 915MHz	旅程時間量測
7. 英國將進行車輛電子車牌計畫	Active RFID 915MHz	車輛電子車牌 車輛監控
8. 漢城垃圾車門禁管制	Semi-Active 2.45GHz	門禁管制
9. 丹麥 Oestbanen 鐵路平交道號誌燈控制與車速偵測	Passive RFID 125KHz	火車定位追蹤
10. 丹麥 Nærumbane 火車定位追蹤	Passive RFID 125KHz	火車定位追蹤
11. 新加坡 Pidemco 地產公司停車場管理	Semi-Active 2.45GHz	門禁管制
12. 裕隆汽車應用 RFID 之實例	Passive RFID 915MHz	車輛維修流程控管

第四章 射頻識別與車輛偵測器之分析

4.1 前言

一般交通資訊的蒐集可藉由道路的车辆偵測器(Sensor)來進行，請參考圖 4.1 所表示目前一般交通資訊蒐集之方式。車輛偵測器的種類很多，包括將車輛偵測器鋪設於路面或埋置於鋪面下方來收集交通資訊的壓力管式（Pneumatic Tube）、壓電式（Piezoelectric）、環路線圈式（Loop Detector）及磁力式（Magnetic）等車輛偵測器。另外也有將車輛偵測器架設於道路上方或路邊來蒐集交通資訊的聲納式（Acoustic Effect）、超音波式（Ultrasonic）、微波式（Microwave）、影像式（Video Image Processing）及紅外線式（Infrared）等車輛偵測器[2][3]。以上所舉的車輛偵測器通常可偵測到車道中車輛之車速、車種及車間距，並在經過資料蒐集處理後產生車流資料提供給控制中心。

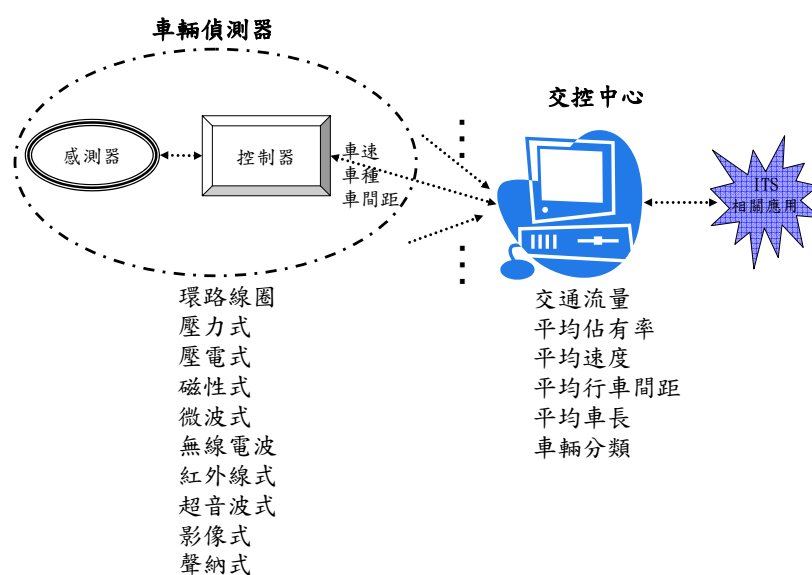


圖 4.1 一般交通資訊蒐集之方式

請參考圖 4.2 RFID 電子標籤蒐集交通資訊系統架構圖。要藉由車輛安裝 RFID 電子標籤來蒐集交通資訊，其方法在於當安裝有 RFID 電子標籤之車輛，經過讀取器可讀取範圍，進而產生相關資訊時，系統利用這些資料計算出車速、車種及車間距等交通參數，並在經過資料蒐集處理後產生車流資料提供給控制中心。

以 RFID 技術蒐集交通資訊主要是以讀取器讀取到電子標籤 ID 編號為偵測起始點，因此 RFID 讀取器除了可以偵測到車輛進入讀取範圍外，最大優勢是可以清楚辨析車輛的身份，進而獲得車輛的種類及車長，這是其他傳統的車輛偵測器較難正確做到的，因此在使用 RFID 技術進行車輛偵測應充分利用此項 RFID 的優點。

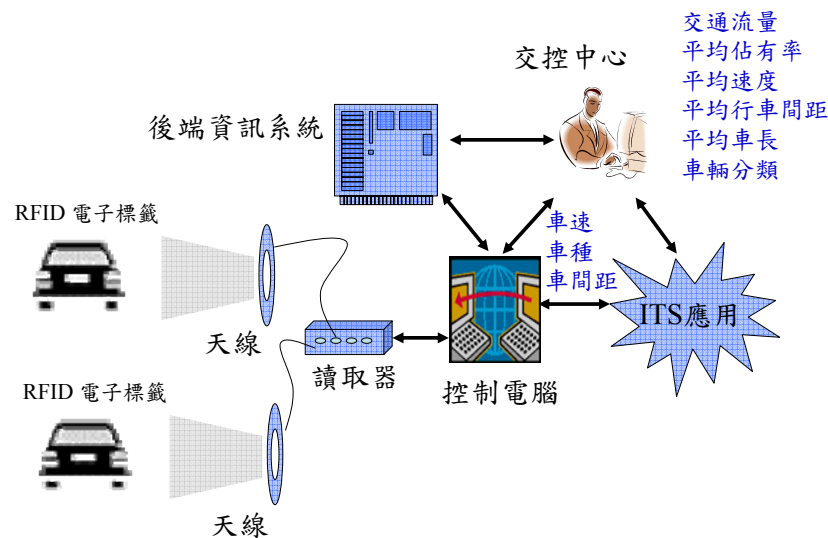


圖 4.2 RFID 電子標籤蒐集交通資訊系統架構圖

安裝有 RFID 電子標籤之車輛，經過讀取器可讀取範圍可能所產生之資訊包括：

1. 第一次讀取到 RFID 電子標籤之時間
2. RFID 電子標籤之 ID 編碼

3.最後一次讀取到 RFID 電子標籤之時間

4.RFID 電子標籤持續被讀到之總次數

藉由讀取到的 RFID 電子標籤之 ID 編碼，可以確認車輛身份，進而得到車種、車身長及此輛車先前經過其他讀取器之所有資訊。

以車輛安裝 RFID 電子標籤來蒐集交通資訊，仍是一項新且具挑戰性的應用研究。RFID 電子標籤在交通資訊蒐集和一般車輛偵測器比起來各有優缺點，但應用 RFID 系統面臨的最大問題就是必須在車輛上安裝 RFID 電子標籤，要在一般用路人車上加裝設備，如果不是國家政策強制安裝或是其他誘因，基本上是一件困難的事。但是一旦車上安裝了 RFID 電子標籤以後就變成了一輛探針車，可以提供更多元豐富的交通資訊及獲得 ITS 其他應用服務。

4.2 一般車輛偵測器量測交通參數之定義

在自動化交通管理系統範疇中，車輛偵測器技術之應用常包括下面幾項[2]：

- (1)交叉路口之號誌控制
- (2)觸動式路口控制
- (3)高速公路交通流量的監測
- (4)高速公路事件偵測
- (5)交通流量資料蒐集
- (6)即時交通控制
- (7)靜態區域性監控
- (8)動態匝道儀控
- (9)停車自動偵測

基於上述道路交通應用的需求，交通資訊偵測技術應可量測到下列全部或是部分之交通參數，其參數定義（參考交通部運輸

研究所執行『先進車輛偵測技術測試評估作業程序研擬及驗證之研究』[2]之內容)說明如下：

(1)流量(Volume)：

單位時間內之通過車輛數。

(2)佔有率(Occupancy)：

於偵測區間內，通過車輛佔有之時間比率。

(3)平均速度(Average Speed)：

係指車輛通過某觀測點或觀測區間之速度平均值。

(4)車種分類(Vehicle Classification)：

車種組成包括大車、小車、機車等。

(5)車輛停止偵測：

於一段時間內，被偵測車輛之速度低於某一程度(如 20km/hr)，或佔有率大於某一程度(如 0.4)，或車輛停止時間超過某一程度(如 30 秒)，配合所偵測之車道，可判定紅燈、壅塞或事故等情況。但判定之標準會依據不同偵測器之偵測設定值與偵測原理而有所不同。

有關車輛偵測器所偵測的交通參數與其偵測應用之關係，參見表 4.1 所示。因為每種偵測器之偵測原理與參數計算公式皆不盡相同，因此，並非所有類型的偵測器均可得到相同之資訊內容及品質。此外，偵測器之安裝及偵測方式不同，會限制可偵測之交通參數項目。

表 4.1 先進式車輛偵測器之交通參數項目與結果應用關係表

偵測應用	交通參數項目	流量	佔有率	平均車速	車種分類	車輛停止偵測
1.交叉路口之號誌控制		○	-	○	○	-
2.觸動式路口控制		○	-	-	-	○
3.高速公路交通流量的監測		○	-	○	○	-
4.高速公路事件偵測		-	○	○	-	○
5.交通流量資料蒐集		○	○	○	○	○
6.即時交通控制		○	○	○	○	○
7.靜態區域性監控		○	-	○	-	○
8.動態匝道儀控		○	○	-	-	○
9.停車自動偵測		-	-	-	○	○

資料來源：[2]

4.3 RFID 蒐集交通參數之定義

參考上節一般車輛偵測器之交通參數定義，考量射頻識別技術之特性，RFID 電子標籤蒐集交通資訊的交通參數定義如下：

(1)流量(Volume)：

單位時間內之通過 RFID 讀取器通訊區之車輛數。

(2)佔有率(Occupancy)：

於 RFID 讀取器通訊區內，通過車輛佔有之時間比率。

(3)平均車速(Average Speed)：

係指車輛通過某讀取器或讀取器間之速度平均值。

(4)車種分類(Vehicle Classification)：

車種組成包括大車（公車、大貨車、貨櫃車…）、小車（計程車、小貨車、私家車…）、機車（輕型、重型…）等。

(5)車輛停止偵測：

於一段時間內，被偵測車輛之速度低於某一程度(如 20km/hr)，或佔有率大於某一程度(如 0.4)，或同一 RFID 電子標籤被持續讀取超過某一程度(如 30 秒)。

表 4.2 為一般車輛偵測器和射頻識別之交通參數定義比較表。就如同先前提及每種偵測器之偵測原理與參數計算公式皆不盡相同，因此如何針對射頻識別來定出合理且準確之參數計算公式是一項新的嘗試，下一節將討論 RFID 蒐集交通參數時所運用之方法。

表 4.2 交通參數定義比較表

	車輛偵測器交通 參數定義	RFID 量測交通 參數定義
流量 (Volume)	單位時間內之通過車輛數	單位時間內之通過 RFID 讀取器通訊區之車輛數
佔有率 (Occupancy)	於偵測區間內，通過車輛佔有之時間比率	於 RFID 讀取器通訊區內，通過車輛佔有之時間比率
平均速度 (Average Speed)	係指車輛通過某觀測點或觀測區間之速度平均值	係指車輛通過某讀取器或讀取器間之速度平均值
車種分類 (Vehicle Classification)	車種組成包括大車、小車、機車等	車種組成包括大車（公車、大貨車、貨櫃車…）、小車（計程車、小貨車、私家車…）、機車（輕型、重型…）等
車輛停止偵測	於一段時間內，被偵測車輛之速度低於某一程度（如 20km/hr），或佔有率大於某一程度（如 0.4），或車輛停止時間超過某一程度（如 30 秒），配合所偵測之車道，可判定紅燈、壅塞或事故等情況。但判定之標準會依據不同偵測器之偵測設定值與偵測原理而有所不同。	於一段時間內，被偵測車輛之速度低於某一程度（如 20km/hr），或佔有率大於某一程度（如 0.4），或同一 RFID 電子標籤被持續讀取超過某一程度（如 30 秒）

4.4 RFID 蒐集交通參數之運作方法

在上一節 RFID 蒐集交通參數之定義內容，只是單純之定性描述。本節將嘗試把這些定性描述轉換成實際 RFID 系統之作法，說明如下

(1) 流量(Volume)：

單位時間內讀到不同 RFID 電子標籤之數量。

(2) 佔有率(Occupancy)：

因為 RFID 電子標籤通常安裝在車上某一小塊區域上，因此車輛通過讀取器通訊區時，當讀取器沒有 RFID 電子標籤訊號時，有可能車輛仍有車身處於 RFID 讀取器通訊區內。因此以 RFID 來計算佔有率，須以平均車速及車身長度進行估算。

(3) 平均車速(Average Speed)：

在已知單一讀取器通訊區長度或兩讀取器間之距離下，根據讀取到同一 RFID 電子標籤之時間差即可求得平均車速。

(4) 車種分類(Vehicle Classification)：

車種之偵測則可直接讀取記載在 RFID 電子標籤上之車輛種類或在讀取到 RFID 之唯一編碼後再由後端資訊系統加以索引得知車種。

(5) 車輛停止偵測：

以 t 代表一段時間、 O_t 代表 t 時間所量測之佔有率、 S_{At} 代表 t 時間所量測之平均速度及 $T_{SameTag Read}$ 代表同一 RFID 電子標籤被持續讀取到之時間。則車輛停止偵測為真之數學式條件為：

$$O_t > 0.4 \text{ OR } S_{At} < 20km/hr \text{ OR } T_{SameTag Read} > 30sec$$

4.5 蒐集交通參數之射頻識別功能分析

RFID 電子標籤與讀取器之間通訊運作原理主要分為電感耦合及電磁場效應兩種模式。電感耦合模式主要使用在通訊距離 3

公尺以下的低頻系統，電磁場效應模式則使用在通訊距離 3 公尺以上的超高頻系統（UHF 以上）。因此在設計射頻識別蒐集交通參數之系統架構時，除非時能夠確保讀取器與電子標籤之距離一定在 3 公尺以內，否則應選擇 UHF 頻段以上之 RFID 系統。

超高頻射頻訊號易遭阻斷，通訊範圍內訊號可能因為如金屬成分包裝材質或訊號強度比一般商業無線廣播為弱許多，就會造成訊號強度大幅減弱，通訊品質不良。所以必須開發設計具高效率的天線之電子標籤及高感應度的讀取器。使用的頻段愈低相對的單位時間內所能傳輸的資料容量就愈少速度也比較慢。RFID 電子標籤又可依照標籤電力來源可概分為主動式、被動式及半主動式電子標籤三大類，

（1）被動式(Passive)電子標籤：藉由接收讀取器所傳送電磁感應轉換成電子標籤內部電路操作電能，不需外加電池電源供應來傳送資料，可達到體積小、價格便宜、壽命長以及數位資料可攜性等優點，但是傳輸距離短。

（2）主動式（Active）電子標籤：須具備額外電源電力如電池，體積較大，電子標籤能夠通訊之距離較遠，價格較貴且有使用年限須定期更換電池，價格貴。

（3）半主動式(Semi-active)電子標籤：喚醒信號電力來至讀取器感應，其餘通訊信號電力來至標籤本身的電池供應，主要使用被動式電子標籤技術，是以電池維持電子標籤內 IC 的運作，因此能夠具有比被動式電子標籤較長之通訊距離，價格適中。

另外，RFID 應用於交通資訊蒐集與目前最熱門 RFID 應用於物流業基本上有一些差異性存在。請參考表 4.3 中之比較說明可知，應用於交通資訊蒐集之 RFID 比起應用於物流業之 RFID，不論在運作環境、RFID 功能需求及運作流程等方面，通常應用於交

通資訊蒐集之 RFID 系統需要更高之功能需求及較嚴苛之運作環境。

表 4.3 RFID 應用於交通資訊蒐集與物流業之差異性分析

	RFID 應用於 交通資訊蒐集	RFID 應用於 物流業
運作環境	<ul style="list-style-type: none"> ● 戶外開放式環境，影響 RFID 讀取率之因素較難控制。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 室內封閉式環境，通常可把影響 RFID 讀取率之因素降到最低。
RFID 功能需求	<ul style="list-style-type: none"> ● 需要較長通訊距離。 ● 須能在車輛高速行駛時，仍能正確讀取。 ● 需貼附於玻璃或金屬上。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 較短通訊距離。 ● 低速。 ● 須貼附於紙箱或棧板。
運作流程	<ul style="list-style-type: none"> ● 當 RFID 電子標籤通過通訊區無法讀取時，讀取程序通常無法重來。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 當 RFID 電子標籤通過通訊區無法一次完全讀取時，可再重新讀取。

當要規劃一個 RFID 應用系統時，很重要的一點是要考量影響 RFID 正確讀取的環境變數，這包含所貼附的表面材質、電子標籤與讀取器的對應角度、電子標籤的數量及間距、水或金屬物的干擾、電子標籤與讀取器的相對速度和地面的特性。

藉由充分考量以上幾點影響 RFID 正確讀取的原因，同時依據實際應用系統之實施架構與流程，才能選出最適合應用系統使用之 RFID 系統。表 4.4 依據環境變數在智慧型運輸系統與物流業之間可能影響做一比較。

表 4.4 影響 RFID 正確讀取環境因素在 ITS 與物流業之比較

	RFID 應用於 智慧型運輸系統	RFID 應用於 物流業
電子標籤所貼附 的表面材質	● 通常為玻璃或金屬，所用電子標籤需要特殊設計。	● 紙箱或棧版，通常不會影響電子標籤之正確讀取。
電子標籤與讀取 器的對應角度	● 有可能因車輛之行車路徑而使對應角度產生變化。	● 對應角度較固定。
電子標籤的數量 及間距	● 間距較長，通常通訊區之電子標籤數目為一個。	● 通常要求在讀取器的讀取範圍能夠盡量讀取較多的電子標籤數量，因此電子標籤間距也較小。
是否有含水或金屬物的干擾	● 可能受天候影響、隔熱紙及其他車輛影響。	● 使用環境可控制，通常不會發生。
電子標籤與讀取 器的相對速度	● 須在高速時仍能讀取，相對速度變化大。	● 低速。
安裝 RFID 系統 地點地面的特性	● 可能受天候影響。	● 可受控制。

4.6 蒐集交通參數之電子標籤與天線安裝架構分析

RFID 應用於交通資訊蒐集時，系統中電子標籤與天線安裝架構大致可分為兩種。一種是電子標籤安裝於車輛上，而讀取器則固定安裝於道路（Tag placed on vehicle, antenna in infrastructure）。另一種是讀取器安裝於車輛上，而電子標籤則固定安裝於道路（Tag placed in infrastructure, antenna on vehicle）[22]。以下將針

對此兩種架構分別加以說明。

(1) 電子標籤安裝於車輛上，而讀取器則固定安裝於道路

此種架構依據讀取器安裝位置又可分為路側式、埋入式及高架式三類。請參考圖 4.3 之說明。

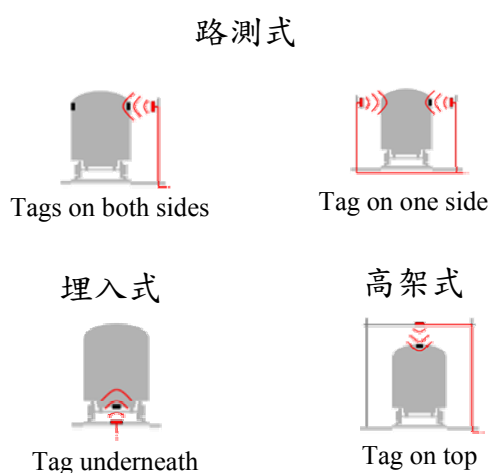


圖 4.3 電子標籤與天線安裝架構說明

表 4.5 路側式、埋入式及高架式架構分析表

路側式	天線架設於道路旁邊	<ul style="list-style-type: none"> ■ 易於施工、建置成本及維護成本較低 ■ 維護最容易 ■ 讀取多車道之內側車道車輛時易受環境車輛阻隔影響
埋入式	天線安裝於每個車道路面底下	<ul style="list-style-type: none"> ■ 施工易影響交通 ■ 易損害，維護成本高 ■ 讀取距離較固定，不易受車輛阻隔的影響
高架式	天線架設於每個車道正上方	<ul style="list-style-type: none"> ■ 須作鋼架結構施工成本較高 ■ 維護容易 ■ 通訊死角較少，不易遭受環境車輛阻隔的影響

此三類安裝方式各有其優缺點，系統設計時應依實際應用選擇最適合的安裝架構。表 4.5 為此三種安裝方式之優缺點分析。

(2) 讀取器安裝於車輛上，而電子標籤則固定安裝於道路

此種架構依據讀取器安裝在車輛之位置又可分為車側式與車底式兩類。請參考圖 4.4 之架構圖，此種架構主要用在車輛自動定位（Automatic Vehicle Location）。通常須配合長距離通訊系統（GPRS/3G），可做車輛精確定位（參考圖 4.5），較適和用於大眾運輸車輛、垃圾車、危險車輛及特殊車輛。

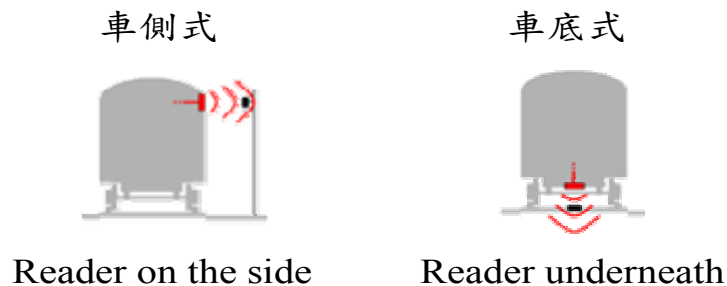
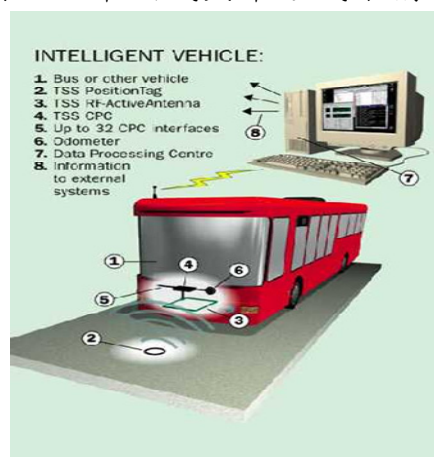


圖 4.4 車側式與車底式架構說明



Source : Traffic Supervision Systems

圖 4.5 RFID 用於車輛精確定位

4.7 不同 RFID 系統與交通參數蒐集分析

由前面幾節之說明可知，當在選擇 RFID 系統時，須依不同應用及所使用之環境，選擇適合之 RFID 規格及架構，這包含主被動、使用頻段及讀取器與電子標籤之安裝方式等。表 4.6 是針對不同 RFID 系統在蒐集交通參數時之分析。

表 4.6 RFID 系統與交通參數蒐集分析表

偵測技術 \ 測試項目	車流量	佔有率	平均車速	車種分類	車輛停止偵測	氣候影響
主動路側式 RFID	好	可	好	好	可	好
主動高架式 RFID	優	可	優	優	可	好
半主動路側式 RFID	好	可	好	好	可	可
半主動高架式 RFID	優	可	優	優	可	可
被動路側式 RFID	可	可	可	可	可	普通
被動高架式 RFID	好	可	好	好	可	普通

路側式 RFID 係將讀取器或天線架設於道路旁邊，易於施工建置成本較低，但是在讀取內側車道車輛之電子標籤時，易受因讀取距離較長及車輛阻隔影響，例如內側小型車被外側大型貨櫃車阻擋造成無法順利讀取小車之電子標籤。高架式 RFID 係將讀取器或天線架設於每個車道正上方，所以須施作鋼架結構施工成本較高，但是因為每個車道都裝設固定有的讀取器或天線，所以不會有通訊死角遭受環境車輛阻隔的影響。

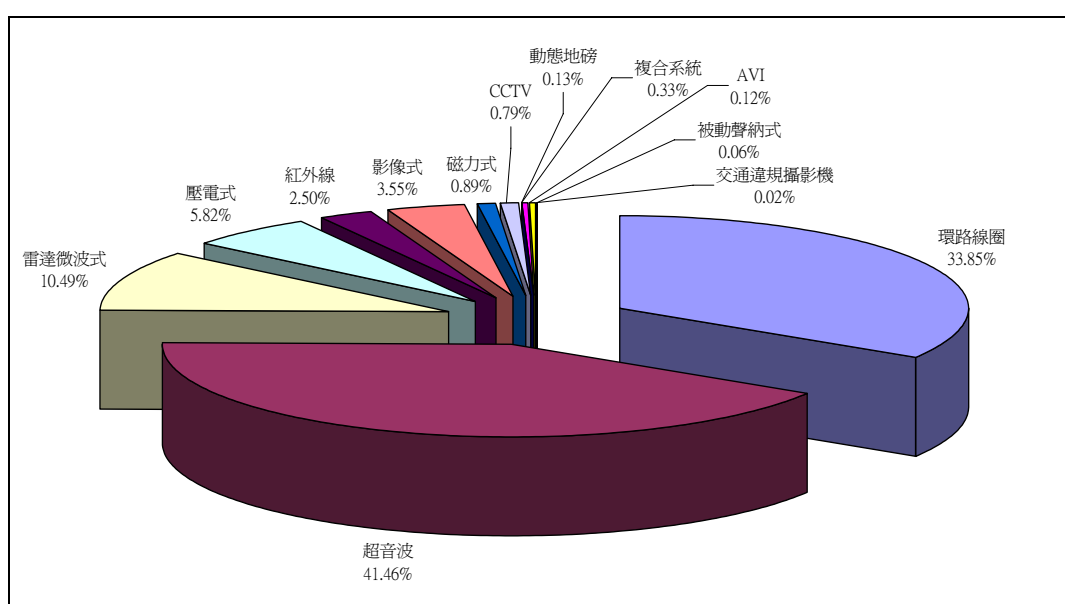
RFID 如果使用 UHF 頻段，容易受水分子影響導致通訊區縮短，對於被動式的 RFID 電子標籤影響較大，而主動式/半主動式的 RFID 電子標籤發射能量係來自本身電子標籤內的電池，所以影響較小，但相對的主動式/半主動式 RFID 電子標籤成本比較貴。使用於車輛之 RFID 電子標籤可分貼於擋風玻璃後與固定於車輛

金屬外部兩種，前者易受不同車輛擋風玻璃的材質與厚度不同而影響通訊距離，後者因為安裝固定於車輛外面並無此問題但此種電子標籤價格較貴而且需考慮雨滴附著在電子標籤造成通訊區不利的影響。

RFID 在交通運用上雖不免承受雨水的影響但是對於光線的影響並不顯著在白天與夜晚偵測的結果一樣穩定，如果是紅外線或是影像式偵測器則會深受背景光的影響。

4.8 一般車輛偵測器之功能與架構

常用的幾種偵測器類型依偵測車道數的市場佔有率有如圖 4.6 所示，其中主要的市佔率在 5% 以上有超音波式、環路線圈式、雷達微波式及壓電式車輛偵測器四種，詳加說明如下[2]：



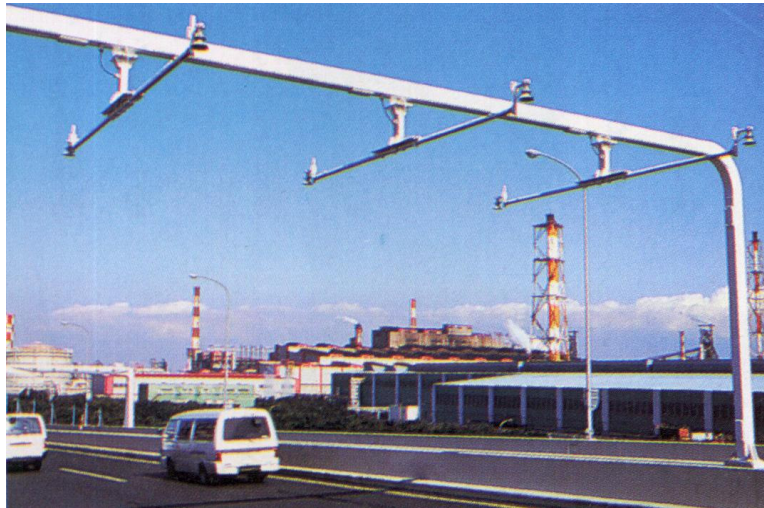
資料來源：[7]

圖 4.6 全球先進交通偵測器技術之市場佔有率（以偵測車道數計）

（1）超音波式（Ultrasonic）

超音波式的車輛偵測器是目前市場的車道使用偵測器數量的

首位，其使用頻率範圍為 20KHz~65KHz。原理係利用超音波打在車輛物體上，超音波反射時間差的變化偵測車流量、車高及佔有率等資料，而平均車速及車長之偵測原理同環路線圈式，係利用車輛通過兩個偵測器之時間差求得，車量種類判別則是利用量測的車高及車長判別之。其裝設方式有高架上空式(Overhead Type)如圖 4.7 及側射式(Side Fire Type)兩種，其中側射式安裝的超音波式車輛偵測器是無法藉由量測超音波往返的時間差判斷車輛高度，而且並不適用於使用於多車道系統之路段。



資料來源：日本經濟新聞社，「ITS 的全貌」，1995 年 11 月

圖 4.7 超音波式車輛偵測器

(2) 環路線圈式 (Loop Detector)

環路線圈式的車輛偵測器，如圖 4.8，在目前市場的車道使用偵測器數量上暫居第二位。其原理係以金屬環路線圈埋設於路面下，利用線圈的大小及導入線的長度產生某一特定之線圈自然震盪頻率，車輛經過或離開時，因為車身金屬材質造成環路感應線圈的磁場電感量變化而偵測出車輛存在與否。目前常用來作為偵測車道之車流量與佔有率的交通數據蒐集，以及作為路口紅綠燈或攝影機等電子設備的計時觸發的開關裝置。若是同時同一車道

設置兩組環路線圈，便可利用車輛通過兩線圈的距離除以時間差計算出車速。



資料來源：IAA

圖 4.8 環路線圈式車輛偵測器

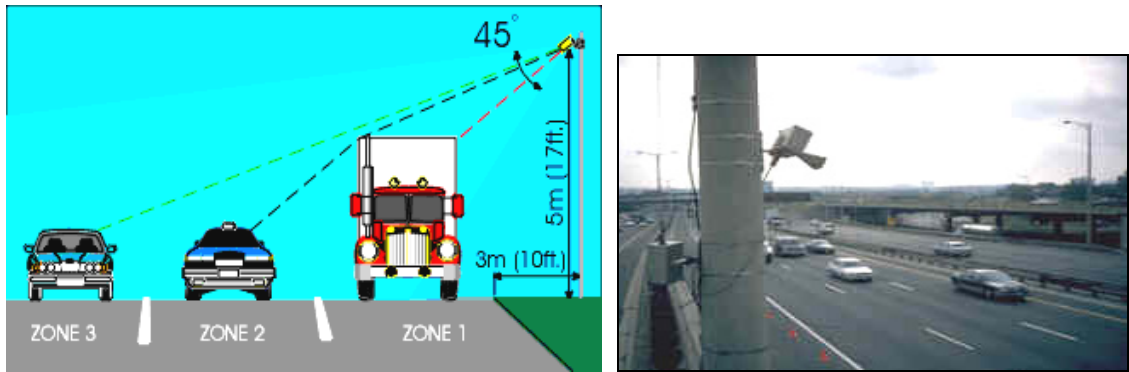
(3) 微波雷達式車輛偵測器 (Microwave Radar Detector)

微波雷達式車輛偵測器的原理是利用雷達天線發射出電磁波當電磁波碰撞物體車輛時，將會有部分電磁波反射回來，再經由雷達偵測器接收並計算處理之。雷達偵測器所使用的頻率須根據美國聯邦通訊委員會 (FCC) 規定，應用於交通偵測器之雷達波段有 10.5GHz (X-band)、24.0GHz (K-band) 與 34.0GHz (Ka-band) 三種。而這些都是屬於微波頻段，所以雷達式車輛偵測器又稱為微波雷達式車輛偵測器。

一般運用於交通運輸系統上的微波雷達車輛偵測器可概分為都卜勒式(Doppler)及時間差式(True Presence)偵測器兩種型式。都卜勒式偵測器在偵測範圍內發送出一固定頻率的電磁波，電磁波碰撞行駛中的車輛時，將會有相對於車速的飄移頻率電磁波反射回來，經由程式演算所的飄移頻率可計算出相對應的車速此稱為都卜勒效應。

而時間差式偵測器原理係以頻率調變的連續波微波 (FMCW)，藉由車輛反射計算微波來回反射之時間差，計算求得車輛與偵測器之距離。微波式車輛偵測器依設置方式又可分為側

射式（Side-Fired）圖 4.9 與俯瞰式（Forward looking）圖 4.10 兩種。



資料來源：EIS Electronic Integrated Systems Inc.

圖 4.9 側射式微波雷達車輛偵測器示意圖



資料來源：EIS Electronic Integrated Systems Inc.

圖 4.10 俯瞰式微波雷達車輛偵測器示意圖

（4）壓電式車輛偵測器（Piezoelectric Detector）

壓電式車輛偵測器（如圖 4.11 原理是使用壓電晶體受壓時產生之電壓差以偵測車輛通過，進而計算車速與佔有率等交通參數。



資料來源：International Road Dynamics

圖 4.11 壓電式車輛偵測器

4.9 射頻識別與車輛偵測器之比較

(1) 環路線圈偵測器

優點：環路線圈因係埋設於車道鋪面下方，其設置不至於會影響道路的美觀，而且環路線圈設備本身的單價適中，偵測率高又可做電子設備的觸發開關，適用於大部份量測地點，不易遭蓄意破壞，廣受一般道路工程使用。偵測技術穩定性高，比較不受氣候影響，用於所有時段日夜間均可，用路人車上無須加裝感應器，可用來偵測該車道之車流量、車輛停止偵測與佔有率量測準確性高，若同一車道鋪設兩組以上可求得平均車速(非瞬間車速)。

缺點：須審慎選擇線圈設置位置，不適用於橋樑、高架橋、穿越橋、剛性路面、經常翻修之路面、鋪面不佳之路面及路床不佳之路面。施工維修時須長時間封閉車道切割路面以埋設線圈費時又費錢，而且線圈容易經長期碾壓而斷裂需要支付定期翻路重新鋪設的成本。偵測範圍的大小與靈敏度受限於偵測器鋪設的感應線圈面積大小與形狀，電感量的維持有其極限，調高偵測小型車之靈敏度時，可能會誤偵測到相鄰車道的大型車，對於不連續

車體及車亂流現象，其偵測效果不佳，而且容易由於溫度的上升而影響設備的準確度。因無法偵測車輛身份追蹤車輛行駛的路線，所以無法做車輛轉向比判讀，對於以及利用以壓到感應線圈數目多寡作為判斷車輛大小的種類時，車輛種類識別率也不夠精確。

（2）微波雷達偵測器

優點：體積小，車道安裝及維修不會阻礙交通，適用於所有時段日夜間與大部份量測地點，而且壽命長幾乎不須維修費用，可適用於多車道。以 FM 微波測速率時，可直接量測瞬間速率而且車流量、佔有率與平均車速量測精確度較環路線圈偵測器高，不利天候下如雨天或下雪的氣候，量測能力較紅外線偵測器為佳，具擴充性及再使用性而且用路人車上無須加裝感應器。對於高速行駛的車輛可以精準求得平均車速與瞬間車速。可做偵測該車道之車流量、車輛停止偵測與佔有率。

缺點：單價高，影響景觀，應用於多車道時，因為微波多路徑反射等環境因素導致車輛被誤判率高，而且多車道應用時須大量資料計算能力且對於低速行駛的車輛，因為都卜勒效應頻率偏移量或返回時間差偏移量不明顯，求得平均車速與瞬間車速容易產生誤差，所以不宜用於車輛停止偵測。車道路側式安裝微波雷達偵測器作為車輛種類判讀時，因為微波多路徑反射等環境因素導致車輛被誤判率相當高。因無法偵測車輛身份追蹤車輛行駛的路線，所以無法做車輛轉向比判讀。

（3）超音波偵測器

優點：可靠度高，適用於大部份量測地點，車流量、佔有率、平均車速與停止偵測量測準確性高。超音波波長物理特性比微波

較不會有危害人體健康疑慮，適用於所有時段日夜間均可不受光線影響，體積小，可藉助在既有結構物上安裝迅速，安裝及維修較不會組礙交通，波束聚焦良好，若是都卜勒超音波偵測器可直接量測單一車速。

缺點：景觀有所影響，易受空氣溫度、水的密度及空氣的干擾影響其精確度。以射程量測方式量測速率時，因脈衝載波波長較長對於低速行駛的車輛，因為都卜勒效應頻率偏移量或返回時間差偏移量比微波雷達偵測器還不明顯，求得平均車速與瞬間車速更易產生誤差，所以不宜用於車輛停止偵測，致其精確度不若微波雷達偵測器與環路線圈偵測器。車道路側式安裝偵測器作為車輛種類判讀時，因為多路徑反射等環境因素導致車輛被誤判率相當高，因無法偵測車輛身份追蹤車輛行駛的路線，所以無法做車輛轉向比判讀。

（4）被動式射頻識別

優點：適用於所有時段日夜間均可不受光線影響，安裝於用路人車上之射頻識別電子標籤單價低廉，無須使用電池所以無更換電池之疑慮，使用壽命長，用路人較容易接受，如此容易推廣普及到每位駕駛安裝意願，才能蒐集到充分的交通參數。射頻識別讀取器在車道正上方或路側安裝迅速，安裝及維修較不會組礙交通。由於各類車輛有專屬的電子標籤識別碼，所以只要能讀到此電子標籤識別碼，便可偵測該車道之車流量、車輛停止偵測、平均車速、車輛種類、轉向比與佔有率。

缺點：射頻識別讀取器安裝在車道上對景觀有所影響，用路人須於車上適當位置安裝射頻識別電子標籤。無線傳輸使用頻段分佈於 5.8GHZ 至 100KHZ 之間，此頻段一般使用量已經擁擠不堪，故容易遭受相關頻段訊號的干擾，所以使用時一定要符合當

地政府核准之法規才可使用。因被動式電子標籤發射的能量有限傳輸通訊距離較短，所以容易受戶外雜訊及天候，例如下雨，所影響，以致於在交通運用上讀取率的準確性不穩定易受方向性與環境干擾影響。

（5）主動式射頻識別

優點：使用壽命長，適用於所有時段日夜間均可不受光線影響，射頻識別讀卡機在車道正上方或路側安裝迅速，安裝及維修較不會組礙交通。通訊距離很長，不受天候環境與雜訊干擾讀到各類車輛專屬的電子標籤識別碼，可適用於多車道系統，準確偵測該車道之車流量、車輛停止偵測、平均車速、車輛種類、轉向比與佔有率。

缺點：射頻識別讀取器安裝在車道上對景觀有所影響。無線傳輸使用頻段分佈於 5.8GHZ 至 100KHZ 之間，此頻段一般使用量已經擁擠不堪，故容易遭受相關頻段訊號的干擾，所以使用時一定要符合當地政府核准之法規才可使用。用路人須於車上安裝射頻識別電子標籤，而此射頻識別電子標籤單價高，體積也大，須使用電池所以有定期更換電池或汰換電子標籤之疑慮，如此推廣不易，容易遭用路人質疑。

（6）半主動式射頻識別：

優點：用路人車上電子標籤安裝容易，使用壽命長，電子標籤單價在被動式與主動式電子標籤之間較容易為用路人所接受。適用於所有時段日夜間均可不受光線影響，射頻識別讀卡機在車道正上方或路側安裝迅速，安裝及維修較不會組礙交通。通訊距離遠，不易受天候環境與雜訊干擾，容易讀到各類車輛專屬的電子標籤識別碼，可適用於多車道系統，準確偵測該車道之車流量、

車輛停止偵測、平均車速、車輛種類、轉向比與佔有率。讀取器天線安裝於車道正上方，可與電子標籤通訊方向取得一致更優於路側安裝式。

缺點：射頻識別讀取器安裝在車道上對景觀有所影響。無線傳輸使用頻段分佈於 5.8GHZ 至 100KHZ 之間，此頻段一般使用量已經擁擠不堪，故容易遭受相關頻段訊號的干擾，所以使用時一定要符合當地政府核准之法規才可使用。用路人仍須於車上安裝射頻識別電子標籤，須使用電池所以有定期更換電池或汰換電子標籤之疑慮，容易遭用路人質疑。

最後，以上六種方式除環路線圈偵測器無須於車道上安裝讀取器外，其餘皆須於車道上安裝讀取器的天線，而天線安裝於車道正上方更可與車輛或電子標籤通訊方向取得一致，減少遮蔽，尤其是運用於多車道的交通資訊蒐集上，明顯優於路側安裝式。而且路側安裝式容易引起行人對於微波輻射安全的疑慮，對於多車道通訊可能會有死角，所以如能安裝於車道正上方例如藉助於現有的地形地物，例如號誌燈桿，則更為可行與適當。而主動式射頻識別電子標籤成本較貴，體積也大，雖然通訊區最遠，但綜合考慮仍以「半主動式射頻識別」偵測器較為適合，資將比較結果整理如表 4.7 所示。

表 4.7 射頻識別與車輛偵測器之比較分析表

型式	優點	缺點	可靠度	精確度
環路線圈偵測器	<ul style="list-style-type: none"> ● 不易遭蓄意破壞 ● 可一致地偵測大部分車種 ● 廣泛應用久，已標準化有長期之經驗 ● 不影響景觀 ● 不受天候影響 ● 單價適中 ● 偵測率高又可做電子設備的觸發開關 ● 用路人車上無須加裝感應器 ● 若同一車道鋪設兩組以上可求得平均車速（非瞬間車速） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 偵測範圍的大小與靈敏度受限於偵測器鋪設的感應線圈面積大小與形狀，調高偵測需敏感度時，可能會偵測到相鄰車道之大型車 ● 安裝及維護時會阻礙交通而且線圈容易經長期碾壓而斷裂需要支付定期翻路重新鋪設的成本 ● 不適用於橋樑、高架橋、穿越橋、剛性路面、經常翻修之路面及路床不佳之路面 ● 無法做車輛轉向比判讀 ● 判讀車輛種類識別率不夠精確。 ● 無法直接偵測速率 	經適當安裝，可靠度高	準確性高
微波雷達偵測器	<ul style="list-style-type: none"> ● 安裝及維修不會阻礙交通 ● 適用於所有天候及日夜間 ● 可適用於多車道 ● 直接偵測速率 ● 體積小 ● 壽命長幾乎不須維修費用 ● 以 FM 微波測速率時，可直接量測瞬間速率 ● 具擴充性及再使用性 ● 路人車上無須加裝感應器 	<ul style="list-style-type: none"> ● 應用於多車道時，可能因車輛遮蔽而誤判 ● 傳輸頻率被管制 ● 對景觀有影響 ● 速率偵測不準確 ● 單價高 ● 無法做車輛轉向比判讀 ● 有危害人體健康疑慮 	可靠度中等	準確性高
超音波偵測器	<ul style="list-style-type: none"> ● 安裝及維修影響交通程度較小 ● 不受光線影響，日夜均可使用 ● 體積小 ● 波束聚焦良好，若是都卜勒超音波偵測器可直接量測單一車速 	<ul style="list-style-type: none"> ● 空氣溫度、水的密度與空氣的干擾會影響精確度 ● 須置於每一車道上方偵測器 ● 對景觀有影響 ● 不宜用於車輛停止偵測 ● 無法做車輛轉向比判讀 	經常養護調整，可靠度高	準確性中
被動式射頻識別	<ul style="list-style-type: none"> ● 安裝及維修影響交通程度較小 ● 不受光線影響，日夜均可使用 ● 頻識別電子標籤單價低廉 ● 使用壽命長 ● 可偵測該車道車輛種類與轉向比 	<ul style="list-style-type: none"> ● 對景觀有影響 ● 須於車上適當位置安裝射頻識別電子標籤 ● 使用時要符合當地政府核准之法規才可使用 ● 通訊距離較短 ● 容易受環境干擾影響 	可靠度低	準確性低
主動式射頻識別	<ul style="list-style-type: none"> ● 安裝及維修影響交通程度較小 ● 不受光線影響，日夜均可使用 ● 使用壽命長 ● 可偵測該車道車輛種類與轉向比 ● 通訊距離很長 ● 不受天候環境影響 	<ul style="list-style-type: none"> ● 頻識別電子標籤單價高 ● 對景觀有影響 ● 須於車上適當位置安裝射頻識別電子標籤 ● 使用時要符合當地政府核准之法規才可使用 ● 須定期更換電池 	可靠度高	準確性中（通訊距離太長，對於交通參數的量測範圍過大，偵測準確性反而不高）
半主動式射頻識別	<ul style="list-style-type: none"> ● 安裝及維修影響交通程度較小 ● 不受光線影響，日夜均可使用 ● 使用壽命長 ● 可偵測該車道車輛種類與轉向比 ● 通訊距離適中 ● 不受天候環境影響 	<ul style="list-style-type: none"> ● 對景觀有影響 ● 須於車上適當位置安裝射頻識別電子標籤 ● 使用時要符合當地政府核准之法規才可使用 ● 須定期更換電池 	可靠度高	準確性高

4.10 結語

射頻識別偵測器主要是讀取安裝於車上之射頻識別電子標籤，所以可以清楚辨析車輛的身份，所以可以正確偵測車輛的種類與轉向比，這是其他傳統的車輛偵測器無法正確做到的，而傳統的車輛偵測器，例如環路線圈偵測器的優點對於車流量、佔有率及平均車速偵測率正確性高。未來在蒐集交通參數方面，須視整體系統應用選擇最適當之偵測器（例如環路線圈、壓力式、壓電式、紅外線等），若能擷取不同偵測器優點，互補對方缺點，例如結合「半主動式射頻識別」與「環路線圈式」偵測器，可以達到高準確性的交通資訊量測與蒐集。表 4.8 是 RFID 與主要幾種偵測器作截長補短之比較分析。

表 4.8 RFID 與其他偵測器作截長補短之分析

型式	可量測資料	優勢	劣勢	結合射頻識別優勢的改善
環路 線圈 偵測 器	<ul style="list-style-type: none"> • 車流量 • 車輛佔有率 • 平均車速 • 車輛停止偵測 	<ul style="list-style-type: none"> • 安裝適當，精確度高，可靠度高 • 廣泛應用久，已標準化有長期之經驗 • 單位成本低 	<ul style="list-style-type: none"> • 調高偵測各行車所需敏感度時，可能會偵測到相鄰車道之車輛，所以對於車輛種類無法正確得知 • 無法識別車輛，所以無法正確評估車輛是否轉向 • 超重車使路面下之線圈經常受重車擠壓破壞，修路與施工不良之影響亦易使路面下之線圈破壞 	<ul style="list-style-type: none"> • 使用射頻識別可以正確讀取各車輛的身份識別碼，所以可以正確量測出車輛種類及車輛轉向比。 • 使用射頻識別無須安裝線圈，可以彌補環路線圈偵測器線圈遭壓壞時無法讀取所有交通參數的缺點
超音 波偵 測器	<ul style="list-style-type: none"> • 車流量 • 車輛佔有率 • 平均車速 • 車輛停止偵測 	<ul style="list-style-type: none"> • 都卜勒超音波偵測器可直接量測單一車速 	<ul style="list-style-type: none"> • 精確度及可靠度不如環路線圈偵測器高。 • 無法正確量測車輛種類。 • 無法識別車輛，所以無法正確評估車輛是否轉向。 	<ul style="list-style-type: none"> • 使用射頻識別可以正確讀取各車輛的身份識別碼，所以可以正確量測出車輛種類及車輛轉向比。 • 使用主動式或半主動式射頻識別可以彌補精確度及可靠度不足之處。
微波 偵測 器	<ul style="list-style-type: none"> • 車流量 • 車輛佔有率 • 平均車速 • 車輛停止偵測 	<ul style="list-style-type: none"> • 精確度較環路線圈偵測器 • 可適用於多車道 • 直接偵測速率 • 體積小 	<ul style="list-style-type: none"> • 應用於多車道時，可能因車輛遮蔽而誤判，所以可靠度不如環路線圈偵測器高 • 無法正確量測車輛種類。 • 無法識別車輛，所以無法正確評估車輛是否轉向。 	<ul style="list-style-type: none"> • 使用射頻識別可以正確讀取各車輛的身份識別碼，所以可以正確量測出車輛種類及車輛轉向比。 • 使用主動式或半主動式射頻識別可以彌補精確度及可靠度不足之處。

第五章 RFID 電子標籤在 ITS 之應用分析

我國目前正積極從事智慧型運輸系統（Intelligent Transport System, ITS）的建置[4]，期以高科技改善交通擁擠狀況、增加行車安全、減少空氣污染、並帶動相關產業發展。

為了達成 ITS 系統中的諸多功能，必須建立完整的通信平台，以提供車路系統及車輛或行人間的資訊交流。此通信平台須能滿足各種 ITS 通信需求，並可根據不同應用，混合選擇不同的通信系統。而在多種應用技術中，RFID 技術是目前最具潛力能夠滿足 ITS 各種通信需求的技術之一，因此目前許多實施 ITS 的國家對 RFID 技術在 ITS 的應用領域上，正積極的進行規畫與測試。

自 1960 年代起，許多國家已經開始研究利用資訊、通信及控制等相關科技來改善交通問題。80 年代中期以後，在此領域之研究開始迅速的發展。運用先進的電子、通信、資訊、車輛及控制等技術，以整合人、車、物、路的管理策略，提供即時的資訊，進而建立涵蓋陸、海、空領域及發揮全方位功能的交通管理系統，此即所謂的智慧型運輸系統。其目標在於促進交通安全、減少擁擠、提高機動性、增進經濟生產力、減少環境衝擊、提昇能源使用效率及帶動相關產業發展，同時亦讓有限的運輸資源發揮最大效用與效率。

美、日、歐等國家為推動智慧型運輸系統的建設，且避免各子系統之間整合，及各區域系統間整合產生的困擾，首先建立了全國發展 ITS 的系統架構，讓各項使用者服務單元間，互動關係與資料交換更快速且有效率。舉例而言，在歐洲有 ERTICO，美國有 ITS America，加拿大有 ITS Canada，日本有 VERTIS，在澳洲則有 ITS Australia 進行 ITS 建設之推動。因此，我國 1998 年 7

月 20 日正式成立的中華智慧型運輸系統協會 ITS Taiwan 乃是順應世界 ITS 發展趨勢，強化我國在國際競爭力的必然結果。就在 1999 年也先後出現 ITS-Italy、ITS-Mexico、ITS-UK、ITS-Korea、REAM（馬來西亞）…等 ITS 國際組織。

若要成功實現 RFID 於 ITS 之應用，必須適當建立車與路間的無線通信平台。理想之設計規劃必須於行駛道路上之各式車輛安裝 RFID 電子標籤，並於各路口或適當的地點設置讀取器，當車輛經過讀取器讀取範圍時，讀取器即可接收到車輛的辨識資料，車輛辨識後的資料將經由區域中心的相關設備整合與分析後做進一步之應用。

本章針對 RFID 電子標籤如何應用於 ITS 相關應用進行分析評估。以下將針對目前 ITS 的各種應用分別加以分析說明。

5.1 先進交通管理系統（ATMS）

ATMS 為智慧型運輸系統的核心與基礎[6]，此系統係利用偵測、通訊及控制等技術將交通監控系統偵測所得的區域性的交通狀況，經由通信網路傳輸到資訊處理整合控制中心，其架構示意圖如圖 5.1 所示。中心再結合其它方面所獲得之資訊，制定及評估交通控制策略，執行整體性的交通管理，並將相關資訊傳送給用路人，以達到運輸效率最大化及運輸安全等目的。本系統主要特色係強調次系統間整合與即時控制之功能，提供匝道控制、號誌時制計畫、事件管理（Incident Management），以及替代路線導引等之參考。

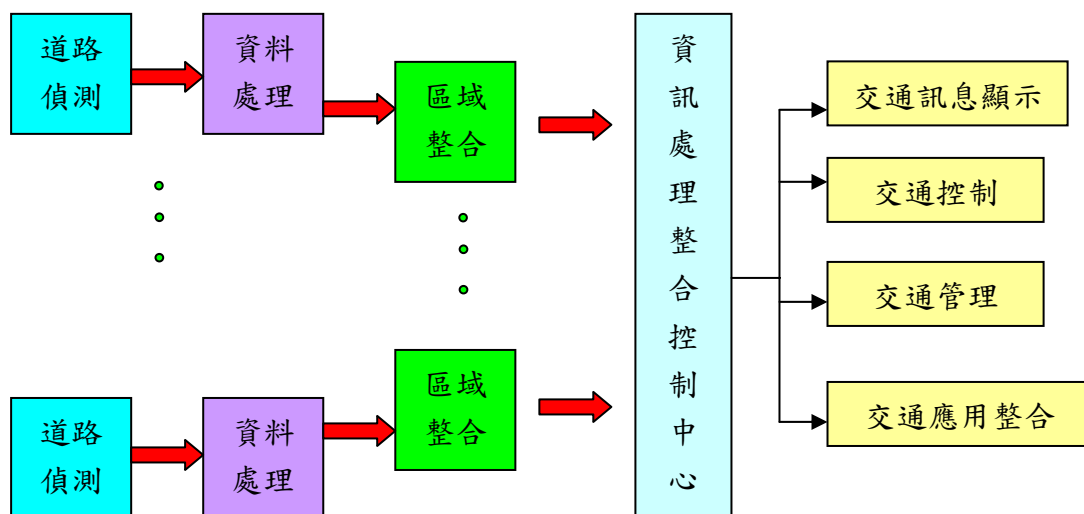


圖 5.1 ATMS 架構示意圖

ATMS 之相關技術有電腦化交通號誌、匝道儀控管制、事件自動偵測、動態交通預測、自動車輛定位（Automatic Vehicle Location，AVL）、可變訊息標誌（Changeable Message Sign,

CMS)、地理資訊系統 (Geographic Information System, GIS)、動態測重 (Weigh-In-Motion, WIM)、自動車輛分類 (Automatic Vehicle Classification, AVC)、電子收費 (ETC)、自動車輛辨識 (Automatic Vehicle Identification, AVI)、最佳路線導引等。

RFID 技術可以扮演道路偵測及資料處理的作用，讀取器安裝於適當的位置與適當的組合可得到區域性不同的資訊。例如在相距 L 公尺的兩點裝設兩個讀取器，當裝有 RFID 電子標籤的車輛經過時可得到時間差，經過運算就可以得到車輛經過該區域的速率。設置於各區域的 RFID 之應用就相當於許多次系統的設立。當裝有 RFID 電子標籤的車輛通過裝置於道路上或道路邊的讀取器時，藉由資料的整合與處理可得到區域性的交通訊息。透過相關的通信網路將各處的區域性交通訊息傳送至資訊處理整合控制中心，該中心將這些訊息經過處理、判斷後，並與其它現有的或新的技術之次系統所得到的資訊，執行整體性的交通管理，並將相關的訊息傳送給用路人，以達到運輸效率最大化及運輸安全等目的。圖 5.2 為 RFID 電子標籤與讀取器通訊示意圖。根據以上的說明並考量系統的成本、穩定性及環境因素，ATMS 相關應用須在高車速下仍能情況讀取，則使用主動式的電子標籤較適宜。

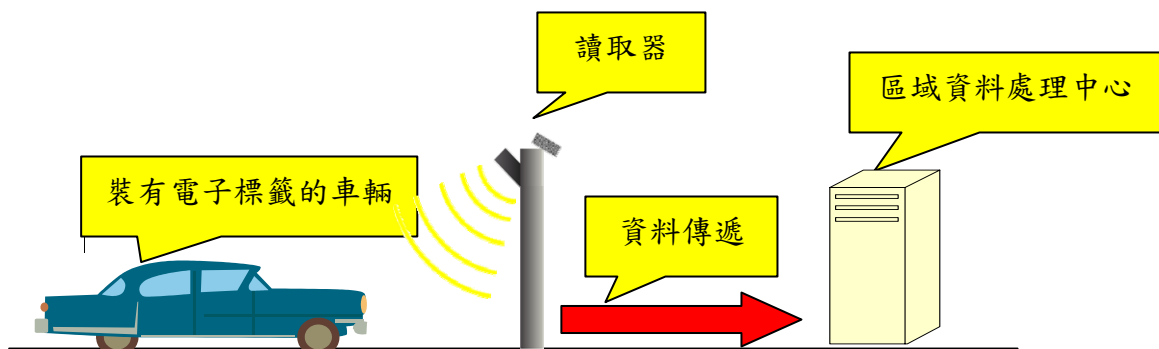


圖 5.2 RFID 電子標籤與讀取器通訊示意圖

5.2 先進旅行者資訊系統（ATIS）

ATIS 係藉由先進資訊、通訊及其它相關技術，提供旅行者必要之資訊，使其能於車內、家裡、辦公室、車站等地點方便地取得所需之資訊，作為旅次產生、運具與路線選擇之決策參考，以順利到達目的地。

ATIS 之相關技術有可變資訊標誌（CMS）、公路路況廣播（Highway Advisory Radio, HAR）、全球衛星定位系統（Global Positioning System, GPS）與地理資訊系統（GIS）、車內顯示系統、最佳路線導引、無線電通訊（Wireless Communications）、電視路況報導、電傳視訊、旅行服務資訊等。

基於與 ATMS 相同的概念，透過 RFID 的技術可以識別車輛並記錄該車輛經過該區域之時間地點、區域性的車流量、平均車速等相關的交通參數。透過相關的通訊網路將各處的區域性交通參數作最佳化整合與應用，就可以得到各區段的旅程時間、路況擁塞情況等有用的交通訊息。再透過適當的通信網路及相關的設備，使得須要這些訊息的用路人能夠在車內、家裡、辦公室、車站等地點取得所需之訊息，作為旅次產生、運具與路線選擇之決策參考，以提高道路使用效能，減少旅程時間，並且使用路人順利、安全地到達目的地。圖 5.3 為 RFID 技術應用於 ATIS 架構概念圖。

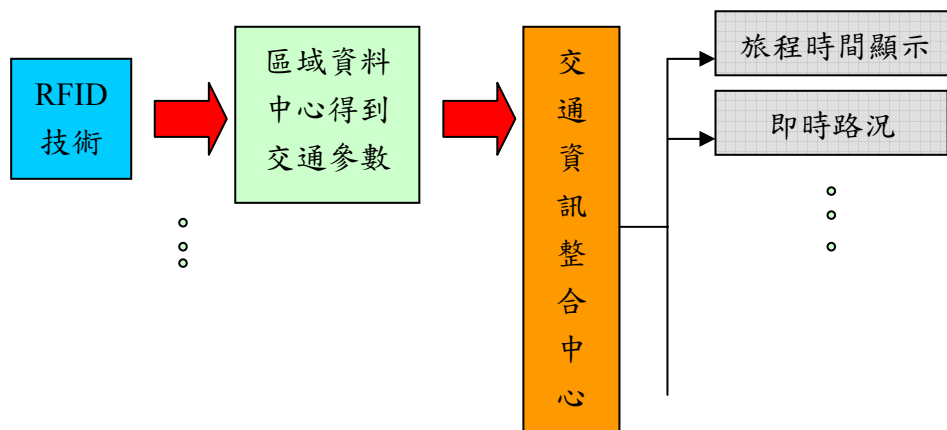


圖 5.3 RFID 技術應用於 ATIS 架構概念圖

5.3 先進車輛控制與安全系統（AVCSS）

AVCSS 結合感測器、電腦、通訊、電機、電子及控制等技術應用於車輛及道路設施上，協助駕駛人提高行車安全性，增加道路容量，減少交通擁擠。本系統之主要特色係利用感測器協助人類感官功能之不足，減少危險之發生；提高自動控制之程度，從事更安全、準確、可靠之控制，彌補駕駛人因判斷錯誤或技術不足所造成的疏失。AVCSS 之相關技術包括：防撞警示系統、自動停放車輛、車間與車一路間通訊、自動車輛診斷、自動橫向/縱向控制等。在適當的道路上架設 RFID 讀取器，如路口、轉彎處等地方的道路。當讀取器偵測到這些地方之車輛的電子標籤時，可由資料的處理判斷車輛是否正停止在道路上。若判斷有車輛正停止在道路上，馬上利用通信網路即時地將狀況通知區域性的資料處理單元，該資料處理單元再將即時路況的訊息透過通信網路傳到車內，讓駕駛人知道有車輛正異常地停在道路上，使其能夠提早反應，避免碰撞發生。如果路邊有架設照相機還可傳送實際影像，如果沒有則傳送事先建立好的示意圖片，並在車內螢幕上顯示車輛位置以提醒駕駛人。當然除了顯示圖像外，還會附以聲音的提醒，如果駕駛人沒有做出煞車的動作，系統會自動控制車內的煞車，防止意外發生。相關圖示如圖 5.4 所示。根據以上的說明穩定性應為主要考量因素，AVCSS 相關應用使用主動式的電子標籤較佳。

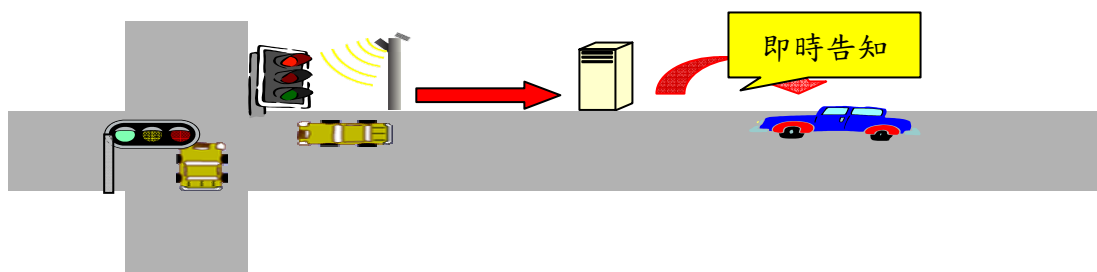


圖 5.4 RFID 電子標籤應用車輛控制與安全系統概念圖

5.4 先進大眾運輸系統（APTS）

APTS 主要改善大眾運輸服務品質，強化其機動性，提高營運效率，增加大眾運輸之吸引力。

APTS 之相關技術包括：自動車輛監視（Automatic Vehicle Monitoring, AVM）自動車輛定位(AVL)、雙向無線電通訊、電子式自動付費（Electronic Fare Payment, EFP）、最佳路線導引、公車電腦排班、公車電腦輔助調度、車內顯示系統等。

RFID 技術在大眾運輸系統上可廣泛地使用，相關圖示如圖 5.5 所示。如公車內安裝可識別的 RFID 電子標籤，並於公車專用道上視實際狀況安裝 RFID 讀取器，當公車上之 RFID 電子標籤被公車專用道上 RFID 讀取器讀取後，通知號誌優先系統將路口之號誌適度控制及變化，以利公車可以優先通行。同時也可藉由系統告知各站公車預定到站時間，並可依公車到站之時間間隔，彈性調度車輛，以避免班次過疏或過密，達到公車調度最佳化之應用。根據以上的說明穩定及高速仍能讀取為主要考量因素，RFID 電子標籤應用於大眾運輸系統上使用主動式的電子標籤較為合適。

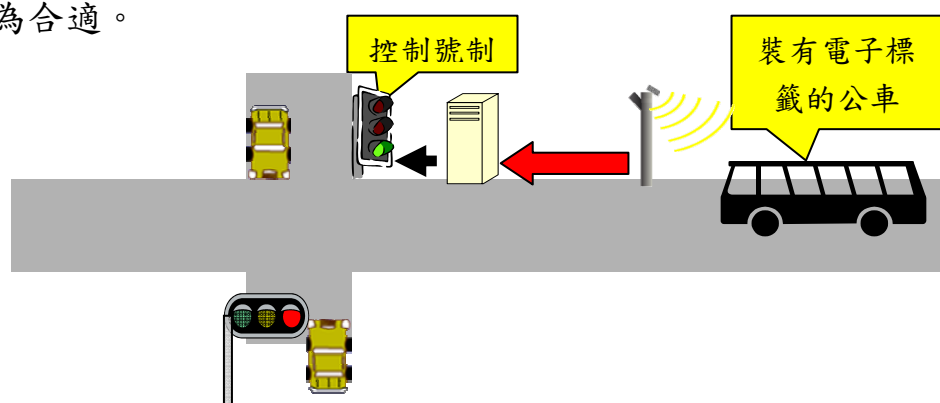


圖 5.5 RFID 電子標籤應用於大眾運輸概念圖

5.5 商用車營運系統 (CVO)

CVO 主要提昇商用車輛運輸效率及安全，並減少人力成本，增加營收，提高生產力。所謂「商用車」不僅包括大型與重型車輛（如卡車、貨車），也包括以每日運作的商用小型車（如計程車）等。

CVO 之相關技術也包括：自動車輛監視(AVM)、自動車輛定位(AVL)、動態測重(WIM)、電子收費(ETC)、自動車輛辨識(AVI)、最佳路線導引、雙向無線電通訊、商車電腦輔助調度、自動貨物辨識 (Automatic Cargo Identification, ACI) 等。

RFID 電子標籤在 CVO 領域亦可廣泛地應用，以每日運作的計程車為例，在計程車車輛上裝置 RFID 電子標籤，並在計程車進站停靠排班之地點架設 RFID 讀取器。當計程車進站排班時，計程車司機可利用 RFID 電子標籤與站端之 RFID 讀取器通訊並完成車輛端自動報班程序。

計程車進站排班時，站端之 RFID 讀取器將目前進站車輛之 RFID 電子標籤相關資訊及排班站位置回報給派遣中心，派遣中心依據各排班站之排班情形回覆進站車輛之排班順位資訊於站端顯示器，並完成車輛進站排班程序。相關圖示如圖 5.6 所示。

當乘客利用手機撥打計程車派遣中心的電話告知搭車的訊息，派遣中心即可利用電話通知最靠近乘客位置之排班站，並將訊息顯示於排班站之站端顯示器並請站上頭班計程車前往載客，同時告知乘客計程車抵達時間。

此外，安裝 RFID 標籤之計程車，亦可透過各路口設置讀取器協助交通單位蒐集道路交通情形，同時治安管理單位亦可藉此工具有效管理計程車。

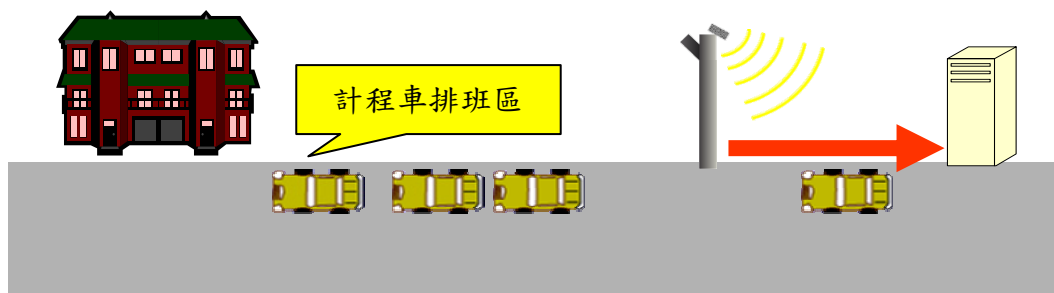


圖 5.6 RFID 電子標籤應用於計程車營運系統之概念圖

因應貨櫃車輛管理須要，我們可以在貨櫃車輛上裝置 RFID 電子標籤，並在貨櫃車輛會行駛經過的重要檢查點上以及禁止進入區域架設 RFID 讀取器，如此即可進行貨櫃車輛管理工作。當貨櫃車輛經過重要檢查點時，站端之 RFID 讀取器將目前進站車輛之 RFID 電子標籤相關資訊(車輛 ID 及時間)及檢查點位置回報給監控中心，以利備查。若貨櫃車輛超出了規定的行車路線，進入了禁止區域，禁止區域端之 RFID 讀取器將目前進站車輛之 RFID 電子標籤相關資訊(車輛 ID 及時間)及禁止區域位置回報給監控中心，監控中心會將車輛行駛資料記錄下來，可供事後調閱審查分析使用，若有必要即時處理，系統亦可自動通知相關單位進行處理。圖 5.7 為 RFID 電子標籤應用於貨櫃車管理系統之概念圖。

另外在港口架設 RFID 系統可以增加通關的效率和安全性，節省人力物力。而貨櫃車輛在陸上的運輸可藉由道路上及各通過站的 RFID 讀取器之架設，而有更完善密集的控管，也有助於貨櫃車公司的車隊管理，提昇運輸的效率和安全性。

在港區貨櫃車出入口處架設 RFID 讀取器，當貨櫃車要進入港區時，管理單位可透過讀取器，檢查貨櫃車以及貨櫃的編號是否為應該進入港區之車輛及貨櫃，以及是否匹配，省去專人檢查車輛以及驗證取貨單的步驟。貨車離開港區時，管理單位也可透過 RFID 讀取器自動檢查貨櫃車上之貨櫃是否為該車所應領取之

貨櫃，確保貨櫃提領的準確性，以及全自動紀錄貨櫃車出入港區之載貨狀況。

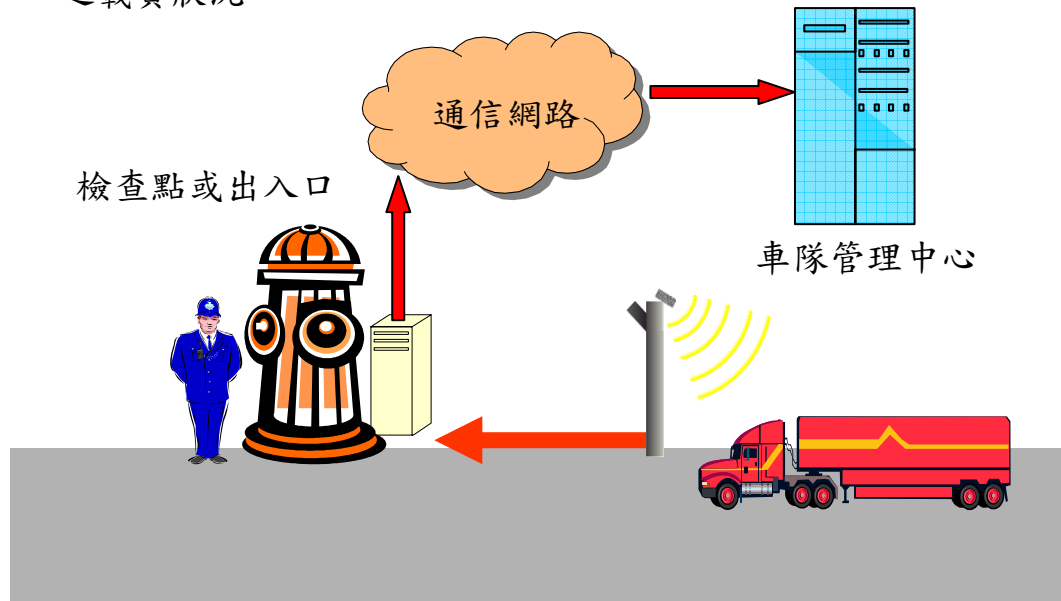


圖 5.7 RFID 電子標籤應用於貨櫃車管理系統之概念圖。

RFID 系統也可應用於 WIM。當車輛通過地磅站時，經由 RFID 電子標籤得到車輛的編號，進行資料處理後，經由號誌告知已通過檢查或不須檢查的車輛，使其可以直接通過，省去重複檢查所耗費的時間；而須進一步檢查的車輛，則傳送入內檢查通知，令其進入地磅站檢查。圖 5.8 為 RFID 電子標籤應用於 WIM 之概念圖。

當大型車輛要通過地磅站前，先經過讀取器，讀取器的作用在於預先判定車輛是否須入內停靠。其運作過程如下：

1. 車輛先藉由 RFID 電子標籤傳送編號給讀取器，地磅站系統先檢查編號是否讀取正確，錯誤則將不發給通行許可通知，未收到通行許可的車輛都須進入地磅站檢查。
2. 如編號讀取正確，則將進一步檢查其 WIM 的大略估量結果，如結果落在一標準範圍內，則准許通行，並加入可通行資料庫名單內。

如其 WIM 檢查結果不合格，則進一步進行資料庫比對，檢視此編號是否為可通行車輛，再依結果發放通行。

根據以上的說明並考量系統的成本、穩定性及環境因素，RFID 電子標籤應用於 CVO 相關應用時，使用被動式的電子標籤即可。

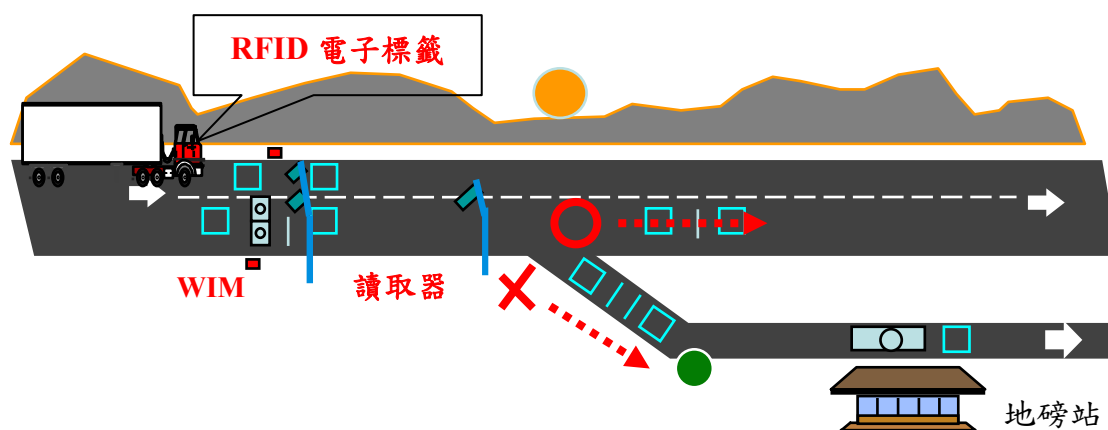


圖 5.8 RFID 電子標籤應用於 WIM 系統之概念圖

5.6 危機處理暨緊急救援系統（EMS）

EMS 即為當緊急危難發生時，求援車輛如何求援，救援車輛如何在最短時間內到達現場，以及如何警示其他駕駛人之系統。本系統包括車輛故障與事故求援、事故救援派遣以及救援車輛優先通行等部份，為使意外能在最短時間獲得解除，降低傷害之最低程度。

EMS 之相關技術包括：自動車輛定位（Automatic Vehicle Location，AVL）、最佳路線導引、地理資訊系統（Geographic Information System，GIS）、公路路況廣播（Highway Advisory Radio，HAR）、事件自動偵測等。

因應緊急車輛優先權應用需要，我們可以利用 RFID 應用技術，有效地控制交通號誌使得緊急車輛可以儘速地獲得路口行駛優先權，並可減少緊急車輛發生交通事故的機率，以降低交通負面影響。

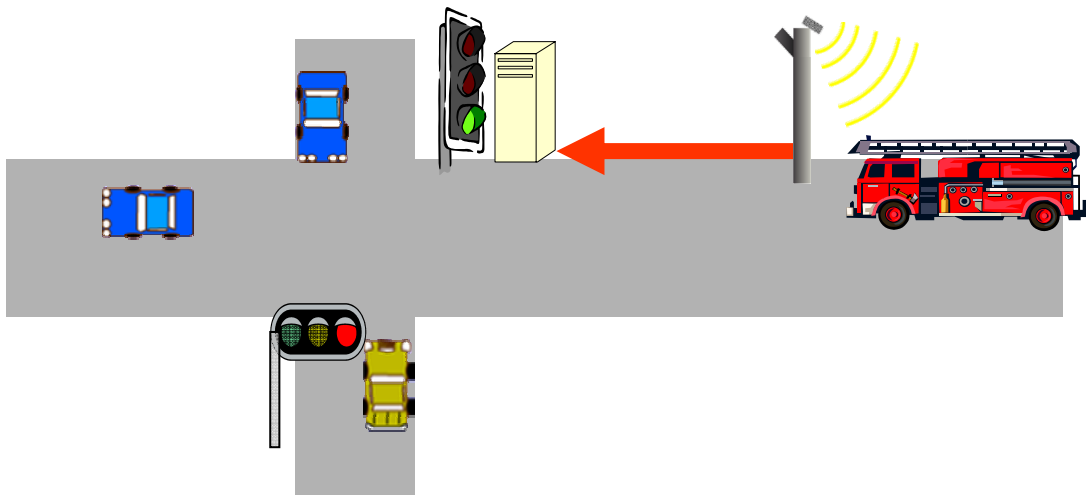


圖 5.9 RFID 電子標籤應用於危機處理暨緊急救援概念圖

同時，由於 RFID 具有通訊範圍小及反應速度快之特性，特別適合緊急車輛優先權的應用，於作法上我們可在緊急車輛上裝置 RFID 電子標籤，並在重要路口上架設 RFID 讀取器，當緊急車輛行經重要路口時可藉由車上之 RFID 電子標籤及路口之 RFID 讀取器互相感應驅動控制路口號誌，使欲通行的方向維持綠燈或轉換為綠燈，以利救援車輛優先通過。RFID 電子標籤應用於危機處理暨緊急救援概念圖如圖 5.9 所示。根據以上的說明並考量系統的成本、穩定性及環境，RFID 電子標籤應用於 EMS 使用主動式的電子標籤較佳。

5.7 電子收付費系統（ETC）

電子收付費乃是利用車上單元與路側單元作雙向之通訊，經由電子卡記帳後端扣款或直接由後端扣款之方式進行收費，以取代現行人工收費之方式。其相關技術包括自動車輛辨識(AVI)、影像執法系統（VES）等。電子收付費系統具有如下之功能：

- （1.）提供一種與旅行及停車有關的單一付費工具。

- (2.) 減少旅行者與金融單位處理現金的需要。
- (3.) 減少收費站區的交通延滯，減少空氣污染，提昇道路使用效率。
- (4.) 降低營運單位的營運成本。
- (5.) 使用共同辨讀器及辨識碼，提昇相互運作性並減少旅行大眾的成本。

在一般車輛上裝設 RFID 電子標籤，並在收費站架設 RFID 讀取器。當裝有 RFID 電子標籤的車輛經過收費站時，可利用 RFID 電子標籤與站端之 RFID 讀取器通訊，並將通過車輛的資料傳送到後端資料庫進行扣款。如此不但可以達到扣款的功能，同時車輛可以快速通過，避免塞車情況發生，間接地達到減少空氣污染的目的。RFID 電子標籤應用於電子收費概念圖如圖 5.10 所示。若再配合 AVI 及 VES 的建置，則不但可以提昇電子收付費的可靠性，同時亦可以增加整個系統的效能，充分地達到交通管理之目的。根據以上的說明，為達到 ETC 的功能，同時考量系統的成本、穩定性及環境，RFID 電子標籤應用於 ETC 時應使用主動式的電子標籤。

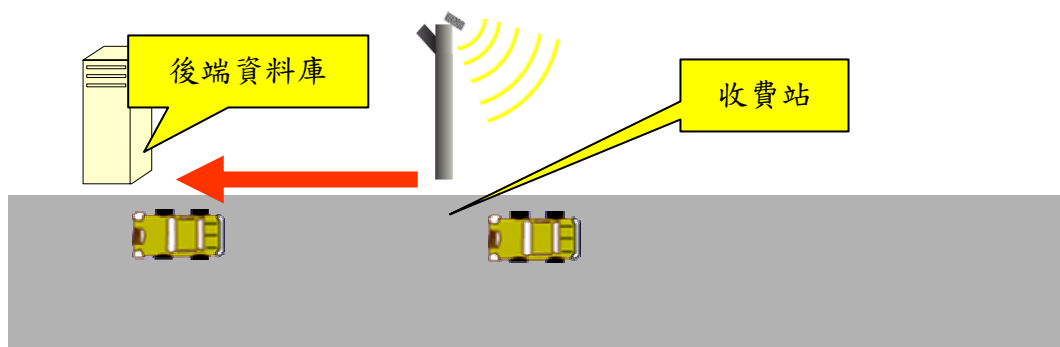


圖 5.10 RFID 電子標籤應用於電子收費概念圖

5.8 弱勢使用者保護服務(VIPS)

針對弱勢使用者保護的服務，RFID 可以輔助於年老者、行動不方便者或視覺障礙者道路行走安全。年老者或行動不方便的行人身上若攜帶 RFID 電子標籤，道路上 RFID 讀取器偵測到 RFID 電子標籤時，會延長綠燈的時間，以便對弱勢者或行動不便的行人通行。對於有視覺障礙的行人身上若攜帶 RFID 電子標籤，一但 RFID 信號柱偵測到 RFID 電子標籤時，會適當的發出聲音提醒行人，也可告知行人路名和方向。相關應用概念圖如圖 5.11 所示。



圖 5.11 弱勢使用者保護的服務概念圖

婦女欲搭乘計程車時，可藉由安裝在便利商店之計程車派遣設備叫車，同時便利商店之計程車派遣設備也整合 RFID 讀取器，參考圖 5.12。當安裝 RFID 電子標籤之計程車到達時，RFID 讀取器便可讀取車輛上之電子標籤，進行計程車之身分確認及婦女搭乘紀錄並回傳，防止歹徒偽造車輛進而維護婦女搭乘計程車安全之保障。根據以上的說明並考量系統的成本、穩定性及環境，RFID 電子標籤應用於 VIPS 使用被動式的電子標籤即可。

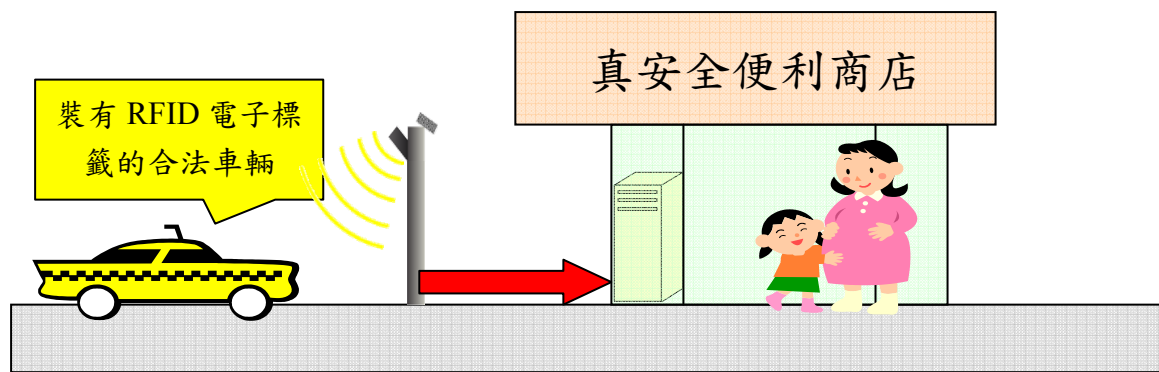


圖 5.12 RFID 電子標籤應用於婦女乘車安全保障概念圖

5.9 RFID 電子標籤在 ITS 之其它整合應用

(1) 電子車牌 (Electronic license plate, ELP)

RFID 電子標籤運用於車輛即是電子車牌（第三車牌）之概念，比起一般車牌之防偽性，RFID 電子標籤更具有較佳防偽效果。另外，RFID 電子標籤於電子車牌之應用，對於車輛移動的環境具有很高的適應力，無論車輛於靜止或移動的環境下皆能準確地被識別。因為 RFID 電子標籤具有讀取、寫入、傳輸及儲存資料之能力，所以，可以提供更多元豐富的電子車牌衍生應用，例如：門禁管制、電子付費、車輛追蹤及交通資訊管理。根據以上的說明並考量系統的成本、穩定性及環境，RFID 電子標籤應用於電子車牌使用主動式的電子標籤較佳。

(2) 智慧型停車場管理系統

車輛可藉由所安裝的 RFID 電子標籤作為進出停車場之依據，同時可進行自動進場停車、車位指派及收費自動化等功能。當裝有 RFID 電子標籤之車輛欲進入停車場時，RFID 電子標籤將與停車場入口之讀取器進行車輛識別工作，若是合法可進入之

車輛，則於停車場之顯示幕顯示配予此車之停車位號碼，並開啟柵欄，車輛駕駛將車輛駛至指定停車位停放即可。

當車輛擬離開停車場，駛至停車場出口處，車道上通訊單元之通訊區時，RFID 電子標籤將與停車場出口之讀取器進行車輛識別及計費工作，並開啟柵欄放行。圖 5.13 為 RFID 電子標籤應用於智慧型停車管理系統示意圖。根據以上的說明並考量系統的成本、穩定性及環境，RFID 電子標籤應用於智慧型車輛管理系統使用被動式的電子標籤即可。

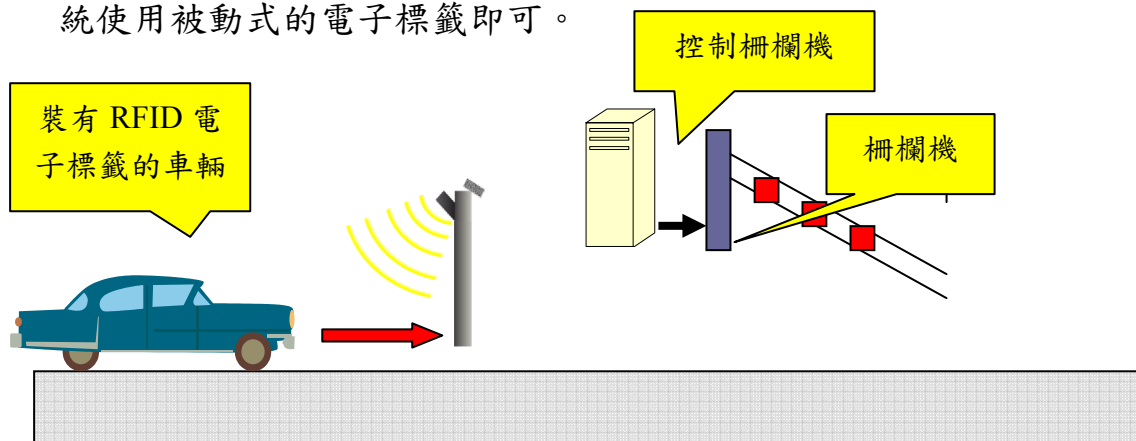


圖 5.13 RFID 電子標籤應用於智慧型停車管理系統示意圖

5.10 結語

本章針對 RFID 電子標籤在 ITS 之應用分別說明與分析。在 ITS 各子系統中，RFID 技術主要是扮演蒐集道路資訊的角色。透過裝有 RFID 電子標籤的車輛通過 RFID 讀取器所得到的資料，再將資料的經過處理，藉由現有的通訊網路及其它相關的交通資訊蒐集技術，將各區域的資訊傳回控制中心進行整合，進而形成一個交通管理的網路，達到交通管理之目的。

經由本章的分析發現，RFID 技術架構於現有的通信網路之下，以成熟的技術及低成本的優勢導入 ITS 的應用，勢必對於交通的管理、運輸及相關的應用有極大的幫助。同時也可以達到改

善交通，提高用路人的安全與便利性。若以安全、環保、效率，以及經濟的觀點而言，則可以減少交通事故，提昇行車安全；減少空氣及噪音污染，提高能源使用效率，降低環境衝擊；降低交通擁擠，提高運輸機動性，改善運輸效率；促進相關產業發展，增加就業機會，提昇經濟生產力。

第六章 電子標籤推動之成本與效益分析

6.1 一般車輛偵測器成本與效益

本節主要內容主要參考交通部運輸研究所『先進車輛偵測技術測試評估作業程序研擬及驗證之研究報告』[2]。

6.1.1 成本分析

道路車輛偵測器的設置成本若先不計現場施工架線等相關道路施工的工程成本，僅是從車輛偵測器單體成本與使用生命週期的維護成本項目進行評估，可參考交通部運輸研究所先進車輛偵測技術測試評估作業程序研擬及驗證之研究報告。表 6.1 的多種偵測器之施工維護與生命週期成本，其中表內所指出之生命週期成本項目，是因車道數目與偵測器數目之組合方式不同及其各種偵測器本身特性不同而定。

實際上，除表 6.1 的成本因素外，道路施工的衍生成本反而可能是決定成功與否的關鍵因素。由於各種車輛偵測器特性的不同，自然施工設置的成本也大不相同因而造成影響交通流量等社會的因素也差異很大，例如多種的車輛偵測器中環路線圈車輛偵測器的施工阻礙交通甚鉅。所以除了表 6.1 的成本外宜再加入道路施工與維護的成本進行分析，並且考量施工時造成的交通衝擊與車輛壅塞燃料耗費、現地施工成本與鋼構成本等。

一般而言，環路線圈型車輛偵測器為直接對道路鋪面進行施工，因此封閉車道的時間較久、範圍較廣，可能造成的交通衝擊與車輛壅塞之燃料耗費亦較大；而非環路線圈者，多採高架式架設，則須考量架設車輛偵測器鋼構立桿的成本與高度限制。因為交通衝擊與車輛壅塞之燃料耗費等社會成本不易量化，而鋼構立

桿亦須考量偵測車道與偵測器數量，才能設計出合適之高度、材質與型式，所需成本因地而異亦難以估算。

表 6.1 車輛偵測器之施工維護與生命週期成本表

項目 偵測器	施工及維護保養	生命週期成本 (單位：美元)
環路線圈	維修時須封閉車道，重新切割路面埋設。在良好的管理維護下，因其與道路鋪面連結成系統，故壽命較長。	<ul style="list-style-type: none"> 規格：標準線圈 計算基礎：6 車道 12 線圈 初置成本：27,600 維修成本：2,510/年（允許 5% 誤差） 平均壽命：依道路施工品質不佳、超重車輛管制而定
音波式	維修時須封閉車道，但安裝及保養較容易且時間短。	<ul style="list-style-type: none"> 規格：Smartsonic 計算基礎：6 車道 6 個偵測器 初置成本：偵測器 8,700；控制卡 800 維修成本：200/年（允許 5% 誤差） 平均壽命：5 年
影像式	維修時不須封閉車道，安裝及保養較容易不影響車流。	<ul style="list-style-type: none"> 規格：Autoscope 2004 計算基礎：6-channel processor 初置成本：主機 36,175；攝影機 2,500/個 維修成本：主機 26.71/月；攝影機 5.5/月 平均壽命：7 年
微波式	維修時須封閉車道，但安裝及保養容易且時間短。	<ul style="list-style-type: none"> 規格：RTMS 計算基礎：1 車道 1 個偵測器 初置成本：3,300； 維修成本：200/年 平均壽命：7 年
紅外線 (主動式)	維修時須封閉車道，但安裝及保養較容易且時間短。	<ul style="list-style-type: none"> 規格：SEO AS I 計算基礎：1 車道 1 個偵測器 初置成本：6,500 維修成本：100/年 平均壽命：5 年
紅外線 (被動式)	維修時須封閉車道，但安裝及保養較容易且時間短。	<ul style="list-style-type: none"> 規格：Siemens PIR-1 計算基礎：1 個偵測器 初置成本：1,100 維修成本：100/年 平均壽命：5 年

資料來源：[2]

6.1.2 效益分析

1994 年 Rockwell[19]公司為密西根運輸部（Michigan DOT）進行的建置先期研究，其成本效益評估方法為：

1. 首先建立成本效益評估準則項目與分別針對不同項目的

預估所佔的效益比率給予相當的權重(W)，如表 6.2 所示。

2. 依據前述準則，對各種不同偵測技術給於 1 到 10 分的評鑑值(f)，10 分為最佳，1 分為最差。

3. 算出效益指數(P.I.)， $P.I. = \sum(f * w)$ 。表 3 所示為試算後之結果。

表 6.2 偵測技術成本效益 Rockwell 建構的評估準則權重表

評估準則	權重
建置的容易性（指標 1）	10
建置、運作與維護成本（指標 2）	10
可升級性（指標 3）	8
環境容受度（指標 4）	8
滿足所需的量測效果（指標 5）	7
準確性（指標 6）	6
技術實用性（指標 7）	6

資料來源：[2]

表 6.3 Rockwell 案之偵測技術成本效益評估試算表

偵測器	指標 1	指標 2	指標 3	指標 4	指標 5	指標 6	指標 7	效益指數	評比等級
環路感應線圈	10	6	5	5	6	8	10	390	2
微波式	8	10	6	6	6	5	4	372	5
雷射/紅外線式	8	8	6	5	6	7	4	356	7
脈衝式超音波	6	10	5	5	6	5	4	336	10
連續式超音波	6	9	5	5	5	5	4	319	11
雷達式	7	10	6	6	5	5	4	355	8
被動式超音波	6	10	7	5	7	5	4	359	6
被動式紅外線車道偵測器	8	8	6	6	10	6	4	386	4
被動式紅外線區域偵測器	7	8	7	7	10	6	3	386	3
磁場感應式	8	6	4	5	5	7	10	349	9
影像式偵測器	8	8	8	7	10	7	7	434	1

資料來源：[9]

在表 6.3 Rockwell 的成本效益評估案例中，最後得到評比等級最高的前三種偵測技術，依序分別為影像式偵測器、環路感應線圈、被動式紅外線偵測器而超音波反為最差。與實際市場占有率而言，除了環路感應線圈相同外，其餘有顯著差異，所以在交通運用上成本的考量與技術的成熟度將大於效益的評估。

6.2 電子標籤之成本與效益

6.2.1 成本分析

射頻識別系統成本架構主要區分為射頻識別電子標籤、射頻識別讀取器與開發中介軟體的三大成本，而射頻識別電子標籤成本遠低於射頻識別讀取器，而且主動式射頻識別電子標籤成本大於半主動式射頻識別電子標籤，而半主動式射頻識別電子標籤成本又大於被動式射頻識別電子標籤。目前在交通運輸使用的射頻

電子標籤依照安裝位置概分為安裝在擋風玻璃後或安裝於金屬車體外的電子標籤，依據目前少量採購各代理商的報價價格，每個射頻電子標籤單價約在新台幣 100 元至 1000 元之間。而未來若要真正落實以電子標籤蒐集交通資訊，在最後推行階段，勢必如電子車牌方式大量安裝於車輛上，因此價格將會大大降低，所以系統建置時，此項成本暫可不列入成本評估之中。

射頻識別讀取器的成本依據電子標籤有無內見電池，可以區分為主動式或被動式。主動式（含半主動式）射頻識別電子標籤及讀取器的價格比被動式高，相對的主動式的通訊區涵蓋率比被動式高可達到一個車道以上，通訊品質也會較為穩定。被動式成本雖然比較低但是通訊區只能涵蓋一個車道，所以在交通資訊蒐集應用上應該因應需求的不同而選擇建置。

如同 6.1 節所述的成本分析，若僅從射頻識別讀取器的單體成本與使用生命週期的維護成本項目進行評估，可先暫時不計現場道路施工的成本、施工鋼構架線等相關材料工程成本與車道封閉的交通衝擊車輛壅塞之車輛額外燃料耗費與空氣污染等社會成本。

表 6.4 是主動式與被動式射頻識別讀取器之單體成本與使用生命週期的維護成本，而表中成本之價格來源係參考近來原廠的相關台灣代理商少量訂購之報價。

表 6.4 射頻識別讀取器之施工維護與生命週期成本表

項目 種類	施工及維護保養	生命週期成本 (單位：美元)
主動式射 頻識別讀 取器	高架安裝：安裝與維護 時須短時間封閉車道 而且保養容易。 路側安裝：安裝與維護 時毋須封閉車道而且 保養容易。	<ul style="list-style-type: none"> • 規格：讀取器 Identec I-Port III 加上 M-Gear 天線。 • 計算基礎：1 車道 1 讀取器 2 天線 • 初置成本：8600/車道 • 維修成本：200/年 • 平均壽命：7 年
被動式射 頻識別讀 取器	高架安裝：安裝與維護 時須短時間封閉車道 而且保養容易。 路側安裝：安裝與維護 時毋須封閉車道而且 保養容易。	<ul style="list-style-type: none"> • 規格：讀取器 Intermec intellitag fixed reader 加上 M-Gear 天線。 • 計算基礎：1 車道 1 讀取器 2 天線 • 初置成本：4500/車道 • 維修成本：200/年 • 平均壽命：7 年
被動式射 頻識別讀 取器	高架安裝：安裝與維護 時須短時間封閉車道 而且保養容易。 路側安裝：安裝與維護 時毋須封閉車道而且 保養容易。	<ul style="list-style-type: none"> • 規格：讀取器 AWID MPR-2010AN (內含天線)。 • 計算基礎：1 車道 2 讀取器 • 初置成本：3700/車道 • 維修成本：200/年 • 平均壽命：7 年

以上的射頻識別系統成本架構主要是硬體建設的成本，而軟體建設的成本若不計人員維護的成本，主要就是中介軟體的開發成本。中介軟體又可區分為對於前端射頻識別讀取器與射頻識別電子標籤的硬體管理、資料過濾、傳輸介面控制及與後端資訊資料庫介接管理等功能。

目前市面上所販售的中介軟體均是以物流業使用的射頻識別電子標籤為主，報價經洽詢惠普 (HP)、思科 (CISCO) 與昇揚 (SUN) 等國際大廠報價至少都在新台幣 100 萬元以上，而且都不適合交通資訊蒐集使用。利用射頻識別電子標籤來蒐集交通資訊，至今仍是一項新應用研究。因此在撰寫中介軟體時，針

對如何利用讀取器所讀到電子標籤的有限資訊，進而產生我們想要蒐集的交通參數部分，除了須瞭解射頻識別系統功能外，同時需要清楚所要的交通參數及其操作型定義，再由實際測試中不斷修改校正相關參數，如此才能讓系統獲得真正有用之交通參數。

本節所述射頻識別系統，並未真正完全運用於交通資訊蒐集，大都尚在起步測試階段未臻成熟，成本價格牽涉開發業者機密報價混亂莫衷一是，所以成本分析的價格上可量化的資訊尚未完全，後續仍有進一步研究之必要。

6.2.2 效益分析

效益分析方面原則上可參考前節表 6.2 Rockwell 建構之成本效益評估準則權重表模式進行評估比較，但是由於目前的射頻識別大多是運用在物流業上，在交通運輸系統運用較少而且尚無相關的效益分析評估報告可供量化比較參考，所以，目前效益分析評估方面除了提供 Rockwell 建構的方法外，另將描述各種射頻識別系統架構時可能發生效益分析。

被動式射頻識別讀取器安裝於路側時，雖然安裝與維護時並不須要封閉車道，但是因為被動式射頻識別通訊區域僅能涵蓋單一車道，況且有鑑於實際道路車道之間無法設置路側式射頻識別讀取器，所以被動式路側式射頻識別讀取器並不適用於多車道系統，僅可適用例如公車專用道等單特定車道設計。

然而，安裝於車道正上方的被動式射頻識別讀取器，雖然安裝與維護時須短時間暫時封閉車道，但是卻可在每一個車道的正上高架設置射頻識別讀取器的天線，達到偵測每一車道每一部車輛的交通狀況，所以可適用於多車道系統。相對的，第一次安裝時鋼架建構的成本會比路側式昂貴，若考量節省成本因素，則可以考慮將天線安裝在現有路口的號誌燈桿子上。

主動式及半主動式射頻識別讀取器安裝於路側時，雖然理論上涵蓋區域可達數個車道，但是射頻識別係採微波技術傳輸容易因為遇到車輛的金屬屏蔽衰減阻隔而產生通訊死角，而且路側式安裝會讓路人產生電磁輻射有礙健康的疑慮。

雖然環路線圈偵測器單價成本低、準確性高，但是道路施工工程與封閉車道社會成本以及定期維護更新環路線圈的成本卻相當可觀。但是，非環路線圈偵測器者，例如射頻識別係多採高架式架設，則須考量鋼構立桿的成本，所以各有其優缺點，故因地制宜各取所長，相互搭配設計，才能設計出合適交通運輸資訊蒐集系統。

完整的成本效益分析並非僅單純考量材料及建置成本的因素，更應該廣泛地考慮對於交通的衝擊與車輛壅塞之燃料耗費的社會效益成本，以及日後衍生的民眾抗爭補償的心理感受與實質支付的安親睦鄰經費，而且若是路面修建或翻新時，是否還須額外的維護成本，最重要的是政策的支持度等因素，這些準則即使無法量化處理，但卻是影響成敗最重要的關鍵。以下僅就乘客、司機、營運業者、政府單位等方面影響說明如后。

乘客方面：在公車站牌下等候公車的乘客們，如果可以因此知道所要搭乘的公車目前所在的位置，也可以知道預估公車到達車站的時間等交通訊息，可以讓乘客瞭解目前公車行駛路段壅塞情形，乘客也可以依照個人意願決定是否要繼續耐心等待公車或是改搭乘其他的交通運輸工具，節省乘客寶貴的時間，而且交通資訊的公開揭露，可以免去乘客與司機之間不必要的誤會發生。

司機方面：以前乘客等候不到公車時，不免會耐不住性子，質疑司機不盡責或是蹺班等事宜，而營運業者也會因此誤以為司機值勤時怠惰，若有電子標籤系統後，每位司機擁有其獨特唯一的電子標籤識別碼，公車的行蹤一目了然，司機便可不必再承受乘客與營運業者的責難與誤會。

營運業者方面：營運業者可充分地監督司機的勤務狀況與行車違規情形例如超速、繞路、過站不停等，更可藉此準確地分析各條公車路線的壅塞路段與壅塞時間，機動彈性地增派、縮減或調整公車的大小，以達到最有效益地服務乘客的需求，也可以監控各班公車行駛中加速或減速的情形，作為控制油料成本及司機駕駛品質重要的依據參考。

政府單位：交通資訊正確的公開，可廣獲市民好評，也可增加世界進步城市或國家的評分，邁向 U 化社會，增加政府的國際形象。另外可扶植國內 RFID 相關產業技術，提升相關產業競爭力。同時可以瞭解各營運業者在各條公車路線使用的效率，查證是否有過站不停或不按核准路線行駛等違規事宜，可容易地瞭解各道路交通的使用成效與壅塞路段和壅塞時間，作為將來調整公車路線規劃的重要參考指標，以減少塞車，節約效能，減少空氣污染的社會成本與降低因塞車時，增派警力指揮交通支援的成本。

第七章 電子標籤實際測試分析

目前 RFID 電子標籤已經逐漸廣泛地實際運用在物流業，但是當 RFID 電子標籤應用於交通資訊蒐集時，不論在運作環境、功能需求及運作流程，基本上與應用於物流業有一些差異性存在。因此本計畫希望藉由車輛安裝 RFID 電子標籤實際進行道路測試，初步分析及評估出符合應用於交通資訊蒐集之 RFID 系統及其安裝架構，以作為未來示範測試計畫選用之參考依據。

但是首先要說明雖然國外有許多 RFID 系統可適用於交通資訊蒐集，例如 Transcore、Alien、Identec、Active Wave、Tag Master 及 Nedap 等公司之 RFID 產品。但是目前國內可以購得（通過電信總局型式認證）適用於交通資訊蒐集之 RFID 產品很少。其原因主要為各國對 RFID 系統可使用頻段之規範不盡相同，例如美國 RFID 在 UHF 頻段可使用之頻段為 902M~928M Hz，而台灣則為 922M~928M Hz，而且即使頻段相同也還有發射功率大小限制不同等因素。因此通常國外 RFID 產品尚須修改設計後，才能通過我國電信總局型式認證合法販售。國內代理 RFID 系統廠商，一方面須原廠修改 RFID 設計及支出認證費用，另一方面評估國內應用 RFID 系統於交通資訊蒐集之市場規模尚待開發，因此代理產品種類不多。

基於上述原因，本團隊至今能夠取得進行測試的 RFID 系統有限，因此相關結論是初步分析評估之結果，此部分未來還有努力之空間。以下將就本團隊進行之 RFID 實際測試結果，進行相關說明。

7.1 RFID 測試系統

表 7.1 列出進行電子標籤實際測試時，所測試的各種 RFID 系統。其中廠牌 A 及廠牌 B 為被動式 RFID 系統，其操作頻段皆為 UHF 頻段。而廠牌 C 為半主動式 RFID 系統，其操作頻段為 2.45 GHz。金屬用電子標籤表示此電子標籤乃特別設計可固定於金屬表面使用，玻璃用電子標籤則是電子標籤特別設計可貼附於玻璃使用（玻璃介於讀取器與電子標籤之間）。

表 7.1 進行測試之各種 RFID 系統

RFID 讀取器種類	主要規格	RFID 電子標籤測試種類	最遠讀取距離
A 廠牌	被動式 UHF 頻段 EIRP 4W 天線外接	金屬用電子標籤 a 玻璃用電子標籤 b	約 3 米
B 廠牌	被動式 UHF 頻段 EIRP 4W 天線內嵌	金屬用電子標籤 a 玻璃用電子標籤 b	約 3 米
C 廠牌	半主動式 2.45GHz EIRP 75mW 天線內嵌	金屬用電子標籤 c (電子標籤使用壽命約 8 年)	約 10 米
D 廠牌	半主動式 2.45GHz EIRP 65mW 天線內嵌	金屬用電子標籤 d (電子標籤使用壽命約 5 年)	約 4 米

註 1：UHF 頻段之頻率範圍 902MHz~928MHz，此頻段並非電信總局開放之頻段 922MHz~928MHz。

註 2：電信總局規範 UHF 頻段被動式 RFID 讀取器之發射功率室內最高為 EIRP 4W，室外最高為 EIRP 2W。

註 3：被動式 RFID 電子標籤應不含電池，通常無使用年限。

7.2 RFID 測試架構

7.2.1 高架式架構

高架式 RFID 測試架構參考圖 7.1，其中 RFID 讀取器安裝於 L 形或冂形鋼架上，使得 RFID 讀取器位於道路之正上方，而 RFID 電子標籤則安裝於車頂（金屬用）或前擋風玻璃（玻璃用）上。此架構優點是通訊死角較少，不易受阻擋干擾。但是 Reader 與 Tag 皆須注意安裝角度，不易施工。另一方面施工成本也較高

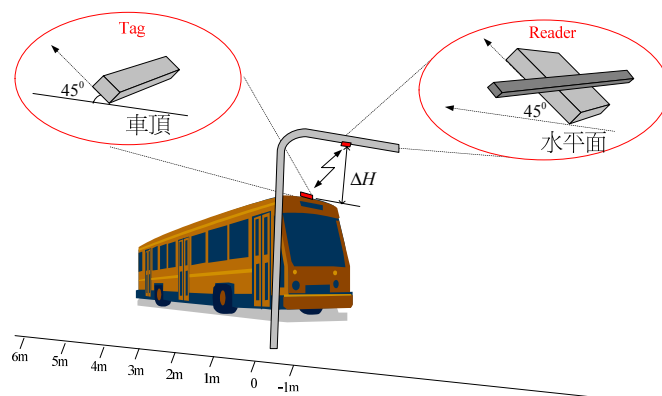


圖 7.1 高架式 RFID 測試架構

7.2.2 路側式架構

路側式 RFID 測試架構參考圖 7.2，其中 RFID 讀取器安裝於路側之鋼架，而 RFID 電子標籤則安裝於車側（金屬用）或窗戶玻璃（玻璃用）上。此架構優點是 Reader 與 Tag 安裝容易，裝設時只須與車行方向平行及地面垂直，另比起高架式架構其施工成本較低且維護容易。缺點是通訊區範圍較小、易受阻擋干擾。

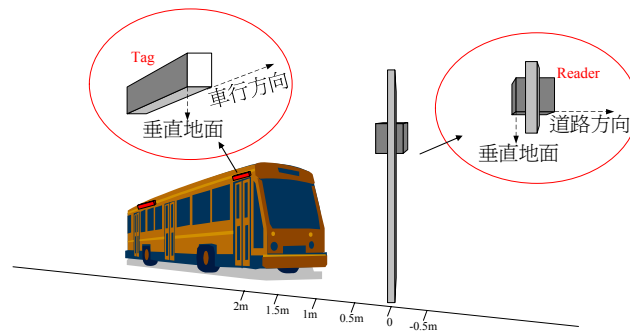


圖 7.2 路側式 RFID 測試架構

7.3 RFID 測試結果

7.3.1 測試一

- 測試架構：路側式
- 測試地點：電信研究所測試車道
- 天候狀況：陰天
- 測試系統：A 廠牌、金屬用電子標籤 a（安裝於車輛外部與讀取器等高，參考圖 7.2）
- 測試車輛：公務車
- 測試項目：是否可讀取
- 測試結果：○表示可正確讀取，x表示無法讀取

表 7.2RFID 測試一

車速 \ L	1m	2m	3m
5~10 km/hr	○	○	○
15~20 km/hr	○	○	×
25~30 km/hr	○	○	×
35~40 km/hr	○	○	×

註： L 為讀取器與電子標籤之最小距離

7.3.2 測試二

- 測試架構：路側式
- 測試地點：電信研究所測試車道
- 天候狀況：晴
- 測試系統：A 廠牌、玻璃用電子標籤 b (黏貼於車內玻璃處與讀取器等高)
- 測試車輛：公務車
- 測試項目：是否可讀取
- 測試結果：○表示可正確讀取，x表示無法讀取

表 7.3RFID 測試二

車速 \ L	1m	2m	3m
5~10 km/hr	○	○	x
15~20 km/hr	○	x	x
25~30 km/hr	○	x	x
35~40 km/hr	x	x	x

註： L 為讀取器與電子標籤之最小距離

7.3.3 測試三

- 測試架構：高架式
- 測試地點：電信研究所測試車道
- 天候狀況：晴
- 測試系統：B 廠牌、金屬用電子標籤 a (安裝於車輛外部車頂，參考圖 7.1)
- 測試車輛：公務車
- 測試項目：是否可讀取
- 測試結果：○表示可正確讀取，x表示無法讀取

表 7.4 RFID 測試三

ΔH 車速	1.5m	2.1m	2.8m
5~10 km/hr	○	○	○
15~20 km/hr	○	○	○
25~30 km/hr	○	○	○
35~40 km/hr	○	○	○

註： ΔH 為讀取器與電子標籤之最小距離

7.3.4 測試四

- 測試架構：路側式
- 測試地點：快速道路
- 天候狀況：晴
- 測試系統：C 廠牌、金屬用電子標籤 c (安裝於車輛外部與讀取器等高，參考圖 7.2)
- 測試車輛：公務車
- 測試項目：是否可讀取
- 測試結果：○表示可正確讀取，x表示無法讀取

表 7.5 RFID 測試四

L 車速	1.5m	3.9m	5.1m
20 km/hr	○	○	○
30 km/hr	○	○	○
40 km/hr	○	○	○
50 km/hr	○	○	○
60 km/hr	○	○	○
70 km/hr	○	○	○

註： L 為讀取器與電子標籤之最小距離

7.3.5 測試五

- 測試架構：路側式
- 測試地點：快速道路
- 天候狀況：晴
- 測試系統：A 廠牌、金屬用電子標籤 a (安裝於車輛外部與讀取器等高，參考圖 7.2)
- 測試車輛：公務車
- 測試項目：是否可讀取
- 測試結果：○表示可正確讀取，×表示無法讀取

表 7.6 RFID 測試五

車速 \ L	1.5m	3.9m	5.1m
10 km/hr	○	○	×
40 km/hr	○	○	×
50 km/hr	○	○	×
55 km/hr	○	○	×
65 km/hr	○	○	×

註： L 為讀取器與電子標籤之最小距離

7.3.6 測試六

- 測試架構：路側式
- 測試地點：快速道路
- 天候狀況：晴
- 測試系統：D 廠牌、金屬用電子標籤 d (安裝於車輛外部與讀取器等高，參考圖 7.2)
- 測試車輛：公務車
- 測試項目：是否可讀取
- 測試結果：○表示可正確讀取，×表示無法讀取

表 7.7 RFID 測試六

車速 \ L	1.5m	3.9m	5.1m
30 km/hr	○	○	×
40 km/hr	○	○	×
50 km/hr	○	○	×
60 km/hr	○	○	×
70 km/hr	○	○	×
80 km/hr	○	○	×

註： L 為讀取器與電子標籤之最小距離

7.4 初步測試結果分析

- (1) 玻璃用被動式 Tag 易受不同玻璃規格及隔熱紙影響，未來示範測試應選擇金屬用 Tag。雖然高架式比路側式容易有較佳讀取率，但因考量建置成本、景觀及安全等因素，未來示範測試架構將採用路側式架構。
- (2) 高架式和路側式兩種架構都可藉由調整 RFID 讀取器和 RFID 電子標籤之相對通訊角度及相對高度，進而改變系統之通訊區域。在本次測試分析中僅作初步測試，未來在示範測試計畫中應是重點，應事先模擬現場或現場實際量測分析。
- (3) 依目前電總 LP0002 規範，UHF 被動式 RFID 室外發射功率僅能 2W EIRP，現有 UHF 被動式 RFID 系統產品是否能用於交通參數蒐集，尚須進一步測試驗證。
- (4) 現有 2.45G 半主動式 RFID 系統產品，依據初步測試結果，不管在車速、距離方面符合示範測試計畫之要求。
- (5) 依據第一次/第二次專家學者意見及本計畫初步測試之結果評估，未來示範計畫採用之 RFID 系統應以半主動式或主動式較

為適宜，操作頻段 UHF 及 2.45G 皆可。

7.5 結語

選擇何種 RFID 電子標籤作為蒐集交通資訊之用，需考量之因素很多，包含符合電信總局規範、適用車輛速度、可讀取距離、可使用年限、干擾問題及讀取率準確度等。因此不管是 433MHz 頻段之主動式 RFID、或者是 UHF 及 2.45GHz 頻段之主動/半主動 RFID，只要能夠符合系統規格要求，都可以用於蒐集交通資訊。但如先前曾提及，雖然國外有許多 RFID 系統可適用於交通資訊蒐集，但因國內應用 RFID 系統於交通資訊蒐集之市場規模尚待開發，因此國內目前可以買到適合用於蒐集交通資訊之 RFID 產品種類不多，因此在本研究中，只能針對目前國內可購得之 RFID 系統進行測試。因此未來示範測試計畫中，如何取得不同種類 RFID 產品進行測試分析，是一項重要目標。

第八章 示範測試計畫規劃

8.1 示範測試計畫目的

以車輛安裝 RFID 電子標籤來蒐集交通資訊，至今仍是一項嶄新且具挑戰性的應用研究。本研究希望藉由示範測試系統之執行，完成以下目的：

- (1) 以 RFID 技術協助蒐集交通資訊，藉以評估 RFID 技術在交通運輸應用上可行性。
- (2) 藉由 RFID 蒐集交通資訊示範測試系統之完成，使得能夠加強對車輛定位、行車速度、行車時間、行車安全等進行監控，提供即時交通資訊，構置整合式之 ITS 服務範例，協助強化 NITI 基礎建設。
- (3) 研擬完成以 RFID 蒐集交通資訊之後續推動策略及措施，可作為未來執行相關計劃之依據。

在示範測試計畫中，計畫以 RFID 技術蒐集包括流量、佔有率、平均速度、車種分類及車輛停止偵測等交通資訊參數作為測試評估項目。在測試階段最重要是所獲得之資料須能夠驗證，因此示範計畫應結合如環路偵測器或影像偵測器等其他偵測器量測之結果進行比較驗證。在示範測試階段，考量申請、施工、建置與復原等因素後，以影像攝影做輔助驗證機制應較可行。因此在示範計畫測試計畫中，將規劃結合攝影機所量測或記錄之資料進行比較驗證。在示範計畫測試評估階段，將藉由比較驗證進而調整參數之細部數值，讓 RFID 所量測之交通資訊有其實用性。

8.2 示範測試對象

基於 RFID 電子標籤於國內外皆有涉及隱私權保護的問題，為了讓示範測試計畫能夠順利執行，因此本計畫早期研究對象及示範測試對象是選擇中華大車隊（商用車輛）及行駛公車專用道之公車（大眾運輸車輛）兩個規劃方向。在經過專家學者提供寶貴意見及本研究團隊評估後，最後決定以台北市行駛『公車專用道』之公車作為本示範測試計畫之示範測試對象，參考圖 8.1。



圖 8.1 示範測試對象：台北市行駛『公車專用道』之公車

以台北市行駛『公車專用道』之公車作為示範測試對象有以下幾點理由：

- (1) 公車屬大眾運輸車輛，對公車進行 RFID 相關交通資訊之蒐集，較無侵犯個人隱私權問題。
- (2) 『公車專用道』無其他車輛干擾，測試環境較單純。
- (3) 若能選擇適當公車專用道測試路段，讓通過此測試路段之

公車數量是可預先管控並全部安裝 RFID 電子標籤，則測試時將可確保經過測試路段的公車，皆有安裝 RFID 電子標籤。

- (4) 測試路段選擇涵蓋兩個公車站以上，則公車到離站及預估公車到站時間之交通資訊及應用容易實施。

8.3 示範測試路段

選擇適當公車專用道作為示範測試路段，實施對公車進行 RFID 相關交通資訊蒐集，本研究基於以下幾點考量：

- (1) 預定選定兩公車站作為測試點，除了在兩公車站間實施流量、佔有率、平均速度、車種分類及車輛停止偵測等交通資訊參數測試外。同時規劃針對衍生應用資訊，如公車到離站時間及預估公車到站時間進行測試評估。
- (2) 能夠讓測試公車路線數量及所屬客運公司單純，一方面確保有足夠 RFID 電子標籤可安裝於每輛測試公車，另一方面屆時聯絡公車安裝 RFID 電子標籤時，可減少相關程序與時間。
- (3) 通過兩測試點之公車路線須一致，以避免中途有公車駛離或加入測試路段，造成干擾示範測試計畫。
- (4) 有適合安裝設備之設施或場地，以利測試設備安裝施工及測試期間設備之保全。

經過實地勘查仁愛路、信義路、民權東路及敦化北路等路線之公車專用道後，最符合以上選擇考量之公車專用道為位於信義路線上之『信義路杭州路口』至『信義路林森路口』路段，請參考圖 8.2 及圖 8.3。此路段之相關公車路線資訊為：

- (1) 8 條公車路線 (0 東、20、204、22、38、信義幹線、指 3、15)
- (2) 3 家營運公司 (大都會客運、首都客運、指南)

(3) 約 150 輛公車

未來相關示範測試計畫之設計，即根據此選定之示範測試路段進行後續工作。

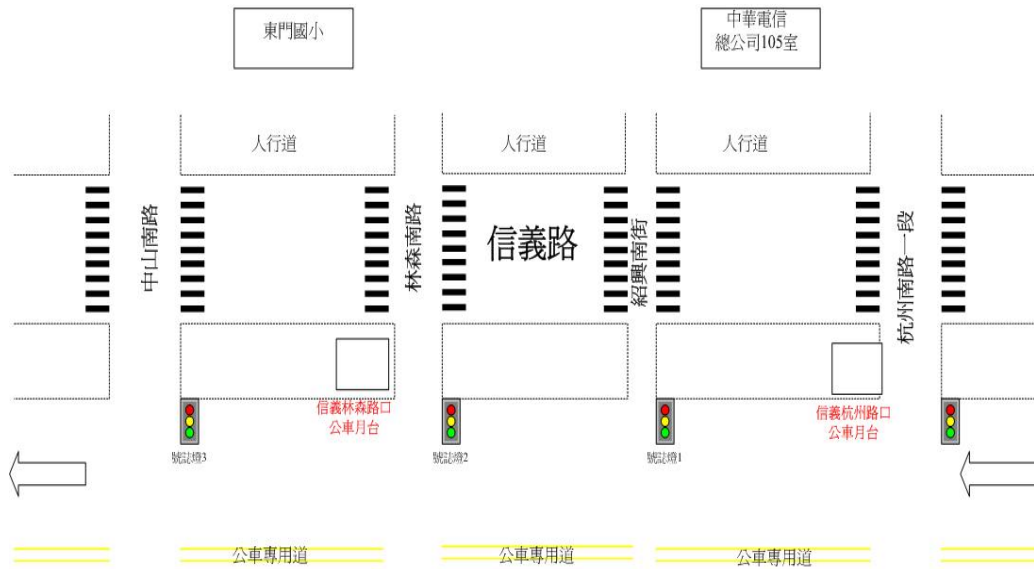


圖 8.2 選定示範測試路段之平面圖



圖 8.3 選定之示範測試路段實景圖

8.4 系統設計與架構

依據所選定公車專用道測試路段，有關對公車進行 RFID 相關交通資訊參數蒐集如流量、佔有率、平均速度、車種分類及車輛停止偵測，衍生應用資訊如公車到離站時間及預估公車到站時間之系統設計請參考圖 8.4。在信義杭州路口公車站設計蒐集的交通參數流量、車種分類及公車到離站時間。規劃在紹興南路口至林森南路口之間進行流量、佔有率、平均速度、車種分類及車輛停止偵測交通參數蒐集。在林森南路口公車站進行流量、車種分類、車輛停止偵測、到離站時間及預估到站時間之測試。

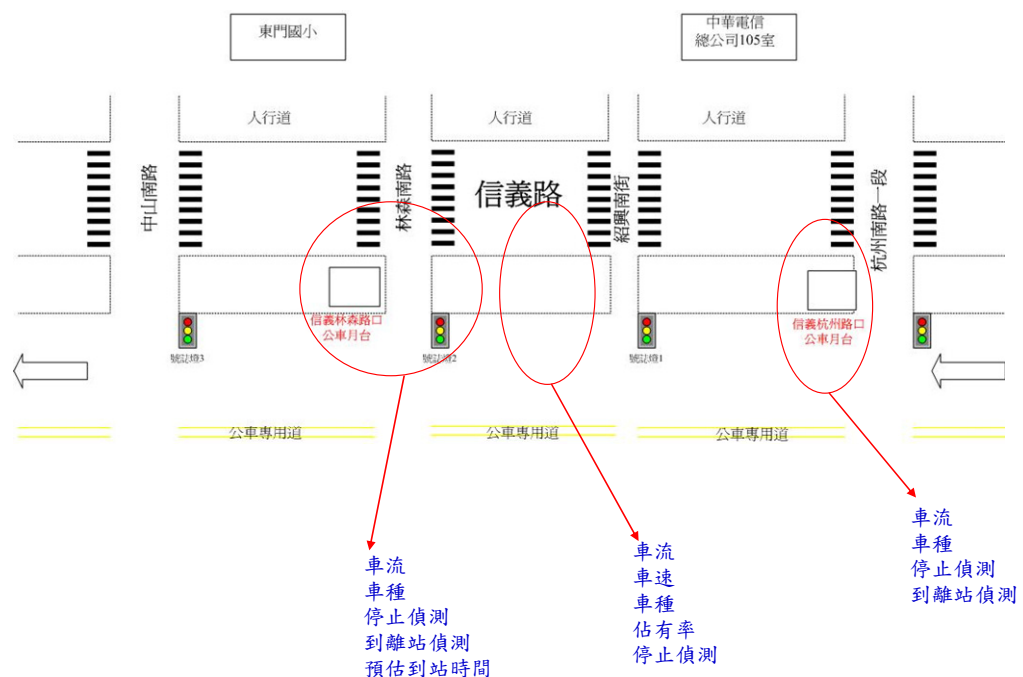


圖 8.4 示範測試路段交通資訊參數蒐集設計

參考圖 8.5 示範測試計畫設備配置示意圖，設備配置乃依據

欲蒐集交通資訊參數進行設計。其中 RFID Reader 功用在於讀取安裝在公車上的 RFID 電子標籤，並透過 Ethernet 網路或是諸如 GPRS、WLAN 的無線網路，將資料集中於中介電腦的中介軟體處理後，並與影像偵測器取得的影像做不定時的交通參數人工相互比對研判其準確率，最後將相關的交通參數資訊以網路傳送至 ITS 資料庫或交控中心做一整體的統計與分析。

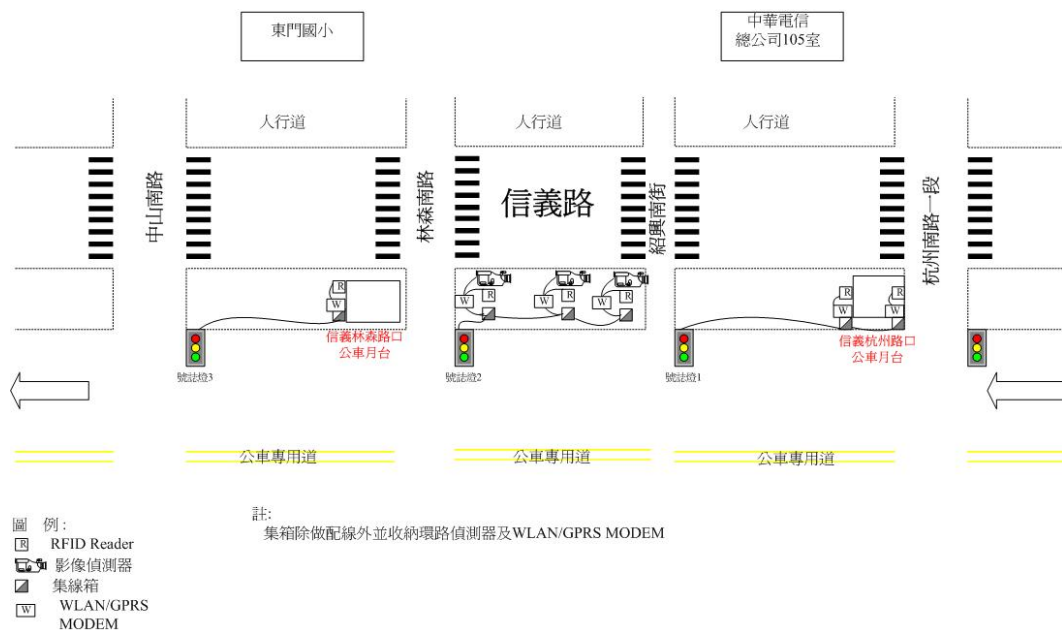


圖 8.5 示範測試計畫設備配置示意圖

在示範測試計畫相關設備之介面設計，如圖 8.6 所示。各系統間之使用介面如下：

- (1) 每一 RFID 讀取器使用 RS-232 介面與 GPRS Modem 連接。
- (2) 中介電腦使用 Ethernet 介面與影像電腦、GPRS 工作站與 WLAN 基地台連接，並透過 internet 與外部網路的交控中心及 ITS 資料庫連線。
- (3) 影像偵測器使用 Ethernet 介面與 WLAN 基地台(Access Point)連線。

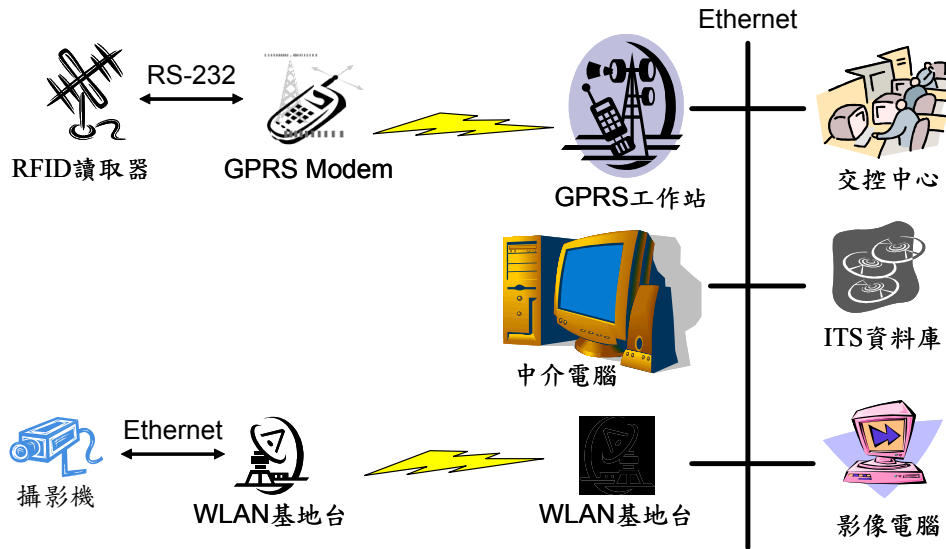


圖 8.6 蒐集交通資訊應用之硬體介面設計

示範測試系統之資料流設計說明如下：

- (1) 中介電腦有關讀取器的設定參數，透過 GPRS 工作站，以無線方式傳送給 GPRS Modem，再傳送至 RFID 讀取器，進行讀取器參數設定。
- (2) RFID 電子標籤的讀取資訊則透過 GPRS Modem 及 GPRS 工作站，傳送到中介電腦以進行資料的篩檢、分析及計算。
- (3) 影像電腦可透過 WLAN 設定攝影機，攝影機可將即時影像透過 WLAN 傳回至影像電腦，所計算出的交通參數，透過內部網路傳送給中介電腦進行資料的比對與顯示。

第九章 中介軟體設計及後端資訊系統規劃

9.1 RFID 中介軟體功能與周邊硬體介面簡介

9.1.1 應用於蒐集交通資訊之 RFID 中介軟體功能

中介軟體之功能架構如圖 9.1 所示。其中各模組功能如下所述：

- (1) 讀取器管理協調：於系統啟動時自動載入資料庫之參數設定並初始化 RFID 讀取器，並可在系統運作時協調多部 RFID 讀取器間的資料流，作有效的讀取器管理與設定。
- (2) 資料接收與解譯：當 RFID 讀取器讀取到 RFID 電子標籤時，讀取器會連續地送出資料，資料接收與解譯模組須篩檢 RFID 讀取器傳回之 RFID 電子標籤訊息，取得第一次、最後一次讀取到同一 RFID 電子標籤的時間及總共讀取的次數等資訊，作為應用參數計算的輸入資料。
- (3) 資料應用：為中介軟體的系統操作者的輸入與輸出介面，其功能主要有兩個部份，一是提供系統操作者 RFID 讀取器群組的模組化功能，依照實際需求，除了可增加或減少群組中的硬體架構設定，並可改變群組間的鏈結順序，可因應硬體架構的更動或公車行駛路線的變動，彈性地調整資料處理流程；二是負責交通參數的計算與顯示，除了計算單一群組的交通參數，包括車輛種類、車速、進出站時間等，並可計算群組間所衍生的交通參數，如預估之到離站時間等。
- (4) 資料整合與傳遞：一、資料庫功能，包括儲存參數計算所須的資料，如讀取器的位置、相鄰讀取器間關係及行駛路程設定等，作為系統初始化以及交通參數計算的參考依據，以及儲存參數計算結果。二、為中介電腦與影像電腦、GPRS 工作站、交控中心等伺服器間的資料傳遞介面，提供遠端系統的資料查詢。

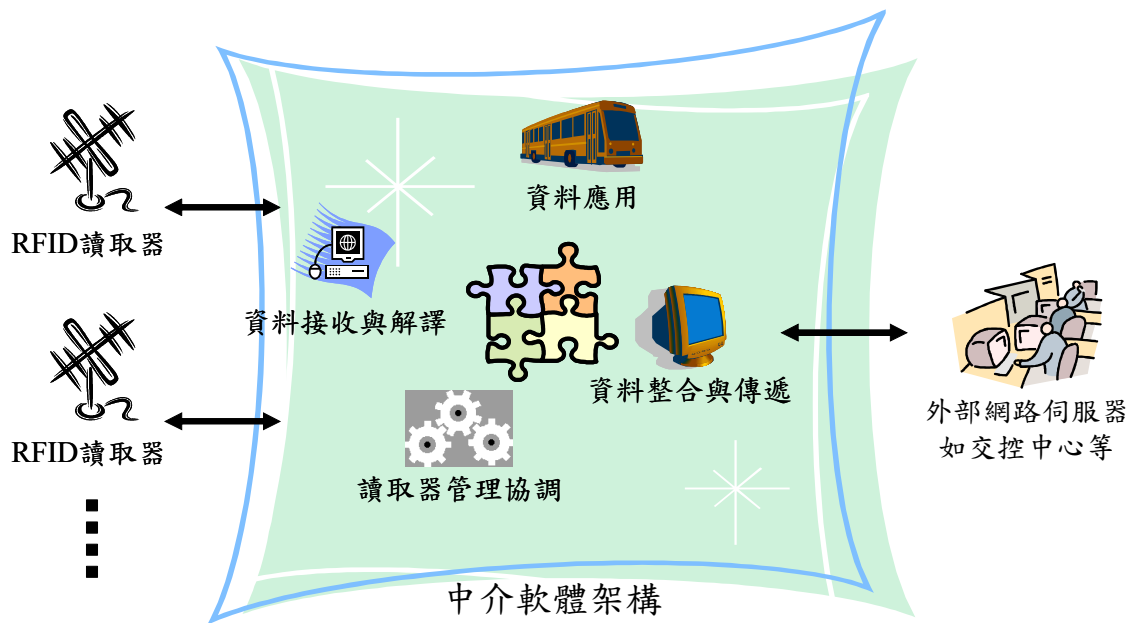


圖 9.1 蒐集交通資訊應用之 RFID 中介軟體功能架構

9.1.2 應用於蒐集交通資訊之 RFID 中介軟體之硬體介面

RFID 中介軟體週邊及其他交通參數偵測器(影像偵測器)之相關介面設計，如圖 9.2 所示。各系統間之使用介面如下：

- (1) 每一 RFID 讀取器使用 RS-232 介面與 GPRS Modem 連接。
- (2) 中介電腦使用 Ethernet 介面與影像電腦、GPRS 工作站與 WLAN 基地台連接，並透過 internet 與外部網路的交控中心及 ITS 資料庫連線。
- (3) 影像偵測器使用 Ethernet 介面與 WLAN 基地台(Access Point)連線。

RFID 中介軟體及其他交通參數偵測器(影像偵測器)之資料流：

- (1) 中介電腦有關讀取器的設定參數，透過 GPRS 工作站，以無線方式傳送給 GPRS Modem，再傳送至 RFID 讀取器，進行讀取器參數設定。
- (2) RFID 電子標籤的讀取資訊則透過 GPRS Modem 及 GPRS

工作站，傳送到中介電腦以進行資料的篩檢、分析及計算。

- (3) 影像電腦可透過 WLAN 設定攝影機，攝影機可將即時影像透過 WLAN 傳回至影像電腦，所計算出的交通參數，透過內部網路傳送給中介電腦進行資料的比對與顯示。

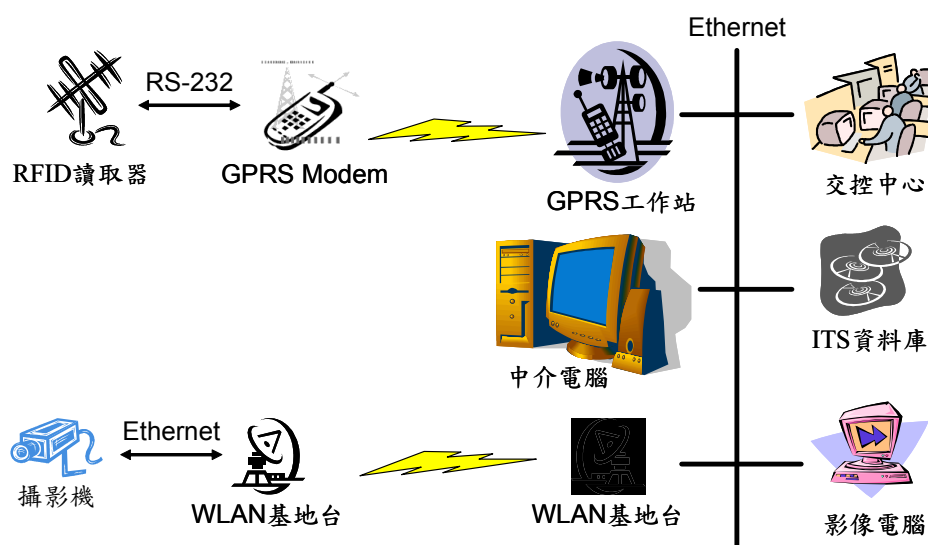


圖 9.2 蒐集交通資訊應用之 RFID 中介軟體硬體介面

9.2 應用於蒐集交通資訊之 RFID 中介軟體架構設計

9.2.1 應用於蒐集交通資訊之 RFID 中介軟體之實體功能架構

在實現中介軟體系統時，採用模組化架構以因應局部與整體之交通參數計算與蒐集，因此中介軟體區分成兩個部份，一是中介軟體前端模組，二是中介軟體後端模組，實現架構如圖 9.2 所示。前端模組主要功能包含圖 9.1 中介軟體功能架構中之讀取器管理協調、資料接收與解譯及部分的資料整合與傳遞功能，一個中介軟體前端模組處理單一 RFID 讀取器群組之資料，整合群組之交通參數，並接受後端模組的讀取器設定與資料查詢。後端模組主要功能包含圖 3.1 中介軟體功能架構中之資料應用及完整的資料整合與傳遞功能。

一個中介軟體可以有多個前端模組及一個後端模組，因應實際需要，兩個模組間透過資料整合與傳遞功能的設定，兩種模組可以安裝在同一部電腦或分散於各地的多部電腦，系統操作者透過後端模組所提供之人機操作介面設定與查詢資料，有效地管理系統。

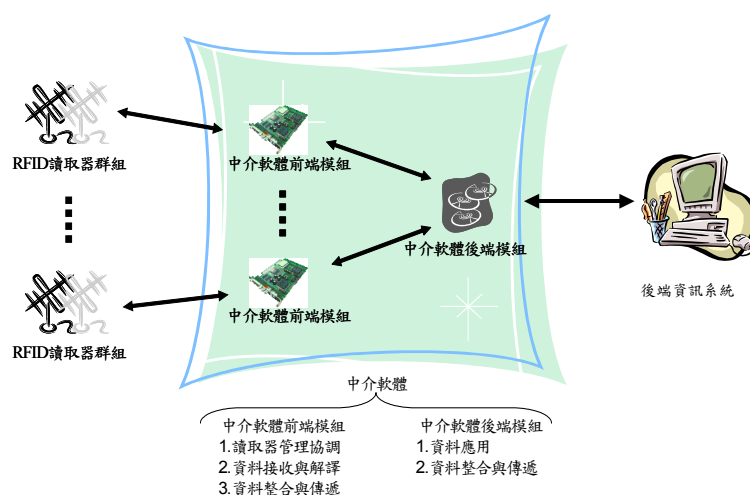


圖 9.3 中介軟體實體功能架構

9.2.2 中介軟體初始化資料處理流程

中介軟體提供系統操作者便捷的操作介面，供系統操作者依 RFID 讀取器實體建置位置鍵入對應資料，設定相鄰讀取器間的距離與群組關係。系統操作者設定公車行駛路線時，依序選擇行駛路線所經過的讀取器以完成讀取器間的鏈結關係，系統各介面的初始化設定資料項目如表 9.1 所示，於系統操作者完成實體架構與各模組及 RFID 讀取器編號的對應關係設定後，啟動執行初始化系統流程，依序設定中介軟體前端模組與 RFID 讀取器，如圖 9.4 所示。

表 9.1 中介軟體初始化資料設定參數

中介軟體各介面之初始化參數			
項次	系統操作者設定初始化參數	後端模組設定前端模組參數	前端模組設定 RFID 讀取器
1	公車路線對應 RFID 讀取器群組順序	系統時間	系統時間
2	讀取器應用群組編號	讀取器應用群組編號	
3	讀取器應用群組之組員數目	讀取器應用群組之組員數目	
4	讀取器 ID 編號	讀取器 ID 編號	
5	讀取器應用種類	讀取器應用種類	
6	相鄰讀取器間距離	相鄰讀取器間距離	
7	電子標籤應用群組編號	電子標籤應用群組編號	
8	電子標籤應用群組之組員數目	電子標籤應用群組之組員數目	
9	電子標籤 ID 編號	電子標籤 ID 編號	
10	電子標籤應用種類	電子標籤應用種類	
11	GPRS modem 編號	中介軟體前端模組編號	

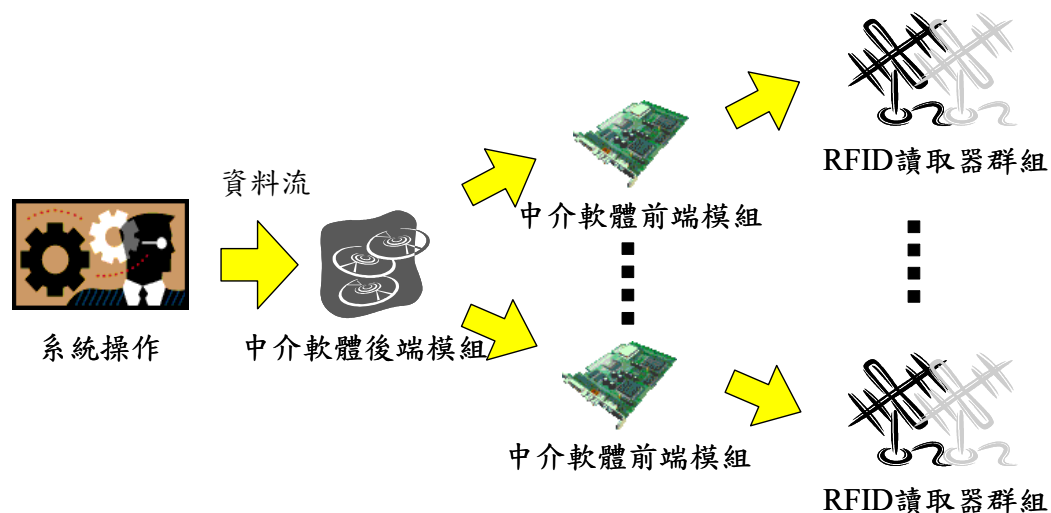


圖 9.4 中介軟體初始化資料流程

9.2.3 中介軟體交通參數計算之資料處理流程

當設置有 RFID 電子標籤的車輛通過 RFID 讀取器時，讀取器可讀取到該電子標籤的編號，該電子標籤停留在通訊區內的時

間長短，讀取器輸出該電子標籤的 ID 編號、讀取的時間及讀取器的 ID 編號，透過中介軟體前端模組的整合一個群組的交通資訊後再傳送給後端模組，例如一個群組可能是一個公車停靠站的進出站資訊或車速測試點的讀取器群組，也可以是比較複雜的組成，視中介軟體後端模組所提供的功能而定。最後由後端模組整合群組間的資訊，提供完成的公車路線各測試點、測試路段以及全區域的即時與預估性交通資訊。搜集交通資訊的流程與各介面資料項目分別如圖 9.5 與表 9.2 所示。

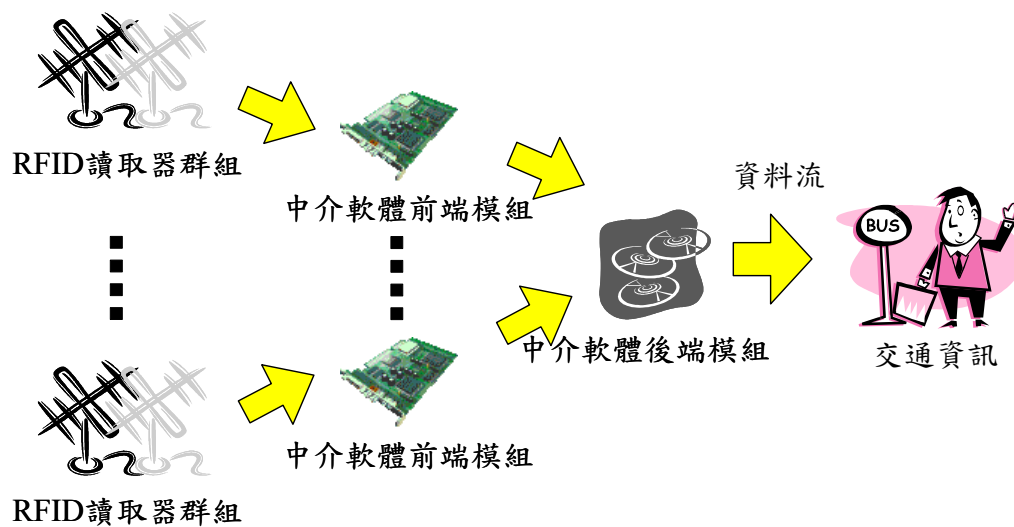


圖 9.5 中介軟體交通參數計算流程

表 9.2 中介軟體各介面所蒐集之交通參數

中介軟體各介面所傳遞之交通參數			
項次	RFID 讀取器輸出資料	前端模組 應用群組交通參數	後端模組 整合應用交通參數
1	讀取器 ID 編號	讀取器 ID 編號	讀取器 ID 編號
2	RFID 電子標籤 ID 編號	RFID 電子標籤編號	RFID 電子標籤編號
3	讀取電子標籤時間	最初讀取時間	車輛種類
4		最後讀取時間	到站時間
5		讀取次數	離站時間
6		使用單一讀取器測速	預估到站時間
7		使用群組讀取器測速	停止狀態偵測
8		停止狀態偵測	流量
9			佔有率
10			測試點車速
11			測試點平均車速
12			區段車速
13			區段平均車速

9.3 交通參數操作型定義

9.3.1 車種分類(Vehicle Classification)

以 C_v 代表車種分類、 Tag_{ID} 代表 RFID 電子標籤之 ID 及 $I(x)$ 代表中介軟體後端模組資訊系統所記錄之車種對應表，如表 9.3 所示。則車種分類之數學式可表示為：

$$C_v = I(Tag_{ID})$$

於實際量測時，設置有 RFID 電子標籤之車輛通過路側之 RFID 讀取器通訊範圍，經由讀取器、中介軟體前端模組至中介軟體後端模組，由表 9.3 之 RFID 電子標籤 ID 與車種對照表可查詢出該設置 RFID 電子標籤之車輛車種，若 $Tag_{ID}=1.FFF.FF1.FFFFF$ 則該車輛之車種 C_v 為公車。

表 9.3 RFID 電子標籤 ID 與車種對照表

RFID 電子標籤之 ID	車種分類
X.XXX.XX0.XXXXXX	小客車
X.XXX.XX1.XXXXXX	公車
X.XXX.XX2.XXXXXX	小貨車
X.XXX.XX3.XXXXXX	大貨車
X.XXX.XX4.XXXXXX	拖車
X.XXX.XX5.XXXXXX	砂石車
X.XXX.XX6.XXXXXX	貨櫃車

註：X 表示 16 進制 0~F 間之任意值。

9.3.2 流量(Volume)

以 V 代表受測道路之車輛流量、 ΔT 代表量測流量時的起訖間隔時間及 N_{diff} 代表於 ΔT 時間內所讀取之不同群組 RFID 電子標籤之總數，則流量之數學式可表示為：

$$V = \frac{N_{diff}}{\Delta T}$$

若 $\Delta T=10$ 分鐘及 $N_{diff}=25$ ，則 $V=2.5$ 輛/分鐘。實際量測時，因應相同車輛可能裝設有多個 RFID 電子標籤，因此初始化時，須作電子標籤群組的設定，相同群組的電子標籤於計算車流量時，僅能計算一次，多餘的資料，可由前端模組或後端模組利用群組編號進行篩檢。

9.3.3 佔有率(Occupancy)

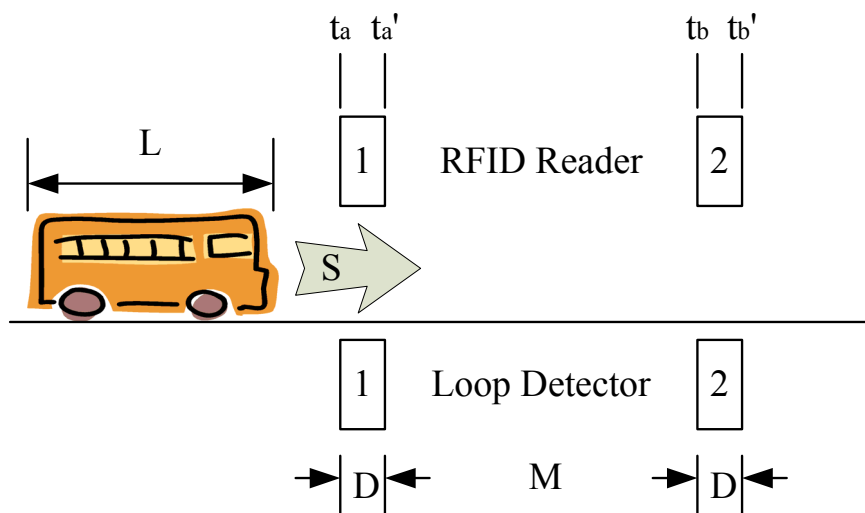


圖 9.6 佔有率計算示意圖

設車身長度為 L 、車輛行進速度為 S ，車輛通過單位距離的時

間為 $t_o = L/S$ ，則在測量時間 ΔT 內，佔有率定義為 $O = \frac{\sum_{i=1}^N t_{oi}}{\Delta T}$ ， N 表示有 N 輛車通過。

(1) 單一測試點

以測試點 1 為例，在測試點 1 的車輛通過時間差 $t_D = t'_a - t_a$ ，其中 t_a 與 t'_a 分別為於測試點 1 第一次及最後一次讀取到電子標籤的時間，若讀取器的讀取範圍為 D ，則車輛在測試點 1 的車速為 $S = \frac{D}{t_D}$ ，則 $t_o = L/S$ 。

因環境因素可能會對讀取範圍 D 造成影響，造成速度測量結果的誤差，進而影響佔有率的計算。

[註]使用 Loop detector 測量：

由單一測試點所量測到車輛通過通過時間差 t_D ，乃是車輛頭部進入偵測範圍至車輛尾部離開偵測範圍的時間，若偵測器的偵測範圍為 D ，則 $t_D = \frac{L+D}{S}$ ，當 $L \gg D$ 時， $t_D \approx t_o$ 。

(2) 兩測試點

測試點 1 及測試點 2 的距離為 M ，則車輛通過測試區段的時間差為 $t_D = t_b - t_a = t'_b - t'_a$ ，則車輛在該區段的車速為 $S = \frac{M}{t_D}$ ，則 $t_O = L/S$ 。

在兩個測試點距離相近的情況下，車輛的速度變化降低，且環境因素對測試點 1 及測試點 2 的影響狀態相近，則測量結果將會較單一測試點來得準確。

利用單一測試點所量測的佔有率，代表該測試點的道路佔用狀態，佔有率的測量結果與車流量與行車速度有相對關係，可視為一塞車指數，應用於公車之交通資訊，若測試點於公車停靠站附近，則佔有率與公車停靠站之上下客時間、紅綠燈等待時間有密切關係，若於行駛途中，則與單位時間通過的公車數量有關，故佔有率可作為紅綠燈時間控管、發車密度調整的參考。

9.3.4 平均車速(Average Speed)

以 S 代表車速、 ΔT 代表同一 RFID 電子標籤被兩讀取器讀取之時間差及 ΔL 代表此兩讀取器沿著道路之架設距離，則車速之數學式可表示為：

$$S = \frac{\Delta L}{\Delta T}$$

若兩讀取器之架設距離小於 10 公尺，所量測到之速度為瞬間速度，以 S_M 表示。以每 N 分鐘為單位統計通過測試點之各車輛之車速平均值為測試點平均速度 S_{AM} 。如 N 分鐘內有 W 部車(W 個 RFID 標籤群組)通過某一測試點，則測試點平均速度之數學表示式如下，其中 S_{iM} 為第 i 部車的區段速度。

$$S_{AM} = \frac{1}{W} \sum_{i=1}^W S_{iM}$$

若兩讀取器之架設距離大於 100 公尺或經過紅綠燈路口，所

量測到之速度為區段速度，以 S_B 表示。以每 N 分鐘為單位統計通過區段終點測試點之各車輛之車速平均值為區段平均速度 S_{AB} 。如 N 分鐘內有 W 部車(W 個 RFID 標籤群組)通過某一區段，則區段平均速度之數學表示式如下，其中 S_{iB} 為第 i 部車的區段速度。

$$S_{AB} = \frac{1}{W} \sum_{i=1}^W S_{iB}$$

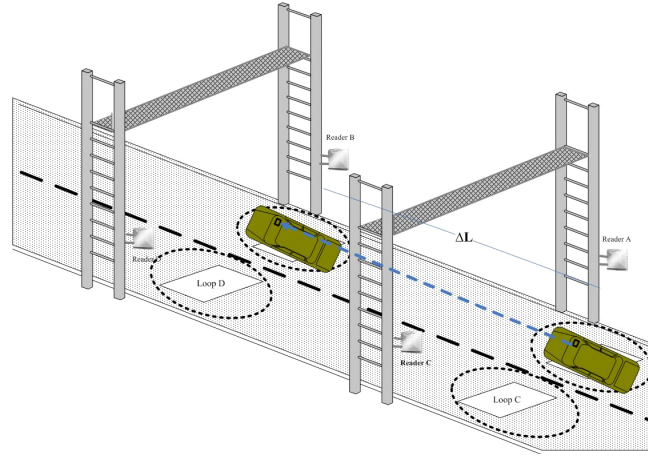


圖 9.7 RFID 交通參數平均車速偵測示意圖

以圖 9.7 為例子，若 $\Delta T=0.5$ 秒及 $\Delta L=5$ 公尺則瞬間車速 $S_M=36$ km/hr，若於 N 分鐘內無其他任何車輛通過，則測試點平均速度 S_{AM} 為 36km/hr。

9.3.5 車輛停止偵測

某一測試點之車輛停止偵測，由該一測試點所提供之上述參數：佔有率、平均車速及 RFID 連續滯留時間($T_{SameTagRead}$)所決定。若某一測試點讀取器可同時提供上述三者之資訊，以 t 代表一段時間、 O_t 代表 t 時間內所量測之佔有率、 S_{At} 代表 t 時間內所量測之平均速度及 RFID 連續滯留時間 $T_{SameTagRead}$ 代表同一 RFID 電子標籤被連續讀取到之時間，則該測試點之車輛停止偵測為真之布

布林函數表示式為：

$$O_t > 0.4 \text{ or } S_{At} < 20\text{km/hr} \text{ or } T_{\text{SameTag Read}} > 30\text{sec}$$

若該測試點未能提供其中某項資訊，則該資訊之布林函數判斷式不列入車輛停止偵測判斷式。

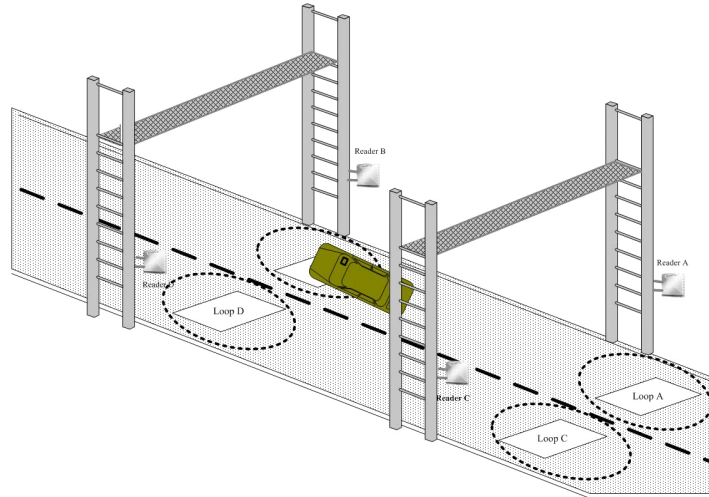


圖 9.8 RFID 交通參數車輛停止偵測示意圖

以圖 9.8 為例子，若 RFID 在目前車輛停止之測試點被讀取器持續讀取到之 RFID 連續滯留時間 $T_{\text{SameTag Read}}$ 大於 30 秒，且該測試點均未提供平均車速及流量資訊，則判斷目前車輛屬停止狀態。

9.3.6 到站時間(Arrival Time, T_A)

前端模組接收到讀取器之電子標籤資料時，比對讀取器 ID 編號與初始化時設定之讀取器測試種類，若確定該讀取器為公車停靠站進站處之讀取器，則該讀取器所讀取到電子標籤的最初讀取時間為到站時間 T_A 。

9.3.7 離站時間(Departure Time, T_D)

前端模組接收到讀取器之電子標籤資料時，比對讀取器 ID

編號與初始化時設定之讀取器測試種類，若確定該讀取器為公車停靠站離站處之讀取器，則該讀取器所讀取到電子標籤的最後讀取時間為離站時間 T_D 。

9.3.8 預估車輛到站時間

由目前車輛停靠站出站之讀取器確定此站離站時間 T_D ，由下一站獲知先前車輛之區段平均車速 S_{AB} （採區段平均車速計算，可降低交通燈號對時間計算的影響），乘以兩站間之距離 D ，可預估車輛行駛下一區段所須時間，加上離站時間為下一站之預估車輛到站時間，數學表示式為：

$$T_{AE} = T_D + D/S_{AB}$$

同理，將各區段之區段平均速度乘以各站之間距，加上目前之離站時間，可推算下 N 站之預估車輛到站時間。

$$T_{AE_N} = T_D + \sum_{n=1}^N D_n / S_{AB_n}$$

其中 N 小於目前車輛與前一同路線車輛所在之站差。

9.4 情境模擬

9.4.1 旅程設計

RFID 讀取器的架設方式描述如下，在兩個公車停靠站之前後各架設一部讀取器，用以分別偵測公車之進站與離站狀態，在公車行駛路段中某一測試點，使用兩部讀取器用以量測速度參數，故總共使用六部讀取器，依公車行駛路徑的先後順序，讀取器的設置點編號由小至大編排，對應之測試種類分別為公車停靠站進站、公車停靠站離站、測速 1、測速 2、公車停靠站進站及公車停靠站離站，讀取器及相鄰讀取器間之相關資訊如表 9.4 所列，包含讀取器之序號、測試種類及與相鄰讀取器間的架設距離

資訊。

假設信義路自杭州南路至林森南路測試路段，共有 9 路公車路線通過，模擬於上午 8 點至 9 點內通過該測試路段的公車裝設有 RFID 電子標籤(TAG)，公車路線、種類與電子標籤序號對應表如表 9.5 所示。

產生公車旅程表時，做下列假設，產生時間列表：

- (1)假設自上午 8 時至 9 時，每路線公車有 4 個班次，每班次間隔約 15 分鐘，隨意分配各班次之通過時間。
- (2)假設公車通過兩公車停靠站的區段速度，依此速度參考表 9.4 所列各讀取器間的距離，計算各公車通過兩停靠站的到離站時間。
- (3)假設公車通過兩公車停靠站中間測試點的速度，依此速度參考表 9.4 所列 3 及 4 號讀取器間的距離，計算各公車通過中間路段測試點的通過時間。

公車旅程時間列表，如表 9.6 所示：

表 9.4 RFID 讀取器架設編號、識別碼與相關參數

Reader 設置點編號	Reader 群組編號	Reader ID	測試種類	前一 Reader ID	距離(m)	下一 Reader ID	距離(m)
1	Null	rd001	進站	Null	Null	rd002	20
2	Null	rd002	離站	rd001	20	rd003	100
3	Null	rd003	測速 1	rd002	100	rd004	10
4	Null	rd004	測速 2	rd003	10	rd005	100
5	Null	rd005	進站	rd004	100	rd002	20
6	Null	rd006	離站	rd005	20	Null	Null

表 9.5 公車路線、種類與 RFID 電子標籤對應表

公車路線	車號	車種	Tag 群組 ID	Tag ID
0 東	AA-001	大型公車	Null	Tag 1001
0 東	AA-002	大型公車	Null	Tag 1002
0 東	AA-003	大型公車	Null	Tag 1003
0 東	AA-004	大型公車	Null	Tag 1004
20	BB-001	大型公車	Null	Tag 2001
20	BB-002	大型公車	Null	Tag 2002
20	BB-003	大型公車	Null	Tag 2003
20	BB-004	大型公車	Null	Tag 2004
204	CC-001	大型公車	Null	Tag 3001
204	CC-002	大型公車	Null	Tag 3002
204	CC-003	大型公車	Null	Tag 3003
204	CC-004	大型公車	Null	Tag 3004
204 區間	DD-001	大型公車	Null	Tag 4001
204 區間	DD-002	大型公車	Null	Tag 4002
22	EE-001	大型公車	Null	Tag 5001
22	EE -002	大型公車	Null	Tag 5002
22	EE -003	大型公車	Null	Tag 5003
22	EE -004	大型公車	Null	Tag 5004
22 區間	FF-001	大型公車	Null	Tag 6001
22 區間	FF-002	大型公車	Null	Tag 6002
38	GG-001	大型公車	Null	Tag 7001
38	GG -002	大型公車	Null	Tag 7002
38	GG -003	大型公車	Null	Tag 7003
38	GG -004	大型公車	Null	Tag 7004
670	HH-001	大型公車	Null	Tag 8001
670	HH -002	大型公車	Null	Tag 8002
670	HH -003	大型公車	Null	Tag 8003
670	HH -004	大型公車	Null	Tag 8004
信義幹線	II-001	大型公車	Null	Tag 9001
信義幹線	II -002	大型公車	Null	Tag 9002
信義幹線	II -003	大型公車	Null	Tag 9003
信義幹線	II -004	大型公車	Null	Tag 9004

表 9.6 公車旅程設計結果

Tag ID	rd001(進占)		rd002(離站)		rd003(測速1)		(假設)		rd004(測速2)		rd005(進站)		rd006(離站)		(假設)	
	1st讀取	last讀取	1st	停留時間	停止偵測	last	last	測點點車速	1st	last	1st	last	1st	last	last	區間車速
tag1001	08:00:30	08:00:31	08:00:41	00:00:30	08:01:11	08:01:26	08:01:26	27	08:01:26	08:01:27	08:01:41	08:01:42	08:01:52	08:02:22	08:02:57	25
tag1002	08:14:12	08:14:13	08:14:23	00:01:00	08:14:53	08:15:36	08:15:36	25	08:15:36	08:15:37	08:15:49	08:15:50	08:16:00	08:16:30	08:17:20	29
tag1003	08:30:40	08:30:41	08:30:51	00:00:55	08:31:21	08:31:58	08:31:58	31	08:31:58	08:31:59	08:32:10	08:32:11	08:32:21	08:32:51	08:33:06	32
tag1004	08:46:25	08:46:26	08:46:36	00:01:00	08:47:06	08:47:49	08:47:49	34	08:47:49	08:47:50	08:48:02	08:48:03	08:48:13	08:48:43	08:49:03	30
tag2001	08:02:51	08:02:52	08:03:02	00:00:30	08:03:32	08:03:43	08:03:43	31	08:03:43	08:03:44	08:03:54	08:03:55	08:04:05	08:04:35	08:05:35	34
tag2002	08:16:45	08:16:46	08:16:56	00:00:40	08:17:26	08:17:47	08:17:48	25	08:17:48	08:17:49	08:18:00	08:18:01	08:18:11	OFF	08:18:31	31
tag2003	08:35:20	08:35:21	08:35:31	00:01:25	08:36:01	08:37:01	08:37:11	28	08:37:11	08:37:12	08:37:26	08:37:27	08:37:37	08:38:07	08:38:47	25
tag2004	08:50:34	08:50:35	08:50:45	00:00:40	08:51:15	08:51:37	08:51:38	33	08:51:38	08:51:39	08:51:51	08:51:52	08:52:02	08:52:32	08:53:02	28
tag3001	07:55:44	07:55:45	07:55:55	00:01:35	07:56:25	07:57:42	07:57:43	25	07:57:43	07:57:44	07:57:56	07:57:57	07:58:07	07:58:37	07:59:47	30
tag3002	08:10:45	08:10:46	08:10:56	00:01:10	08:11:26	08:12:19	08:12:20	32	08:12:20	08:12:21	08:12:34	08:12:35	08:12:45	08:13:15	08:14:45	26
tag3003	08:20:08	08:20:09	08:20:19	00:00:35	08:20:49	08:21:06	08:21:07	31	08:21:07	08:21:08	08:21:20	08:21:21	08:21:31	08:22:01	08:22:11	28
tag3004	08:40:11	08:40:12	08:40:22	00:00:45	08:40:52	08:41:18	08:41:19	28	08:41:19	08:41:20	08:41:31	08:41:32	08:41:42	08:42:12	08:42:12	31
tag4001	08:17:50	08:17:51	08:18:01	00:00:55	08:18:31	08:19:06	08:19:07	30	08:19:07	08:19:08	08:19:18	08:19:19	08:19:29	08:19:59	08:20:19	34
tag4002	08:58:42	08:58:43	08:58:53	00:01:30	08:59:23	09:00:37	09:00:38	32	09:00:38	09:00:39	09:00:53	09:00:54	09:01:04	09:01:34	09:02:14	25
tag5001	08:02:39	08:02:40	08:02:50	00:00:10	OFF	08:03:13	08:03:14	28	08:03:14	08:03:15	08:03:28	08:03:29	08:03:39	08:04:09	08:04:19	27
tag5002	08:13:09	08:13:10	08:13:20	00:00:45	08:13:50	08:14:17	08:14:18	27	08:14:18	08:14:19	08:14:31	08:14:32	08:14:42	08:15:12	08:16:32	29

表 9.6 公車旅程設計結果(續)

Tag ID	rd001(進站)		rd002(離站)		rd003(測速1)		(假設)		rd004(測速2)		rd005(進站)		rd006(離站)		(假設)	
	1st讀取	last讀取	1st	停留時間	停止偵測	last	1st	last	1st	last	1st	last	1st	last	1st	last
tag5003	08:28:37	08:28:38	08:28:48	00:00:30	08:29:18	08:29:28	08:29:29	08:29:30	08:29:30	08:29:31	08:29:42	08:29:43	08:29:53	08:30:23	08:31:03	32
tag5004	08:52:40	08:52:41	08:52:51	00:01:10	08:53:21	08:54:01	08:54:01	08:54:02	08:54:02	08:54:03	08:54:15	08:54:16	08:54:26	08:54:56	08:55:06	30
tag6001	08:35:33	08:35:34	08:35:44	00:00:50	08:36:14	08:36:34	08:36:47	08:36:48	08:36:48	08:36:49	08:37:02	08:37:03	08:37:13	08:37:43	08:38:13	26
tag6002	08:44:10	08:44:11	08:44:21	00:01:50	08:44:51	08:46:11	08:46:24	08:46:25	08:46:25	08:46:26	08:46:39	08:46:40	08:46:50	08:47:20	08:47:40	27
tag7001	08:03:22	08:03:23	08:03:33	00:00:40	08:04:03	08:04:13	08:04:27	08:04:28	08:04:28	08:04:29	08:04:43	08:04:44	08:04:54	08:05:24	08:06:14	25
tag7002	08:14:27	08:14:28	08:14:38	00:01:00	08:15:08	08:15:38	08:15:53	08:15:54	08:15:54	08:15:55	08:16:10	08:16:11	08:16:21	08:16:51	08:17:21	24
tag7003	08:25:14	08:25:15	08:25:25	00:00:40	08:25:55	08:26:05	08:26:18	08:26:19	08:26:19	08:26:20	08:26:33	08:26:34	08:26:44	08:27:14	08:27:24	26
tag7004	08:37:05	08:37:06	08:37:16	00:01:20	08:37:46	08:38:36	08:38:46	08:38:47	08:38:47	08:38:48	08:38:58	08:38:59	08:39:09	08:39:39	08:39:59	33
tag8001	07:58:18	07:58:19	07:58:29	00:00:50	07:58:59	07:59:19	07:59:29	07:59:30	07:59:30	07:59:31	07:59:41	07:59:42	07:59:52	08:00:22	08:00:22	34
tag8002	08:07:00	08:07:01	08:07:11	00:00:30	08:07:41	08:07:41	08:07:52	08:07:53	08:07:53	08:07:54	08:08:05	08:08:06	08:08:16	OFF	08:08:36	32
tag8003	08:21:44	08:21:45	08:21:55	00:01:50	08:22:45	08:23:45	08:24:00	08:24:01	08:24:01	08:24:02	08:24:17	08:24:18	08:24:28	08:24:58	08:25:28	24
tag8004	08:42:26	08:42:27	08:42:37	00:01:40	08:43:07	08:44:17	08:44:29	08:44:30	08:44:30	08:44:31	08:44:43	08:44:44	08:44:54	08:45:24	08:45:34	30
tag9001	08:09:15	08:09:16	08:09:26	00:01:30	08:09:56	08:10:56	08:11:13	08:11:14	08:11:14	08:11:15	08:11:32	08:11:33	08:11:43	08:12:13	08:13:03	21
tag9002	08:18:35	08:18:36	08:18:46	00:00:30	08:19:16	08:19:16	08:19:29	08:19:30	08:19:30	08:19:31	08:19:44	08:19:45	08:19:55	08:20:25	08:21:15	27
tag9003	08:29:37	08:29:38	08:29:48	00:00:40	08:30:18	08:30:28	08:30:43	08:30:40	08:30:44	08:30:45	08:31:00	08:31:01	08:31:11	08:32:21	08:32:21	23
tag9004	08:48:48	08:48:49	08:48:59	00:00:50	08:49:29	08:49:49	08:50:00	08:50:01	08:50:01	08:50:02	08:50:13	08:50:14	08:50:24	08:50:54	08:52:04	32

9.4.2 前端模組之模擬輸出資料(raw data)

依據表 9.6 之公車旅程設計，依時間排列相對應之資料，模擬前端模組之輸出資料，其內容應包含，RFID 讀取器序號、電子標籤序號、讀取時間、速度與停止偵測狀態資訊，如表 9.7(僅擷取部分資料)所示。

表 9.7 中介軟體前端模組之模擬輸出資料格式

中介軟體前端模組書出資料格式

rd002	tag 3001	07:55:55	07:56:25		1.2		ON
rd002	tag 3001	07:55:55	07:57:30		0.4		OFF
rd003	tag 3001	07:57:42	07:57:43		30.9		OFF
rd004	tag 3001	07:57:43	07:57:44		30.5	25	OFF
rd005	tag 3001	07:57:43	07:57:44		32.2		OFF
rd001	tag 3001	07:58:18	07:58:19		30.4		OFF
rd006	tag 3001	07:58:07	07:58:37		1.2		ON
rd002	tag 3001	07:58:29	07:59:19		1.2		ON
rd002	tag 3001	07:58:29	07:59:19		0.4		OFF
rd003	tag 3001	07:59:29	07:59:30		31.9		OFF
rd004	tag 3001	07:59:30	07:59:31		33	25	OFF
rd005	tag 3001	07:59:41	07:59:42		32.3		OFF
rd006	tag 3001	07:58:07	07:58:47		0.4		OFF
rd006	tag 3001	07:59:52	08:00:22		1.2		OFF
rd006	tag 3001	07:59:52	08:00:22		1.2		ON
rd001	tag 3001	08:00:30	08:00:31		31.4		OFF
rd002	tag 3001	08:00:41	08:01:11		1.2		ON
rd002	tag 3001	08:00:41	08:01:11		1.2		OFF
rd003	tag 3001	08:01:25	08:01:26		30.2		OFF
rd004	tag 3001	08:01:26	08:01:27		30.5	27	OFF
rd005	tag 3001	08:01:41	08:01:42		30.2		OFF
rd006	tag 3001	08:01:52	08:02:22		1.2		ON

9.4.3 交通參數計算公式

表 9.8 交通參數計算結果顯示列表

tag1001~tag9004

		rd001		rd002		rd004		rd005		rd006		rd006	
		信義路-杭州南路口			測試點			信義路-林森南路口					
公車路線	車號	進站時間	停止偵測	離站時間	測試點車速	停止偵測	預估到站時間	到站時間	區間車速	停止偵測	離站時間		
0東	計算式1	計算式2	計算式3	計算式4	計算式5	計算式6	計算式7	計算式8	計算式9	計算式10	計算式11		
20	計算式1	計算式2	計算式3	計算式4	計算式5	計算式6	計算式7	計算式8	計算式9	計算式10	計算式11		
204	計算式1	計算式2	計算式3	計算式4	計算式5	計算式6	計算式7	計算式8	計算式9	計算式10	計算式11		
204區間	計算式1	計算式2	計算式3	計算式4	計算式5	計算式6	計算式7	計算式8	計算式9	計算式10	計算式11		
22	計算式1	計算式2	計算式3	計算式4	計算式5	計算式6	計算式7	計算式8	計算式9	計算式10	計算式11		
22區間	計算式1	計算式2	計算式3	計算式4	計算式5	計算式6	計算式7	計算式8	計算式9	計算式10	計算式11		
38	計算式1	計算式2	計算式3	計算式4	計算式5	計算式6	計算式7	計算式8	計算式9	計算式10	計算式11		
670	計算式1	計算式2	計算式3	計算式4	計算式5	計算式6	計算式7	計算式8	計算式9	計算式10	計算式11		
信義幹線	計算式1	計算式2	計算式3	計算式4	計算式5	計算式6	計算式7	計算式8	計算式9	計算式10	計算式11		
		測試點平均車速				計算式12	區間平均車速			計算式13			

	單位時間		平均車速(km/hr)		
	路段	佔有率	流量(車)	測試點	區段
rd002	信義路-杭州南路	Null	計算式14	Null	Null
rd004	車速測試點	計算式15	計算式14	計算式12	計算式13
rd006	信義路-林森南路	Null	計算式14	Null	Null

計算式 1：由 Tag 對應表找出車號與對應的公車路線

計算式 2：raw data 中的最初讀取時間 T1

計算式 3：raw data 中的 S

計算式 4：raw data 中的 T2, 注意停止偵測狀態為 OFF 才是正確的, 且顯示多久須再考量(delay 或下一站入站時)

計算式 5：raw data 中的 V1 或 V2

計算式 6：raw data 中的 S

計算式 7：計算式 4 結果(離站時間)+讀取器設置點 2-5 間的距離(參考旅程設計中設定)/計算式 13 結果(區間平均車速,注意單位換算)

計算式 8：raw data 中的最初讀取時間 T1

計算式 9：讀取器設置點 2-5 間的距離 / {raw data 中的最後讀取時間-計算式 4 結果(上一站離站時間)}, 注意單位換算

計算式 10：raw data 中的 S

計算式 11：raw data 中的 T2, 注意停止偵測狀態為 OFF 才是正確的, 且顯示多久須再考量(delay 或下一班公車入站時)

計算式 12：上方計算式 5 的平均值

計算式 13：上方計算式 9 的平均值

計算式 14：目前這筆資料的時間 T2 往前單位時間內通過相同 reader 設置點的車輛數目(目前等於 TAG 數目)

計算式 15：為單位時間內所有經過測試點之所有車輛佔有率總和，單一車輛之佔有率為讀取器設置點 3-4 間的距離/raw data 中車速 V2/單位時間(預設值為 10 分鐘)

9.4.4 後端模組之模擬結果

RFID_DEMO

上一筆

下一筆

自動增加

停止自動增加

		rd001	rd002	rd002	rd004	rd004		rd005	rd005	rd005	rd006
		信義路-杭州南路口			測試點			信義路-林森南路口			
公車路線	車號	進站時間	停止偵測	離站時間	測試點車速	停止偵測	預估到站時間	到站時間	區間車速	停止偵測	離站時間
0東	AA-001	08:00:30	OFF	08:01:11	27	OFF	08:01:18	08:01:41	24.3	OFF	08:02:57
0東	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0東	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0東	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	BB-001	08:02:51	OFF	08:03:32	31	OFF	08:03:40	08:03:54	32.8	OFF	08:05:35
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
204	CC-001	07:55:44	OFF	07:57:30	25	OFF	07:57:37	07:57:56	28.0	OFF	07:59:47
204	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
204	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
204	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
204區間	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
204區間	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	EE-001	08:02:39	OFF	08:03:00	28	OFF	08:03:07	08:03:28	26.0	OFF	08:04:19
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22區間	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22區間	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	GG-001	08:03:22	OFF	08:04:13	34	OFF	08:04:20	08:04:43	24.3	OFF	08:06:14
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
670	HH-001	07:58:18	OFF	07:59:19	25	OFF	07:59:27	07:59:41	32.8	OFF	08:00:22
670	HH-002	08:07:00	ON	08:07:41	-	-	-	-	-	-	-
670	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
670	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
信義幹線	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
信義幹線	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
信義幹線	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
信義幹線	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			測試點平均車速		28.3		區間平均車速		28.0		

		單位時間		平均車速(km/hr)	
	路段	佔有率	流量(車)	測試點	區段
rd002	信義路-杭州南路	NULL	9	NULL	NULL
rd004	車速測試點	0.01286	6	28.3	28.0
rd006	信義路-林森南路	NULL	12	NULL	NULL



 [系統對主系統資料備置 - 歡迎您與我們聯繫]

 ※本設備輸出解析度為 1024*768，電腦使用IE5.0以上版本

 Copyright © 中華電信股份有限公司，版權所有

9.5 RFID 交通資訊產生後端資訊系統架構

後端資訊系統負責統整管理所有佈建的 RFID 讀取器，計算並產生即時交通資訊，透過網站發佈交通資訊訊息，透過交通資料伺服器與運輸研究所的交通服務 e 網通(e-IOT)交換及時交通

訊息，並提供即時公車狀態與交通資訊以供交控中心使用。

後端資訊系統採用開放源碼(Open Source)架構軟體，包含了 Linux Server 作業系統、JBoss App Server 應用程式伺服器與 MySQL DB Server 資料庫伺服器。系統架構如下圖 9.9 所示，系統元件包含了 RFID 資訊代理人、交通資訊資料庫、應用程式伺服器、電子地圖伺服器、公車狀態與交通資訊網站伺服器、交通資料服务器等六項，其功能與負責項目分別一一說明如下：

(1) RFID 資訊代理人 (Middleware Agent)

負責收集所有前端 RFID 讀取器所偵測到的公車資訊、過濾並且彙整資訊、協調管理各 RFID 讀取器、統整計算公車通過站端之及時資訊（例如，進站/出站速度、停留時間），並負責將資訊存入交通資訊資料庫中。

(2) 交通資訊資料庫(DB Server)

負責儲存本系統所有的基本資料、RFID 讀取器參數與位置、歷史資料、及時交通資訊、網站紀錄、與系統執行記錄等。本資料庫伺服器採用 Linux 作業系統與 MySQL 資料庫伺服器，具有容易設定管理、成本低且效率高之優點。

(3) 應用程式伺服器(App Server)

應用伺服器負責系統所有的功能模組，包含：交通資訊產生、公車到站時間預估、站間旅程時間預估...等等。本應用程式伺服器採用 J2EE 架構，使用 Linux 作業系統與 JBoss App Server 開放源碼軟體，具有成本低、效益高的優點。

(4) 電子地圖伺服器(EMap Server)

電子地圖伺服器負責提供 RFID 讀取器與交通路網之間的對應，並且負責因應使用者的查詢，出圖到網站伺服器，請參考圖 9.10。

(5) 網站伺服器(Web Server)

本系統中的網站伺服器採用 Linux 作業系統與 JBoss App Server 等開源軟體，負責提供公車狀態、到站時間查詢、及時交通訊息與歷史交通資訊以供網際網路上的使用者查詢。

(6) 交通資料伺服器(Data Server)

本系統中的交通資料伺服器負責提供對外的及時交通資料介面，目前規劃可與交通部運輸研究所所設立的交通資訊 e 網通（e-IOT）系統交換及時交通訊息，並可提供及時交通訊息以供縣市政府交控中心(ATMS Center)使用。

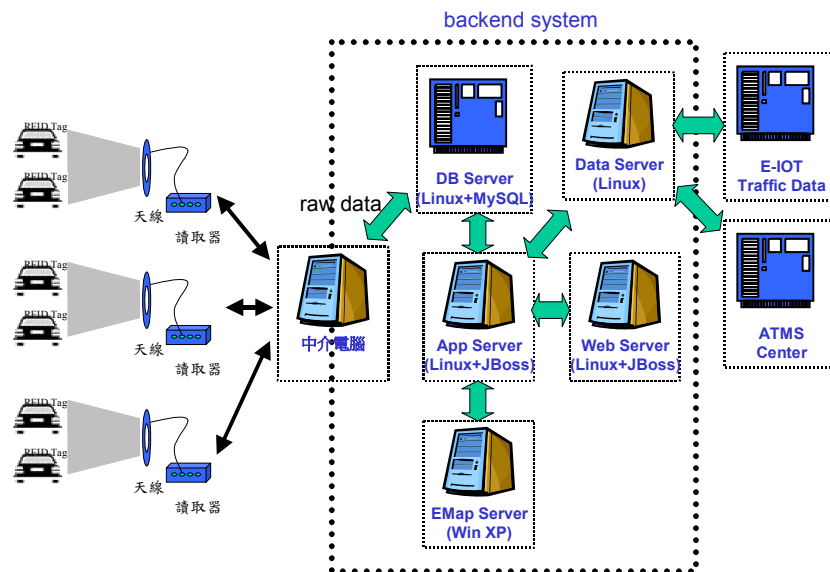


圖 9.9 後端資訊系統設計架構圖

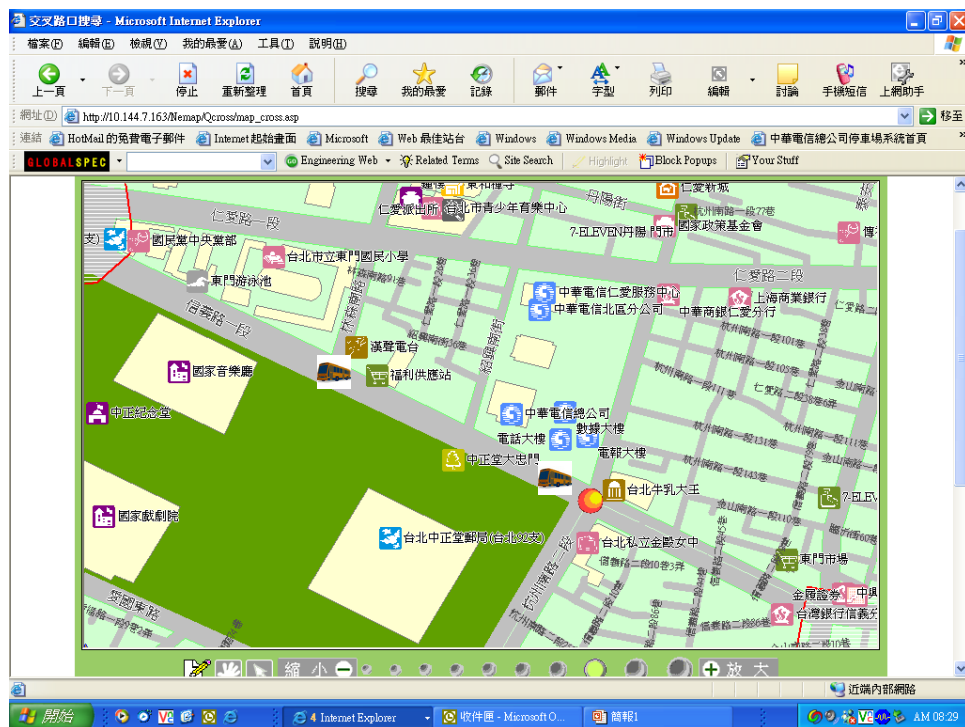


圖 9.10 後端資訊系統電子地圖伺服器

9.6 結語

未來實際進行以 RFID 技術進行交通參數計算時，因 RFID 以讀取電子標籤之 ID 為目的，應用在道路環境上，電子標籤或讀取器隨車輛快速移動，需要較高讀取時間與位置精確度的應用將面臨問題，例如用於計算車速時，須要較精確的時間與位置的關係，使用被動式電子標籤，因通訊範圍較小，車輛的位置較為明確，但通訊距離短，很可能會影響讀取成功率，此外氣候變化，安裝環境也可能對讀取的時間與成功率造成影響；而使用主動式電子標籤，通訊範圍大，可讀取數十公尺內的 RFID，則讀取到的電子標籤，其時間與位置的關係將成為複雜的問題，例如車子的行進方向，單位時間內的移動距離等等，將增加中介軟體的負荷。

第十章 結論與建議

10.1 結論

本年期計畫完成的工作項目主要包含（1）射頻識別技術回顧與發展現況；（2）射頻識別蒐集交通資訊之個案分析；（3）射頻識別與車輛偵測器之分析；（4）電子標籤在 ITS 之應用分析；（5）電子標籤推動之成本與效益分析；（6）電子標籤實際測試分析；（7）示範測試計畫規劃；（8）中介軟體設計及後端資訊系統規劃等。說明如下：

- （一）本年期計畫首先針對射頻識別技術進行深入的說明與分析，包括射頻識別系統架構、運作原理、頻段範圍、RFID 電子標籤種類、環境變數影響及 RFID 相關標準。另外本研究特別對 GSM900 RFID 干擾問題及低功率射頻電機技術規範做詳細說明，提供選擇 RFID 應用系統時之建議與參考。
- （二）本研究針對射頻識別定義出與一般車輛偵測器常用之交通參數，包括流量、佔有率、平均速度、車種分類及車輛停止偵測等。同時提出相關交通參數之操作定義作為示範測試計畫之計算依據。藉由目前射頻識別在車輛應用實例之瞭解分析，可知以車輛安裝射頻識別電子標籤來蒐集交通資訊，至今仍是一項嶄新且具挑戰性的應用研究。
- （三）本研究也依據智慧型運輸系統之發展領域，分析評估 RFID 電子標籤可能之應用方式。RFID 技術在 ITS 中的主要功能是作為蒐集道路資訊，所蒐集之資訊再經由控制中心做進一步分析處理及衍生加值應用。因此基本上 RFID 電子標籤可適用於包括先進交通管理系統、先進旅行者資訊系統、先進車輛控制與安全系統、先進大眾運輸系統、商用車營運系統、緊急救援管理系統及電子收付費系統等

範圍。但基於 RFID 電子標籤於國內外皆有涉及隱私權保護的問題，因此 RFID 電子標籤在國內 ITS 之適用優先對象應選擇商用車輛(包括計程車、砂石車、貨櫃車等)、大眾運輸車輛(包括公車、火車等)及緊急救援車輛(包括救護車及消防車等)進行先導應用。未來當 RFID 應用於 ITS 之技術日趨成熟後，再推廣至一般車輛。

(四)射頻識別系統成本主要有 RFID 電子標籤、RFID 讀取器與中介軟體三大成本，本研究提供電子標籤推動成本之初步分析。完整的成本效益分析並非僅單純考量材料及建置成本的因素，更應該廣泛地考慮對於交通的衝擊與車輛壅塞之燃料耗費的社會效益成本，以及日後衍生的民眾抗爭補償的心理感受與實質支付的安親睦鄰經費。例如乘客可藉由 RFID 電子標籤蒐集之交通資訊節省等車時間，營運業者可以有效管理車隊，而政府單位可提升國家形象及相關產業競爭力。

(五)在本研究中已經初步針對不同之 RFID 系統進行測試，未來示範測試應選擇金屬用電子標籤。高架式架構比路側式架構有較佳讀取率，但因考量建置成本、景觀及安全等因素，未來示範測試架構將採用路側式架構。現有 UHF 被動式 RFID 系統產品是否能用於交通參數蒐集，尚須進一步測試驗證。而 2.45G 半主動式 RFID 系統產品，初步測試結果符合示範測試計畫之要求。

(六)示範測試計畫將選擇行駛於公車專用道之公車作為測試對象。在經過實地勘查相關公車路線後，將以位於信義路線上之「信義路杭州路口」至「信義路林森路口」路段作為測試路段。針對此示範計畫，本研究並已提出系統設計、設備建置規劃及中介軟體設計，其中並已完成中介軟體初步模擬。第 2 年期計畫將依據此示範測試計畫進入實地安裝與測試階段，最後希望能藉由測試系統實際運作所蒐集的資料，進行示範測試系統之績效評估與檢討，研擬出以 RFID 電子標籤協助交通資訊蒐集之推動策略及措施。

10.2 建議

(一)重視個人隱私權問題及制定相關政策

RFID 未來要能夠普及，有關個人隱私權保護之議題必須加以重視。解決 RFID 侵害隱私的疑慮，除了科技面的解決方式外，落實法律面來解決也是重要的一環。藉由科技消除 RFID 可能侵害隱私權之疑慮，目前發展出「選擇取消」(Opt-out) 模式、「銷毀」(kill) 模式、「休眠」(sleep) 模式、「干擾」模式及加密模式，但各有利弊，且無法完全防堵隱私權受侵害之疑慮。

在法律面上，可參考美國電子隱私資訊中心 (Electronic Privacy Information Center, EPIC) 於 2004 年 6 月提出一份關於消費者與私人企業使用 RFID 的綱領，建議使用 RFID 技術的私人企業應有下列措施：

1. 應告知 RFID 的存在，並合理揭露使消費者了解 RFID 系統及資訊處理的本質。
2. 在產品銷售完成前即應關閉 RFID，除非因個人需要，否則使之永久失去效用；假如消費者不知有此選擇，即應主動關閉。一旦標籤關閉後，非經消費者同意不得主動重新開啟。
3. RFID 應使用最簡單的可移除方式裝置。
4. 指定專人遵守這些綱領。

尤其未來若國內要實施 RFID 電子車牌[26-27]，完善隱私權保護更是重要。RFID 電子車牌基本上不像物流業使用的 RFID 電子標籤一樣要求價格低廉，因此 RFID 電子車牌可用加密處理電子標籤 ID，解密之密碼由政府管理，即使被第三者讀取到也不會得知真正的電子標籤 ID。

另外一種防止 RFID 電子標籤被非法 RFID 讀取器讀取之機制，是在電子標籤內寫入密碼。當讀取器要讀取電子標籤時，電子標籤須比對讀取器傳來之密碼，比對成功才允許讀取。此種安全機制可達到 RFID 讀取器之防偽與防弊。

(二)適合作為蒐集交通資訊之 RFID 電子標籤建議

選擇何種 RFID 電子標籤作為蒐集交通資訊之用，須考量因素包含符合電信總局規範、適用車輛速度、可讀取距離、可使用年限、干擾問題、讀取率準確度及國內產品取得難易等因素。經過本研究之初步測試評估及專家學者意見，半主動式或主動式 RFID 電子標籤較適合應用於蒐集交通資訊，被動式 RFID 電子標籤不建議使用。同時為避免 RFID 電子標籤易受不同玻璃規格及隔熱紙影響，建議 RFID 電子標籤安裝位置以直接固定於車輛外面較為合適。至於 RFID 電子標籤操作頻段之選擇，建議選用 UHF (922~928MHz) 頻段，此頻段為電信總局針對 RFID 電子標籤應用專屬開放之頻段，受其他設備干擾之問題較少。

(三)重視 RFID 干擾問題

頻譜乃有限之珍貴資源，必須有效管理與運用，否則不但無法享用無線電之便利，反而會造成電波干擾之亂象或使人暴露於過量之電磁環境，進而引發潛在之危險。因此 RFID 讀取器不管使用何種頻段，皆應重視安全與干擾之問題。任何 RFID 系統皆應符合電信總局之型式認證規範，尤其目前熱門之 UHF 頻段 RFID 系統，稍不注意即會干擾現有 GSM900 通信業者。

(四)RFID 電子標籤在國內 ITS 之適用範圍及推動

RFID 電子標籤運用於車輛即是電子車牌（第三車牌）之概念，目前在英國及美國皆有相關之測試計畫。我國未來要推廣 RFID 電子車牌，初期必定遭遇隱私權、系統穩定度及增加車主負擔等質疑。而商用車輛與大眾運輸車輛優先推廣 RFID 電子標籤，比較沒有侵犯個人隱私問題。同時可藉由測試蒐集交通參數，進而提供用路人衍生之增值交通資訊。這一方面可藉由實際測試找出 RFID 系統最佳應用，未來當增值應用愈來愈多並配合法律保護隱私權，推廣至一般車輛將水到渠成。

參考文獻

- [1] 「高雄市複合式交通管理系統整體規劃」，高雄市政府交通局，民國 92 年 10 月。
- [2] 「先進車輛偵測技術測試評估作業程序研擬及驗證之研究」，交通部運輸研究所、鼎漢國際工程顧問股份有限公司，民國 91 年 3 月。
- [3] 「ITS 感測技術與所需資料型態之研究」，中華電信研究所、中華智慧型運輸系統協會，民國 91 年 10 月。
- [4] 「台灣地區發展智慧型運輸系統(ITS)綱要計劃」，交通部運輸研究所，民國 89 年 9 月。
- [5] 「低功率射頻電機技術規範(LP0002-940324)」，交通部電信總局民國 94 年 3 月。
- [6] 卓訓榮等，「RFID 於 ATMS 與 ATIS 之應用規劃」，中華民國運輸學會第 19 屆論文研討會，民國 93 年 11 月。
- [7] 「Advanced Traffic Detection」,Scientific American Newsletters, 2000.
- [8] Klaus Finkenzeller, 「RFID-Handbook 2nd edition」, April 2003.
- [9] 「Project#3(95-003) Surveillance Requirements/ Technology FINAL PROJECT REPORT」, DOT/FHWA, June, 1995.
- [10]<http://www.compprof-rtp.com/tss-tag/> (Traffic Supervisions Systems 公司網站)
- [11]<http://www.aimglobal.org/> (RFID 技術網站)
- [12]<http://www.epcglobalinc.org/index.html> (EPCglobal 網站)
- [13]<http://www.intermec.com/> (擁有眾多與 EPC RFID 標準有關專利之公司網站)
- [14]<http://www.eantaiwan.org.tw/> (財團法人中華民國商品條碼策進會及 EPCglobal Taiwan 網站)
- [15]<http://www.rfid.org.hk> (香港 RFID 官方網站)

- [16]<http://www.hightechaid.com/>（介紹 RFID 技術網站）
- [17]<http://www.rfidjournal.com>（RFID 訊息網站）
- [18]<http://www.alientechnology.com>（EPC RFID 產品網站）
- [19]<http://www.ti.com/tiris/>（德儀 TIRIS 產品網站）
- [20]<http://www.transcore.com>（主、被動 RFID 產品網站）
- [21]<http://www.nedapavi.com>（主動式 2.45GHz RFID 產品網站）
- [22]<http://www.tagmaster.com>（主動式 2.45GHz RFID 產品網站）
- [23]<http://www.activewaveinc.com>（主動式 2.45GHz RFID 產品網站）
- [24]<http://www.awid.com>（被動式 UHF RFID 產品網站）
- [25]RFID 技術與應用 /日經 BP 社 RFID 技術編輯部編，周湘琪譯，旗標出版公司，民 93。
- [26] 李克聰等，「電子車牌於電子收費之規劃與設計」，中華智慧型運輸系統協會第二屆論文集，民國 89 年。
- [27] 李克聰，「智慧化車牌之建議」，中華民國運輸協會運輸人通訊，第二十期，民國 92 年 10 月。
- [28]<http://www.new-songdocity.co.kr/>自由貿易港區推動 RFID。

專有名詞中英對照表

英文縮寫	英文全名	中文
ACI	Automatic Cargo Identification	自動貨物辨識
ATIS	Advanced Traveler Information System	先進旅行者資訊系統
ATMS	Advanced Traffic Management System	先進交通管理系統
APTS	Advanced Public Transportation System	先進公共運輸系統
AVC	Automatic Vehicle Classification	車輛自動分類
AVCSS	Advanced Vehicle Control and Safety System	先進車輛控制與安全系統
AVI	Automobile Vehicular Identification	車輛自動辨識
AVL	Automatic Vehicle Location	車輛自動定位
CISPR	International Special Committee on Radio Interference	國際無線電干擾特殊委員會
CMS	Changeable Message Sign	可變訊息號誌
CRM	Customer relationship Management	顧客關係管理
CVO	Commercial Vehicle Operation	商用車營運系統
DMS	Device Management System	元件管理系統
DNS	Domain Name Service	領域名稱服務
DSRC	Dedicated short range communication	特定短距通訊
EAI	Enterprise Application Integration	企業應用整合
EFP	Electronic Fare Payment	電子式自動付費
ELP	Electronic License Plate	電子車牌
EMS	Emergency Management System	危機處理暨緊急救援系統
EMS	Escort Memory Systems	記憶護衛系統
EMS	Event Management System	事件管理系統
EPCglobal	EPCglobal Inc.	美國 UCC 公司與比利時 EAN International 公司共同出資之公司
EPC	Electronic Product Code	電子物流碼
EPIC	Electronic Privacy Information Center	電子隱私資訊中心
ERP	Electronic Road Pricing	道路電子計費
ETC	Electronic Toll Collection	高速公路電子收費
FCC	Federal Communication Committee	聯邦通訊委員會
GIS	Geographic Information System	地理資訊系統
GPRS	General packet radio service	整體封包無線電服務
GPS	Global Position System	全球定位系統
HAR	Highway Advisory Radio	公路路況廣播

英文縮寫	英文全名	中文
HELP	Heavy Vehicle Electronic License Plate program	重車電子標籤計畫
IRE	Institute of Radio Engineers	無線電工程師協會
ITS	Intelligent Transportation System	智慧型運輸系統
ONS	Object Naming Service	物流命名系統
OOCEA	Orlando Orange County Expressway Authority	奧蘭多郡快速道路當局
PML	Physical Markup Language	物理層可延伸文件語言
RFID	Radio frequency identification	射頻識別
SCM	Supply Chain Management	供應鏈管理
SSTI	Smart & Secured Tradelane	貨櫃安全管制計畫
TSS	Traffic Supervision Systems	交通監控系統
UCC	Uniform Code Council	美國 UCC 公司
UHF	Ultra High Frequency	超高頻
UPC	Universal Product Code	全球物流碼
USN	Ubiquitous-Sensor Network	無所不在網路計畫
VIPS	Vulnerable Information Protection System	弱勢使用者保護服務
WIM	Weight In Motion	行進間測重
WLAN	Wireless local area network	無線區域網路
ZigBee	a combination of HomeRF Lite and the 802.15.4 specification	一種結合 HomeRF 及 802.15.4 標準之國際組織

附件 1

我國 RFID 器材技術規範

附件 1 我國 RFID 器材技術規範

本附件乃擷取自電信總局所公佈之「低功率射頻電機技術規範(LP0002-940324)」，內容乃與 RFID 使用頻段範圍有關之章節。RFID 器材要在國內販售皆須通過電信總局之型式認證，如何申請 RFID 器材型式認證，電信總局網頁有詳細辦法說明。

■ 125 kHz 頻段(第 2.8 節)

2.8. 低功率射頻電機，除本規範各章節另有放寬規定者外，其電場強度不得超過下表之限值，且其不必要之發射皆不得大於主波發射強度。各頻段重疊處，以較嚴格之限制值為準。

頻 率(兆赫)	電場強度(微伏/公尺)	測距(公尺)
0.009 - 0.490(含)	2,400/頻率(千赫)	300
0.490 (不含) – 1.705 (含)	24,000/頻率(千赫)	30
1.705(不含) – 30 (不含)	30	30
30 (含) – 88 (含)	100	3
88 (不含)- 216 (含)	150	3
216 (不含)- 960 (含)	200	3
960 (不含)以上	500	3

■ 13.56 MHz 頻段(第 3.2 節)

3.2. 工作頻率為 13.553 至 13.567 兆赫(MHz)者

3.2.1. 器材型式：任何發射型式之器材。

(1) 主波發射：距 30 公尺處其主波電場強度不得超過 10 毫伏/公尺 (mV/m)。

(2) 不必要之發射：應符合第 2.8 節之規定。

(3) 頻率容許差度：應維持在主波頻率之 $\pm 0.01\%$ 以內。在正常供應電壓下，溫度在攝氏零下二十度至攝氏五十度間變化；及在攝氏二

十度下，供應電壓在額定值之 $\pm 15\%$ 內變化時。以電池作業者，應以新電池測試，須符合第 5.17 節之規定。

■ 433.92 MHz 頻段(第 3.4 節)

3.4 工作頻率為 40.66 至 40.70 兆赫(MHz)及大於 70 兆赫(MHz)者

3.4.1. 器材型式：防盜器周邊防護系統 (Perimeter protection systems)和其他任何發射型式之器材。

(1) 說明：周邊防護系統係發射無線電波以偵測電場擾動，用以感測特定區域內之移動物體。

(2) 工作頻率為 40.66-40.70 兆赫(MHz)。

(3) 主波發射：(採用平均值檢測儀量測)

(3.1) 周邊防護系統：距 3 公尺處其主波電場強度不得超過 500 微伏/公尺($\mu\text{V/m}$)。

(3.2) 其他任何發射型式之器材：距 3 公尺處其主波電場強度不得超過 1000 微伏/公尺($\mu\text{V/m}$)。

(3.3) 須符合第 5.14 節之峰值規定。

(4) 不必要之發射：應符合第 2.8 節之規定。

(5) 頻率容許差度：應維持在主波頻率之 $\pm 0.01\%$ 以內。在正常供應電壓下，溫度在攝氏零下二十度至攝氏五十度間變化；及在攝氏二十度下，供應電壓在額定值之 $\pm 15\%$ 內變化時。以電池作業者，應以新電池測試，並須符合第 5.17 節之要求。

3.4.2. 器材型式：間歇性或周期性(periodic)發射之器材。

(1) 工作頻率為 40.66-40.70 兆赫(MHz)及大於 70 兆赫(MHz)。

(2) 在 70 兆赫(MHz)至 900 兆赫(MHz)間作業者，其發射頻寬限於中心頻率之 0.25%以內，在 900 兆赫(MHz)以上作業者，其發射頻寬限於中心頻率之 0.5%以內，頻寬係由低於經調變之主波 20dB 點求取。

(3) 在 40.66-40.70 兆赫(MHz)間作業者，其發射頻寬應限於該頻帶範圍內，且在正常供應電壓下，溫度在攝氏零下二十度至攝氏五十度間變化；及在攝氏二十度時，供應電壓在額定值之 $\pm 15\%$ 內變化時，頻率容許差度應維持在主波頻率之 $\pm 0.01\%$ 以內。以電池作業者，應以新電池測試，並須符合第 5.17 節之要求。

(4) 操作方式：擇(4.1)或(4.2)之一操作方式

(4.1) 用於傳送控制訊號者，諸如：警報系統(alarm systems)、開門器

(door openers)、遙控開關(remote switches)．．．等，但不得用於連續性傳輸，如：無線電遙控玩具或傳送聲音、影像及資料等。不得使用預設固定間隔(regular predetermined intervals)之週期性傳輸。但用於保全(security)或安全(safety)業務之輪詢(polling)或監督(supervision)訊號者，允許每一發射器每一小時至多傳輸乙次，每次傳輸時間不得大於1秒。

(4.1.1) 在314-316MHz 及433-435MHz 作業者：如為手動發射器材者須有一開關，按下並釋放此開關後5秒內應自動停止發射。具自動控制裝置者每次發射時間應少於5秒。

(4.1.2) 除(4.1.1)之作業頻率以外者：如為手動發射器材須有一開關，按下此開關後5秒內應自動停止發射。具自動控制裝置者每次發射時間應少於5秒。

(4.2)具自動控制裝置使每次發射時間少於一秒，發射周期之休止時間大於十秒且為發射時間30倍以上。

(5)電場強度限值：

(5.1)符合本節(4.1)之規定者，除須符合第2.7節之規定外，距3公尺處其電場強度限值(採用平均值檢波儀量測，CISPR準峰值檢測儀亦可接受)如下表。各頻段重疊處，以較嚴格之限制值為準。

主波頻率 (兆赫)	主波電場強度 (微伏/公尺)	不必要之發射 (微伏/公尺)
40.66-40.70	2250	225
70-130(含)	1250	125
130(不含)-174(含)	1250-3750(註1,2)	125-375(註1,2)
174(不含)-260(含)	3750	375
260(不含)-470(含)	3750-12500(註1,2)	375-1250(註1,2)
470(不含)以上	12500	1250

註：1.以線性插補法(linear interpolations)，最大容許電場強度之計算公式如下：

(1) 130-174MHz(兆赫) == $>56.81818 \times (\text{工作頻率, 單位: 兆赫}) - 6136.3636$

(2) 260-470MHz(兆赫) == $>41.6667 \times (\text{工作頻率, 單位: 兆赫}) - 7083.3333$

2.不必要之發射的電場強度應比主波最大容許值低至少20dB或符合第2.8節之限制，可取兩者中較寬鬆之規定；若使用平均值測量發射，同時亦必須符合第5.14節之峰值規定。

(5.2)符合本節(4.2)之規定者，除須符合第 2.7 節之規定外，距 3 公尺處其電場強度限值 (採用平均值檢波儀量測，CISPR 準峰值檢測儀亦可接受)如下表。各頻段重疊處，以較嚴格之限制值為準。

主波頻率 (兆赫)	主波電場強度 (微伏/公尺)	不必要之發射 (微伏/公尺)
40.66-40.70	1000	100
70-130(含)	500	50
130(不含)-174(含)	500-1500(註 1,2)	50-150(註 1,2)
174(不含)-260(含)	1500	150
260(不含)-470(含)	1500-5000(註 1,2)	150-500(註 1,2)
470(不含)以上	5000	500

註：1. 以線性插補法 (linear interpolations)，最大容許電場強度之計算公式如下：

$$(1) \ 130-174\text{MHz(兆赫)} == >22.72727 \times (\text{工作頻率, 單位: 兆赫}) - 2454.545$$

$$(2) \ 260-470\text{MHz(兆赫)} == >16.6667 \times (\text{工作頻率, 單位: 兆赫}) - 2833.3333$$

2. 不必要之發射的電場強度應比主波最大容許值低至少 20dB 或符合第 2.8 節之限制，可取兩者中較寬鬆之規定；若使用平均值測量發射，同時亦須符合本規範 5.14 節之峰值規定。

(6) 工作頻率在 40.66-40.70 兆赫(MHz)者，其頻率容許差度，應維持在主波頻率之 $\pm 0.01\%$ 以內。在正常供應電壓下，溫度在攝氏零下二十度至攝氏五十度間變化；及在攝氏二十度下，供應電壓在額定值之 $\pm 15\%$ 內變化時。以電池作業，應以新電池測試。

3.4.3. 器材型式：其他任何發射型式之器材(符合(3.4.1)及(3.4.2)節規定之器材除外)。

(1) 工作頻率為 40.66-40.70 兆赫(MHz)。

(2) 主波發射：距 3 公尺處其主波電場強度不得超過 1 毫伏/公尺 (mV/m)。

(3) 不必要之發射：應符合第 2.8 節之規定。

(4) 頻率容許差度：應維持在主波頻率之 $\pm 0.01\%$ 以內。在正常供應電壓下，溫度在攝氏零下二十度至攝氏五十度間變化；及在攝氏二十度下，供應電壓在額定值之 $\pm 15\%$ 內變化時。以電池作業，應以新電池測試，並須符合第 5.17 節之要求。

■ 922~928 MHz 頻段(第 4.8 節)

4.8 UHF 頻段射頻識別 (Radio Frequency Identification, RFID) 器材

4.8.1 說明：本節 RFID 器材係指採用跳頻系統 (Frequency hopping systems) 或數位調變技術 (Digital modulation techniques)，提供射頻識別用途之器材，其操作頻率範圍為 922-928MHz，屬被動式標籤 (Passive tag) 器材則不適用本節規範。

4.8.1.1 功率限制：

(1) 器材設置場所及其峰值輸出功率限制值：

- (a) 設置於室內或特殊場所者：最大峰值輸出功率1 瓦 (含) 以下。
- (b) 設置於室外者：最大峰值輸出功率0.5 瓦 (含) 以下。
- (c) 前揭 (a) 所稱特殊場所係指於某特定、封閉且管制人員進出之專屬區域 (不限室內或室外) 場所。

(2) 若其發射天線之方向性增益超過6dBi，應依所超過之dB 數量降低峰值輸出功率。

4.8.1.2 天線之規格不受第2.2 節規定之限制。

4.8.1.3 發射限制：

使用頻帶範圍外之任意100 kHz 內，發射器所產生的射頻功率相較於使用頻帶範圍中包含最高所需功率之100kHz 內的射頻功率，須衰減20dB，以射頻傳導或輻射方式測量。此外，落於第2.7 節禁用頻段之輻射發射，應符合第2.8 節之規定。

4.8.1.4 其他限制事項：

(1) 跳頻系統：

- (a) 跳頻系統之載波頻率頻道間隔應至少25 kHz 或跳頻頻道之20dB 頻寬，兩者取較寬者。系統之跳頻頻道應依虛擬亂數排列，在各頻率之跳頻頻道上跳躍。每一發射機必須均等的使用每一頻率。
- (b) 跳頻頻道之20dB 頻寬及使用頻道數：當跳頻頻道之20dB 頻寬小於或等於250 kHz者，須至少使用12 個(含)跳頻頻道。當跳頻頻道之20dB 頻寬大於250 kHz 者，須至少使用6 個(含)跳頻頻道。跳頻頻道之20dB 頻寬最大不得超過500 kHz 。
- (c) 操作於跳頻頻道系統，其每一載波頻率在週期(跳頻頻道數乘以0.4 秒)內，任一頻率每次出現佔用之平均時間不得超過0.4 秒。

- (2) 數位調變技術系統：
- (a) 6dB 頻寬至少應有500 kHz。
 - (b) 在使用頻帶範圍之任意3 kHz 頻寬內，由發射機傳導至天線之峰值發射電功率密度在任意期間內，皆不得大於8dBm。
- (3) 採用跳頻與數位調變技術之複合系統(Hybrid systems)：
- (a) 複合系統之跳頻作業，關閉直接序列或數位調變作業時，其每一載波頻率在週期(跳頻頻道數乘以0.4 秒)內，每次出現所佔用之平均時間不得超過0.4 秒。
 - (b) 關閉跳頻作業之複合系統以數位調變技術作業時，應符合本節4.8.1.4 其他限制事項 (2)數位調變技術系統(b)項之發射電功率密度規定。
- (4) 跳頻展頻系統無須在每次傳輸中使用所有可用之跳頻頻道；但由發射機與接收機組成之系統仍須符合本節的所有規定，發射機應以連續的資料或資訊流傳送。此外，系統所使用的急速傳輸脈衝(transmission bursts)須符合頻率跳頻系統的定義且其傳輸須分散於本節所規定之最少的使用跳頻頻道數。
- (5) 跳頻展頻系統可使用在系統操作頻譜內辨認其他使用者並能個別獨立的選擇和調整自己的跳頻組，以避免跳至已被佔用的頻道之智慧型裝置。但頻率跳頻展頻系統不可為增加傳輸速率而使用多部並聯發射機，以避免同時佔用個別之跳頻頻率之其他任何協調方式。

4.8.2 器材型式：除 4.8.1 節之跳頻系統外，其他任何發射型式之器材。

- (1) 使用頻率: 922-928 兆赫(MHz)
- (2) 主發射波：距3 公尺處之主波電場強度及其諧波電場強度限值如下表，指定頻帶外之發射除諧波外應比主波低50 dB 以上或依2.8 節之發射限制，兩者可擇一適用之。

主波頻率 兆赫(MHz)	主波電場強度 (mv/m)	諧波電場強度 (μ v/m)
922-928	50	500

- (3) 本節之所有發射限制值係以平均值檢測儀量測，且須符合第 5.15.2 節之峰值規定。

■ 2.45 GHz 、5.8 GHz 頻段(第 3.10 節)

3.10 工作頻率為 2400 至 2483.5 兆赫(MHz)，5725 至 5875 兆赫(MHz)，
24.0 至 24.25 吉赫(GHz)者

3.10.1 器材型式：採用跳頻(frequency hopping)或數位調變(digitally modulated)之發射器具。

(1) 使用頻率：

(1.1) 2400-2483.5 兆赫(MHz)。

(1.2) 5725-5850 兆赫(MHz)。

(2) 峰值輸出功率：

(2.1) 操作於 2400-2483.5 兆赫(MHz)，並至少使用 75 個跳頻頻道之跳頻系統及操作於 5725-5850 兆赫(MHz)之所有跳頻系統：1 瓦(W)(含)以下。

(2.2) 除前項(2.1)以外，依本節(6)其他限制事項(6.1.2)，所有操作於 2400-2483.5 兆赫(MHz)之跳頻系統：0.125 瓦(W)(含)以下。

(2.3) 操作於 2400-2483.5 兆赫(MHz)與 5725-5850 兆赫(MHz)之所有數位調變技術系統：1 瓦(W)(含)以下。

(3) 用於非固定式點對點操作時，若其發射天線之方向性增益超過 6dBi，應依所超過之 dB 數等量降低峰值輸出功率。如用於固定式點對點(註)操作時，應符合下列情形之一：

(3.1) 操作於 2400-2483.5 兆赫(MHz)者，其發射天線之方向性增益超過 6dBi，應於每超過 3dB 降低 1dB 之峰值輸出功率。

(3.2) 操作於 5725-5850 兆赫(MHz)者，其發射天線之方向性增益超過 6dBi，不須降低峰值輸出功率。

註：固定式點對點操作使用方式，並不包括使用點對多點之系統、全向性之應用以及發射相同資訊之共同安裝的多重發射機。展頻或數位調變之發射器需要專業安裝，該設備操作者或安裝者有責任確認該系統是限用於固定式、點對點之操作，隨機所附之使用手冊必須包含此訊息以告知使用者或安裝者須負之責任。

(4) 天線之規格不受第 2.2 節規定之限制。

(5) 發射限制：

使用頻帶範圍外之任意 100 千赫 (kHz)內，發射器所產生的射頻功率相較於使用頻帶範圍中包含最高所需功率之 100 千赫 (kHz)內的射頻功率，須衰減 20 分貝(dB)，以射頻傳導或輻射方式測量。此外，

落於第 2.7 節禁用頻段之輻射發射，應符合第 2.8 節之規定。

(6) 其他限制事項：

(6.1) 跳頻系統(Frequency hopping systems)：

(6.1.1) 跳頻系統之載波頻率頻道間隔應至少 25 千赫(kHz)或跳頻頻道之 20dB 頻寬，兩者取較寬者。系統之跳頻頻道應依虛擬亂數排列，在各頻率之跳頻頻道上跳躍。每一發射機必須均等的使用每一頻率。系統接收機應具有與發射機跳躍頻道頻寬相匹配之輸入頻寬，且應隨所發射的信號同步偏移接收頻率。

(6.1.2) 操作於 2400-2483.5 MHz 之展頻跳頻系統，須使用至少 15 個無重疊的頻道，在 0.4 秒乘以跳頻頻道數之週期內，任一頻率佔用之平均時間不得超過 0.4 秒。跳頻頻道數少於 75 之跳頻系統，可使用智慧型跳頻技術，以避免干擾其他之無線傳輸。

(6.1.3) 操作於 5725-5850 MHz 之展頻跳頻系統，至少須使用 75 個以上跳頻頻道(hopping channel)，每一跳頻頻道之 20dB 頻寬不得超過 1 兆赫(MHz)。在 30 秒週期內，任一頻率佔用之平均時間不得超過 0.4 秒。

(6.2) 數位調變技術(digital modulation techniques)系統：

(6.2.1) 6dB 頻寬至少應有 500 千赫(kHz)。

(6.2.2) 在使用頻率範圍之任意 3 千赫(kHz)頻寬內，由發射機傳導至天線之峰值發射電功率密度在任意期間內，皆不得大於 8dBm。

(6.3) 採用跳頻與數位調變技術之複合系統(Hybrid systems)：

(6.3.1) 複合系統之跳頻作業，關閉直接序列或數位調變作業時，其每一載波頻率在週期(跳頻頻道數乘以 0.4 秒)內，所佔用之平均時間不得超過 0.4 秒。

(6.3.2) 關閉跳頻作業之複合系統以數位調變技術作業時，應符合本節其他限制事項(6.2)數位調變技術系統(6.2.2.)項之發射電功率密度規定。

(6.4) 跳頻展頻系統無須在每次傳輸中使用所有可用之跳頻頻道；但由發射機與接收機組成之系統仍須符合本節的所有規定，發射機應以連續的資料或資訊流傳送。此外，系統所使用的急速傳輸脈衝(transmission bursts)須符合頻率跳頻系統的定

義且其傳輸須分散於本節所規定之最少的使用跳頻頻道數。

- (6.5) 跳頻展頻系統可使用在系統操作頻譜內辨認其他使用者並能個別獨立的選擇和調整自己的跳頻組，以避免跳至已被佔用的頻道之智慧型裝置。但頻率跳頻展頻系統不可為增加傳輸速率而使用多部並聯之發射機，以避免同時佔用個別之跳頻頻率之其他任何協調方式。

3.10.2 器材型式：除 3.10.1 節外，其他任何發射型式之器材。

- (1) 使用頻率：

(1.1) 2400-2483.5 兆赫(MHz)

(1.2) 5725-5875 兆赫(MHz)

(1.3) 24.0-24.25 吉赫(GHz)

- (2) 主波發射：距 3 公尺處其電場強度限值如下表，除諧波外，指定頻帶外之發射應比主波低 50dB 以上或依第 2.8 節之發射限制，兩者取其較鬆者：

主波頻率 (兆赫)	主波電場強度 (毫伏/公尺)	諧波電場強度 (微伏/公尺)
2400-2483.5	50	500
5725-5875	50	500
24000-24250	250	2500

- (3) 本節之所有發射限制值係以平均值檢測儀量測，且須符合第 5.14 節之峰值規定。

附件 2

中介軟體簡介

附件 2 中介軟體簡介

一、簡介

RFID (Radio Frequency Identification, 無線射頻辨識) 是一種結合嵌入貨品中的晶片 (tag/標籤)、讀取器, 再以中介軟體串連整合後端系統等所形成的辨識技術, 其產業價值鏈如圖 1.1 所示。無線射頻識別系統(RFID)為經濟部輔導發展的重要技術項目之一, 經濟部估計 RFID 全球總產值至 2008 年將提高至 1368 億台幣, 目前經濟部已結合產官學力量, 成立 RFID 研發及產業應用聯盟, 希望在短期內爭取成為全球五大高頻電子標籤供應者。

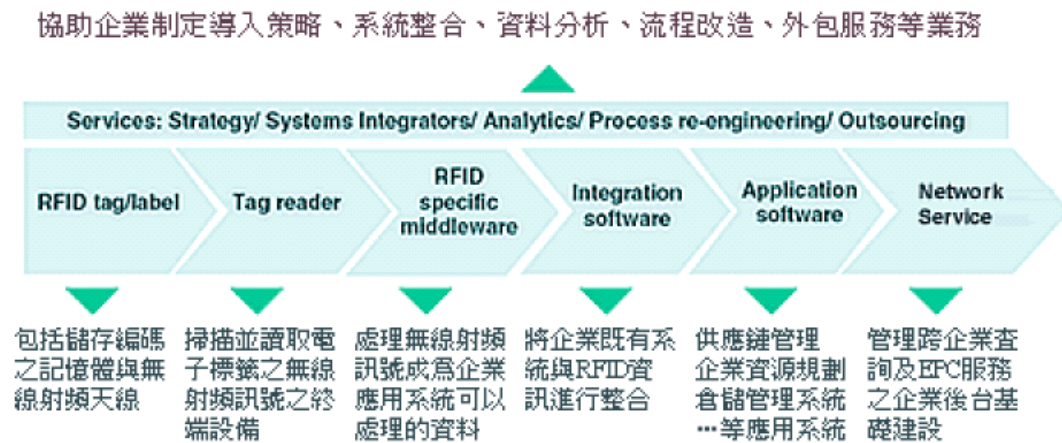


圖 1.1 RFID 產業價值鏈結構

RFID 系統架構主要可分為電子標籤、讀取器、系統應用軟體三大部分。市場研究機構分析, 全球 RFID 市場在 2004 至 2008 八年間, 全球電子標籤市場規模從每年 200 億台幣提高至每年 750 億台幣, 讀取器市場規模從每年 91 億台幣提高至每年 330 億台幣, 系統應用軟體市

場規模從每年 121 億台幣提高至每年 300 億台幣，總計 RFID 的總產值從每年 410 億台幣提高至每年 1368 億台幣，複合年成長率成長 22%，未來在產業應用的發展無可限量，值得國內業者爭取。

經濟部於 93 年 4 月核定由光寶協同科技公司主導、燦坤實業公司與光寶科技公司聯合申請之「應用於 3C 產業之 RFID 中介軟體技術應用研發聯盟先期研究計畫」。該研究計畫串聯內建供應鏈電子化之無線電技術晶片之相關廠商，透過分工架構研究 RFID 技術走向，建置一具整合性的 RFID 中介軟體平台架構，以推動本國 3C 電子製造業及流通業之 RFID 應用，並據此技術降低供應鏈管理成本，以加強物流業之產業效益，預估三至五年內帶動相關硬體產值可達 100 億元。

中介軟體市場區分成數個區塊，像 OAT Systems、ConnecTerra、GlobeRanger 和 GenuOne 等公司被視為 RFID 的專業廠商，其中許多公司已經將注意力轉向發展功能應用。傳統的自動化廠商像 Acsis、Brooks Automation 和 ClearOrbit 有很強的設備與資料管理能力，基礎架構 (infrastructure) 提供廠商如 IBM、Oracle、Sun、BEA 和微軟也已經進入到這個市場。不同的廠商之間，如硬體與網路設備業者間、中介軟體與企業應用軟體業者間及中介軟體與系統整合業者間已經形成聯盟。這樣的聯盟開發出了可以為終端客戶增加物流派遣的簡便性解決方案也進一步提升了廠商的觸角。企業應用整合(EAI)廠商已經很依賴合作關係來發展 RFID，例如 WebMethods 已經和 OATSystems 合組團隊，而 SeeBeyond 與 Sun 合作。雖然很多的倉儲管理系統提供者依賴與像 GlobeRanger 或 OATSystems 這些專業廠商合作出中介軟體功能，但是應用軟體廠商也已經發展出一些他們自己的獨特性功能。研究機構 AMR Research 預期 2006 年底前市場走向將會底定，明顯的贏家與輸家將會浮現出來。

台灣是全球資訊產品的供應重鎮，台灣各大供應商也將配合國外買主的政策，積極導入 RFID。估計未來如鴻海、廣達、仁寶等台灣製造商，在產品、供應鏈管理都將改採 RFID，也因此，惠普、IBM、昇陽

等外商也都積極在台灣搶灘。惠普科技日前宣佈在台灣設立亞太區第一個「RFID 卓越中心」，並將與工研院進行研發合作。而惠普夥伴廣達電腦也宣佈，RFID 將逐步取代廣達產品上現有的條碼系統，其他包括量販店大潤發、裕隆汽車對導入 RFID 也有積極的行動。昇陽也考慮在台設立 RFID 的研發中心，而台灣 IBM 也希望能結合「商品條碼策進會」成立的 RFID 服務團隊，提供解決方案給台灣的零售業與物流業等。

為激發 RFID 的多樣應用模式，IBM 於 94 年七月的開發者大會中，為所有參與者貼上 RFID 標籤，展示 RFID 應用於會場人員管理的方便性，應用模式係由與會者在報到處領取內嵌個人資料的 RFID 識別卡，IBM 則在各演講廳出入口處架設感應設備，記錄與會者的參與動向，並加以記錄，以便在會後寄發大會資料；並在各參展廠商的展示攤位上，佈建讀卡機以感應與會者身份資料，同樣於會後寄送其所感興趣的廠商資料。除用以蒐集並記錄個別與會者對不同演說內容以及展覽技術的興趣外，導入 RFID 技術後，IBM 在開發者大會會場大廳處，則設立一大型顯示屏幕，用以顯示全場參加者數量。可清楚呈現不同議題、展場人潮擁擠的程度。台灣 IBM 軟體產品處高級產品專員郭國維指出，IBM 此次在大型研討會開發者大會中導入 RFID 應用，除用意於展示 RFID 各式可行之應用模式外，更可解決大型展覽研討會場過去人數統計困難、難以將重要資訊發送給正確使用者等缺點。

除 IBM 外，近年來，積極進入 RFID 市場的廠商還包括微軟、HP、Oracle、SAP 等，皆以提供應對技術，如中介軟體、整合顧問服務等切入市場。惠普的運作方式與 IBM 比較接近，皆採用系統整合商的型態運作。也就是說，惠普、IBM 並不自行開發部分的技術，如 RFID 前端設備，而是採用其他 RFID 設備廠商的解決方案。之後再結合中介軟體、資料庫、ERP 系統，以及旗下的伺服器等硬體產品，整合之後提供給企業使用。惠普是 Wal-Mart 前 10 大供應商，早在 2004 年 8 月，惠普就開始試行 RFID，從印表機與筆記型電腦先開始。由於惠普有大

量筆記型電腦委由台灣製造，因此台灣 4 家代工夥伴也早已配合惠普的 RFID 計畫。近期的導入成果則為 HP 協助台北市東門國小，將 RFID 應用在圖書館借還書系統。導入相關應用較積極的領域則以醫療、零售、物流、高科技產業為主，並於近期逐步擴大應用到各產業範圍。

二、應用於物流管理之 RFID 中介軟體功能架構

2.1 功能架構定義

根據美國 MIT Auto-ID Center 提出的中介軟體系統架構，如圖 2.1 所示，將 RFID 中介軟體區分為 Reader Interface、Processing Module、及 Application Interface。各模組的功能說明如下：

A. Reader Interface

Reader Interface 的功能，包含下列三個部分：

- 提供 RFID Reader 硬體與中介軟體之連接介面。
- 負責 Reader Adapter 與後端軟體之通訊介面，並要能支援多種 Reader Adapter。
- 能夠接受遠端命令，控制 Reader Adapter。

B. Process Module

Process Module 的功能，包含下列五個部分：

- 在系統管轄下，能夠觀察所有 Reader 的狀態。
- 提供 Processing Modules 向系統註冊的機制。
- 提供 EPC code 和 non-EPC code 轉換的功能。
- 提供 Reader 管理的功能，例如新增、刪除、停用、群組...等功能。
- 提供過濾不同 Reader 所接收內容的功能。

C. Application Interface

Application Interface 功能，包括：

- 透過一致的 XML-RPC/SOAP-RPC 溝通方式。
- 連接企業內部既有資料庫 (如存貨系統) 或 EPC 相關資料庫，使外部應用系統可透過此 RFID 中介軟體取得相關 EPC/nonEPC 資訊。

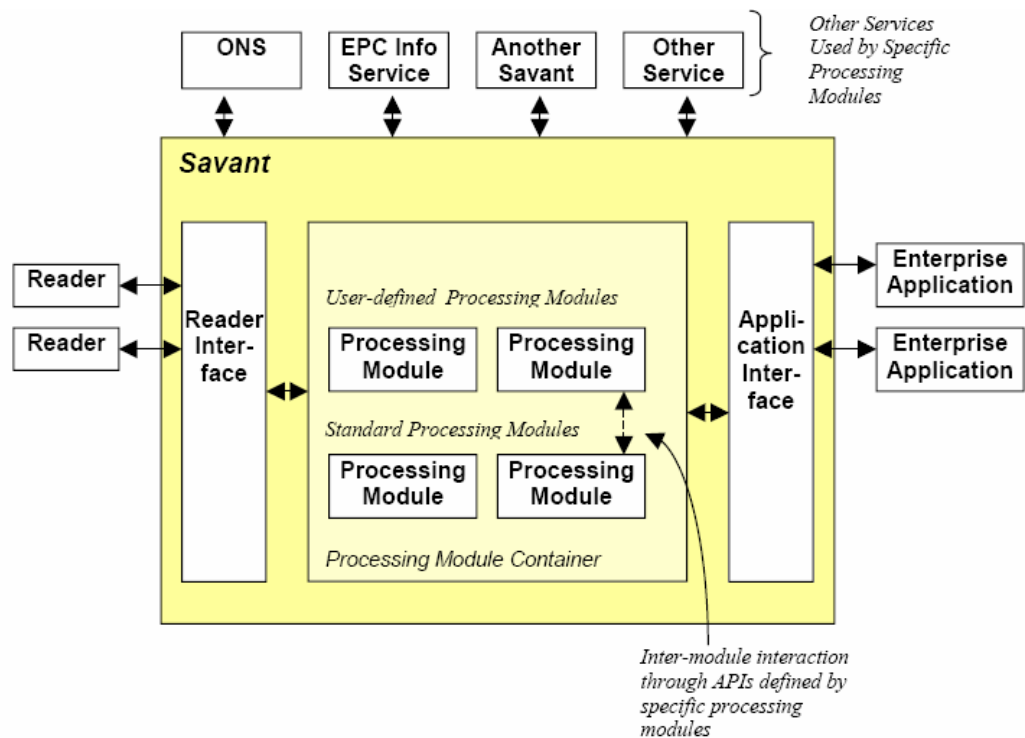


圖 2.1 Auto-ID Center 定義之 RFID 中介軟體架構

而根據 Forrester Research 對於 RFID 中介軟體的角色定義來看，RFID 中介軟體扮演 RFID 標籤和應用程式之間中介的角色，如圖 2.2 所示，而且應該包括四個功能：

- 協調讀卡機 (Reader Coordination)：終端使用者能夠透過 RFID 中介軟體介面直接的裝配、監視、部署與發送命令至讀卡機。例如：使用者能夠告訴讀卡機何時透過” Turn off”避免無線射頻衝突，以目前狀況來看，有些中介軟體的廠商提供類似隨插即用的功能，讓使用者能夠動態的感測到存在。
- 資料過濾與聚集 (Data filtering and aggregation)：當標籤讀取錯誤或者累贅的資料進來時，中介軟體的責任之一就是利用演算法來修正這個錯誤至正確。當在大量交易的情況下，RFID 中介軟體必須提供如此的緩衝能力以處理龐大的資料過濾與聚集。

- 資料路線發送與整合（Data routing and integration）：有些公司本身已經擁有 SCM、ERP 或 CRM 等系統，其希望中介軟體能夠提供資料路線發送與整合的能力，以使得廠商能夠透過 RFID 更有效率的運作。
- 程序管理（Process Management）：中介軟體亦要透過客制化的工作負責資料的監視與啟動，也就是說，其能夠過這個軟體，設定去監視存貨管理系統，當系統存貨較低或已無存貨時，將必須再補充所需的產品。

簡單來說，RFID 中介軟體不會因為 RFID 讀卡機提供的介面數量增加，以及應用程式的數量增加，而變得太過複雜。因此，當企業中複雜的情況如 30 個應用程式，以及 5 種 RFID 讀卡機時，其讀卡機至應用程式之間的點對點連結數量將高達至 150 個。如果透過中介軟體處理，則點對點介面將成為一項簡單的任務與工作。基本上，流通的資訊可以是同步或非同步的方式進行傳送，所以傳送者可以在不必等待回應的情況下，繼續運作。

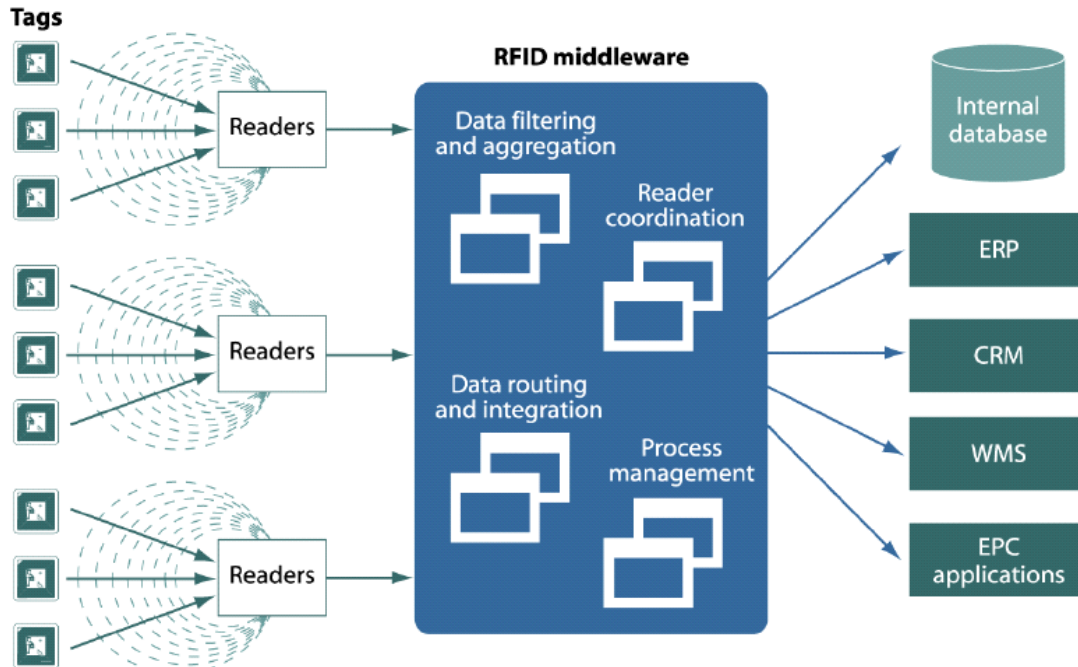


圖 2.2 Forrester Research 定義之 RFID 中介軟體架構

當企業開始導入 RFID 系統時，最重要的問題便是如何使用這些硬

體設備與所收集到的資料。Reader 讀取的可靠度，資料的擷取、過濾，正確與快速的傳送到企業後端既有系統，成為有用的資訊，是企業在導入 RFID 此項技術時最先會考慮的問題。因此，如何有效的管理硬體設備、正確有效率的傳送及管理 RFID 硬體與企業既有系統間的資料與訊息的傳遞，即是中介軟體所須要扮演的角色。

RFID 中介軟體解決方案，主要可分為兩個發展重點，一是連接 RFID 硬體設備，並有效率的管理硬體，及處理 Reader 所讀取到的資訊，如 OAT System 的產品 OAT EPC-IS Edge Server 提供 Device Management System (DMS)與 Event Management System (EMS)功能。DMS 管理及監控每一個 EPC network 中的硬體裝置及伺服器狀態，並且因為 EPC network 的系統動作繁複，每一個系統處理資料須有很好的效能，因此 DMS 還須具備分配工作的功能；EMS 接收 EPC network 中的硬體裝置及伺服器回報的事件，並將 EPC network 龐大數目事件比如讀取的 tag 資料等等存入工作佇列，紀錄、過濾。

另一部份的發展重點則是在與既有系統整合的部分。若以 3C 產業為例，如何將 RFID 運用在供應鏈上，監視貨物在此供應鏈的移動狀態，簡單來說就是根據每一個企業應用程式監控及紀錄 EPC 資料。優點是可以減少錯誤運送的產生，有效的庫存管理，減少清點的人力花費，增加訂貨的精準度等等。因此在開發出來的中介軟體中，應需要提供有 Workflow, EPC Commissioning, Web-based configuration UI, Pre-defined templates 等 RFID 應用系統常用的軟體模組，以讓應用開發者能夠快速的建置 RFID 應用，並能夠容易的與現有的 ERP,CRM,WMS 等系統進行連結。

其中就軟體來說，中介軟體扮演著與現有流程資料整合，及處理 RFID 資料的重大角色。此中介軟體設計必須達成下列四個目標：

- 中介軟體須具有協調性，提供一致的介面給不同廠商的應用系統。
- 提供一個開放且具有彈性系統所需要的中介軟體架構。
- 制定 reader 硬體廠商所須提供的軟體功能標準介面。

- 達成 AutoID 所訂定中介軟體的基本功能，並強化對多個讀卡機介面的功能，及對其他系統端的資料安全保護。

2.2 國內外廠商之中介軟體架構

目前國內外主要發展 RFID 中介軟體之廠商與組織如表 2.1 所示。

表 2.1 發展 RFID 中介軟體主要廠商與組織列表

廠商與組織	Name of RFID Middleware
資策會	
OAT systems(hp 合作夥伴)	OAT Foundation Suite
IBM	IBM WebSphere RFID Device Infrastructure IBM WebSphere RFID Premises Server IBM WebSphere Remote Server
WINMEC RFID Lab., UCLA	WinRFID
Oracle	Oracle Sensor Edge Server
Sun Microsystems	Sun Java System RFID Software
GlobeRanger	iMotion
Microsoft	Green Project
webMethods	webMethods Fabric
ConnecTerra	
SAP	
RF Code	
Manhattan Associates	
Savi Technology	
TIBCO Software	

2.2.1 資策會

資策會資工所根據 Auto-ID Center 提出的中介軟體規格，將 RFID 中介軟體區分為 Reader Interface、Processing Module 及 Application Interface。Reader Interface 負責前端和相關硬體的溝通介面；Processing

Module 包括系統與資料標準處理模組；Application Interface 負責後端與其他應用軟體的溝通介面及使用者自定功能模組。

為符合實際應用的需求，中介軟體平台採分散式架構設計，以 Edge Server 直接連結並管理數個 RFID Readers，針對所管理 Readers 傳回之訊息，進行初步的資料處理；Internal Server 接收所有 Edge Servers 傳回之資訊，不直接控制 RFID Reader，負責對外進行資料交換與命令接收等工作。另外在中介軟體的 workflow 中，提供物件追縱功能、物件搜尋功能及物件數量統計功能，使應用開發上能利用此功能模組快速建置 RFID 應用系統；並在接面整合上以 Web Service 方式提供應用系統介面，以使利用此中介軟體開發之 RFID 系統能方便的透過網路介面，與其他系統進行整合，提供有效的管理。

目前資策會資工所內 RFID 技術研發重點有三部分，分別為：

- Reader Firmware Design：主要是針對 reader 硬體的設計與規劃、天線的設計、RF 模組設計及客製化的韌體設計。
- RFID 中介軟體 共通平台發展：提供現有流程資料整合，及處理 RFID 資料的功能並設計各功能模組。
- RFID 客製化系統應用發展：針對不同應用需要，提供不同的應用設計與發展規劃。

另外針對 RFID 技術的應用特性，資工所內 RFID 業務推展方向主要為：醫葯醫療業、流通製造業及交通運輸資產管理等。現在目前進行的相關專案有：「應用於 3C 產業之 RFID 中介軟體技術應用研發聯盟先期研究計畫」(光寶協同科技股份有限公司委託)、「智慧貨架及自動盤點示範系統建置」(燦坤實業股份有限公司委託)及「供應鏈 RFID 資訊應用開發規劃案」(永豐餘造紙股份有限公司委託，目前永豐餘是 Wal-Mart 在亞洲唯一一家 RFID 貨箱的供應商)。

2.2.2 OAT Systems (hp 的合作夥伴)：OAT Foundation Suite

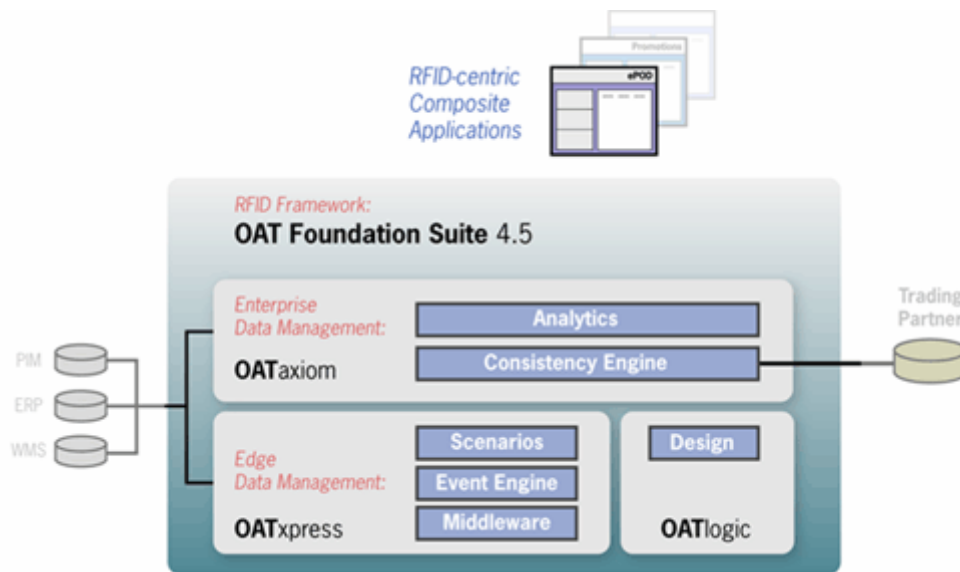


圖 2.3 OAT Foundation Suite 功能架構

OAT Foundation Suite 包含三個部份：OATaxiom、OATxpress 與 OATlogic

OATaxiom：OATaxiom 是企業的 RFID 資料管理系統，具有內建的 adapter 可處理貿易夥伴間的資料、一個 Consistency Engine 可以傳遞清楚的供應鏈物品的移動紀錄及一個供商業用戶使用的強健的分析平台。

- (1) Built-in Adapters：內建的轉換器可自動輸入貿易夥伴與內部設備的資料以產生企業層級的視野，貿易夥伴的讀取器的佈局方便性可輕易的整合外部資料而提高物流供應鏈的可見性。
- (2) Consistency Engine：連貫性引擎使用干擾性邏輯運算將雜訊、不完整及錯誤的資料轉換成乾淨的 RFID 資料。
- (3) Analytics and Reporting：彈性的分析平台可提供商業用戶幾乎即時的資產狀態顯示、單一物品的歷程追蹤並可使用 PDF、MS Excel 格式用電子郵件傳送報告等功能。

OATxpress：OATxpress 是產業導向的軟體平台可作為資料擷取、過濾與管理，例如使用在工廠、配送中心或零售商店。OATxpress 包含一個具有最佳化決策的 RFID 中介軟體引擎可加速派遣速度。

OATlogic：OATlogic 提供可自行開發 RFID 流程的功能，透過標準的程序定義語言提供具有彈性的設計環境。

2.2.3 IBM：WebSphere

在競爭愈來愈激烈的 RFID 領域，93 年 12 月 IBM S&A(Sensor & Actuator)部門宣布推出新的 RFID 中介軟體，包括 IBM WebSphere RFID Device Infrastructure、IBM WebSphere RFID Premises 與 IBM WebSphere Remote Server。IBM 的 RFID Premises Server 和 Remote Server 中介軟體建立在 J2EE 平台。

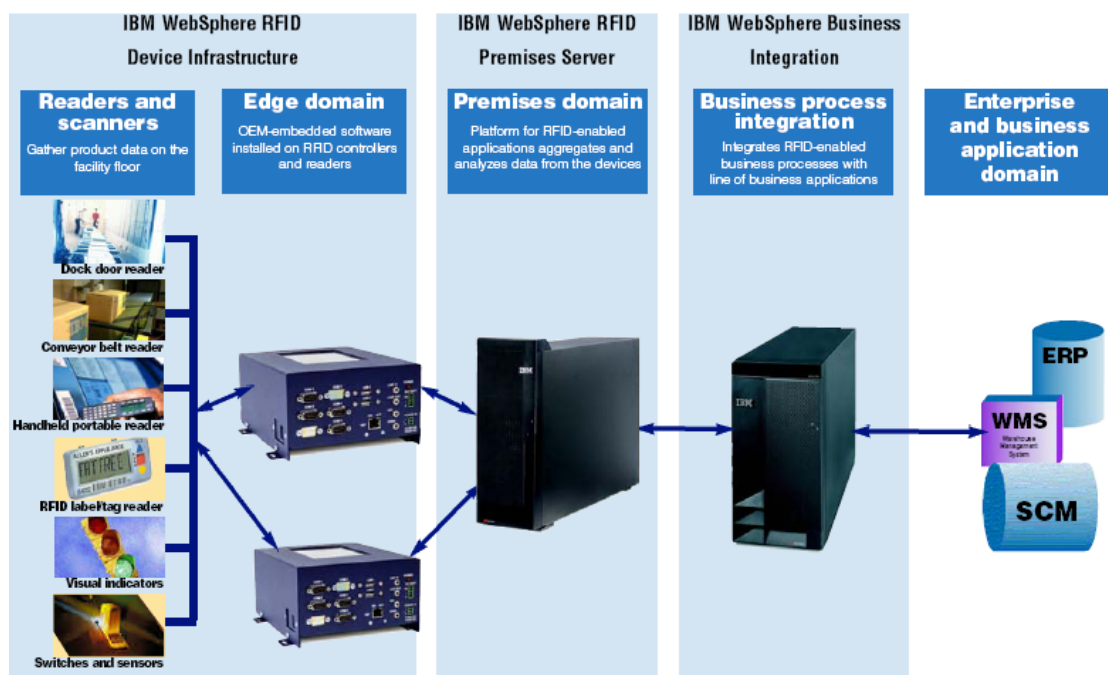


圖 2.4 IBM's WebSphere 功能架構

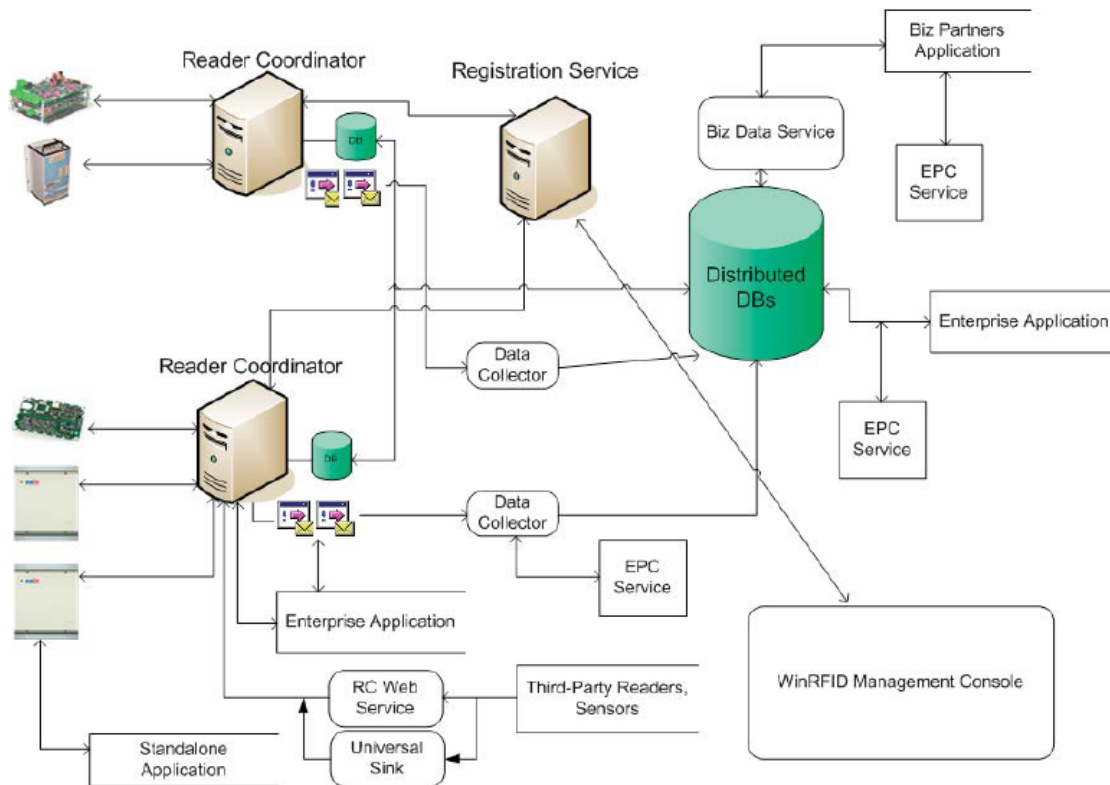
IBM 的 Remote Server 如同其名，架設在遠端如一般的商店或倉庫，而 Premises Server 則可以架設在遠端或資訊中心。IBM 正把這兩樣產品銷售到終端使用者，Metro Group 是一家歐洲的大型零售商已經使用 RFID Premises Server；另一方面 RFID Device Infrastructure 則整合 IBM 的 OEM 合作夥伴 RFID 讀取器與控制器。RFID Premises Server 收集並過濾 RFID 裝置的資訊、執行商業流程並整合倉儲管理與其他應

用所須的 RFID 資訊。而 Remote Server 主要在處理手持式、多媒體資訊亭與自動化導覽系統，如 IBM POS(point-of-sale)終端機。大部分對手持式與自動導覽裝置有興趣的公司想要建立在現有的硬體架構上，客戶也希望可以在 Remote Server 上使用其他的倉儲管理軟體，Remote Server 可提供選擇性的 RFID 元件。Premises 與 Remote Server 內建有 WebSphere Application Server(為 IBM Universal DB2 資料庫與 IBM Tivoli 管理工具)與其他元件，Premises Server 也可以用來做為遠端的伺服器管理。

2.2.4 UCLA, WinMEC RFID Lab：WinRFID

加州大學洛杉磯分校的 WINMEC 實驗室利用 Microsoft .Net 架構發展出 WinRFID edge-of-the-network 技術，WinRFID 中介軟體的重要功能像基礎架構的規模可調整性與管理、事件與資料的智慧化流程與派遣，以及企業應用與商業夥伴間的整合。不同的支援模組也會使派遣、安全性與資料準備更為簡便，中介軟體有一組應用程式與整合介面可支援應用程式的開發，同時，WinRFID 具有 plug-in 的功能以適應 symbiotic 技術，例如局部應用服務與使用感測器的環境。因此不僅僅強化了 RFID 系統的效率也提供商業流程的加值服務。

WinRFID 提供一個無縫式的 RFID 系統，可以透過不同形式的讀取器與電子標籤所組成的 RFID 網路蒐集與篩檢資料以傳遞智慧化的訊息。WinRFID 基礎結構技術也做過很多的應用測試，包括醫學與健康照顧、資產追蹤、物流業、零售業、圖書館以及文件追蹤、安全性與電子族譜(e-pedigree)等。



取自 WinRFID RFID Middleware System brochure(pdf)

圖 2.5 UCLA WinMEC's WinRFID 功能架構

2.2.5 Oracle and Intel：

成功的 sensor-based 運算技術包含五個重要的功能，如圖 2.6 所示：

- (1) Capture information：Sensor-based 的資訊必須擷取自很廣大的硬體平台，包含讀取器、感知器、light stack 等等，這可能使得這些不同硬體的整合應用負荷過重，因此一旦擷取到資料就須要再過濾。
- (2) Manage information：Sensor-based 運算方式產生了如爆炸性般的資料與事件，這使得 RFID 資料的連貫性與可靠度是一個問題，新的資料架構必須整合進現存的資料源、應用與商業流程中，並可提供新的加值應用與商業流程的開發。
- (3) Analyze information：資料與事件必須幾乎即時地加以分析以提供商業活動的管理與監督。
- (4) Access information：擷取進來的資料需要透過網路以啟動重要的商業流程，包括提供資訊給內部相關的企業資源應用單位及外部的合作伙伴與客戶。

- (5) Act on information and events：sensor-based 運算的解決方案需要允許企業可以管理並回應供應鏈所發生的事件，必要時，員工可以獲得授權存取並處理這些訊息。

Information Challenges



圖 2.6 Sensor-based 運算技術架構

Oracle 與 Intel 採用 Sensor-based 運算技術以提供 RFID 解決方案，其產品如表 2.2 所示。

表 2.2 Sensor-based 運算技術與 Oracle 及 Intel 的解決方案

Oracle and Intel: Comprehensive Solutions for Sensor-Based Computing

Tasks	Oracle Software Solutions	Intel® Architecture-Based Platforms
Capture data	Oracle® Application Server 10g	Readers based on Intel XScale® technology Edge servers based on the Intel® Xeon™ processor
Manage data	Oracle Database 10g	Servers based on the Intel Xeon processor family
Analyze data	Oracle Business Intelligence Oracle E-Business Suite	Application servers based on the Intel Xeon processor family; Database servers based on the Intel Itanium® 2 processor and Intel Xeon processor MP
Access information	Oracle Application Server Portal Oracle Wireless	Handheld devices based on Intel XScale technology Notebook PCs based on Intel Centrino™ mobile technology Desktop PCs based on the Intel Pentium® 4 processor
Act on information and events	Oracle Application Server 10g	Handheld devices based on Intel XScale technology Notebook PCs based on Intel Centrino mobile technology Desktop PCs based on the Intel Pentium 4 processor

2.2.6 Sun Microsystems：Sun Java System RFID Software

SUN 的 RFID 解決方案(Java System RFID Software)，其功能架構如圖 2.7 所示，由兩個基礎架構元件軟體所組成：Java System RFID Event Manager 和 Java System RFID Information Server。RFID Event Manager 整合了末端裝置並管理大量的資料，提供分散式、與網管中心式的功能，以適應網路架構的變化；RFID Information Server 提供存取 RFID Event Manager 產生的重大的商業事件，並提供多種選擇以整合 RFID 資料與現存的企業資訊系統或客製化的企業應用，且可提供 RFID 資料給內部或外部的企業資訊系統及 B2B(Business-to-Business)系統。

Sun's RFID Solution Architecture

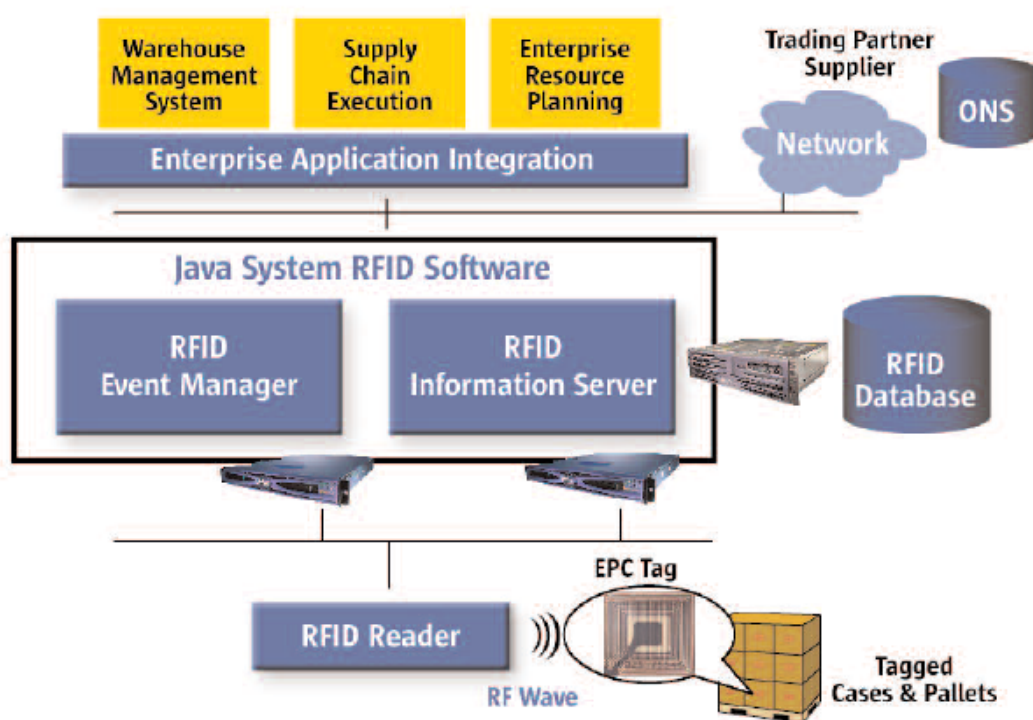


圖 2.7 Sun's Java System RFID Software 功能架構

2.2.7 GlobeRanger：iMotion

GlobeRanger 提出創新的軟體平台 iMotion，可自動連接企業的相關核心系統與即時資訊，利用圖形化的發展環境提供 RFID 解決方案，因此客戶可以快速地開發所需要的系統，建立在 Microsoft .NET 架構的 iMotion 具有下列功能：

- 控制裝置：iMotion 適用於不同種類的裝置、RFID 與無線產品，提供相當大的整合彈性。
- 管理網路：iMotion 可以用圖形的方式快速的規劃裝置網路、觀測網路狀態及與 EPC 網路服務的連線狀態。
- 資料轉換：iMotion 的分散式資料處理能力可以將原始資料轉換成事件，無縫式的整合供應鏈的事件。
- 最佳化產業流程：iMotion 可以管理處理流程與工作流程，方便的套用使用者定義的產業規則，提供立即的資料顯示。

2.2.8 微軟(Microsoft)

微軟為了尋找在 RFID 軟體領域發展的可能性而成立了 RFID 會議，RFID 會議有 60 個軟體、硬體與服務的廠商參與，微軟提到兩家，一為製造 RFID、具移動性與具感知器設計、物流派遣與管理軟體的廠商：GlobeRanger，另一為發展基礎結構(infrastructure)軟體的廠商：ConnecTerra。微軟計畫透過整合視窗架構(Windows-based)的 RFID 中介軟體平台、三個運用 RFID 的企業資源計畫與發展 RFID 相關軟體平台的合作夥伴以建立一個可以開發、實現與調整規模的 RFID 軟體與硬體平台，功能性將初步規劃在裝置抽象化與資料轉換。微軟的 RFID 中介軟體位階將會位於 RFID 裝置與商業應用軟體間，以含有 SQL、BizTalk 伺服器與 .Net 架構之整合能力的視窗平台來萃取並整合資訊。其中一個微軟所發展的 RFID 功能是一個 run-time 引擎，可以用來產生商業規則(business rules)，可用來產生於 RFID 衍生應用中所需的決策。微軟 Axapta ERP 套件 4.0 版與 Navision 5.0 版計劃將於 2006 年完成，微軟也計畫將 RFID 功能加入其大平原套件(Great Plains suite)，但是尚

未確定版本與日期及是否把 RFID 加入 Solomon ERP 套件升級版中。(微軟目前正進行一個稱為 Project Green 的為期數年的創新計畫，計畫改寫四個同名的商業解決方案套件濃縮成為單一的程式碼，並配合視窗平台的改寫時間表，預計 2008 年完成)，微軟的商業應用軟體的 RFID 功能性將包含 RFID 讀取器管理與讀取器事件轉譯成商業流程，其團隊與合作伙伴正致力於發展垂直導向的 RFID 軟體。

2.2.9 WebMethods : Fabric

WebMethods Fabric 之功能架構如圖 2.8 所示，包含四個部份：Enterprise Services Platform、Business Process Management、Business Activity Monitoring 與 Composite Application Framework。



圖 2.8 WebMethod Fabric 架構

【註】 以上 RFID 中介軟體(Middleware/Savant)相關產業報導與功能架構內容擷取自經濟部、資策會、eWeek、Taiwan.CNET.com 與 Frontline Solutions 與中介軟體發展廠商等網站。

附件 3

示範測試計畫施工計畫書

附件 3

示範測試計畫施工計畫書

一、計畫概述

協助交通資訊蒐集之無線射頻識別(RFID)電子標籤技術應用研究施工計畫，係交通部運輸研究所委託執行的原專案第二期專案計畫，計畫概要與主要工作項目簡述於下：

選擇台北市某公車專用道以 RFID 技術蒐集公車交通參數資訊，並且與環路偵測器及影像偵測器之量測結果相互比較，作為日後評估 RFID 技術在交通運輸應用上可行性的重要參考指標之一。以 RFID 技術蒐集公車交通參數資訊，主要的研究內容包含平均車速、佔有率、車輛停止偵測、車輛種類與流量。

為考量設備安置的安全性、可行性及減少複雜的測試路線等因素，以增加交通參數蒐集之準確性，本期「協助交通資訊蒐集之無線射頻識別(RFID)電子標籤技術應用研究」施工計畫擬選定信義路段杭州路口至林森路口的公車專用道施作。本示範計畫之預期效益有以下兩點：

- (1). 瞭解 RFID 技術蒐集公車交通參數之成效。
- (2). 分析及評估 RFID 技術運用在一般車輛上蒐集交通資訊之可行性。

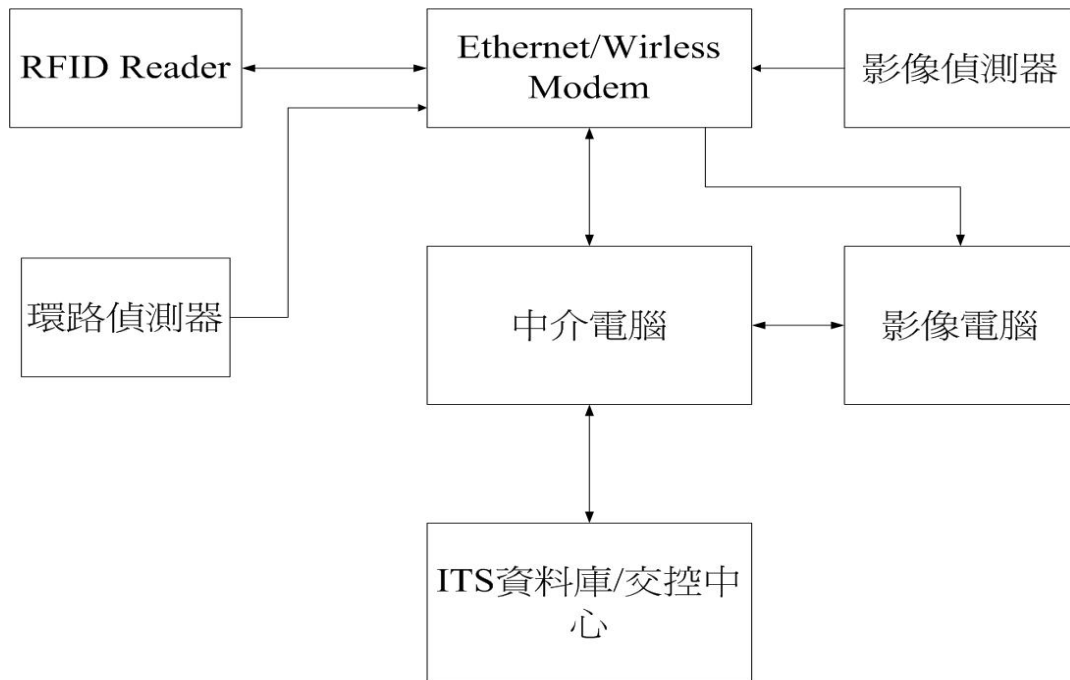
二、示範建置項目－RFID 技術應用示範公車專用道建置

(一)系統功能：

於公車專用道裝置 RFID 讀取器(Reader)量測交通參數資訊，並輔以影像偵測器相互驗證，據以評估其準確性。

圖一是 RFID 技術應用於示範計畫的系統方塊圖，其中 RFID

Reader 功用在於讀取安裝在公車上的 RFID 電子標籤，並透過 Ethernet 網路或是諸如 GPRS、WLAN 的無線網路，將資料集中於中介電腦的中介軟體處理後，並與影像偵測器取得的影像做不定時的交通參數人工相互比對研判其準確率，最後將相關的交通參數資訊以網路傳送至 ITS 資料庫或交控中心做一整體的統計與分析。



圖一 RFID 技術應用在示範計畫系統方塊圖

(二)設備概述：

- (1).RFID Reader 功能為讀取示範公車上的 RFID 電子標籤，作為蒐集車輛交通參數資訊。
- (2).影像偵測器功能為以連續攝影方式來取得車輛的影像資訊。
- (3).影像電腦功能為影像儲存的主要設備，並以影像處理程序專門處理影像偵測器傳來的車輛影像以產出車輛交通參數資訊。
- (4).Ethernet/Wirless MODEM 功能為以有線或無線網路方式將電子資訊傳送給中介電腦與影像電腦。

- (5). 中介電腦主要以中介軟體 middleware 介接上述設備資訊處理轉譯成交通參數資訊，並以網路鏈結至 ITS 等交控電腦。

(三) 佈設原則

- (1). 設備儘量依附於現有分隔島路燈、號誌燈與公車亭等現有的地物，以省去新增鋼構建設的成本。
- (2). 電源就近取自可全天候供電的號誌燈。
- (3). 中介電腦與影像電腦機櫃置放處須有不斷電電源與寬頻網路，並須考量設備的操作環境與儀器安全以維持系統的功能運轉正常。

(四) 佈設方式

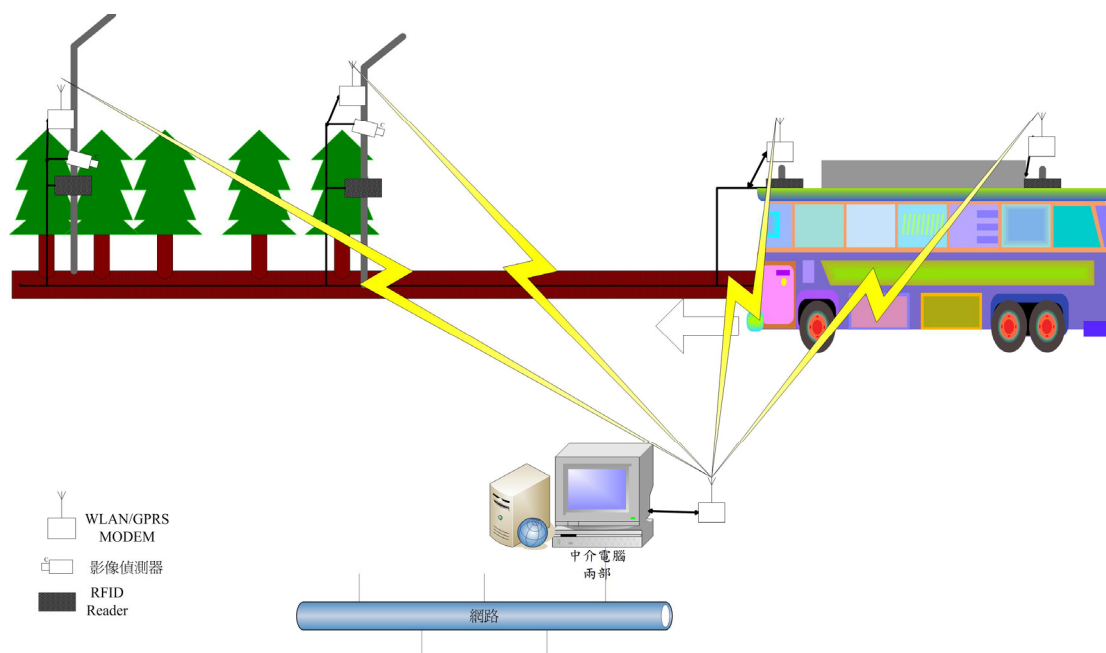
圖二是 RFID 技術應用在示範計畫立體架設示意圖，其中 RFID 讀取器架設高度約與公車上的 RFID 電子標籤等高的位置上（約離地面 X 公尺），而影像偵測器架設位置則以能清楚拍攝公車為宜，而實際位置須現場調校測試。

圖三是 RFID 技術應用在示範計畫平面設備配置示意圖，為考量終端處理電腦（中介電腦和影像電腦）與網路等設備的安全性與不斷電系統，擬將此設備裝設於中華電信總公司信義園區 105 室內，並架設以無線網路傳輸與公車專用道上的測試設備鏈結。集線箱須可防水與防破壞，並且空間足以收納相關電源線、訊號線及 WLAN/GPRS MODEM 無線網路模組。

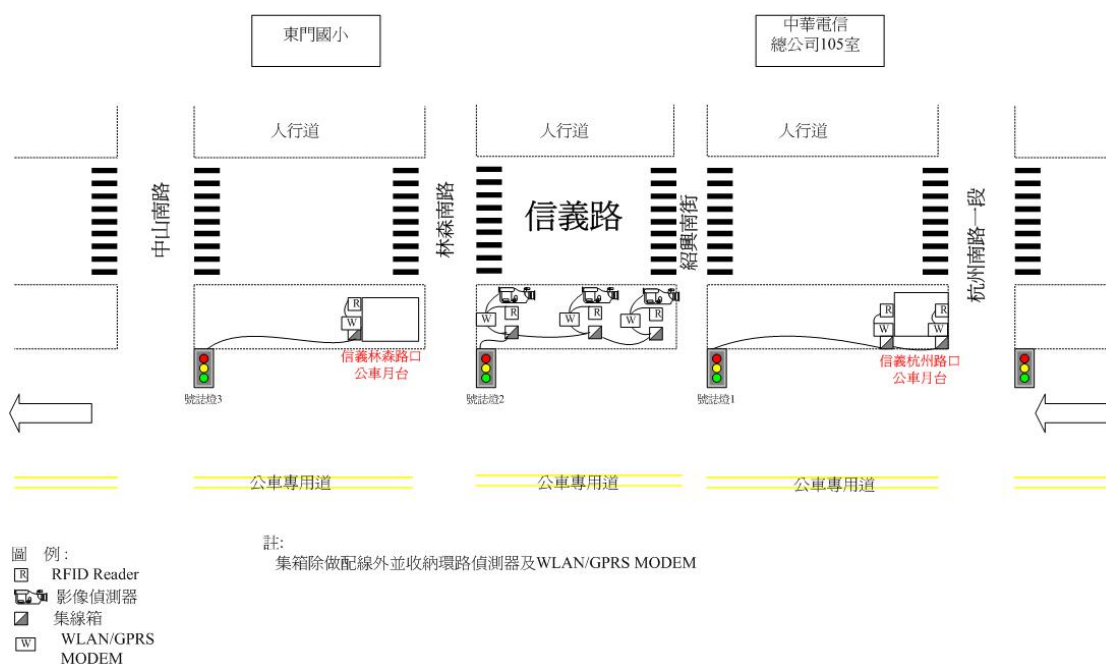
RFID 電子標籤係安裝在行經測試路段的示範公車側面外側，約離地面×公尺高度的前門位置。根據行經測試路段的需安裝示範公車如下：

路線編號	營運單位	配車數
0 東	大都會客運	13
20	大都會客運	19
204	首都客運	31

22	大都會客運	28
38	大都會客運	10
信義幹線	大都會客運	24
指 3	(無資料)	
15	大都會客運	16



圖二 RFID 技術應用在示範計畫立體架設示意圖



圖三 RFID 技術應用在示範計畫配置示意圖

三、施工計畫

(一)施工範圍：

信義路杭州路口至信義路林森路口公車專用道。



圖四 信義路杭州路口



圖五 信義路林森路口

(二)施工工期：

預定開工日期民國 95 年 x 月 x 日，工期 x 天。

(三)施工方法：

本示範計畫施工路段係於信義路公車專用道杭州路口至林

森路口之間，而架構於中央分隔島之 RFID 讀取器與影像偵測器之訊號線係連接於集線箱內的 WLAN/GPRS MODEM 無線網路模組，設備之訊號線與電源線需包覆於 PVC 管內就地掩蔽以免妨礙觀瞻，電源線須拉至號誌燈下的電源連接。

施工步驟計畫分三階段施作，第一階段為信義路杭州路口公車專用道與中央分隔島施工，第二階段為信義路林森路口公車專用道與中央分隔島施工，第三階段終端設備裝設於中華電信總公司信義園區 105 室內，並架設無線網路傳輸以與公車專用上的設備鏈結測試，施工程序如下：

- (1).佈設安全設施
- (2).架設 RFID 讀取器
- (3).架設影像偵測器
- (4).架設 WLAN/GPRS MODEM
- (5).佈設纜線作業
- (6).集線箱接續及收納作業
- (7).中央分隔島回填復原作業
- (8).終端電腦安裝連接作業
- (9).通訊區調校與系統整合測試
- (10).RFID 電子標籤安裝作業

(四)施工機具及人員：

施工機具停放配合當日施作才予以進場，除施工區域外，禁止施工車輛停靠於路邊車道或停車格位停等，並於進出時派員指揮交通，維持施工路段交通安全與順暢。

四、事故責任歸屬與處理方式

有關本案計畫於建置施工與示範期間可能發生交通安全事故賠償之責任歸屬問題，將以下列方式處理：

(一)建置施工期間：投保營造綜合險，保險期間為本計畫施工進行期間。

(二)計畫示範期間：投保公共意外責任險，保險期間為本計畫示範期間內。

五、電源規格

(一)GPRS MODEM 無線模組每個耗電量 3W。

(二)WLAN MODEM 無線模組每個耗電量 30W。

(三)影像偵測器每個耗電量＝攝影機＋video server＝6W＋8W＝14W。

(四)RFID 讀取器每個耗電量＝20W。

(五)總計各號誌燈所須供給耗電量為：

	GPRS MODEM	WLAN MODEM	影像偵測器	RFID 讀取器	小計
號誌燈 1	3W × 1	0	0	20W × 1	23W
號誌燈 2	3W × 7	30W × 3	14W × 3	20W × 4	243W
號誌燈 3	3W × 1	0	0	20W × 1	23W
重 量 (kg/pcs)	0.5	<2	5(攝影機, 支架), 1(video server)	5	NA
大小 (mm × mm × mm /pcs)	220×110×35	200×200×63	500×200×150(攝影機), 220×195×45(video server)	310×245×110	NA

附件 4

第一次專家學者座談會會議紀錄

「協助交通資訊蒐集之無線射頻識別(RFID)電子標籤技術應用研究(1/2)」

第一次專家學者座談會會議紀錄

一、會議時間：94年5月19日（星期四）下午2時 記錄：賀中鼎

二、會議地點：交通部運輸研究所五樓會議室

三、主持人：運輸研究所綜合技術組 黃運貴組長
中華電信研究所 鄭伯順副所長

四、出席人員：詳附件簽到單

五、議程：

- 主席致詞
- 計畫執行簡報
- 專家學者與談
- 主席結論

六、主席致詞：

黃組長：感謝並歡迎各位貴賓參加這次的專家學者座談會，本案係一兩年期的委託研究案，第一年由中華電信研究所負責執行，希望藉由本次會議，各位先進能多多給予建議及指教。

鄭副所長：很榮幸能有這個機會執行本案，希望能集兩個研究所之力替國家做一些事，首先請李肇浩博士就本所之執行構想與現況做一簡報。

七、計畫執行簡報：略（報告資料已於當日分送與會人員）

八、專家學者與談：

意見編號	意見內容	執行單位說明
（一）交通部航港資訊系統建置辦公室何定城經理		
1	鑑於示範計畫之規模（車機安裝之數量）將影響數據產生之代表性，請問本案執行之經費？	本計畫第一年期經費為 118.5 萬元，第二年期預算尚未經立法院通過，惟上限將不超過 500 萬元。同意「計畫規模將影響數據代表性」的意見，除將善用經費使規模最大化之外，選擇特定車輛通行專用道（例如公車行經公車專用道）的方式來評估，也是使測試數據更具代表性的方式之一。

2	請問示範計畫執行之時間點？	示範計畫之執行屬第二年期之研究範圍，但是因為中華電信研究所內部已有測試車道及鋼架，因此相關參數之測試調校在第一年內就會執行。
3	報告內容中提及示範計畫將採用 2.4GHz 之 RFID，似乎與目前交通部在推動之 922~928MHz 的頻段不一致，若是考量通訊穩定性，使用主動式的會好很多，請執行單位再做檢討。	以我們的瞭解，目前國內廠商 RFID 的商品在 922~928MHz 頻段的測試數據不管在量與質上均顯不夠成熟。本計畫著眼於交通資訊蒐集之應用研究上，若是研究出可行之應用模式，相信將前端相關設備置換不是大問題。屆時若是此頻段的產品已成熟可用，將以其為優先考量。
4	本研究計畫之應用面有何想法，請說明。	在示範計畫中，除了測試相關交通參數外，在公車測試計畫中，也將規劃旅程時間預估、公車到離站時間及公車發車調度等衍生應用。
(二) 鼎漢國際工程顧問公司王國材總經理		
1	簡報中 Page21 所列測試數據偏低，與先前認知有相當差距，請說明。	該頁所列資料係由廠商所提供，主辦測試單位為經濟部，係由國內三家廠商對其商品放在貨櫃上實測，測試 Tag 屬 922~928MHz 頻段被動式，所得數據讓我們對目前此頻段商品之成熟有些擔心。所提較好表現之商品，有可能是主動式的或者是其他頻段之商品。
2	主動式 Tag 會面臨電池更換的問題，所以在電子收費的車機上有喚醒 (wake-up) 電路之設計，不知執行單位對此之看法？	有關喚醒 (wake-up) 電路之設計能力，我們已經建立並申請專利。在 RFID 主動式 Tag 中，有些是電池耗盡即丟，無法更換電池，有些則可以更換電池；且一

		般規格均說明可使用 3~5 年。
3	簡報中 Page29 提到德國柏林的計畫，提及「不管有無安裝 Tag，均可量測車輛總數及車速」，請進一步說明之。	該計畫係利用 RFID Reader 的天線另做 Loop Detector 之用，所以對於沒有安裝 Tag 的車輛也可量測相關參數。
4	簡報中 Page34 提到佔有率及車輛停止偵測之定義，在實務上，Reader 應該要對 Tag 持續偵測，並且要能判斷其唯一性。	有關利用 RFID 蒐集交通參數定義的正確與否，需要佐以實驗數據，我們會先在中華電信研究所內進行測試，希望調整出具實用意義之公式。感謝提醒。
5	目前所規劃實測時的想法均是 Reader 裝在路測，Tag 裝在車上；若是逆向思考的話，也就是 Tag 裝在路測，Reader 裝在車上，也許有不同的應用產生。請參考。	敬悉。Reader 裝於運具上或路側，除了應用考量外，價格也是重點之一。
6	本公司目前正向經濟部提出一 RFID 研究計畫，內容為路邊停車收費應用，即 Tag 裝在車上，收費員車上裝有 Reader，收費時可快速一掃而過，提升收費速率達傳統之三倍。請參考。	敬悉。
(三) 台北市交通局		
1	本計畫若有需要協助之處，交通局將盡力協助。	感謝 貴局在先，也許示範計畫中公車專用道之選擇、路線之選擇、公車安裝規模及系統安裝等諸多事宜，敬請 貴局多予協助。
(四) 公路總局		
1	從交通量調查的角度而言，有效樣本的數量一定要達一定比率方具意義，因此電子車牌應是一很好之應用，惟目前車牌均已製作完成，要加裝 RFID Tag 有其困難。此意見提供執行單位參考。	敬悉。本研究案僅在可行性評估階段，離實用上有一段距離。電子車牌除了全面換發的實務以外，之前更有侵犯隱私權、教育民眾及制訂法規等嚴肅議題待解決。
(五) 交通部高速公路局		

1	有關車輛停止偵測交通參數在市區道路之適用性，請執行單位進一步思考。	敬悉。將進一步考量其適用性。
2	在系統設計方面，偵測點的佈設位置及密度，也會影響衍生應用的可用度，例如旅程時間預估等。	敬悉。將納入示範計畫時一併考量。
(六) 交通部國道新建工程局		
1	基於新工立場，若是日後交控系統欲將 RFID 的技術列入考量，關心的是 RFID 的技術可靠度、造價、及普及度，請問執行單位的看法。	RFID 應用於交通控制上相關議題尚須仔細研究，不過是不是可單獨依賴 RFID 的技術完成交通控制的目的，或是結合各種目前交通控制的設備，截長補短，以發揮綜效，也許後者更為可行。
(七) 財團法人中華顧問工程司		
1	本單位過去也曾做過類似的測試系統，認為與高速公路比較來說，市區道路是更適合進行先期研究的環境。	敬悉。有機會再向 貴單位請教相關實務議題。
2	示範計畫的產出應該要能與其他現存機制互相驗證，選擇公車專用道進行實測，應是蠻合適的選擇，因為目前許多公車都已經有安裝 GPS，再加上選擇有佈設 VD 之專用道，相關數據可作為比較之基礎。	同意所述，將朝此方向努力。
3	進行優先號誌的實測雖有其困難度，但應是都市交通未來要走的方向，建議執行單位能納入研究範疇。	將儘量結合相關單位的力量來進行。
(八) 交通部運輸研究所運管組		
1	希望主辦單位執行本案後，能提出條件測試之相關數據，如此對交通運輸管理而言較有意義。也就是說在何種條件下，相對的可	將遵照辦理。請運研所綜技組協助指導，先將 Boundary Condition 界定後，再進行實測，期成果能對運輸管理有所助益。

	靠度是如何的一種分析。	
2	有關隱私權相關議題的探討，涉及層面甚廣，不過若是有利於大眾福祉的話，應用在商用或大眾運輸方面是可行的。	本案研發方向與此意見一致，將朝 CVO 或 APTS 之相關應用著手。
3	在交通學上，流量、速度與密度是三位一體的，有其中二者就可推導出第三者。許多車輛偵測器也不是都可以完美地同時偵測出這三者，以 RFID 偵測交通參數而言，是否適合偵測佔有率？或是由其他兩者再予以推導？請執行單位進一步研究。	針對相關參數定義之實用性，將會進一步檢討，並以測試數據予以驗證。
(九) 工研院系統與航太技術發展中心田宜遜經理		
1	鑑因實驗室測試與實地測試有許多誤差，若是可以的話，建議執行單位在第一年就可以做一些實測。	評估可行後辦理。
2	過去的經驗裡，佈設的位置是一很重要的考量，即便是主動式，位置佈設之好壞，影響結果甚巨。	敬悉。
3	過去的經驗裡，使用 GPRS Modem 的結果不是很好，咸認使用有線網路優於無線網路。提供執行單位參考。	使用 GPRS Modem 傳送資料的主要原因，在於避免現場佈線施工作業。且在 GPRS Modem 的使用及設計上，中華電信研究所過去累積了許多的經驗與 Know-How，問題應該不大。
4	有關利用 RFID 來蒐集交通參數的定義中，佔有率的部分因影響結果之因素可能較多，是否適合利用 RFID 來蒐集，請執行單位進一步研究。	針對相關參數定義之實用性，將會進一步檢討，並以測試數據予以驗證。
5	簡報中 Page11 提到影響 RFID 讀取的環境變數，其實環境的濕度	敬悉。

	高低也會影響讀取之正確率。	
(十) 交通部運輸研究所運計組		
1	本組意見與運管組所提者類似，並無其他意見。	敬悉。
(十一) 交通部運輸研究所資訊組		
1	利用 RFID 進行交通資訊蒐集，希望執行單位能提出其與其他車輛偵測器之分析比較，使用時是互相搭配或是互斥型也能做一說明。	利用 RFID 蒐集交通資訊與其他車輛偵測器之比較已在本案研究之範疇。另外所提之影像式車輛偵測技術，我們也有一些技術及經驗，歡迎會後互相交流。
2	根據過去委託研究之經驗顯示，欲同時進行多項交通參數之蒐集，不僅極具挑戰性，也很辛苦。此一意見供執行單位參考。	相關蒐集之參數，已在內部檢討時予以收斂。此一意見將再與綜技組檢討辦理。
(十二) 元智大學周勝次教授		
1	RFID 相關案例之蒐集可透過我國駐外單位協助，應可取得更寶貴之資料。	敬悉。
2	RFID 與其他車輛偵測器之比較為本案主要工作項目之一，希望能更落實，對於推動成本及效益分析應有幫助。	遵照辦理。
3	有關 Middleware 及 Backend System 的規劃係執行單位的強項，建議能妥為規劃。	遵照辦理。
4	RFID 就是一種電波的產品，任何電波的問題都會在 RFID 身上發生，若能做好調校就可得到較好的結果。若能透過此一委託研究，執行單位能在實驗過程中提出一些適合本土的規格或經驗，那貢獻應是很大的，然後再利用公車或計程車等環境來驗證這些產出的穩定性較之產出可用之交	示範計畫的目的也包含驗證技術之可行性，如果技術不可行，自然產生的數據也是無用的，若是技術可行，產生的數據如何才能變的更有用，可能需要更多專業知識的加持，所以也企盼專家學者不吝給予本計畫指導與建議。

	通參數資訊更來的重要。	
5	若能勾勒出 RFID 在交通管理中的定位，那是更好的。	遵照辦理。
(十三) ITS 協會羅彬榮秘書長		
1	有關 Page 35 所列佔有率之公式中，分子部分的時間可以所偵測到車種之車身長度除以偵測到的車速而得到之時間來表達，可能更好。另外車間距也是很容易可以利用 RFID 來取得，對於一些交通管理上，是很有幫助的	將列入後續研究範疇。
2	本研究計畫從商用車輛切入來進行 RFID 相關研究應是正確的，若是日後能強制安裝 RFID 於商用車上的話，例如一些特定限制商用車輛進出的區域（例如長隧道、水庫、生態保護區等），就可藉此來管理。	敬悉。
3	有關利用 RFID 所產生之交通參數的格式與精確度的定義，建議建立 Data Dictionary。	將列入後續研究範疇。
(十四) 交通大學毛治國教授		
1	建議執行單位與運資組能多加合作，互相交流。	遵照辦理。

九、主席結論：

1. 本案執行的目的在於探討 RFID 這項技術對於運輸部門有哪些應用的潛力。國內外類似的研究計畫很少，所以對 RFID 究竟能對交通運輸有何種程度的貢獻並無預設立場，只希望能透過執行單位的研發能量，掌握 RFID 之優劣及限制。最後感謝各位貴賓之出席。
2. 以 RFID 來蒐集交通參數，至今仍是一項新且具挑戰性的應用研究。
3. RFID 不是萬能，未來在蒐集交通參數方面，須視整體系統應用選擇最適當之偵測器（例如環路線圈、壓力式、壓電式、紅外線等）。
4. 目前 RFID 之應用非常熱門，但不應該陷入 RFID 應用迷思，而是視應用

選擇最適當之產品。例如在人員管制應用上，通常有接觸式 IC 卡（自然人憑證 IC 卡及銀行 EMV 晶片卡，ISO 7816 標準）及非接觸式 IC 卡（ISO 14443 標準）兩種，在選擇上應視不同應用選擇適當產品（例如接觸式 IC 卡安全性高，非接觸式 IC 卡讀取速度快），如果兩種產品功能都能達到應用要求，則應以技術中立觀點，讓產品自由競爭。

十、散會：下午四點二十五分

附件：

「協助交通資訊蒐集之無線射頻識別(RFID)電子標籤技術應用研究(1/2)」

第一次專家學者座談會簽到單

元智大學周勝次教授：周勝次

中正大學吳財福教授：

臺灣科技大學徐敬文教授：

交通大學毛治國教授：毛治國

台灣大學張堂賢教授：

鼎漢國際工程顧問公司王國材總經理：王國材

中華大學張靖教授：

ITS協會羅彬榮秘書長：羅彬榮

交通部航港資訊系統建置辦公室何定城經理：何定城

工研院系統與航太技術發展中心田宜遜經理：田宜遜

台北市政府交通局：歐陽悟恬

台北縣政府交通局：

交通部公路總局：許瑞富 吳志冰

交通部高速公路局：劉煒偉 王雲生

交通部國道新建工程局：邱智斌

財團法人中華顧問工程司：鄭子剛

鼎漢國際工程顧問公司：

財團法人資訊工業策進會：

財團法人工業技術研究院：

交通部運輸研究所綜技組：張新 黃運安

交通部運輸研究所運工組：林美院

交通部運輸研究所運計組：張俊文 蘇振龍 呂清

交通部運輸研究所運管組：王應高 陳甘弟
史習平 黃美娟 陳一

交通部運輸研究所資訊組：

交通部運輸研究所運安組：

中華電信研究所：鄭伯順 王哥 弘 李靜端
賀中鼎 吳坤榮 鄧坤榮
陳榮義²

附件 5

第二次專家學者座談會會議紀錄

附件 5

「協助交通資訊蒐集之無線射頻識別(RFID)電子標籤技術應用研究(1/2)」

第二次專家學者座談會會議紀錄

一、會議時間：94年10月18日（星期二）下午2時 記錄：賀中鼎

二、會議地點：交通部運輸研究所五樓會議室

三、主持人：運輸研究所綜合技術組 黃運貴組長
中華電信研究所 鄭伯順副所長

四、出席人員：詳附件簽到單

五、議程：

- 主席致詞
- 計畫執行簡報
- 專家學者與談
- 主席結論

六、主席致詞：

黃組長：感謝並歡迎各位貴賓參加這次的專家學者座談會，本案係一兩年期的委託研究案，第一年由中華電信研究所負責執行，希望藉由本次會議，各位先進能多多給予建議及指教。

鄭副所長：很榮幸能有這個機會執行本案，今天將呈現過去我們所做的一些結果，想藉此機會就教於諸位，首先請李肇浩博士做一簡報。

七、計畫執行簡報：略（報告資料已於當日分送與會人員）

八、專家學者與談：

意見編號	意見內容	執行單位說明
(一) 元智大學周勝次教授		
1	RFID Tag 應以小於 2W 為主，可尋找國內廠商幫忙。	將持續蒐集國內符合要求之產品以配合計畫之執行。
2	Reader 與 Tag 之距離現有三種（150cm、390cm、510cm）作測試，但在計畫中為達到實用性，可選擇一種。	控制距離之遠近在於對 RFID 進行定量之量測，待選定 RFID 產品後，將選定一適當距離進行道路模擬測試。
3	隔熱紙對傳輸信號之影響，應不會僅對玻璃用 Tag 有影響，對金屬用者無影響，請進一步考量。	隔熱紙應該同時對玻璃用 Tag 及金屬用 Tag 有信號傳遞的影響。在測試過程中，玻璃用 Tag 係黏貼在車窗內面，故受隔熱紙影響；而金屬

		用 Tag 係黏貼在車身外金屬表面，故不受隔熱紙影響。
4	Loop Detector 是否須佈設，可進一步考量。	審慎評估，並考量施工之可行性。
5	在短距離（林森南路口→杭州南路口）所蒐集之資料對於長距離之預測（如車流、車速及佔有率）有無意義，可再斟酌。	本案主要係釐清 RFID 所蒐集到的交通參數之可信度，故示範計畫在設計上先朝較短距離（數百公尺）之方向辦理，在有限的資源下，取的最有意義的結果。
6	中介軟體為本計畫之重點，簡報中只包含資料之蒐集，對於本計畫所需之架構、模擬方面，可作進一步之說明。	將於期末報告針對架構及模擬進一步說明。
7	目前政府正推動 W-LAN(台北新都及經濟部)，可對 W-LAN 作進一步探討。	感謝委員提供寶貴意見。
（二）臺灣科技大學徐敬文教授		
1	RFID 應用於交通資訊蒐集之技術瓶頸在於電波能量轉換及有效應用，因環境面相當複雜，被動式 RFID 不能於短期內有技術上的突破，半主動式或主動式 RFID 較可行。	研究成果與委員意見一致。
2	傳送資料方式採 GPRS 或 WLAN AP，宜採其中一種，避免將來系統建置時過於複雜。	採用不同的無線通信方式係考量資料通信量多寡（攝影機之資料量遠大於 RFID Reader 及環路偵測器者）、設備成本（GPRS MODEM 自行開發）及介面界接（環路偵測器無現成 802.11x 之介面）等因素。
（三）交通大學毛治國教授		
1	個人認為，利用 RFID 來蒐集交通資訊，因為車上必須安裝 Tag，故適合應用在管制範圍，特定區域等方面，即便試驗成功，日後之應用	本案相關衍生應用之議題已有納入研究內容，在研究團隊所提出的期中報告中也有應用於停車場之相關描述。委員意見將納入研究參考，

	領域是相當有限的。建議運研所日後可進行將 RFID Tag 不是放在車內，而是放在固定的地方（例如停車場）相關研究。	並感謝委員提供寶貴意見。
（四）鼎漢國際工程顧問公司王國材董事長		
1	示範計畫施工涉及會勘、核准，可能花費相當時間，建議儘量採用附掛方式，減少不必要之開挖，以符時效。	審慎評估，並考量施工之可行性。
2	RFID 協助交通資訊蒐集所得交通參數如何驗證？其準確度是重要課題。建議與攝影人工計數器資料比較計算準確率。	目前已將攝影人工計數方式列為備選方案。
3	台北市各路公車調度頻繁，建議與三家公車業者密切聯繫，請其配合做 RFID Tag 之移轉。	遵照辦理。
4	公車預估到站時間採前一班之旅行時間，有時會有資料偏誤問題，建議採前三~五班公車平均旅行時間計算。	感謝委員提供寶貴意見，將列入辦理。另外在研究中之平均速度/平均區段速度已考量多輛車之平均值，未來如以此平均速度算出之公車預估到站時間，應可符合委員之建議。
5	從 RFID 在交通資訊蒐集未來應用來看，應採高架正面式為佳，建議示範計畫儘量採此方式設置。	經測試，高架方式確優於路側式，惟考量成本、市容景觀、施工可行性等因素，認在不影響研究目的（評估 RFID 蒐集交通資訊之可行性）的前提下，先以路側式為之。
（五）台北市政府交工處交控中心劉瑞麟主任		
1	示範測試計畫站在市府立場會予以協助，惟請儘量使用附掛方式處理，以免施工期過長。另設備數量是否可減少以增加計畫可行性。	遵照辦理。
2	交通資料之準確度應先在試驗場（如電研所內部）測試並驗證後，再至道路實測。	遵照辦理。

3	裝設於道路之設備，務必須符合電總規範。	裝設於道路之設備一定會遵守並符合國內相關法令及要求。
(六) ITS 協會羅彬榮秘書長交通部國道新建工程局		
1	建議蒐集 SAMSUNG 在韓國首爾的類似應用，瞭解 RFID 在公車、計程車的應用實例。	持續蒐集相關資料。
2	建議 Loop Detector 以影像錄影配合影像偵測及人工判讀取代，以簡化測試工程。	審慎評估，並考量施工之可行性。
(七) 交通部航港資訊系統建置辦公室何定城經理		
1	請考慮採用 UHF922~928MHz 之半主動式或主動式 Tag 進行示範計畫，以符合政府 RFID 政策。	持續注意國內 RFID 市場，尋找符合政府要求之半主動式或主動式 RFID Tag 以進行示範計畫。
2	請蒐集國外 RFID 應用於交通資訊蒐集之成功案例，以減低示範計畫之風險。	相關案例蒐集屬本案前半部研究內容，並已於第一次專家學者座談會中報告相關成果，研究團隊將持續蒐集相關資料。
3	RFID 中介軟體應考量與國內廠商（如資策會）合作，以掌握技術，創造商機。	非常歡迎與國內相關單位或業者共同合作。
4	未來衍生應用可考慮使用於港區門禁管制系統。	納入研究參考，並感謝委員提供寶貴意見。
(八) 工研院系統與航太技術發展中心洪碧涓博士		
1	本單位今年進行於高速公路上偵測裝有 RFID Tag 貨櫃車之相關研究，經驗顯示，RFID（被動式）的發射功率影響通訊距離甚劇，建議使用半主動式或主動式 Tag 進行示範計畫。另外，雖然我們也曾在較可控的戶外環境進行實驗，但一旦實測開始，不可控的因子，使結果變化很大。所以最好多多 study 實測場所相關環境因子。	感謝委員提供寶貴意見。
2	氣候（例如颱風）的因素也會影響	感謝委員提供寶貴意見。

	實測結果，請併考慮。	
3	不管是施工時或實測時，人員的安全請特別注意。	本計畫於施工或實測時，將特別注意人員及行人的安全，另於施工進行期間將投保營造綜合險，於示範期間內將投保公共意外責任險。
4	採路側式的設置方式恐會影響日後應用範圍。	經測試，高架方式確優於路側式，惟考量成本、市容景觀、施工可行性等因素，認在不影響研究目的(評估 RFID 蒐集交通資訊之可行性)的前提下，先以路側式為之。
5	有關本案日後之衍生應用，也請多從旅客的角度出發，視有無相關資訊是可提供旅客更多的行車資訊。	納入研究參考，並感謝委員提供寶貴意見。
(九) 財團法人資訊工業策進會		
1	研究團隊採用半主動式或主動式 Tag 進行示範計畫的方向應該是正確的。惟若僅作為交通資訊蒐集之用，似嫌可惜，建議多朝加值應用的方向著墨，例如將公車內的資訊（例如駕駛人、車內人數、有無超載）傳出，衍生出哪些路段的乘客最多；駕駛者素行如何等資訊。	感謝委員提供寶貴意見。
2	建議相關 RFID 設備採國際標準，以降低系統成本。	相關 RFID 設備若已有國際/國家標準，定會遵循使用。
3	即便是物流業，其中介軟體客製化的程度仍然很高，商用軟體是不可能買回來就可以用的。	感謝委員提供寶貴意見。
(十) 交通部高速公路局		
1	請考量示範路段受捷運施工影響而導致結果是否具代表性的問題。	經與台北市捷運工程局聯繫的結果，於示範計畫執行期間，於示範區域之公車路線將不受影響，故應不會影響結果之代表性。
2	是否相關交通參數之蒐集一定要達到 100%的載具都裝上 RFID Tag 才	本研究案之研究目的係評估 RFID 蒐集交通資訊之可行性，故仍朝示

	可行？請考量。	範區域內之所有載具均配置 RFID Tag 的方向辦理，使結果具代表性。
(十一) 財團法人中華顧問工程司		
1	建議考量示範計畫相關設備以租賃方式辦理，以樽節成本。	審慎評估。
2	有關驗證方面，建議示範計畫地點採已有公車資訊之公車專用道上施行，相關資訊可茲驗證及比較。另外可行的方式就是採錄影人工判讀方式為之。	目前已將攝影人工計數方式列為備選方案。
3	建議相關設備以附掛的方式取代路面開挖埋設的方式為之。例如還路線圈偵測器可以以微波偵測器取代。	審慎評估，並考量施工之可行性。
4	本計畫係研究以 RFID 蒐集交通資訊，所以選擇較單純的公車專用道來進行以利產生較可參考的數據，是比較容易達成目標的作法。若確實可行，日後不妨進行交通相關衍生應用之研究。	感謝委員提供寶貴意見。

九、主席結論：

今天與會的委員提供了許多寶貴意見，包含示範計畫實務面上及 RFID 加值應用方面，請研究團隊列為日後執行本案之參考。

十、散會：下午四點四十分

附件：

「協助交通資訊蒐集之無線射頻識別(RFID)電子標籤技術應用研究(1/2)」

第二次專家學者座談會簽到單

元智大學周勝次教授：

周勝次

中正大學吳財福教授：

(請假)

臺灣科技大學徐敬文教授：

徐敬文

交通大學毛治國教授：

毛治國

鼎漢國際工程顧問公司王國材總經理：

王國材

台北市政府交工處交控中心劉瑞麟主任：

劉瑞麟

ITS協會羅彬榮秘書長：

羅彬榮

交通部航港資訊系統建置辦公室何定城經理：

何定城

工研院系統與航太技術發展中心洪碧涓博士：

洪碧涓

台北市政府交通局：

台北縣政府交通局：

交通部公路總局：

許張富 李忠璋 李介運

交通部高速公路局：

李國

交通部國道新建工程局：

(請假)

財團法人中華顧問工程司：

鄭烈

鼎漢國際工程顧問公司：

財團法人資訊工業策進會：張志芳 劉石麟

財團法人工業技術研究院：~~吳大~~

交通部運輸研究所綜技組：張敬 陳永

交通部運輸研究所運工組：

交通部運輸研究所運計組：呂怡青

交通部運輸研究所運管組：

交通部運輸研究所資訊組：

交通部運輸研究所運安組：

洪富忠

中華電信研究所：

鄭伯順 陳榮義 王景弘
羅坤榮 李峰浩 吳坤榮
賀中鼎

附件 6

第二年推動與發展策略









附件 6 第二年推動與發展策略

一、前言

第二年期工作計畫將依據第一年期之研究成果選定示範測試對象並進行相關測試之細部研究設計。初期將在實驗室先進行初步測試，先對整體功能進行測試確認，提早排除未來實地測試時可能遭遇之問題。當初步測試完成後，計畫示範測試將進入實地安裝與測試階段，此階段除了調整系統參數使系統穩定外，並將解決系統通信干擾、隱私權保護、資訊安全等問題。最後藉由測試系統實際運作所蒐集的資料，進行示範測試系統之績效評估與檢討，研擬出以 RFID 電子標籤協助交通資訊蒐集之推動策略及措施。

二、研究內容與工作項目

第二年期工作內容則是依據第一年期之研究成果進行以 RFID 電子標籤在交通資訊蒐集上之實地測試與資料蒐集分析評估，進而研擬出推動策略及措施。工作項目至少包含以下所列：

-  選定示範測試對象、技術、程序、參與人員與範圍
-  示範測試細部研究設計
-  示範測試系統之實驗室測試
-  示範測試系統之安裝與實地測試
-  示範測試系統之維運及資料蒐集
-  示範測試系統之績效評估與檢討
-  專家學者座談會
-  研擬推動策略及措施

三、研究方法及進行步驟

第二年期計畫之進行步驟如圖 10.1 所示，主要工作項目研究方法說明如下：

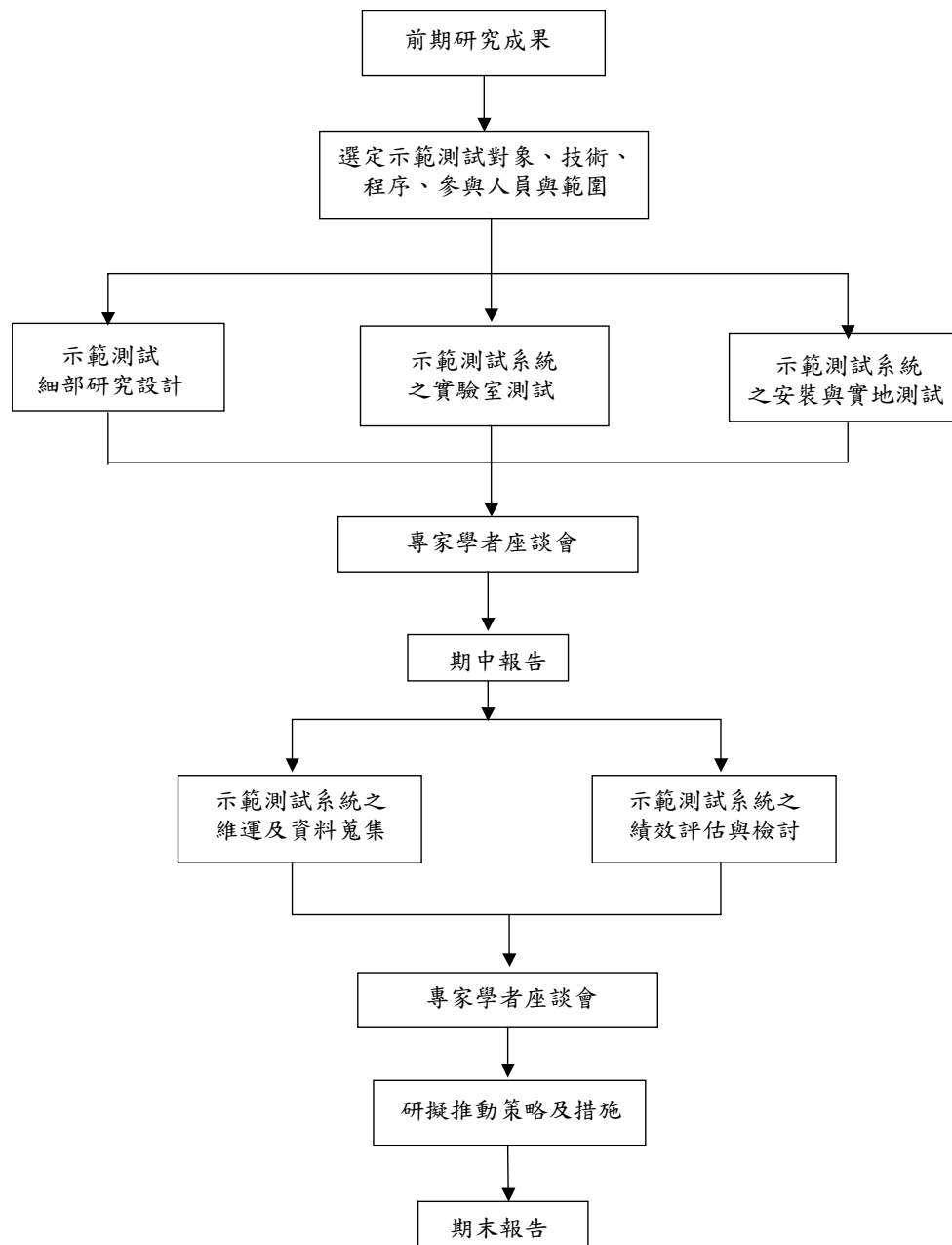


圖 10.1 第二年期計畫研究流程圖

1. 選定示範測試對象、技術、程序、參與人員與範圍

本年期將依據第一年期之研究成果，選定示範測試對象進行實地測試，相關之技術、程序、參與人員與範圍將依據第一年期測試工作計畫內容執行。

2. 示範測試細部研究設計

使用 RFID 蒐集交通資訊必須考慮到包括整體測試架構、測試環境、資料傳輸速率、通訊距離、系統安全性、抗干擾性、系統可擴展性及標準化等等問題。本計畫將對這些重要課題進行細部研究設計，使測試對象能夠以 RFID 技術蒐集相關交通資訊。

3. 示範測試系統之實驗室測試

本團隊擁有國家級之微波測試實驗室及執行國家資訊安全計畫，並已有完整之 ITS 實際測試場地。因此本計畫可以在示範測試系統之實地測試前，即事先對整體功能進行測試確認，同時也可針對 RFID 通信干擾、隱私權保護及資訊安全等問題有完整之測試，提早解決未來可能遭遇之問題。

4. 示範測試系統之安裝與實地測試

本研究將考量整體測試架構、現場測試環境、通訊距離及抗干擾性等等問題，依據第一年期示範測試計畫之規劃，安裝建置示範測試系統。同時進行示範測試系統並分析所得之測試蒐集資料是否符合事先預期功能測試及解決 RFID 通信干擾、隱私權保護及資訊安全等問

題。

5. 示範測試系統之維運及資料蒐集

有關測試系統之維運將配合即時監控機制，以確保測試系統之資料蒐集能夠長期運作。測試系統蒐集之相關交通資訊資料並將儲存備源。

6. 示範測試系統之績效評估與檢討

將依據測試系統測試結果與預期評估之結果做比較檢討，評估測試系統之績效是否符合預期，以作為測試系統改進之依據。

7. 專家學者座談會

第二年期計畫的執行內容中擬進行兩次專家學者座談會，分別於本案執行之第五個月及第十個月進行，實施的目的期藉由邀請執行團隊成員以外之產、官、學、研等相關領域之專家（每次以不超過十位為原則），就本案之執行過程與內容給予批評指教，俾使研發成果不僅凝聚社會大眾之共識及更利後續之推展。兩次專家學者座談會之實施時間、地點、邀請對象及會議議程將於實施前與貴所充分溝通並獲共識後方為實施。

8. 研擬推動策略及措施

依據本年期執行示範測試系統研究成果及專家學者之意見，研擬後續推動策略及措施，以作為未來執行相關計劃之依據。

四、預定進度甘梯圖（Gantt Chart）

第二年期計畫預定進度甘梯圖

工作項目	第一 月	第二 月	第三 月	第四 月	第五 月	第六 月	第七 月	第八 月	第九 月	第十 月	第十一 月	第十二 月	備 註
1. 選定示範測試對象、技術、 程序、參與人員與範圍	■	■											
2. 示範測試細部研究設計		■	■										
3. 示範測試系統之實驗室測 試			■	■	■								
4. 示範測試系統之安裝與實 地測試			■	■	■	■							
5. 專家學者座談會					■						■		
6. 期中報告						※							
7. 示範測試系統之維運及資 料蒐集						■	■	■	■	■			
8. 示範測試系統之績效評估 與檢討								■	■	■	■		
9. 研擬推動策略及措施										■	■	■	
10. 期末報告												※	
工作進度估計 百分比(累積數)	10%	15%	25%	35%	45%	55%	65%	70%	80%	90%	95%	100%	
預定查核點	第一季：												
	第二季：期中報告												
	第三季：												
	第四季：期末報告												
說明:(1)工作項目請視計畫性質及需要或依研究計畫綱要說明訂定。預定進度以粗線表示其起訖日期。													
(2)「工作進度百分比」欄係為配合管考作業所須，累積百分比請視工作性質就以下因素擇一估計訂定:①工作天數②經費之分配③工作量之比重④擬達成目標之具體數字。													
(3)每季之「預定查核點」，請在條形圖上標明※號，並在「預定查核點」欄具體註明關鍵性工作要項。													

五、預期成果

- (1)本研究藉由示範測試系統之執行，完成評估電子標籤在商用車輛及大眾運輸車輛試驗安裝，測試車輛資料蒐集、安全管理以及監控技術；並結合 ETC 等，構置整合式之 ITS 服務範例。
- (2)藉由 RFID 蒐集交通資訊示範測試系統之完成，使得能夠加強對重型貨車及大眾運輸車輛定位、行車速度、行車安全等進行監控，提供即時交通資訊，協助強化 NITI 基礎建設。
- (3)研擬完成以 RFID 蒐集交通資訊之後續推動策略及措施，可作為未來執行相關計劃之依據。

附件 7

期中報告審查意見辦理情形回覆表

附件 7

「協助交通資訊蒐集之無線射頻識別(RFID)電子標籤技術應用研究(1/2)」

期中報告審查意見辦理情形回覆表

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意 見
(一) 元智大學周勝次教授			
1	RFID 對「交通資訊蒐集」之定位應作釐清，如作旅程時間、交控應用等，是否可單獨工作或須搭配其他 Sensor。	遵照辦理。	同意執行單位說明
2	在期末報告時，其「middleware software」應有自行開發之報告及實驗結果。	執行團隊已著手進行 Middleware 之規劃，將朝自行開發之方向努力。	同意執行單位說明
3	Florida 正進行之汽車旅程時間之量測，可否透過管道取得測試資料以供參考。	盡力蒐集。	同意執行單位說明
4	表 1.1 及表 2.1、P1-4 與 P2-5 有重複現象，可考慮擇一。	遵照辦理。	同意執行單位說明
5	第 2.6 節之「我國 RFID 器材技術規範」可考慮移至附錄。	遵照辦理。	同意執行單位說明
6	P4-21 之表 4.8 應做說明以避免誤導。	遵照辦理。	同意執行單位說明
7	本計畫之 RFID 資料蒐集主要應用於 ITS 上，故除在技術上研究外，應注重在交通問題之研究，並與有關研究計畫成果相檢驗。	遵照辦理。	同意執行單位說明
8	本計畫如已選擇公車或商用車輛為測試對象，可針對其使用 RFID 之優劣點做比較，及分析其實用性。	遵照辦理，擬於期末報告提出。	同意執行單位說明
(二) 鼎漢國際工程顧問公司王國材總經理			

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
1	紅外線技術正將被應用於 ETC，且將延伸應用於停車收費、交通資訊，請分析其與 RFID 應用於交通資訊蒐集是否有衝突。	RFID 應用在交通領域尚在起步階段，而以國內 ETC 的規劃，DSRC 又屬過渡產品，未來營運者如何使用 VPS 或者 RFID 有無可能應用於電子車牌均還未知，所以目前還是先將本研究案善加規劃、確實執行，希望研究成果對交通管理有所助益。	同意執行單位說明
2	Wal-Mart 宣布 2005 年元月將導入 RFID 取代條碼，臺灣因 reader 驗證問題，屆時是否可以因應。	國內廠商若要符合 WalMart 之要求，則須在紙箱或棧版上貼上符合美國國內 RFID 標準之 RFID (902MHz~928MHz)，目前已有多家 RFID 產品符合要求，國內廠商要取得符合 WalMart 要求之 RFID 產品，應無問題。	同意執行單位說明
3	車輛偵測器可以分為入侵式 (Intrusive) 和非入侵式 (Non-Intrusive)，請修改 P1-5 敘述。	敬悉並配合修正。	同意執行單位說明
4	電信總局公告之 922-928MHz，其頻帶太窄，是否會影響 RFID 未來發展，以 UHF 為主之標準 (物流用)，用於交通資訊蒐集上是否先天上就不合適。	若針對物流業應用而言，電總目前對 RFID 開放之 UHF 頻段應已夠用。針對交通應用而言，目前應以主動式/半主動式 RFID 較為適合。	同意執行單位說明

意見編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
5	RFID 專利問題影響其價格，臺灣是否有能力突破此限制。	專利權的問題絕對影響未來之發展，而專利官司的判決將決定其影響的程度。	同意執行單位說明
6	以 RFID 計算佔有率，牽涉偵測範圍、後端通訊頻率問題，建議修正 P4-21 表格。	敬悉並配合修正。	同意執行單位說明
7	日本與中國大陸是否正在發展自己 RFID 標準，若是，如何解決系統整合問題。	日本及中國大陸在 RFID 標準方面，還是以 ISO 國際標準為主。Auto-ID Center(發展 EPCglobal Network)在日本及中國大陸皆有設置相關實驗室，不過 EPC 標準也將列入 ISO18000-6 Part C 標準。	同意執行單位說明
(三) 交通部運輸研究所運計組蘇振維委員			
1	報告中應加強展現 RFID 和現有技術比較之優點。	遵照辦理。	同意執行單位說明
2	報告中應陳述 RFID 偵測區域的大小、是否區域大小為可變，偵測區域是否會有互相干擾之問題。	遵照辦理，擬於期末報告提出。	同意執行單位說明
(四) 交通部國道新建工程局			
1	報告中應加強公路資訊蒐集說明，同時必須注意若應用在公路交通方面，產品應為成熟產品。	敬悉。	同意執行單位說明
2	報告書中應了解有關 RFID 專利是否對未來普及性產生影響。	專利權的問題絕對會影響 RFID 未來的普及性，執行團隊將持續進行瞭解，並蒐集相關資訊提供參考。	同意執行單位說明
3	報告書中應加強 RFID 和現有相關技術之比較。	遵照辦理，擬於期末報告提出。	同意執行單位說明
(五) 台北市交通局（書面意見）			

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
1	<p>本案研究單位擬於本市行駛於公車專用道上之公車進行示範計畫，相關事宜擬請本局配合協助，然於期中報告書中尚未有示範計畫內容。若研究單位所提示範計畫涉及公車專用道之選擇、硬體施工之方式及施工位置之選擇、公車業者安裝RFID Tag 相關事宜等議題，本局可協助範圍為：</p> <p>1.研究單位確定示範計畫所選之公車專用道後，經本局權責單位同意可進行施工。可先洽本局權責單位對於施工之方式或施工位置...等是否有相關規定，再循相關規定辦理。</p> <p>2.研究單位確定示範計畫欲安裝設備之公車後，有關與業者協調部分本局可給予必要之協助。然對業者進行示範計畫之說明仍須由研究單位辦理。</p>	示範計畫詳細內容仍在規劃中，未來將配合貴局相關規定辦理。	同意執行單位說明
(六) 台北縣交通局			
1	報告中應加強 RFID tag 資訊蒐集頻率和 GPRS 之間的關係和影響。	偵測交通參數所產生之誤差也是我們所關心的，在後續研究中會善加分析。惟因「透過 GPRS 傳遞」會產生誤差之想法因不致發生，因為時間是同步的。	同意執行單位說明
2	應探討 RFID 是否可與目前使用中傳統偵測器相結合。	遵照辦理。	同意執行單位說明
(七) 交通部運輸研究所運工組林美霞研究員			

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
1	RFID 在目前為必然之趨勢，但根據相關的研究，目前在技術、法令等仍有不少問題，距離實際應用仍有一段距離，因此建議本案應該採取較為保守的規劃方向。	遵照辦理。	同意執行單位說明
(八) 交通部運輸研究所運安組洪憲忠研究員			
1	院頒「砂石車安全管理方案」專案督考項目中，包括對每條砂石車行駛路線之砂石車流量每年實際調查一日（二十四小時）。由於此流量調查對各縣市政府人力、經費造成負擔。是否有簡易的可攜式 RFID reader 可安裝於路邊車上使用、且其價位如何。	蒐集後提供相關資料。	同意執行單位說明
2	請問 P3-5 第十行有關丹麥盲人用特殊揚聲器如何運作？聲音是否擾人？	該系統並未詳述。惟可能相似於歐洲盲胞利用一內建 RFID 讀取器的手持式耳機，只要走到相關 TAG 處，耳機便自動報出商品相關資訊之原理。(資料來源： http://www.index2005.dk/Members/soke/ni/bodyObject#)	同意執行單位說明
3	RFID 應用最讓外界質疑的是隱私權問題 ，請問國外如何克服此項問題，本計畫可否針對此提出說明以供參考。	將盡力蒐集相關資訊並提供參考。	同意執行單位說明
(九) 交通部運輸研究所綜技組張芳旭博士（書面意見）			

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
1	請補充說明及分析超高頻及微波 433MHz、922-928Mhz、2.45GHz，各細分波段之特色、優缺點、適合應用及市場佔有率。	遵照辦理，擬於期末報告提出。	同意執行單位說明
2	主動式、被動式與半主動式 RFID 標籤請作更多、更詳細之比較。	遵照辦理。	同意執行單位說明
3	據由韓國運輸研究所(KOTI)提供之消息，得知韓國也在探討 RFID 取代或輔助環路線圈偵測器相關之研究，請接洽及蒐集相關研究之情形及成果。	遵照辦理。	同意執行單位說明
4	據瞭解 3M 公司也曾進行 RFID 在公車優先號誌之應用，請蒐集及補充相關資料。	遵照辦理。	同意執行單位說明
5	日本無所不在網路計畫中對於 RFID 之定位多所著墨，請作補充說明。	遵照辦理，擬於期末報告提出。	同意執行單位說明
6	電信總局所訂定 RFID UHF 頻段之規範，其功率限制是否造成本研究測試成果之影響？	經過初步測試，符合電信總局規定之被動式 RFID，要應用於交通資訊蒐集應有困難。因此本研究應會採用主動式/半主動式 RFID 系統進行後續示範計畫研究。	同意執行單位說明
7	水氣及金屬遮蔽對於 RFID 用於交通資訊蒐集造成之影響如何有效克服？	水氣及金屬遮蔽對於 RFID 功能之影響乃 RF 之特性，基本上很難克服。僅能以整體系統設計降低這些狀況發生。	同意執行單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
8	有關 RFID 動態測試及材質之配額有何專業知識？	在期中報告第四章『射頻識別與車輛偵測器之分析』已有初步說明，後續將進一步說明。	同意執行單位說明
9	RFID 成本效益分析可由使用者如乘客、司機、營運者、政府單位等探討，效益可涵蓋有形及無形效益兩方面。	遵照辦理，擬於期末報告提出。	同意執行單位說明
10	RFID 在國際運輸之貨櫃運輸、門禁管制，請補充美國、德國等歐洲國家之示範應用狀況。	遵照辦理，將進一步仔細說明。	同意執行單位說明
11	應補充說明示範計畫之發展階段：規劃、安裝、測試與修正等。	遵照辦理，擬於期末報告提出。	同意執行單位說明
12	請補充說明 RFID 之分類及標準發展之關係。	遵照辦理，擬於期末報告提出。	同意執行單位說明
13	請說明本計畫 RFID 之中介軟體之重要性及本計畫之規劃構想。	執行團隊已著手進行 Middleware 之規劃，後續將提出規劃內容。	同意執行單位說明
14	RFID 電子車牌之可行如何性？一旦可行將如何充分應用？與第三車牌有何關係？與今 (94 年)SRB 議題之居家安全計畫內容構想可作結合嗎？	將盡力蒐集相關資訊並提供參考。	同意執行單位說明

意見編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
15	RFID 與 GSM 行動通訊間干擾的問題該如何解決？	基本上電信總局之「低功率射頻電機技術規範（LP0002）」已針對此干擾問題有適當預防，包括頻段區隔與輸出功率限制，因此只要 RFID Reader 能夠通過電總之型式認證，應可避免 RFID 與 GSM 行動通訊間之干擾問題。	同意執行單位說明
16	對於超高頻 RFID Reader 是否能測試出最佳裝設位置？	執行團隊將針對本研究提出最適當之裝設位置分析。	同意執行單位說明
17	後續研究可考量著手編果輯測試操作手冊，以作為相關應用的典範或參考。	目前因市面上可買到適當之 RFID 系統不多，因此目前尚無完整測試結果。未來在示範計畫中將有詳細 RFID 測試評估與分析，屆時將提供完整測試操作手冊，以作為相關應用的典範或參考。	同意執行單位說明
18	請補充說明 RFID 用於交通資訊蒐集之前提假設、限制及所能發揮之後功能。	遵照辦理，將進一步仔細說明。	同意執行單位說明
19	RFID 用於交通資訊蒐集之困難如車輛之移動性及易受環境干擾等有何專業知識能夠有效處理及解決？	本研究將採用主動式/半主動式 RFID 系統進行後續示範計畫研究，以降低車輛移動性及環境干擾之影響。	同意執行單位說明
20	有關主動式、被動式及半數主動式標籤之價格可否提供更具體的數據供參考？	執行團隊將持續蒐集相關價格資料，並提供委託單位參考。	同意執行單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
21	有關超高頻(UHF)頻段請補充其頻率之範圍。	遵照辦理。	同意執行單位說明
22	有關 RFID 與車輛偵測器之比較如表 4.8，雖然顯示 RFID 功能多，但是在實際應用及對於一般車輛(未裝設 RFID 標籤)的偵測能力卻有不同之表現，應作附註說明，以免造成誤認導，引發不正的認知。	遵照辦理，將進一步仔細說明。	同意執行單位說明
23	請再加強 RFID 在 CVO 方面應用的內容及示範案例。	遵照辦理。	同意執行單位說明
24	有關 RFID 技術近來發展迅速，請指出重要求發展趨勢及時市場之重要變遷方向。	遵照辦理，擬於期末報告提出。	同意執行單位說明
25	有關 RFID 在門禁系統之應用，尤其在自由貿易港區自動化門禁管制系統之應用，請補充相關文件及案例之資料。	盡力蒐集。	同意執行單位說明

附件 8

期末報告審查意見辦理情形回覆表

「協助交通資訊蒐集之無線射頻識別(RFID)電子標籤技術應用研究(1/2)」

期末報告審查意見辦理情形回覆表

意見編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位意見
(一) 元智大學周勝次教授			
1	到底使用哪一種標籤 (Tag) 較適合作為交通資訊蒐集之用，研究團隊應做明確之認定與建議，使用之產品應符合電信總局相關規定。	將於結論處針對何種電子標籤較適合作為交通資訊蒐集之用及須符合電總規範，做明確之認定與建議。	同意執行 單位說明
2	本次計畫重點為交通資訊蒐集，因此可以著重於 RFID 之輸出 (Output) 項目。	敬悉，將作為後續測試研究依據。	同意執行 單位說明
3	RFID 之產品分析可以用 Rockwell 之指標為基礎，和其他偵測器如環路線圈等作比較。	以 RFID 技術實際偵測交通參數時之環境容受度、量測效果及準確性等評估因素，尚須真正實際道路測試才能有較客觀之數據進行分析。因此將在第二年期示範計畫測試時所蒐集實際資料後，再以 Rockwell 之指標進行合理評估。	同意執行 單位說明
4	「電子身分證」之問題相當複雜，為求慎重起見建議報告暫不探討。	遵照辦理。	同意執行 單位說明
5	商用車之交通資訊蒐集頗具應用性，應做進一步之規劃。	遵照辦理，將在第 5 章增加商用車之應用規劃。	同意執行 單位說明
6	本計畫所提之報告於「工作計畫」皆有涵蓋，在技術方面，RFID 本身之實用及正確性應可確定。	感謝委員指教。	同意執行 單位說明
(二) 吳財福委員			
1	請補充一頁摘要於目錄前，以便導讀。	遵照辦理。	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
2	建議將「期末報告」改為年度報告。	遵照辦理。	同意執行 單位說明
3	報告中錯別字多處可見，請修正。	遵照辦理。	同意執行 單位說明
4	請補充 RFID 讀取器對於人體健康影響之說明。	RFID 產品要能夠合法使用，應符合電信總局形式認證之相關規範，因此基本上對人體健康應無影響。	同意執行 單位說明
5	請補充經費運用情形於報告內。	詳細經費運用情形將公布於政府研究資訊系統。 (http://www.grb.gov.tw)	同意執行 單位說明
6	第二年計畫須增加經費需要說明。	第二年經費需要已初步於研究計畫書中說明，不過仍須視主辦單位實際提出預算而定。	同意執行 單位說明
7	請補充說明 RFID 讀取器防偽、防弊之說明，以利於未來推行時之可行性參考。	將於結論處針對 RFID 讀取器防偽、防弊之說明。	同意執行 單位說明
8	多車道時如何讀取，如何克服障礙問題。	多車道時應以高架式系統架構克服車輛間障礙問題。	同意執行 單位說明
9	是否考慮路側及高架式均裝設 1~2 處予以測試，以利於未來之可行性評估。	考量建置成本、景觀及安全等因素，未來示範測試架構將採用路側式架構。	同意執行 單位說明
10	應結合產業界一起來開發，以便帶動國內相關產業。	敬悉。	同意執行 單位說明
11	應多採用現有的軟體架構來發展。	敬悉。	同意執行 單位說明
(三) 李克聰委員			

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
1	本計劃第一期應研擬出 RFID 電子標籤在台灣地區之適用範圍及推動各系統之優先順序。	將於結論處補充說明。	同意執行 單位說明
2	在評估優先順序時宜先訂功能再訂相關參變數，再進行 B/C（成本/效益）分析，尤其在效益分析時應考量各系統如 ETC 之包容性、關聯性與替代性等相關因素。	感謝委員建議，將作為後續測試研究之依據。	同意執行 單位說明
3	在各相關資料蒐集部分應將各國之經驗包括應用電子標籤之理由、對本國交通環境與交通特性之比較分析以作為評估之參考。	將盡力蒐集。	同意執行 單位說明
4	參考文獻部份不全，例如公路總局曾有委託電子車牌之研究計畫即未納入參考。	將納入相關參考文獻。	同意執行 單位說明
5	應以交通資訊蒐集、自動化交通管理之功能導向訂出 IC Tag 之形式以及讀取器裝置地點範圍等再決定示範測試方式與範圍。	感謝委員指教。在經過兩次專家學者座談會及本研究團隊評估後，已初步擬定示範測試計畫。	同意執行 單位說明
(四) 羅金賢委員			
1	第一章計畫概要中，整體規劃與推動策略已說明「同時也包含相關法規之修訂及監理作業等配合措施」，惟第十章第二年推動與發展規劃策略中並未規劃未來是否要提出相關法規之修訂供委辦單位參考，請視委辦單位之需求適時提供。	將配合委辦單位之需求，提供相關建議做為參考。	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
2	第七章電子標籤實際測試分析，表 7.1 對 RFID 讀取器 A 及 B 之廠牌、發射功率僅以 EIRP 4W 進行測試，建議未來規劃現場測試環境為室外之時，應以 EIRP 2W 為前提以符合規定。	遵照辦理。未來 RFID 設備必須符合電總相關規範才能實施測試。	同意執行 單位說明
3	第二年規劃示範測試之路段及未來評估測試，建議對測試頻段、電子標籤被動式、主動式、半主動式、發射功率及現有 GSM900 頻段之影響應一併加以考量作為評估測試標的。	將盡力進行多方面評估測試。	同意執行 單位說明
4	第二年規劃測試路段如以 2.45GHz 為測試頻段，須了解該頻段對 WLAN 頻段所造成之影響，因為台北市政府已普遍完成架設 WLAN AP 是否造成干擾應一併評估測試。	敬悉，干擾問題也是本研究重點，將持續重視此議題。	同意執行 單位說明
5	第二年規劃之系統架構，電子標籤至讀取器之訊息，除利用 GPRS 傳回系統之外，建議可以參考其他方式傳回系統，如利用台北市政府規劃之 WLAN 網路。	感謝委員建議，將列入考量。	同意執行 單位說明
6	測試 RFID 之器材須經過認證，測試該器材才有意義，因未經過認證之器材，該器材使用之頻段不適合我國環境。	敬悉，未來 RFID 設備必須符合電總相關規範才會實施測試。	同意執行 單位說明
(五) 蘇振維委員（書面意見）			
1	P1-4 至 1-9 在研究內容目的中「在計畫初期將先對國內...」，本案已進入期末階段，不應是「將...」，應有若干的成果，建議調整詞語用字。	遵照辦理。	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
2	P1-7、P2-21 考量 RFID 設置除機器馬達、GSM900 干擾，臺灣現今大哥大基地台佈設很密，不知目前大哥大基地台之影響為何？建議適當說明。	電信總局針對 RFID 應用所開放使用之 UHF 頻段（922-928MHz），已經過詳細與大哥大基地台測試驗證，因此 RFID Reader 與大哥大基地台之間之影響應很小（RFID Reader 須符合電總之形式認證）。	同意執行 單位說明
3	P2-19 新科技之成功必需仰賴「利之所趨」，RFID 除 Tag 成本下低外，讀取器佈設密度與成本亦須考量，亦為 RFID 推展之一大挑戰，建議補充。	遵照辦理，於 P2-19 補充說明。	同意執行 單位說明
4	P3-1 第三章中個案分析欠缺成本數據，建議補充。	將盡力蒐集補充。	同意執行 單位說明
5	P 4-1 第四章中 RFID 與車輛偵測分析，建議先探討「RFID 優點與車輛偵測特性之關係」，然後評估合不合適「使用 RFID 進行車輛偵測」，建議適當說明。	遵照辦理，於 P 4-1 補充說明。	同意執行 單位說明
6	P4-5「車輛停偵測」定義「於一段時間內，被偵測車輛之速度低於某一程度（如 20KPH）或佔有率大於某一程度（如 0.4），或同一 RFID 被持續讀取超過某一程度（如 30 秒），建議列示參考或研究出處。	遵照辦理。	同意執行 單位說明
7	P4-9 各車輛偵測器與 RFID 之比較，建議列表針對若干關鍵特性（如成本、準確度、優缺點...）進行比較。	遵照辦理，將增列表格說明。	同意執行 單位說明
8	P5-1 第五章建議若能增列「成本資料收集」，會更好。	將盡力蒐集補充。	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
9	P6-1 第六章車輛上之元件之成本推估可能是社會成本，必需與其他措施一併實施（如 ETC、通過北宜長隧道..之車輛），建議亦需著墨、說明。	將盡力蒐集補充。	同意執行 單位說明
10	P6-7 有關 RFID 之效益分析過於空泛，建議由第三章之文獻中補充說明。	將於第六章增加補充說明。	同意執行 單位說明
11	P7-1 第七章有關 RFID 之實際測試分析，似乎欠缺「交通量、速率、佔有率...等數據」，建議補充說明。	第七章有關 RFID 之實際測試分析，其主要目的在於找出適合第二年期應用之 RFID，至於「交通量、速率、佔有率...等數據」之測試蒐集，將於第二年實施。	同意執行 單位說明
12	P8-1 第八章有關 RFID 之示範測試計畫，建議比較或說明 RFID 與現有公車動態資訊系統之關係，不可以 p8-2 之理由而實施。另亦須初估經費為宜。	本研究示範測試計畫主要目的在於驗證評估 RFID 所量測交通資訊之準確性及實用性，以提供未來進一步推廣應用之依據。未來應可擷取 RFID 系統及現有公車動態資訊系統之優點，進行整合應用。	同意執行 單位說明
13	P11-1 結論建議分點。	遵照辦理。	同意執行 單位說明
14	P11-2 後續研究建議研究佈設密度與各交通資訊之關係。	遵照辦理。	同意執行 單位說明
(六) 公路總局			

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
1	第六章成本效益分析多為定性敘述，缺乏量化之數據。 (1)P6-5 表 6-4：初置成本價格係指一個或一組讀取器之單價？第 2 項及第 3 項標題相同？ (2)效益部分僅為方法論之說明，若規劃於後續示範計畫才進行，亦應擬定可量化評估之項目。	(1) 初置成本價格是以『車道』為單位，第 2 項及第 3 項同屬被動式射頻識別讀取器，但廠牌及架構不同，此部分將補充說明。 (2) 後續示範計畫將依據建議執行。	同意執行 單位說明
2	示範計畫中 CCTV 設置位置如何選擇？與 RFID 做那些交通參數相互比對研判？	CCTV 主要做為輔助驗證機制，應此其設置位置將配合 RFID Reader 安裝位置。基本上若以人工方式比對，所規劃 RFID 蒐集之交通參數應皆可比對研判。若是以影像偵測器方式，則須視影像偵測器功能而定。	同意執行 單位說明
3	第二年期示範計畫是臺北市公車專用道，還是 P10-3 中所述另擇 5 個測試點。	P10-3 中所述測試點是以 RFID Reader 為測試單位，目前示範測計畫在臺北市公車專用道規劃 6 個測試點，此部分將補充說明清楚。	同意執行 單位說明
(七) 臺北市政府交通局			
1	所提之測試計畫測試環境單純，無法驗證交通資料蒐集上所面臨之多車道、多車種、駕駛行為（變換車道、大型車遮蔽）等實際情形。	以 RFID 蒐集交通參數目前仍屬先導研究，因此測試計畫希望藉由環境單純進而驗證評估 RFID 所量測交通資訊之準確性及實用性。未來才進一步推廣應用於更複雜之應用環境。	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
2	本市公車裝載 GPS 數量少、路線偏遠，裝置 GPS 可進行未按路線行使之查核，文獻回顧中 RFID 提供之到離站資訊多應用於公車總站或長途客運總站。	敬悉。	同意執行 單位說明
(八) 運安組			
1	本系統若可用於院頒「砂石車安全管理方案」中砂石車禁行區域、禁行路線之管制測試，則可維護行人及道路、橋樑安全維護，另外對交通安全而言也是值得探討之實用方向，各縣市政府也可參考採用。	RFID 系統應可使用於危險車輛行車路徑管制。	同意執行 單位說明
(九) 綜技組（書面意見）			
1	表 2.2 中，應可增加一項資料傳送能力及儲存容量比較，不同應用會有不同之需求，可增加使用者選擇依據。	遵照辦理，將補充說明。	同意執行 單位說明
2	2.3 節中說明目前 RFID 標準，可以針對目前該標準應用之領域加以說明。	遵照辦理，將補充說明。	同意執行 單位說明
3	第三章中提供許多案例，可否將各案例中使用技術（主動/被動）作一彙整、比較、分析，並持續追蹤其運作狀況。	遵照辦理，將補充說明。	同意執行 單位說明
4	表 4.7 中是否增列半主動式，半主動式與主動式在功能上是否完全相同？	遵照辦理，將補充說明。	同意執行 單位說明
5	第五章之應用分析，應可針對不同系統建議採用不同形式之電子標籤，可依據成本、成功率、使用環境做為分析基礎。	將補充說明不同系統建議採用之電子標籤系統。	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
6	7.3 之測試結果中，宜補充說明電子標籤安裝位置，以及測試當時之天候狀況。	遵照辦理，將補充說明。	同意執行 單位說明
7	應可藉由第七章之測試，初步比較半主動式、被動式間之成本差異，並且可將廠商提供之數據、功能、規格表列於報告書中，同時半主動式和主動式、被動式之標籤壽命差距也可一併比較。	將補充說明。	同意執行 單位說明
8	於 7.3 中觀察，2.45GHz 為較適合使用之頻段，此部份可說明是否有其他系統使用本頻段、可使用之波道數、頻寬等，若大規模使用是否恰當等，請於第二章中詳加補充說明。	將於第二章補充說明。	同意執行 單位說明
9	為確實了解 RFID 對交通參數偵測之正確性，研究團隊原規劃以環路線圈與影像攝影並行做輔助驗證，惟報告書中未明確說明，請補充。	本研究初期規劃是以環路線圈與影像攝影並行做輔助驗證，但在第二次專家學者座談會歸納各出席委員意見，在考量申請、施工、建置與復原等因素後，最後規劃以影像攝影做輔助驗證機制應較可行。此部分將在測試計畫中補充說明。	同意執行 單位說明
10	中介軟體是否可以整合其他偵測器（如環路線圈）所讀取之資料，可以於資料中加入一個確認選項，直接做驗證分析。	目前中介軟體是自行發展，因此只要提供其他偵測器之資料格式，應可順利整合。	同意執行 單位說明
11	第十章第二年推動與發展策略宜移至附錄。	遵照辦理。	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
12	請補充 RFID 在「韓國 IT839」計畫中之重要性及發展重點。期末座談會中羅彬榮祕書長提及韓國首爾(漢城)市使用 RFID 在公車之應用，請補充其應用與發展情形。	遵照辦理，將於第二章補充說明。	同意執行 單位說明
13	依據新聞報導：韓國在松島市(網頁： http://www.new-songdocity.co.kr/)自由貿易港區直推動 RFID 之示範計畫與測試中心，請補充計畫內容及發展應用方向。	將於第二章補充說明。	同意執行 單位說明
14	請多簡介各國應用 RFID 在道路交通運輸應用有何規劃願景。	將於第三章補充說明。	同意執行 單位說明
15	有關 RFID 應用可行性之初步測試評估結果及建議，在主動式 RFID 標題除 2.45GHz 外，例如 433MHz 等其他頻段利用可行性如何？	將於第七章補充說明。	同意執行 單位說明
16	請補貼有關裕隆公司使用 RFID 在車輛維修之應用實例。	將於第三章補充說明。	同意執行 單位說明
17	請說明各種車輛偵測器如何利用 RFID 所蒐集之交通資料作截長補短之應用？	將於第四章補充說明。	同意執行 單位說明
18	請補充說明 RFID 標籤及讀卡機成本發展趨勢對於使用成效及普遍應用之影響程度為何？	遵照辦理，於 P2-19 補充說明。	同意執行 單位說明
19	有關 RFID 在 ETC 及 ERP 之應用，請補充說明主、被動標籤之應用情形與趨勢。	將於第二章補充說明。	同意執行 單位說明

意見 編號	意見內容	執行單位說明	主辦單位 意見
20	本研究 RFID 在作交通參數之計算會遭遇到那些問題？佔有率有何使用之意義？可以與本所資訊組研究中計畫之影像偵測器作比較分析嗎？	將於第九章補充說明，另外將全力配合運研所資訊組研究計畫之影像偵測器進行比較分析。	同意執行 單位說明
(十) 主席裁示			
1	第三章中提供許多案例，請將各案例中使用技術（主動或被動）作一彙整比較或分析。以便驗證理論與實務之間是否存在差異。	將補充說明。	同意執行 單位說明
2	請加強成本效益部分之分析，俾作為未來實際應用時之重要參考依據。	將加強說明。	同意執行 單位說明
3	本次測試結果宜更進一步說明，如安裝位置、天候等，以作為實際應用之參考，建議第二年仍持續測試場測試工作以便與公車同時進行測試比對，並做相互驗證。	遵照辦理，將補充說明。	同意執行 單位說明
4	測試結果宜與其他偵測器（環路線圈或錄影）之結果相比對，以了解 RFID 應用於交通資訊蒐集之正確性。	已規劃以影像攝影做為輔助驗證機制。	同意執行 單位說明
5	本期末報告原則審查通過，請研究團隊針對與會學者專家及各單位代表所提的口頭或書面意見參考修正並列表說明辦理情形，經本所審查通過納入期末報告定稿內。	敬悉。	同意執行 單位說明
6	本案期末報告定稿請於 12 月 23 日前修正完畢，並依合約規定將定稿報告函送本所承辦單位作為驗收的依據	敬悉。	同意執行 單位說明

附件 9

期末報告審查簡報

協助交通資訊蒐集之無線射頻識別(RFID)
電子標籤技術應用研究 (1/2)
期末報告審查

委託機關：交通部運輸研究所
執行單位：中華電信研究所
中華民國九十四年十一月二十九日

簡報大綱

- | | |
|--------|--------------------|
| 重點說明 | 一. 計畫概要 |
| | 二. 射頻識別技術回顧與發展現況 |
| | 三. 射頻識別蒐集交通資訊之個案分析 |
| | 四. 射頻識別與車輛偵測器之分析 |
| | 五. 電子標籤在ITS之應用分析 |
| | 六. 電子標籤推動之成本與效益分析 |
| 主要報告內容 | 七. 電子標籤實際測試分析 |
| | 八. 示範測試計畫規劃 |
| | 九. 中介軟體設計及後端資訊系統規劃 |
| | 十. 第二年推動與發展策略 |
| | 十一. 結論與建議 |

一. 計畫概要

計畫源起與目的

- 射頻識別 (RFID) 技術被列為啟動21世紀的十大重要技術之一。射頻識別技術在交通資訊蒐集上和一般車輛偵測器比起來雖然各有優缺點，但射頻識別電子標籤 (RFID Tag) 可讀寫、傳輸及儲存相關數據，可以提供更多元豐富的交通資訊及智慧型運輸系統其他應用服務。
- 適當使用射頻識別技術提供車輛及貨物定位、監控，同時作為探針車輛(probe vehicles)蒐集交通資訊，已成為目前國際發展趨勢及在智慧型運輸系統研究中之重要課題，同時也是本研究計畫之重點。
- 以車輛安裝RFID電子標籤來蒐集包括流量、佔有率及平均速度等交通資訊，至今仍是一項新且具挑戰性的應用研究，特以本計畫為先導研究，藉由RFID電子標籤協助交通資訊蒐集，以提升整體運輸系統效率及安全。

計畫研究範圍

- 基於計畫的重點在於蒐集交通資訊，因此RFID電子標籤的研究範圍將以具備較長的讀取範圍及讀取速度快的高頻RFID技術為主。
- 將以一般車輛偵測器所量測之流量、佔有率、平均速度、車種分類及車輛停止偵測等交通參數，作為RFID量測交通參數之研究範圍。
- 藉由RFID量測出交通參數所衍生ITS其他應用服務。

計畫研究對象

- 基於RFID電子標籤於國內外皆有涉及隱私權保護的問題，同時考量安裝RFID於非特定一般用路人車輛有其困難度，因此本計畫初步研究對象及示範測試對象將選擇商用車輛及大眾運輸車輛。



一、計畫概要

計畫研究效益

- 整體評估RFID電子標籤對商用車輛及大眾運輸車輛應用之可行性，並提出有效與ITS其他應用服務相結合之方法，擬訂完成整體規劃與推動策略。
- 藉由RFID蒐集交通資訊示範測試系統之完成，使得能夠加強對特定車輛定位、行車速度、行車安全等進行監控，提供即時交通資訊，協助強化NITI基礎建設。
- 研擬完成以RFID蒐集交通資訊之後續推動策略及措施，可作為未來執行相關計劃之依據。

7

二、射頻識別技術回顧與發展現況

8

二、射頻識別技術回顧與發展現況

射頻識別不是新技術而是新應用

- 1930年代就有RFID相關專利申請。
- RFID早期因價格、各國繁雜的無線電法規、欠缺世界標準及個人隱私權爭議等問題，造成RFID發展之瓶頸而無法大量推展。
- Wal-Mart於2005年元月起導入RFID以取代條碼產品。Wal-Mart採用EPC標準（將列入ISO18000-6C標準）。
- EPC網絡將RFID自動識別、電子通訊以及網際網路科技結合起來應用，才將RFID發揚光大。

9

二、射頻識別技術回顧與發展現況

Connecting Physical World & Internet World

RFID扮演連結真實世界與網路世界的重要角色!!

10

二、射頻識別技術回顧與發展現況

Ubiquitous Society

RFID是U-Japan建立無所不在網路環境的核心

11

二、射頻識別技術回顧與發展現況

ISO標準之頻段、特色與應用

頻段	ISO對應標準	特色	典型應用
125kHz 135kHz	ISO18000-2 Two Type 被動式	通訊距離<1米 Tag厚度最厚 讀取速度慢 金屬及水之阻擋影響最小 易受環境雜訊干擾 無法製成貼紙形狀	門禁系統 動物識別 存貨控制 汽車晶片防盜鎖
13.56 MHz	ISO18000-3 Two Mode 被動式	通訊距離<1米 金屬及水之阻擋影響次小 讀取速度中等 Tag天線製作容易可製成貼紙形狀	門禁系統 智慧卡 悠遊卡
433MHz	ISO18000-7 主動式	通訊距離最長(可達100米) 較不受環境物影響 Tag有電源管理問題 Tag尺寸略大	貨櫃電子鎖 車隊管理 鐵路車箱監控 道路收費系統 物流管理 停車場管理
860-950 MHz	ISO18000-6 Two Type 被動式/半主動式	通訊距離長(被動式3~5米、半主動可達10米) 直線前進特性強 被動式雙體特性適合物流業應用	
2.45 GHz	ISO18000-4 Two Mode 被動式/半主動式	通訊距離長(半主動可達15米) Tag尺寸最小 直線前進特性強，易受金屬及水之阻擋影響 半主動式適合讀取速度快之電子標籤 最易受水分吸收影響	

12

二、射頻識別技術回顧與發展現況

RFID電子標籤種類

	主動式	被動式	半主動式
電子標籤電力來源	本身	來至讀取器	少部分來至讀取器，大部分來至本身
電子標籤是否具有電池	有	無	有
所需來至讀取器之訊號大小	弱	強	中
通訊距離	最高可達100公尺以上	可達3-5公尺，但通常會少於	大於5公尺
價格	最高	低	高
尺寸	大	小	中

13

二、射頻識別技術回顧與發展現況

影響RFID正確讀取的環境變數

- 電子標籤所貼附的表面材質
- 讀取器與電子標籤通訊時，電子標籤與讀取器的對應角度
- 讀取器與電子標籤通訊時，電子標籤的數量及間距
- 讀取器與電子標籤通訊時，中間是否有含水或金屬物的干擾
- 讀取器與電子標籤通訊時，電子標籤與讀取器的相對速度
- 安裝RFID系統地點地面的特性

14

三. 射頻識別蒐集交通資訊之個案分析

15

三、射頻識別蒐集交通資訊之個案分析

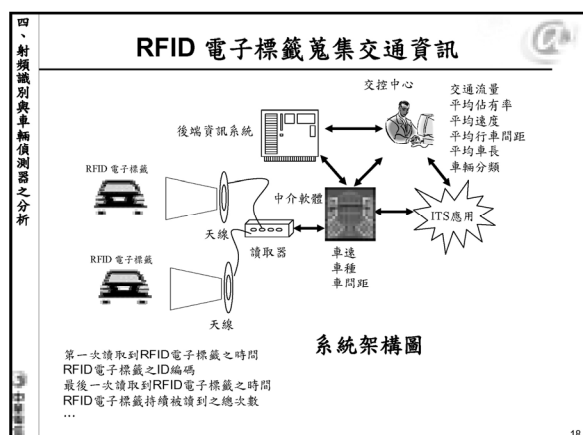
射頻識別蒐集交通資訊之案例

- 德國柏林交通資訊蒐集計畫
- 美國Florida高速公路進行汽車旅程時間之量測
- 英國愛丁堡市公共汽車優先通行系統
- 巴西首都Brasilia公車資訊系統
- 丹麥Vejle市改進公共汽車到、離站之資訊管理
- 英國將進行車輛電子車牌計畫
- 丹麥Oestbanen鐵路平交道號誌燈控制與車速偵測
- 丹麥Nærbane火車定位追蹤

16

四. 射頻識別與車輛偵測器之分析

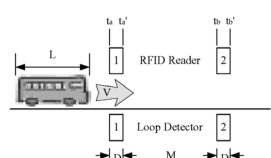
17



交通參數定義比較表		
	車輛偵測器交通參數定義	RFID量測交通參數定義
流量 (Volume)	單位時間內之通過車輛數	單位時間內之通過RFID讀取器通訊區之車輛數
佔有率 (Occupancy)	於偵測區間內，通過車輛佔有之時間比率	於RFID讀取器通訊區內，通過車輛佔有之時間比率
平均速度 (Average Speed)	係指車輛通過某觀測點或觀測區間之速度平均值	係指車輛通過某讀取器或讀取器間之速度平均值
車種分類 (Vehicle Classification)	車種組成包括大車、小車、機車等	車種組成包括大車（公車、大貨車、貨櫃車...）、小車（計程車、小貨車、私家車...）、機車（輕型、重型...）等
車輛停止偵測	於一段時間內，被偵測車輛之速度低於某一程度（如20km/hr），或佔有率大於某一程度（如0.4），或車輛停止時間超過某一程度（如30秒）。	於一段時間內，被偵測車輛之速度低於某一程度（如20km/hr），或佔有率大於某一程度（如0.4），或同一RFID電子標籤被持續讀取超過某一程度（如30秒）

RFID蒐集交通參數實際作法說明	
(1)流量(Volume)：	單位時間內讀到不同 RFID 電子標籤之數量。
(2)佔有率(Occupancy)：	因為 RFID 電子標籤通常安裝在車上某一小區域上，因此車輛通過讀取器通訊區時，當讀取器沒有 RFID 電子標籤讀取時，有可能車輛仍有車身處於 RFID 讀取器通訊區內。因此以 RFID 來計算佔有率，需以平均車速及車身長進行估算。
(3)平均車速(Average Speed)：	在已知單一讀取器通訊區長度或兩讀取器間之距離下，根據讀取到同一 RFID 電子標籤之時間差即可求得平均車速。
(4)車種分類(Vehicle Classification)：	車種之偵測則可直接讀取記載在 RFID 電子標籤上之車輛種類或在讀取到 RFID 之唯一編碼後再由後端資訊系統加以索引得知車種。
(5)車輛停止偵測：	以 t 代表一段時間， O_t 代表 t 時間所量測之佔有率， S_t 代表 t 時間所量測之平均速度及 $T_{zone} = t_{zone} \times S_{zone}$ 代表同一 RFID 電子標籤被持續讀取到之時間，則車輛停止偵測為真之數學式條件為： $O_t > 0.4$ or $S_{at} < 20 \text{ km/hr}$ or $T_{zone} / t_{zone} > 30 \text{ sec}$

交通參數操作型定義(1/6)	
(1) 車種分類(Vehicle Classification)：	以 C_i 代表車種分類， Tag_{ID} 代表 RFID 電子標籤之 ID 及 $I(x)$ 代表後端資訊系統所記錄對應 ID 為 x 之車種。則車種分類之數學式可表示為：
	$C_i = I(Tag_{ID})$
(2) 流量(Volume)：	以 V 代表受測道路之車輛流量， ΔT 代表量測流量時的起訖時間及 N_{off} 代表於 ΔT 時間內所讀取之不同群組 RFID 電子標籤之總數，則流量之數學式可表示為：
	$V = \frac{N_{off}}{\Delta T}$

交通參數操作型定義(2/6)	
(3)佔有率(Occupancy)：	設車身長為 L 、車輛行進速度為 S ，車輛通過單位距離的時間為 $t_o = L/V$ ，則在測量時間 ΔT 內，佔有率定義為 $O = \frac{\sum I_{Oa}}{\Delta T}$ ， N 表示有 N 輛車通過。
	

交通參數操作型定義(3/6)	
■ 單一測試點	以測試點 1 為例，在測試點 1 的車輛通過時間差 $t_b - t_a$ ，其中 t_a 與 t_b 分別為測試點 1 第一次及最後一次讀取到電子標籤的時間，若讀取器的讀取範圍為 D ，則車輛在測試點 1 的車速為 $S = \frac{D}{t_b - t_a}$ ，則 $t_b - t_a = L/S$ 。
■ 兩測試點	測試點 1 及測試點 2 的距離為 M ，則車輛通過測試區段的時間差為 $t_b - t_a = t_b - t_a - t_c$ ，則車輛在該區段的車速為 $S = \frac{M}{t_b - t_a - t_c}$ ，則 $t_b - t_a = L/S$ 。

交通參數操作型定義(4/6)	
(4) 平均車速(Average Speed)：	以 S 代表車速， ΔT 代表同一 RFID 電子標籤被兩讀取器讀取之時間差及 M 代表此兩讀取器沿著道路之架設距離，則車速之數學式可表示為：
	$S = \frac{M}{\Delta T}$
	若兩讀取器之架設距離小於 10 公尺，所量測到之速度為瞬間速度，以 S_{at} 表示。以每 N 分鐘為單位統計通過測試點之各車輛之車速平均值為測試點平均速度 S_{at} ，如 N 分鐘內有 W 部車 (W 個 RFID 標籤群組) 通過某一測試點，則測試點平均速度之數學表示式如下，其中 S_{at} 為第 i 部車之區段速度。
	$S_{at} = \frac{1}{W} \sum_{i=1}^W S_{at}$
	若兩讀取器之架設距離大於 100 公尺或經過紅綠燈路口，所量測到之速度為區段速度，以 S_{as} 表示。以每 N 分鐘為單位統計通過區段測試點之各車輛之車速平均值為區段平均速度 S_{as} ，如 N 分鐘內有 W 部車 (W 個 RFID 標籤群組) 通過某一區段，則區段平均速度之數學表示式如下，其中 S_{as} 為第 i 部車之區段速度。
	$S_{as} = \frac{1}{W} \sum_{i=1}^W S_{as}$

四、射頻識別與車輛偵測器之分析

交通參數操作型定義(5/6)

(5) 車輛停止偵測：

某一測試點之車輛停止偵測，由該一測試點所提供之上述參數：佔有率、平均車速及 RFID 連續滯留時間($T_{\text{StopTagRead}}$)所決定。若某一測試點讀取器可同時提供上述三者之資訊，以 t 代表一段時間、 O_i 代表 t 時間內所量測之佔有率、 S_{av} 代表 t 時間內所量測之平均速度及 RFID 連續滯留時間 $T_{\text{StopTagRead}}$ 代表同一 RFID 電子標籤被連續讀取到之時間，則該測試點之車輛停止偵測為真之布林函數表示式為：

$$O_i > 0.4 \text{ or } S_{av} < 20\text{km/hr or } T_{\text{StopTagRead}} > 30\text{sec}$$

若該測試點未能提供其中某項資訊，則該資訊之布林函數判斷式不列入車輛停止偵測判斷式。

(6) 到站時間(Arrival Time, T_A):

由 Reader ID 查詢資料庫中對應之測試應用種類，若為到站測試點，則讀取到電子標籤時間為到站時間 T_A 。

(7) 離站時間(Departure Time, T_D):

由 Reader ID 查詢資料庫中對應之測試應用種類，若為離站測試點，則讀取到電子標籤時間為到站時間 T_D 。

25

四、射頻識別與車輛偵測器之分析

交通參數操作型定義(6/6)

(8) 預估車輛到站時間：

由目前車輛停靠站出站之讀取器確定此站離站時間 T_D ，由下一站獲知先前車輛之區段平均車速 S_{AB} 乘以兩站間之距離 D ，可預估車輛行駛下一區段所需時間，加上離站時間為下一站之預估車輛到站時間，數學表示式為：

$$T_{AB} = T_D + D/S_{AB}$$

同理，將各區段之區段平均速度乘以各站之間距，加上目前之離站時間，可推算下 N 站之預估車輛到站時間。

$$T_{AB..N} = T_D + \sum_{n=1}^N D_n / S_{AB..n}$$

其中 N 小於目前車輛與前一同路線車輛所在之站差。

26

四、射頻識別與車輛偵測器之分析

RFID應用於交通資訊蒐集與物流業之差異性分析

	RFID 應用於交通資訊蒐集	RFID 應用於物流業
運作環境	<ul style="list-style-type: none"> 戶外開放式環境，影響 RFID 讀取率之因素較難控制。 	<ul style="list-style-type: none"> 室內封閉式環境，通常可把影響 RFID 讀取率之因素降到最低。
RFID 功能需求	<ul style="list-style-type: none"> 需要較長通訊距離。 需能在車輛高速行驶時，仍能正確讀取。 需貼附於玻璃或金屬上。 	<ul style="list-style-type: none"> 較短通訊距離。 低速。 需貼附於紙箱或棧板。
運作流程	<ul style="list-style-type: none"> 當 RFID 電子標籤通過通訊區無法讀取時，讀取程序通常無法重來。 	<ul style="list-style-type: none"> 當 RFID 電子標籤通過通訊區無法一次完全讀取時，可再重新讀取。

27

四、射頻識別與車輛偵測器之分析

影響RFID正確讀取環境因素在交通資訊蒐集與物流業之比較

	RFID 應用於交通資訊蒐集	RFID 應用於物流業
電子標籤所貼附的表面材質	<ul style="list-style-type: none"> 通常為玻璃或金屬，所用電子標籤需要特殊設計。 	<ul style="list-style-type: none"> 紙箱或棧板，通常不會影響電子標籤之正確讀取。
電子標籤與讀取器的對應角度	<ul style="list-style-type: none"> 有可能因車輛之行車路徑而使對應角度產生變化。 	<ul style="list-style-type: none"> 對應角度較固定。
電子標籤的數量及間距	<ul style="list-style-type: none"> 間距較長，通常通訊區之電子標籤數目為一個。 	<ul style="list-style-type: none"> 通常要求在讀取器的讀取範圍內盡量讀取較多的電子標籤數量，因此電子標籤間距也較小。
是否有含水或金屬物的干擾	<ul style="list-style-type: none"> 可能受天候影響、隔熱紙及其他車輛影響。 	<ul style="list-style-type: none"> 使用環境可控制，通常不會發生。
電子標籤與讀取器的相對速度	<ul style="list-style-type: none"> 需在高速度時仍能讀取，相對速度變化大。 	<ul style="list-style-type: none"> 低速。
安裝RFID系統地點地面的特性	<ul style="list-style-type: none"> 可能受天候影響。 	<ul style="list-style-type: none"> 可受控制。

28

四、射頻識別與車輛偵測器之分析

蒐集交通參數之電子標籤與天線安裝架構分析

路側式

Tags on both sides Tag on one side

埋入式 高架式

Tag underneath Tag on top

電子標籤安裝於車輛上，而讀取器則固定安裝於道路

29

四、射頻識別與車輛偵測器之分析

路側式、埋入式及高架式架構分析

路側式	<p>天線架設於道路旁邊</p> <ul style="list-style-type: none"> 易於施工、建置成本及維護成本較低 維護最容易 讀取多車道之內側車道車輛時易受環境車輛阻隔影響
埋入式	<p>天線安裝於每個車道路面底下</p> <ul style="list-style-type: none"> 施工易影響交通 易損害，維護成本高 讀取距離較固定，不易受車輛阻隔的影響
高架式	<p>天線架設於每個車道正上方</p> <ul style="list-style-type: none"> 須作鋼架結構施工成本較高 維護容易 通訊死角較少，不易遭受環境車輛阻隔的影響

30

四、射頻識別與車輛偵測器之分析

車側式與車底式架構說明

讀取器安裝於車輛上，而電子標籤則固定安裝於道路

車側式

Reader on the side

車底式

Reader underneath

此種架構主要用在車輛自動定位 (Automatic Vehicle Location)。通常需配合長距離通訊系統 (GPRS/3G)，可做車輛精確定位，較適和用於公共運輸車輛、垃圾車、危險車輛及特殊車輛。

31

五、電子標籤在ITS之應用分析

32

五、電子標籤在ITS之應用分析

前言

- 我國目前正積極從事智慧型運輸系統的建置，期以高科技改善交通擁擠狀況、增加行車安全、減少空氣污染、並帶動相關產業發展。而在多種應用技術中，RFID技術是目前最具潛力能夠滿足ITS各種通信需求的技術之一，因此目前許多實施ITS的國家對RFID技術在ITS的應用領域上，正積極的進行規畫與測試。
- 若要成功實現RFID於道路管理之應用，理想之設計規劃必須於行駛道路上之各式車輛安裝RFID標籤，並於各路口設置讀取器，當車輛經過讀取器讀取範圍時，讀取器即可接收到車輛的辨識資料，車輛辨識後的資料將經由區域中心的控制器分析後做進一步之加值應用。

33

五、電子標籤在ITS之應用分析

RFID電子標籤在ITS之應用分析

- 行駛道路上之各式車輛安裝RFID電子標籤。
- 各路口或適當的地點設置讀取器。

先進交通管理系統 (ATMS)
 先進旅行者資訊系統 (ATIS)
 先進車輛控制與安全系統 (AVCSS)
 先進公共運輸系統 (APTS)
 商用車營運系統 (CVO)
 危機處理暨急救系統 (EMS)
 電子收費系統 (ETC)
 ...

RFID技術主要是扮演蒐集道路資訊的角色

ITS相關應用

34

五、電子標籤在ITS之應用分析

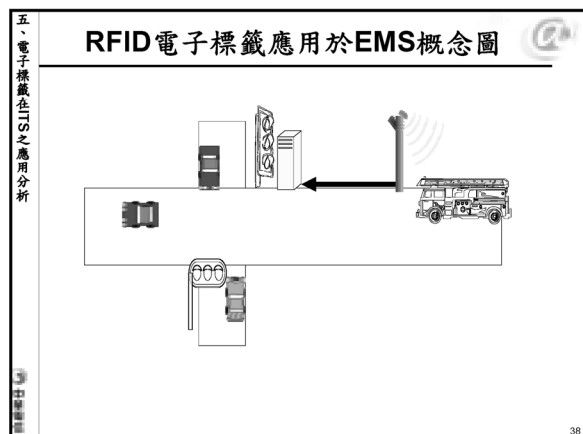
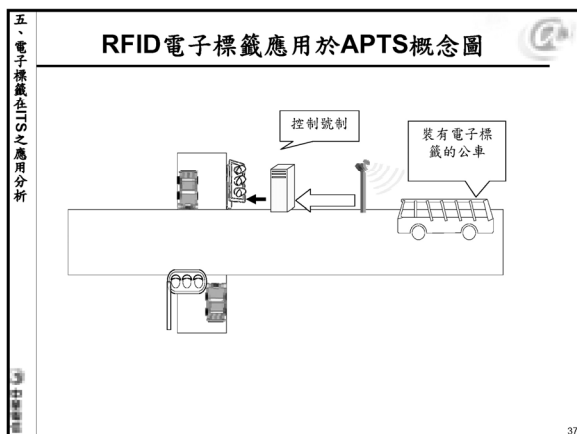
ATMS架構示意圖

35

五、電子標籤在ITS之應用分析

RFID技術應用於ATIS架構概念圖

36



六. 電子標籤推動之成本與效益分析

39

- 六、電子標籤推動之成本與效益分析
- ### 射頻識別成本分析
- 主動式/半主動式RFID電子標籤較適合應用交通資訊蒐集，目前讀取器約新台幣10萬元，電子標籤價格約新台幣1千元。安裝電子標籤於每輛車上，不管是政府或車主出資都是不小之成本。
 - 若要真正落實以電子標籤蒐集交通資訊，可效法英國將電子標籤嵌入現有車牌之方式，再配合車牌換發程序，將可有效降低電子標籤之成本。
 - 目前市面上所販售的中介軟體均是針對物流業使用的射頻識別電子標籤設計，價格大都在新台幣100萬元以上，未來中介軟體應以Open Source架構發展，除了能掌握系統發展自主性，也能有效降低中介軟體費用。
- 40

- 六、電子標籤推動之成本與效益分析
- ### 射頻識別效益評估
- 乘客方面可節省等車時間。藉由網路查詢或公車站訊息顯示預估公車到達車站的時間等交通訊息，可以讓乘客瞭解目前公車行駛路段壅塞情形，乘客也可以依照個人意願決定是否要繼續耐心等待公車或是改搭乘其他的交通運輸工具，節省乘客寶貴的時間。
 - 營運業者方面有效管理車隊。營運業者可藉此準確地分析各條公車路線的壅塞路段與壅塞時間，機動彈性地增派、縮減或調整公車的大小，以達到最有效益地服務乘客的需求，也可以監控各班公車行駛中加速或減速的情形，作為控制油料成本及司機駕駛品質重要的依據參考。
- 41

- 六、電子標籤推動之成本與效益分析
- ### 射頻識別效益評估
- 政府單位可提升國家形象及相關產業競爭力。
 - ☞ 邁向U化社會，增加政府的國際形象。
 - ☞ 強化E化政府，可自動分析各道路交通的使用成效與壅塞路段和壅塞時間，作為改善交通之重要參考依據。進而減少塞車，節約效能，減少空氣污染的社會成本
 - ☞ 有效監督營運業者行車違規情形例如超速、繞路、過站不停等。
 - ☞ 可扶植國內RFID相關產業技術，提升相關產業競爭力。
- 42

七. 電子標籤實際測試分析

43

目前國內RFID系統取得問題

- 國外現有適用交通資訊蒐集之RFID產品：Transcore、Alien、Identec、Active Wave、Tag Master及Nedap等公司。
- 各國開放頻段與發射功率規範不同（例如UHF頻段參考下表）
- 國內合法使用需通過電總型式認證
- 國內應用RFID系統於交通資訊蒐集之市場規模尚待開發

	North America	Europe (current)	Europe (future)	Japan	Korea	Australia	Argentina Brazil	New Zealand
Band Size (MHz)	902-928	869.5	866-868	950-956	910-914	918-926	902-928	846-929
Power	4W EIRP	0.5W ERP	2W ERP	4W EIRP	4W EIRP	4W EIRP	4W EIRP	0.5-4W EIRP
Channels	50	1	10	12	16	16	50	varied

44

國內目前通過電總型式認證之RFID系統

至94/11/25為止，通過電信總局型式認證之RFID系統（參考電信總局公佈資料）：

- Pretide：UHF頻段、被動式（2W/4W EIRP）
- TagMaster：2.45G頻段、半主動式
- Intermec：UHF頻段、被動式（4W EIRP）
- AWID：UHF頻段、被動式（4W EIRP）
- ...

45

RFID測試系統

進行測試之各種RFID系統

RFID讀取器種類	主要規格	RFID電子標籤測試種類
A廠牌（讀取距離3米）	被動式 UHF頻段 EIRP 4W 天線外接	金屬用電子標籤a 玻璃用電子標籤b
B廠牌（讀取距離3米）	被動式 UHF頻段 EIRP 4W 天線內嵌	金屬用電子標籤a 玻璃用電子標籤b
C廠牌（讀取距離10米）	半主動式 UHF頻段 EIRP 75mW 天線內嵌	金屬用電子標籤c
D廠牌（讀取距離4米）	半主動式 2.45GHz 天線內嵌	金屬用電子標籤d

46

RFID測試架構(1/2)

高架式架構

- 通訊死角較少，不易受阻擋干擾。
- 既有環境下只有路口有紅綠燈桿可安裝Reader。
- Reader與Tag皆需注意安裝角度，不易施工。
- 施工成本較高

47

RFID測試架構 (2/2)

路側式架構

- 安全島上現成路燈桿可供Reader架設。
- Reader與Tag安裝容易，架設時只需與車行方向平行及地面垂直，
- 可視需要調整Reader與道路方向角度。
- 可於車側裝設2個Tag以偵測瞬時車速。
- 通訊區範圍較小，易受阻擋干擾。

48

RFID功能初步測試(1/6)				
測試架構：路側式 測試地點：電信研究所測試車道 測試系統：A廠牌、金屬用電子標籤a 測試車輛：公務車 測試項目：是否可讀取 測試結果：○表示可正確讀取，x表示無法讀取				
車速 \ L	1m	2m	3m	
5~10 km/hr	○	○	○	
15~20 km/hr	○	○	x	
25~30 km/hr	○	○	x	
35~40 km/hr	○	○	x	

L為讀取器與電子標籤之最小距離

RFID功能初步測試(2/6)				
測試架構：路側式 測試地點：電信研究所測試車道 測試系統：A廠牌、玻璃用電子標籤b 測試車輛：公務車 測試項目：是否可讀取 測試結果：○表示可正確讀取，x表示無法讀取				
車速 \ L	1m	2m	3m	
5~10 km/hr	○	○	x	
15~20 km/hr	○	x	x	
25~30 km/hr	○	x	x	
35~40 km/hr	x	x	x	

RFID功能初步測試(3/6)				
測試架構：高架式 測試地點：電信研究所測試車道 測試系統：B廠牌、金屬用電子標籤a 測試車輛：公務車 測試項目：是否可讀取 測試結果：○表示可正確讀取，x表示無法讀取				
車速 \ H	1.5m	2.1m	2.8m	
5~10 km/hr	○	○	○	
15~20 km/hr	○	○	○	
25~30 km/hr	○	○	○	
35~40 km/hr	○	○	○	

H為讀取器與電子標籤之最小距離

RFID功能初步測試(4/6)				
測試架構：路側式 測試地點：快速道路 測試系統：C廠牌、金屬用電子標籤C 測試車輛：公務車 測試項目：是否可讀取 測試結果：○表示可正確讀取，x表示無法讀取				
車速 \ L	1.5m	3.9m	5.1m	
20 km/hr	○	○	○	
30 km/hr	○	○	○	
40 km/hr	○	○	○	
50 km/hr	○	○	○	
60 km/hr	○	○	○	
70 km/hr	○	○	○	

RFID功能初步測試(5/6)				
測試架構：路側式 測試地點：快速道路 測試系統：A廠牌、金屬用電子標籤A 測試車輛：公務車 測試項目：是否可讀取 測試結果：○表示可正確讀取，x表示無法讀取				
車速 \ L	1.5m	3.9m	5.1m	
10 km/hr	○	○	x	
40 km/hr	○	○	x	
50 km/hr	○	○	x	
55 km/hr	○	○	x	
65 km/hr	○	○	x	

RFID功能初步測試(6/6)				
測試架構：路側式 測試地點：快速道路 測試系統：D廠牌、金屬用電子標籤D 測試車輛：公務車 測試項目：是否可讀取 測試結果：○表示可正確讀取，x表示無法讀取				
車速 \ L	1.5m	3.9m	5.1m	
30 km/hr	○	○	x	
40 km/hr	○	○	x	
50 km/hr	○	○	x	
60 km/hr	○	○	x	
70 km/hr	○	○	x	
80 km/hr	○	○	x	

初步測試結論

- 玻璃用被動式Tag易受不同玻璃規格及隔熱紙影響，未來示範測試應選擇金屬Tag。
- 雖然高架式比路側式容易有較佳讀取率，但因考量建置成本、景觀及安全等因素，未來示範測試架構將採用路側式架構。
- 高架式和路側式兩種架構都可藉由調整RFID讀取器和RFID電子標籤之相對通訊角度及相對高度，進而改變系統之通訊區域。在本次測試分析中僅作初步測試，未來在示範測試計畫中應是重點，應事先模擬現場或現場實際量測分析。
- 依目前電總LP0002規範，UHF被動式RFID室外發射功率僅能2W EIRP，現有UHF被動式RFID系統產品是否能用於交通參數蒐集，尚須進一步測試驗證。
- 現有2.45G半主動式RFID系統產品，依據初步測試結果，不管在車速、距離方面符合示範測試計畫之要求。
- 依據第一次/第二次專家學者意見及本計畫初步測試之結果評估，未來示範計畫採用之RFID系統應以半主動式或主動式較為適宜，操作頻段UHF及2.45G皆可。

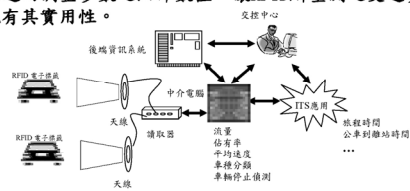
55

八. 示範測試計畫規劃

56

示範測試計畫目的

- 以RFID技術蒐集交通資訊，藉以評估RFID技術在交通運輸應用上可行性。
- 在測試階段最重要是所獲得之資料須能夠驗證，因此示範計畫將規劃結合攝影機所量測或記錄之資料進行比較驗證。在示範計畫測試評估階段，將藉由比較驗證進而調整參數之細部數值，讓RFID所量測之交通資訊有其實用性。



RFID 電子標籤蒐集交通資訊系統架構圖

57

示範測試對象

■ 台北市行駛『公車專用道』之公車

- ☞ 較無隱私權問題
- ☞ 無其他車輛干擾
- ☞ 可全部安裝RFID電子標籤
- ☞ 交通資訊蒐集及應用實施容易



58

示範測試路段

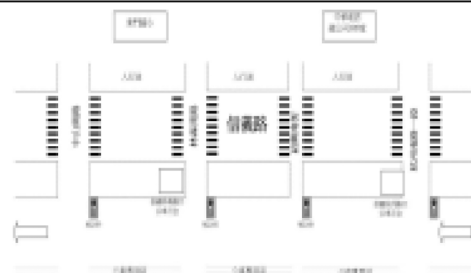
■ 『信義路杭州路口』至『信義路林森路口』

- ☞ 兩公車站作為測試點
- ☞ 公車路線數量及所屬客運公司單純
- ☞ 兩測試點通過之公車路線一致
- ☞ 有適合安裝設備之設施或場地



59

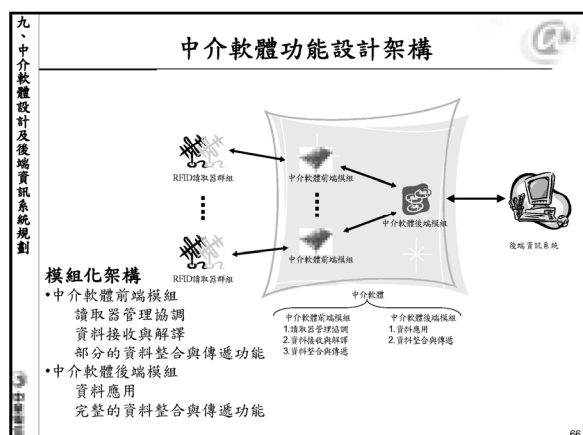
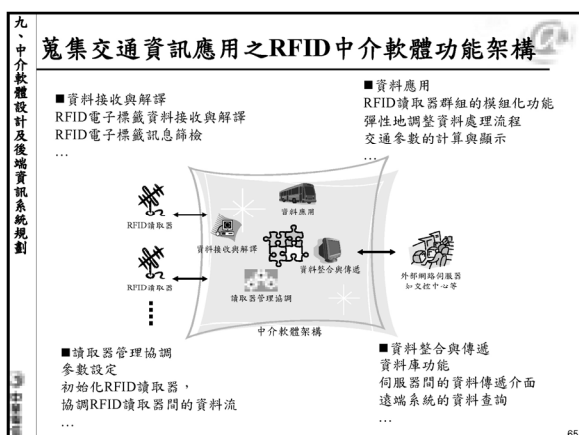
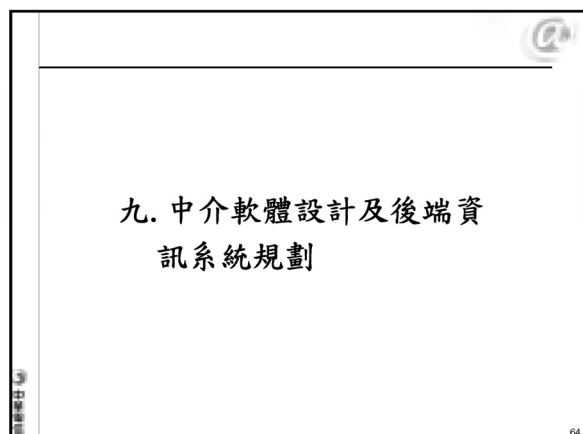
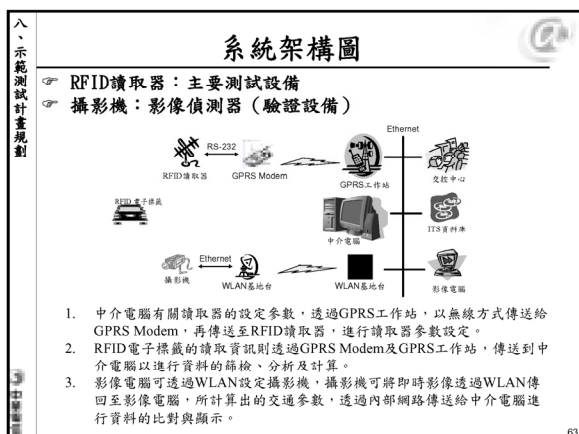
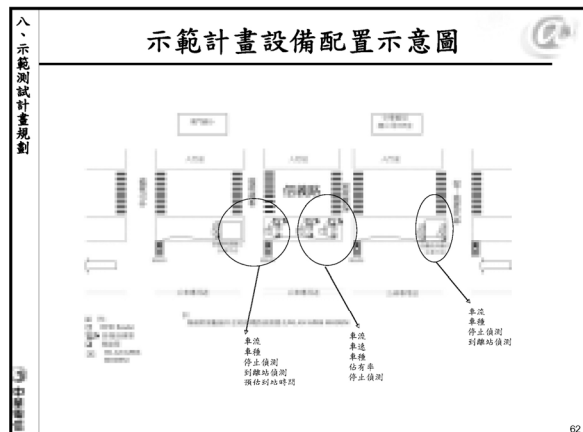
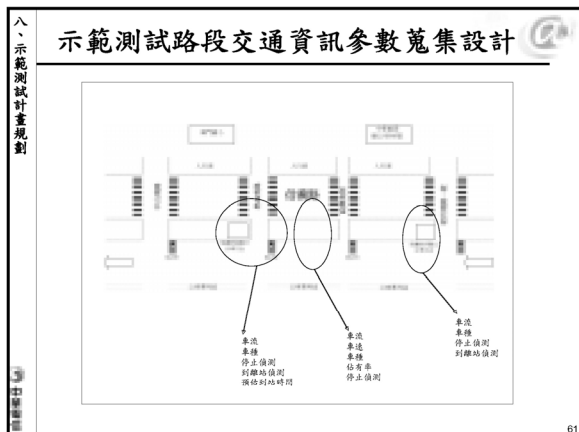
示範測試路段平面圖

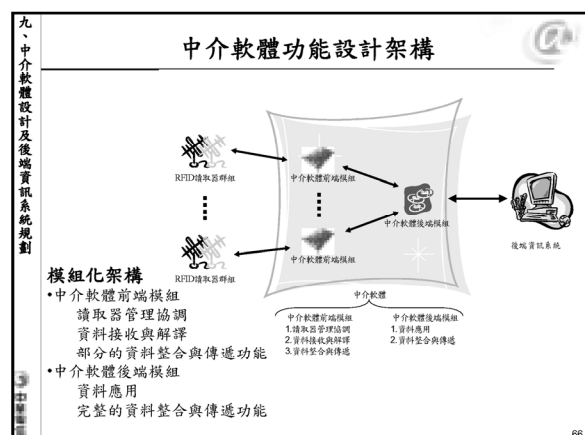
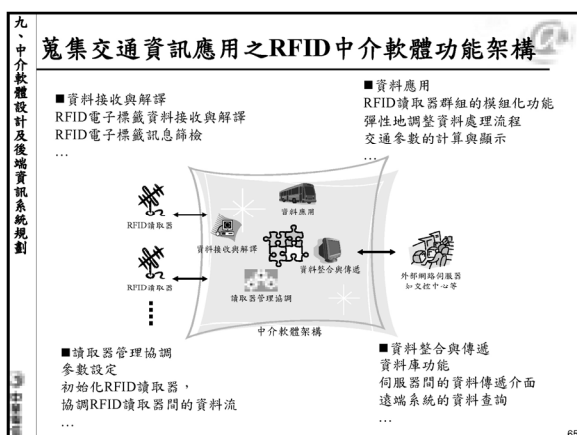
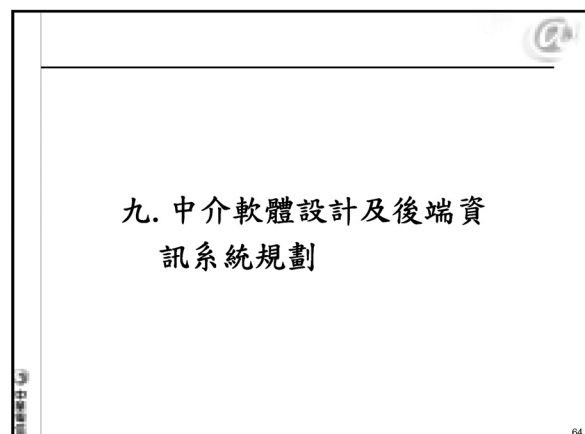
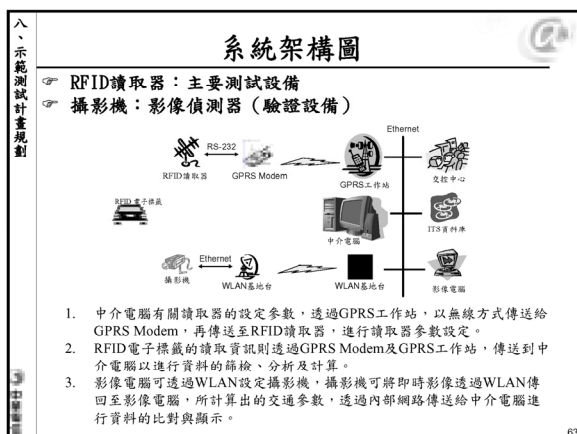
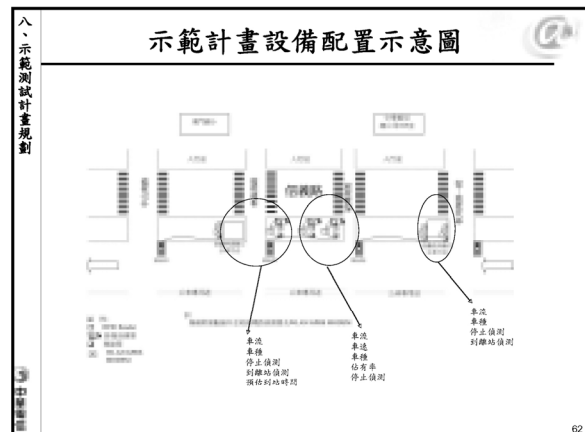
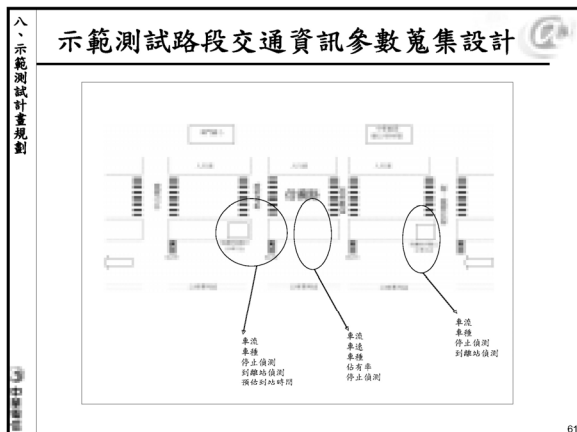


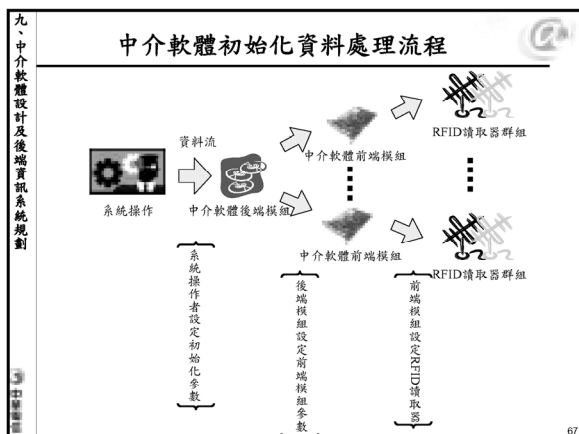
☞ 測試路段相關資料

- ✓ 8條公車路線 (0東、20、204、22、38、信義幹線、指3、15)
- ✓ 3家營運公司 (大都會客運、首都客運、指南)
- ✓ 約150輛公車

60





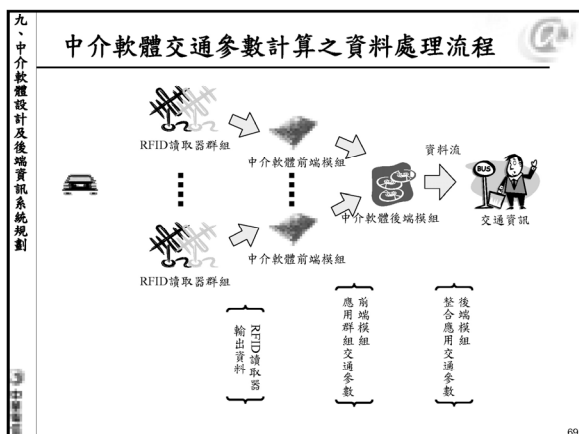


九、中介軟體設計及後端資訊系統規劃

中介軟體初始化參數表

中介軟體各介面之初始化參數			
項次	系統操作者設定初始化參數	後端模組設定前端模組參數	前端模組設定RFID讀取器
1	公車路線對應RFID讀取器群組順序	系統時間	系統時間
2	讀取器應用群組編號	讀取器應用群組編號	
3	讀取器應用群組之組員數目	讀取器應用群組之組員數目	
4	讀取器ID編號	讀取器ID編號	
5	讀取器應用種類	讀取器應用種類	
6	相鄰讀取器間距離	相鄰讀取器間距離	
7	電子標籤應用群組編號	電子標籤應用群組編號	
8	電子標籤應用群組之組員數目	電子標籤應用群組之組員數目	
9	電子標籤ID編號	電子標籤ID編號	
10	電子標籤應用種類	電子標籤應用種類	
11	GPRS modem編號	中介軟體前端模組編號	

68



九、中介軟體設計及後端資訊系統規劃

中介軟體各介面所蒐集之交通參數

中介軟體各介面所蒐集之交通參數			
項次	RFID讀取器輸出資料	前端模組應用群組交通參數	後端模組整合應用交通參數
1	讀取器ID編號	讀取器ID編號	讀取器ID編號
2	RFID電子標籤ID編號	RFID電子標籤編號	RFID電子標籤編號
3	讀取電子標籤時間	最初讀取時間	車輛種類
4		最後讀取時間	到站時間
5		讀取次數	離站時間
6		使用單一讀取器測速	預估到站時間
7		使用群組讀取器測速	停止狀態偵測
8		停止狀態偵測	流量
9			佔有率
10			測試點車速
11			測試點平均車速
12			區段車速
13			區段平均車速

70

九、中介軟體設計及後端資訊系統規劃

交通參數蒐集情境模擬 (1/7)

Reader設置點編號	Reader群組編號	Reader ID	測試種類	前一Reader ID	距離(m)	下一Reader ID	距離(m)
1	Null	rd001	進站	Null	Null	rd002	20
2	Null	rd002	離站	rd001	20	rd003	100
3	Null	rd003	測速1	rd002	100	rd004	10
4	Null	rd004	測速2	rd003	10	rd005	100
5	Null	rd005	進站	rd004	100	rd006	20
6	Null	rd006	離站	rd005	20	Null	Null

RFID讀取器架設編號、識別碼與相關參數

71

九、中介軟體設計及後端資訊系統規劃

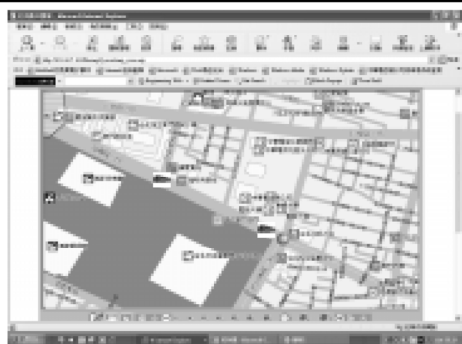
交通參數蒐集情境模擬 (2/7)

公車路線	車號	車號	Tag 群組 ID	Tag ID
09車	AA-001	大型公車	Null	tag1001
09車	AA-002	大型公車	Null	tag1002
09車	AA-003	大型公車	Null	tag1003
09車	AA-004	大型公車	Null	tag1004
20	BB-001	大型公車	Null	tag2001
20	BB-002	大型公車	Null	tag2002
20	BB-003	大型公車	Null	tag2003
20	BB-004	大型公車	Null	tag2004
20A	CC-001	大型公車	Null	tag3001
20A	CC-002	大型公車	Null	tag3002
20A	CC-003	大型公車	Null	tag3003
20A	CC-004	大型公車	Null	tag3004
20A區間	DD-001	大型公車	Null	tag4001
20A區間	DD-002	大型公車	Null	tag4002
22	EE-001	大型公車	Null	tag5001
22	EE-002	大型公車	Null	tag5002
22	EE-003	大型公車	Null	tag5003
22	EE-004	大型公車	Null	tag5004
22區間	FF-001	大型公車	Null	tag6001
22區間	FF-002	大型公車	Null	tag6002
38	GG-001	大型公車	Null	tag7001
38	GG-002	大型公車	Null	tag7002
38	GG-003	大型公車	Null	tag7003
38	GG-004	大型公車	Null	tag7004
670	HH-001	大型公車	Null	tag8001
670	HH-002	大型公車	Null	tag8002
670	HH-003	大型公車	Null	tag8003
670	HH-004	大型公車	Null	tag8004
信義幹線	II-001	大型公車	Null	tag9001
信義幹線	II-002	大型公車	Null	tag9002
信義幹線	II-003	大型公車	Null	tag9003
信義幹線	II-004	大型公車	Null	tag9004

公車路線、種類與RFID電子標籤對應表

72

後端資訊系統--電子地圖



79

十. 第二年推動與發展策略

80

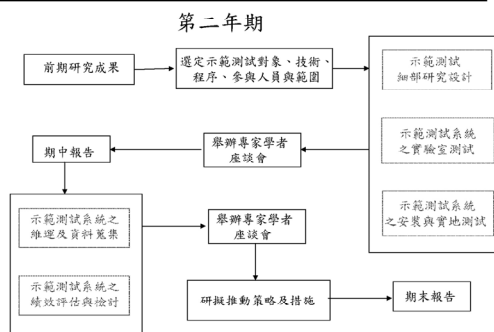
計畫工作項目

第二年期本研究計畫工作項目至少包含以下所列：

- 選定示範測試對象、技術、程序、參與人員與範圍
- 示範測試細部研究設計
- 示範測試系統之實驗室測試
- 示範測試系統之安裝與實地測試
- 示範測試系統之維護及資料蒐集
- 示範測試系統之績效評估與檢討
- 專家學者座談會
- 研擬推動策略及措施

81

計畫進行步驟 (2/2)



82

預定進度甘梯圖 (Gantt Chart)



83

十一. 結論與建議

84

十一、結論與建議

結論 (1/4)

- 本年期計畫完成的工作項目主要包含 (1) 射頻識別技術回顧與發展現況；(2) 射頻識別蒐集交通資訊之個案分析；(3) 射頻識別與車輛偵測器之分析；(4) 電子標籤在ITS之應用分析；(5) 電子標籤推動之成本與效益分析；(6) 電子標籤實際測試分析；(7) 示範測試計畫規劃；(8) 中介軟體設計及後端資訊系統規劃等。
- 本年期計畫首先針對射頻識別技術進行深入的說明與分析，包括射頻識別系統架構、運作原理、頻段範圍、RFID電子標籤種類、環境變數影響及RFID相關標準。另外本研究特別對GSM900 RFID干擾問題及低功率射頻電機技術規範做詳細說明，提供選擇RFID應用系統時之建議與參考。

85

十一、結論與建議

結論 (2/4)

- 本研究針對射頻識別定義出與一般車輛偵測器常用之交通參數，包括流量、佔有率、平均速度、車種分類及車輛停止偵測等。同時提出相關交通參數之操作定義作為示範測試計畫之計算依據。藉由目前射頻識別在車輛應用實例之瞭解分析，可知以車輛安裝射頻識別電子標籤來蒐集交通資訊，至今仍是一項新且具挑戰性的應用研究。本研究也依據智慧型運輸系統之發展領域，分析評估RFID電子標籤可能之應用方式。同時提供電子標籤推動成本與效益分析之初步看法。

86

十一、結論與建議

結論 (3/4)

- 在本研究中已經初步針對不同之RFID系統進行測試，未來示範測試應選擇金屬電子標籤，並在考量建置成本、景觀及安全等因素下，示範測試架構將採用路側式架構。現有UHF被動式RFID系統產品是否能用於交通參數蒐集，尚須進一步測試驗證。而2.45G半主動式RFID系統產品，初步測試結果符合示範測試計畫之要求。

87

十一、結論與建議

結論 (4/4)

- 示範測試計畫將選擇選擇行駛於公車專用道之公車作為測試對象。在經過實地勘查後相關公車路線後，將以位於信義路線上之『信義路杭州路口』至『信義路林森路口』路段作為測試路段。針對此示範計畫，本研究並以提出系統設計、設備建置規劃及中介軟體設計，其中並以完成針對中介軟體並以初步進行模擬。第二年期計畫將依據此示範測試計畫進入實地安裝與測試階段，最後希望能藉由測試系統實際運作所蒐集的資料，進行示範測試系統之績效評估與檢討，研擬出以RFID電子標籤協助交通資訊蒐集之推動策略及措施。


88

十一、結論與建議

建議

- 一. 重視個人隱私權問題及制定相關政策
- 二. 適合蒐集交通資訊之電子標籤
- 三. 重視RFID干擾問題
- 四. 優先推廣商用車輛與大眾運輸車輛先導測試
- 五. 帶「電子身份證」的輪胎

89



簡報完畢
敬請指教

90