

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

總計畫：RFID-Based 人員及物件追蹤管制系統平台之研製
(I)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC93-2218-E-009-017-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：國立交通大學電機與控制工程學系(所)

計畫主持人：廖德誠

共同主持人：陳福川，林昇甫，孟慶宗，宋朝宗，田慶誠

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 10 月 14 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

RFID-Based 人員及物件追蹤管制系統平台之研製—總計畫： RFID-Based 人員及物件追蹤管制系統平台之研製(I)

Development of An RFID-Based Platform for Human / Object Surveillance

計畫編號：NSC 93-2218-E-009-017

執行期限：93 年 8 月 1 日至 94 年 7 月 31 日

主持人：廖德誠教授 交通大學電機與控制工程系

一、中文摘要

近年來自動認證程序(Auto-ID)在服務業、工業、製造公司以及大賣場等，都已經非常普及。現今使用率最高的條碼(bar code)即為 Auto-ID 的一種，然而，條碼雖然便宜，收訊範圍卻極小，而且條碼所能儲存的資訊量不多，應用範圍因此受限。RFID(Radio Frequency Identification)最早的構想在 1948 年被提出，即利用無線電波來傳送識別資料，達到身分識別的目的。RFID 最基本的結構為 reader 以及 tag。Tag 內部具有晶片可儲存大量資訊，可透過 reader 對 tag 做讀取或覆寫的工作，而且 reader 與 tag 的收訊範圍可依照需求調整，從數十公分到數十公尺皆可，應用層面因此更為廣泛。在本計畫中，我們預期達成下列系統功能：(1)被動式物件管制(2)主動式物件管制(3)主動式物件追蹤(4)可靠度機制的建立。本整合型計畫將分成五個子計畫執行，子計畫一為影像辨識系統，用來輔助 RFID 系統的辨識能力；子計畫二為 reader 的技術研發；子計畫三負責將多個 reader 的資訊利用網路溝通協定傳送給 server 處理；子計畫四則為此整合型計畫的主腦，將網路蒐集的資料做判別，決定系統的反應；子計畫五則為 tag 的技術研發。我們預計以三年的時間完成規劃之目標。第一年之重點在於個別子計畫劃分領域的獨立研究；第二年著重於小系統的整合測試，而第三年則預期呈現完整的人員以及

物品的管制與追蹤。目前國外已有 reader 以及 tag 的產品上市，然而，國內卻沒有具備生產技術的廠商，本計畫的目標之一，即在於培訓相關之研發人才，使國內廠商能夠具備生產與系統整合應用的技術，以迎接潛在的龐大商機，具備高度的產業價值。

關鍵詞：射頻識別、資料庫、網路、監控、追蹤

Abstract

In the recent years, the study of auto-identification (AUTO-ID) or radio frequency identification (RFID) in industrial or commercial applications has attracted lots of attention. Several preliminary designs have been implemented in the supermarket or the gate of the buildings for thief-prevention and security checking. However, most of these designs may not be reliable and were implemented under case-by-case study. In order to improve system reliability and provide a systematic approach of design, in this three-year project we propose to add on an image processing system and database system for human and object surveillance. The project is integrated by five sub-projects, namely, the development of image recognition technique, the development of RFID reader, the application of networking in RFID application, the development of decision-making strategy and design of

database, and the development of RFID tag. Through the mutual cooperation between sub-projects, it is expected to achieve the tasks of passive object surveillance, active object surveillance, active object tracking, and system reliable strategy setup. In the first year, we have focused on the preliminary concept design of RFID components, image tracking model and system platform. It will be followed by an experimental verification of system design conducted on laboratory member and equipment surveillance by using existing off-the-shelf RFID components. Moreover, the circuit verification of the self-design RFID tag and reader will also be one of the main tasks in the second year's study. An overall system test and performance verification will be carried on in the third year of project, which is proposed to conduct on a floor of engineering building for human/object surveillance.

Keywords: RFID、database、networking、monitoring、tracking

二、計畫緣由與目的

近年來，自動識別系統(Auto-ID)已被廣泛應用在服務業、運輸業、製造業或零售業等產業上，除了可用來提供商品價格之外，也可提供動物及貨物的識別，其中，條碼(barcode)的應用是最為普及的。barcode是目前物流管理的主軸，不管是進出大賣場、便利商店或書店，到處都可以見到barcode的蹤跡。雖然條碼的使用非常頻繁且價格非常的便宜，然而條碼為線條識別科技，物品外觀必須印上或是貼上條碼才能進行識別，因此，條碼易遭受剝落、沾污或撕裂，進而影響讀取品質；另外，條碼的收訊範圍非常的小、所能儲存的資訊量不多且不能被更新，因此，條碼科技的應用範圍有所限制[1]。

針對條碼資料儲存量有限的問題，有效的解決辦法即是以電子晶片來代替條碼，也就是以電子條碼取代傳統的數位條碼，目前的提款卡或IC電話卡都是常見的應用實例。然而，這些應用都是屬於接觸

式的方式，應用時卡片需與讀卡機接觸，使用的範圍有其先天的限制，假使能以無線電波的方式來傳輸電子晶片儲存的資料，應用的範圍將更為廣泛。「射頻識別」即是一可以實際應用的解決方案[1,2]。

射頻識別 (radio-frequency identification, RFID)技術被重新提出來以改善條碼科技所存在的問題。射頻識別是一種運用無線電波傳輸訊息的識別技術，一組射頻識別系統由標籤(Tag)與讀取機(Reader)組成。標籤上裝有電路，不需要電池。當讀取機從一段距離外間歇發射能量給標籤時，標籤上的電路即可通電，與讀取機交換訊息。

根據 Garner Consulting Group 的研究報告顯示，RFID 是未來 2~5 年內可以實際應用的技術項目之一，雖然現今 RFID 的市場尚未成熟，但可以想見的是當技術一旦成熟，將為 RFID 的市場帶來無限商機，無論是硬體的製造、軟體的開發或是資料庫的架構，都將十分的可觀。

目前市面上現有的 RFID 系統大多是針對個別需求來設計，尚無一套完整的系統對傳回的資訊做有效的處理與應用。本計畫之目的為建立一套完整的 RFID 系統，提供完整的人員與物件管理機制及嚴密的安全防護，並且以發展自動人員/物件管制與追蹤及系統整合技術為主軸，規劃與研製相關資料庫系統介面及網路管理等技術，並將其應用於實驗室及大樓之測試平台。除了研發 tag 及 reader 相關電子電路系統之外，進行整體系統的動態特性分析與控制，並透過信號分析、資料估測及錯誤診斷，以作為元件可靠度控制與智慧型資料系統網路監控的依據。另外，也將探討控制理論在決策規劃上之應用。

三、結果與討論

本計畫在第一年所獲得之研究成果頗多，整體而言，我們完成了一些階段性的目標，茲將目前所獲得之研究成果簡述如下：

1. 子計劃一除了已完成系統部份架構，制定系統規格，採購部分儀器之外，也完

成了在影像中找出人的輪廓，並且能將臉部的部分括出來，如圖 1 所示。

- 子計劃二主要的研究成果包括：了解射頻辨識系統現存之標準規範、射頻辨識系統規格與參數決定以及讀取器的電路架構設計，如表 1~3 與圖 2 所示。
- 子計畫三完成了 EPC 編碼辨識之研究、電腦連線傳輸協定之研究以及網路實驗平台之初步規格設計與建構，如圖 3、圖 4 與表 4 所示。
- 子計畫四除了完成人員追蹤管制系統之網頁架構與 RFID 人員進出管制系統整合-網路端之外，在資料庫與操作介面之建構也有初步成果。除此之外，對於 Middleware 與 RFID 應用關鍵核心技术也蒐集了豐富的相關資料，如圖 5~10 所示。
- 計畫五主要完成了晶片設計及軟體模擬、電路量測(RF 振盪電路模擬與量測、ASK 調變電路模擬與量測、振盪時脈電路模擬與量測、資料選擇電路模擬與量測、CRC 錯誤偵測編碼電路模擬與量測、2 對 1 多工電路模擬與量測、Manchester 編碼電路模擬與量測)、預計規格與實測結果比較、無線射頻系統標籤晶片之讀取系統設計、以及製作與測試，如圖 11~14 所示。

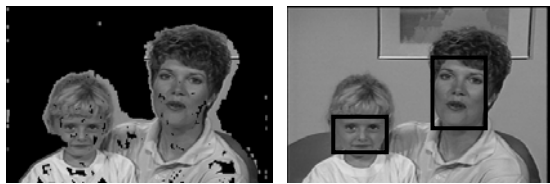


圖 1.(a)人的輪廓擷取(b)臉部特徵擷取

表 1. Auto-ID 標準規範

主要參數	Auto-ID Class 0	Auto-ID Class 1
Forward link		
操作頻率	902~928 MHz	902~928 MHz
空氣介面	AM pulse width mod.	AM pulse width mod.
位元週期	NA: 25 μ s/12.5 μ s EU: 62.5 μ s	NA: 14.25 μ s EU: 66.67 μ s
資料率	NA: 40/80 kb/s	NA: 70.18 kb/s
調變深度 [最小值, 最大值]	[20%, 100%]	[30%, 100%]

Reverse link		
空氣介面	Passive Backscatter	Passive Backscatter: Pulse Interval AM
位元週期	NA: 25 μ s/12.5 μ s EU: 62.5 μ s	NA: 7.13 μ s EU: 33.33 μ s
資料速率	NA: 40/80 kb/s EU: 16 kb/s	NA: 140.35 kb/s EU: 30.00 kb/s
General		
重置訊號持續間隔	800 μ s (CW)	64 μ s (CW)
電子標籤讀取速度	Nom: 200 tags/s Max: 800 tags/s	未定
Memory		
記憶體型態	Read-only	User programmable

表 2. ISO 18000 標準規範

主要參數	ISO 18000-6 A	ISO 18000-6 B
Forward link		
操作頻率	860~930 MHz	860~930 MHz
空氣介面	Pulse interval ASK	Manchester ASK
位元週期	Data 0: 20 μ s Data 1: 40 μ s	125 μ s/25 μ s
資料率	33 kb/s	8/40 kb/s
調變深度 [最小值, 最大值]	[27%, 100%]	Nom 15%: [13%, 17%] Nom 99%: [90%, 100%]
Reverse link		
空氣介面	Passive Backscatter: Bi-Phase Space AM	Passive Backscatter: Bi-phase Space AM
位元週期	25 μ s	25 μ s
資料速率	40 kb/s	40 kb/s
General		
重置訊號持續間隔	300 μ s (CW)	400 μ s (CW)
電子標籤讀取速度	Nom: 100 tags/sec (~10 ms/tag)	Nom: 100 tags/sec (~10 ms/tag)
Memory		
記憶體型態	User programmable	User programmable

表 3. EPC 標籤分類

電子標籤級別	性質	特點
Class 0	被動	只可讀取 (在製造時, EPC 碼已被寫入電子標籤)
Class 1	被動	可寫入一次, 讀取多次 (在製造時, EPC 碼尚未被寫入電子標籤)

Class 2	被動	可重複讀寫
Class 3	半被動	具有 class 2 的功能、具有電源供應可增加通訊距離以及更進階的功能
Class 4	主動	具有 class 3 的功能、主動通訊的能力以及和其它電子標籤通訊的能力
Class 5	主動	具有 class 4 的功能以及和被動式電子標籤通訊的能力 (具有讀取器的功能)

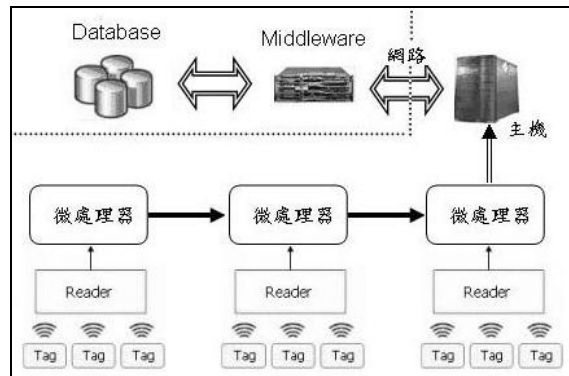


圖 4. 網路實驗平台之系統功能方塊圖

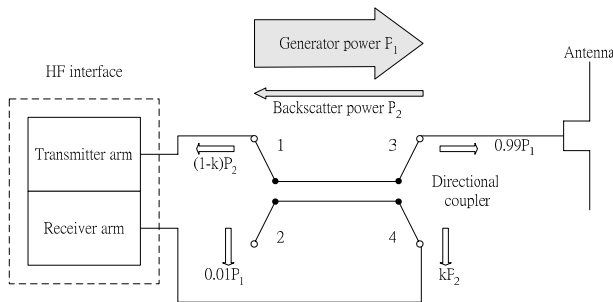


圖 2. 方向耦合器的電路佈局圖與在反向散射射頻辨識系統的操作原理

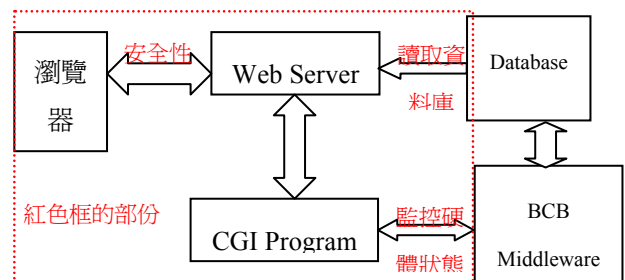


圖 5. 人員追蹤管制系統之網頁架構

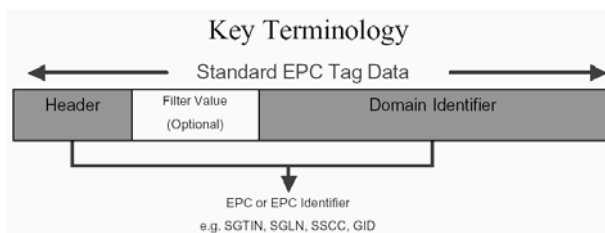


圖 3. EPC Terminology

表 4. EPC-64、EPC-96、EPC-256

		Version Number	Domain Manager	Object Class	Serial Number
EPC-64	TYPE 1	2	21	17	24
	TYPE 2	2	15	13	34
	TYPE 3	2	26	13	23
EPC-96	TYPE 1	8	28	24	36
EPC-256	TYPE 1	8	32	56	192
	TYPE 2	8	64	56	128
	TYPE 3	8	128	56	64

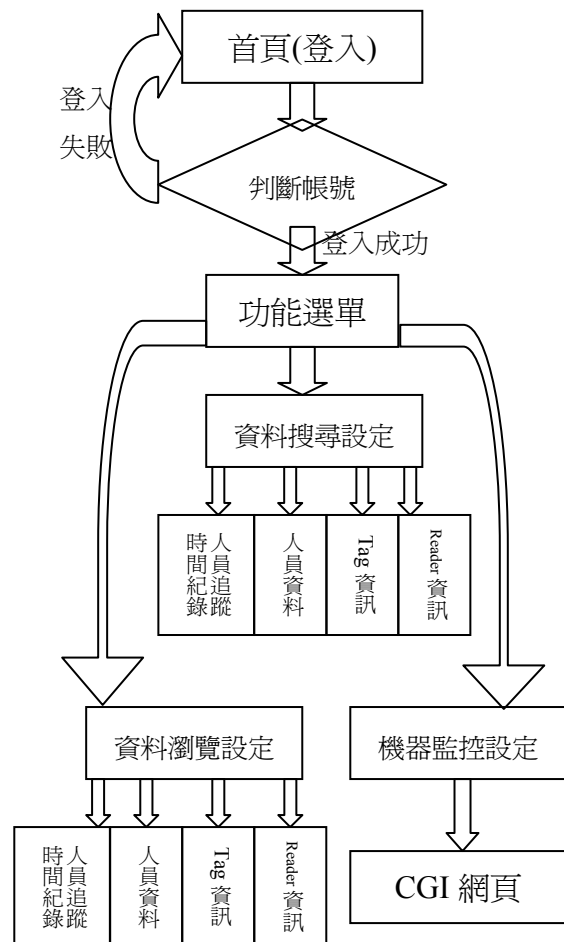


圖 6. 人員追蹤管制系統之網頁結構流程

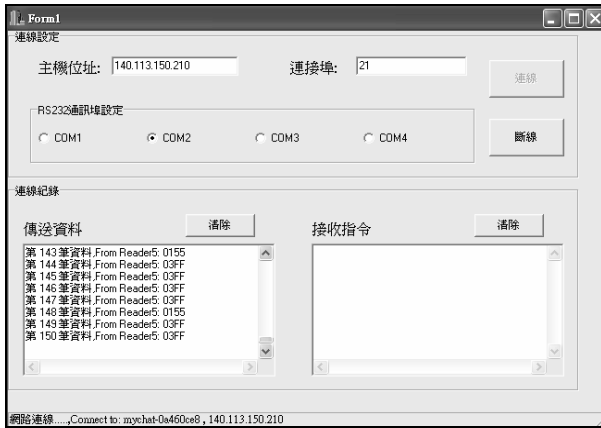


圖 7. Client 端電腦介面

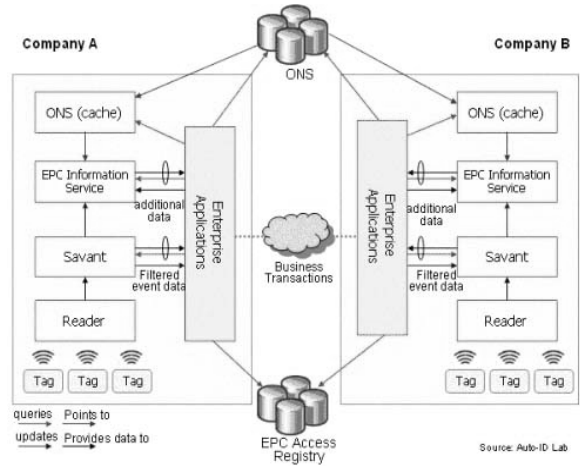


圖 10. EPC Network 機制

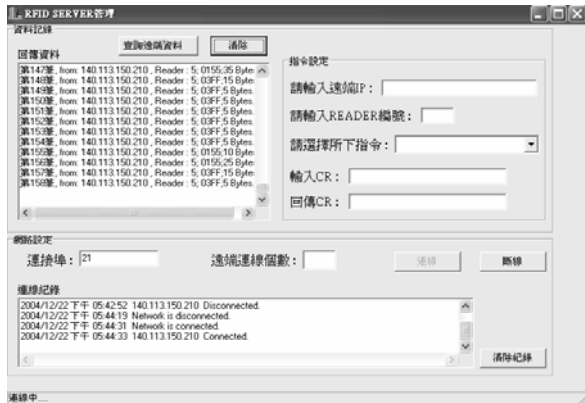


圖 8. Server 端電腦介面

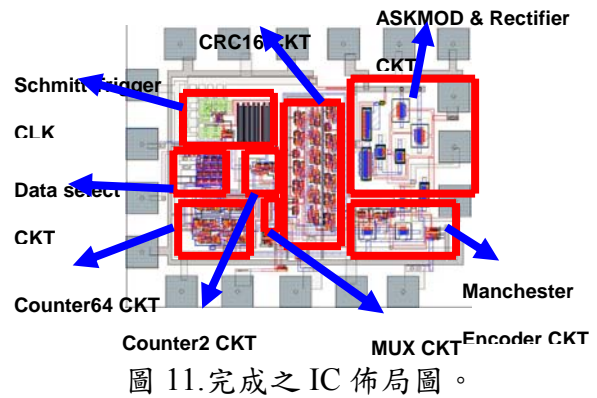


圖 11. 完成之 IC 佈局圖。

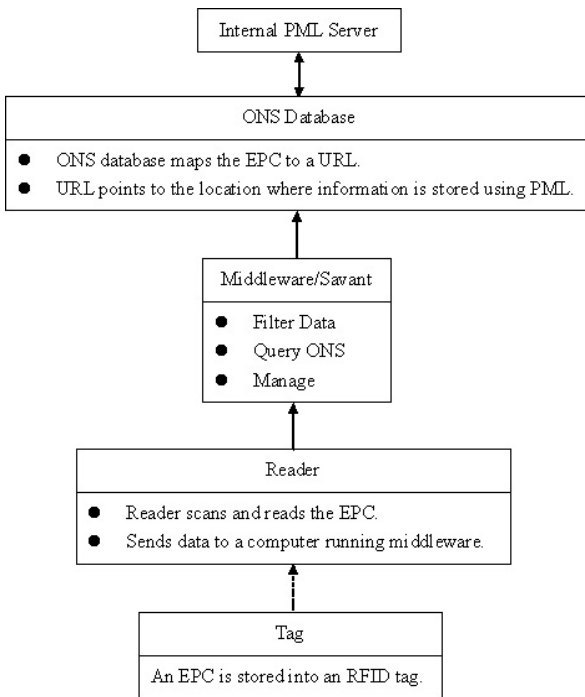


圖 9. 典型 EPC 系統

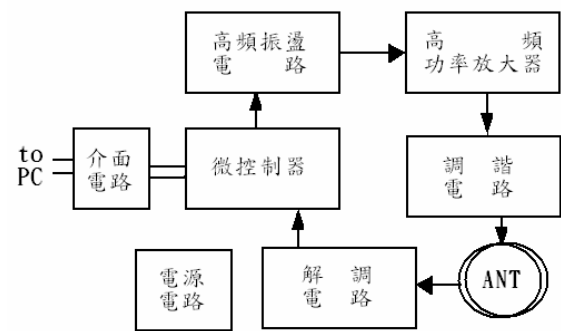


圖 12. 標籤晶片之讀取系統方塊圖



圖 13. 實物內部照片



圖 14.實物測試之照片

四、計畫成果自評

承蒙國科會的第一年經費補助，本整合型計畫從去年八月執行以來，已有初步之結果。包括：對 RFID 系統特性的了解及管制追蹤系統功能的細部規劃與資料庫網路平台之雛形建構，另外，針對 tag 與 reader 的規格研究及影像特徵擷取之研究。

其成果除了在期刊及研討會的論文發表上獲得肯定(詳見參考文獻[7-12])，使得計畫朝預期的目標邁進了一大步。除此之外，總計畫主持人也獲邀將於今年 12 月至彰化師範大學以及中原大學演講，介紹本研究團隊在 RFID 所獲得之研究成果。雖然仍有很多實驗相關的實際操作與設計問題有待未來兩年作後續進一步研究，整體而言，本計畫的第一年研究成果表現符合預期的工作目標。

五、參考文獻

- [1] Alan Thorne, Duncan McFarlane, Mark Harrison, Steve Hodges, Simon Smith, James Brusey and Andy Garcia, "The Auto-ID Automation Lab, Building Tomorrow's Systems Today," <http://www.autoidlabs.org/whitepapers/ca-m-autoid-wh018.pdf>.
- [2] Duncan McFarlane, "Auto-ID Based Control - An Overview," <http://www.autoidlabs.org/whitepapers/CAM-AUTOID-WH-004.pdf>.
- [3] K. Finkenzerler, *RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification*, Addison Wesley, Second Edition, Chichester, England, 2003.
- [4] D.W. Engels, J. Foley, J. Waldrop, S.E. Sarma and D. Brock, "The networked physical world: an automated identification architecture," *Proceedings of the second IEEE workshop on internet applications*, pp. 76-77, 2001.
- [5] <http://www.autoidlabs.com/index.html>, 2005.
- [6] <http://www.epcglobalinc.org/>, 2005.
- [7] S.-F. Lin, S.-C. Chien, C.-C. Wu and K.-Y. Chiu, "Multiple Moving Humans Detecting and Tracking for an Indoor Surveillance System," *be presented at 2005 CACS Automatic Control Conference*, Tainan, Taiwan, November 18-19, 2005.
- [8] F.-C. Chen and Y.-W. Chen, "On the Specifications and Designs of the Reader in a RFID System," *be presented at 2005 CACS Automatic Control Conference*, Tainan, Taiwan, November 18-19, 2005.
- [9] C.-C. Song, M.-K. Hsieh and D.-C. Liaw, "Implementation of the Reader's Networking Interface for RFID Systems," *be presented at 2005 CACS Automatic Control Conference*, Tainan, Taiwan, November 18-19, 2005.
- [10] D.-C. Liaw¹ and M.-C. Chien, "A Design of RFID Assisted Library Circulation System," *be presented at 2005 CACS Automatic Control Conference*, Tainan, Taiwan, November 18-19, 2005.
- [11] C.-C. Chang, C.-C. Fan, W.-T. Wong, Z.-B. Jhong, C.-C. Tien and C.-H. Wang, "Regulation and modulation combining circuit for RadioFrequency Identification tag," *be presented at 2005 CACS Automatic Control Conference*, Tainan, Taiwan, November 18-19, 2005.
- [12] D.-C. Liaw, M.-C. Chien, W.-P. Lo, W.-C. Chung and C.-Y. Song, "An Implementation of the RFID-Based Gate Monitoring System," *Automation 2005, The Eighth International Conference on Automation Technology Conference*, Taichung, Taiwan, May 5-6, 2005.