

RFID 於農業上的應用

Application of RFID in Agriculture

饒瑞佶

Ruey-Chi Jao

建國科技大學資訊管理系 副教授

Associate Professor, Department of Information Management,
Chienkuo Technology University

摘要

無線射頻辨識 (Radio Frequency Identification, RFID) 技術是近來相當熱門的 IT 議題，早在 1950 年代二次大戰期間，英國便將此項技術應用於戰機的敵我辨識上，之後美國政府實驗室開始運用 RFID 來管制核能原料，到了 1970 年代末期，美國政府透過 Los Alamos 科學實驗室將 RFID 技術轉移到民間，大多仍以商業物流等為主。1985 年英國肯特郡發現第一頭有狂牛症的瘋牛後，開始將 RFID 技術導入到農業，用於活體牲畜的追蹤管理，逐漸演變成生產履歷追蹤系統，進年來各國無不如火如荼的投入此領域的研究，也將應用領域從畜牧業擴展到漁業、農作物生產、物流追蹤管理與收容動物管理等。

雖然仍存在著高成本、RF 訊號讀取瓶頸、安全性與技術標準不一等問題，但是伴隨著 RFID 軟硬體新技術的開發與 ISO 標準的統一，使得 RFID 在農業上的應用越來越成熟，逐步將農業的生產、加工、流通與安全等層面從 E 化帶到 M 化，最後進入 U 化的地步，所謂的 U 化指的是 Ubiquitous，無所不在的意思，希望資訊以多方供給與流通的形式提供網狀情報交流，達到一種資訊無所不在的目的。

關鍵詞：無線射頻、資訊科技、智慧環境、生產履歷

前言

一、無線射頻辨識技術

無線射頻辨識 (Radio Frequency Identification, RFID) 技術是最近越來越熱門的 IT 議題，但它卻是一項已經有約 50 年以上歷史的技術，1950 年代二次大戰期間，英國便將此項技術應用於戰機的敵我辨識上，之後美國政府實驗室開始運用 RFID 來管制核能原料，到了 1970 年代末期，美國政府透過 Los Alamos 科學實驗室將 RFID 技術轉移到民間。1980 年代中期，德州儀器公司 (Texas Instruments, TI) 與 Motorola 開始量產低頻的 RFID 標籤 (Tag)；1999 年 MIT 成立 Auto-ID Center，發展高頻的技術與標準 (袁啟亞，2003)。它被認定為 21 世紀 10 大重要技術之一，可以將人類的日常生活從 e 化帶到 M 化，最後進入 U 化的地步，所謂的 U 化指的是 Ubiquitous，無所不在的意思，希望資訊以多方供給與流通的形式提供網狀情報交流，達到一種資訊無所不在的「U 化生活」，其中除了無線網路環境外，無線射頻辨識技術也佔了很重要的一環。

RFID 具備有 (1) 無方向性限制讀取資料；(2) 辨識距離長；(3) 辨識速度快；(4) 辨識正確性高；(5) 讀/寫功能，資料記憶量大；(6) 安全性高；(7) 壽命長；(8) 標籤穿透性佳與 (9) 可在惡劣環境操作等數種優點 (饒，2006a)。目前 RFID 已經被應用在許多領域上，包括動物追蹤 (Kampers, 1999; Wang and Zhang 2006)、醫療管理 (曾，2002；黃，2000；李，2005)、物流業 (李，2005)、零售業 (謝，2005)、國防工業 (江，2005；林與馬，2005) 與農業 (黃，2004) 等領域上。

既然它那麼熱門，那到底什麼是 RFID 呢？大家所熟知的捷運悠遊卡就是 RFID 技術的應用。簡單來說就是一種無線的辨識技術，與其他像條碼、晶片卡與磁條等技術，相同的部分都是要做辨識的用途，只是使用的技術不同而已。RFID 使用無線電波的方式來進行辨識的工作，這樣的無線電波頻段大致分成 (1) 低頻 (Low Frequency, LF)；(2) 高頻 (High Frequency, HF)；(3) 超高頻 (Ultra High Frequency, UHF) 與 (4) 微波 (Microwave) 等四部份 (表 1)。以市面上買的到或實際已經運用的系統來說，低頻主要指的是頻率在 125 KHz 或是 134 KHz 附近，高頻的主流則是在 13.56 MHz，超高頻差異性則較大，常因地區與國家所開放的頻段不同而不同，各國 RFID UHF 開放頻段如表 2 所示，微波則是落在 2.45 GHz 或是 5.4 GHz，其中 2.45 GHz 是屬於全球通用的 ISM (Industrial Scientific Medical) 公用頻段。

近年來由於美國零售業龍頭 Wal-Mart 與美國國防部 (DoD) 的大力推動，讓 RFID 的應用越來越受重視，1980 年代後，許多公司開始投入減少 RFID 尺寸大小與成本的研究，隨著矽晶片技術的發展，使得 RFID 在尺寸與成本上逐漸被市場所接受，許多 IT 大廠如德州儀器、Infineon、Motorola、Microchip 與 Philips 等等都相繼投入 RFID 硬體與軟體的研發行列，基於成本大幅下降與研發廠商越來越多的

前提下，讓許多行業導入 RFID 技術變的可能（饒，2006b）。

表 1、我國各頻段 RFID 頻率與使用狀況列表

頻段	頻率	感應距離	我國使用現況
LF	125 KHz 135 KHz	< 1.5 m	117.6~126 KHz, 129~160 KHz：已指定業務分配但尚未使用
HF	6.78 MHz 13.56 MHz	< 1.5 m	134.1~157 MHz：已指定業務分配但尚未使用，但 13.56 ± 0.007 MHz：供工業,科學,醫療設備使用
UHF	860-950 MHz	> 1.5m	864.1~868.1 MHz：Low-Tier 870~890 MHz：3G 895~915, 940~960 MHz：GSM
	2.45 GHz	> 1.5m	2.45 ± 0.05 GHz：供工業,科學,醫療設備使用

表 2、世界各國 RFID UHF 開放頻段列表

國別	頻段範圍 (MHz)	國別	頻段範圍 (MHz)
歐盟	869.4~869.65 865.6~867.6	紐西蘭	864~868
南非	869.4~869.65 915.2~915.4	日本	905~956
美加	902~928	韓國	910~914
澳洲	918~926	台灣	922~928

二、RFID 系統

RFID 系統是由讀取器 (Reader)、標籤 (Tag)、中介軟體 (MiddleWare) 與資訊系統 (Information System) 四者所構成。標籤由一塊微小的晶片和天線組成，這樣的組成加上一個簡單的基板稱之為 Inlay (圖 1)，圖 1 左圖是 UHF Tag 的 Inlay 形式，天線多屬長形，右圖則是 LF 與 HF Tag 的形式，天線是用線圈層層圍繞所組成，後面白色的塑膠貼紙就是基板。不同頻段的標籤界定了可被讀取器存取的範圍，頻率越高對物質的穿透力越高，讀取距離越遠，UHF 標籤的存取範圍可達 3 米，但對於液態及金屬物質會出現一定程度的干擾；相反的在 LF 與 HF 所受的干擾較少，但能存取的範圍只在數十厘米內。晶片內具有一組辨識碼 (ID)，可以使用讀取器經由無線通訊方式讀取標籤內的 ID 或是資料，而這些動作的背後都是由資訊系統透過中介軟體負責驅動與管理。

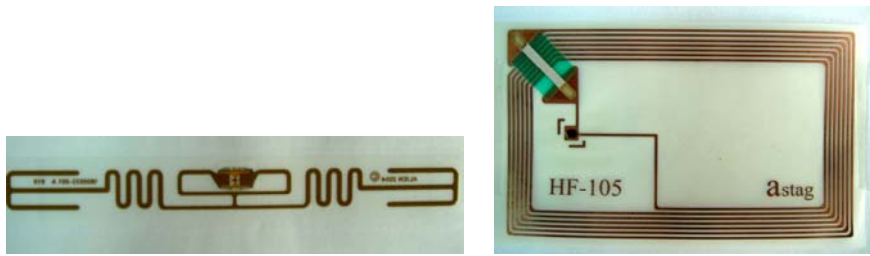


圖 1、RFID Inlay

Inlay 再經過封裝後，可以呈現出許多不同樣式的標籤，這些樣式多數是取決於用途而設計，常見的有錶帶(wristband)式、塑膠卡(PCB Card)、玻璃形式(Glass Tag)、鑰匙圈(Key)、用於金屬物品的 Metal Tag、具備感測器的 Tag 與用於安全防護的 Security Tag (圖 2)。



圖 2、各種不同形式的 RFID Tag

除了使用頻段與樣式來區分標籤外，還可以使用電源方式將標籤區分為主動式(Active)及被動式(Passive)兩種。前者指的是標籤內具備有電源，可以自行發送通訊電波，可以拉長讀取距離，後者則是完全要靠讀取器的電波能量來驅動標籤工作，目前市場聚焦在 Passive UHF。針對標籤訂定有一套詳細的分類準則，將標籤分類成 Class0 至 Class4 等五類。(1) Class 0：只供讀取(Read Only)，此為最基本的標籤，製造商於生產時，已將 ID 碼植入標籤晶片內，植入後號碼便不能變更。(2) Class 1：可寫一次(Write Once Read Many Times)，此類標籤在生產時不會植入任何 ID 資料，使用者可在購買後自己透過讀取器植入資料一次。

Wal-Mart 要求供應商於 2005 年 1 月開始在貨品上，貼上 Class 1 標籤。(3) Class 2：重覆讀寫，此類標籤為可供重覆讀寫的被動式標籤，適合用作儲存貨品編碼外更多的資料，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，標籤記憶體容量亦較高。(4) Class 3：內設感應器，此類標籤擁有 Class 2 的讀寫效能，更包含額外的感應器，能偵察溫度、氣壓、動向等環境數據。由於標籤本身要具備偵測感應效能，一般設計成半主動或主動式。(5) Class 4：天線，此類標籤本身就如一個天線，能發出訊息與其他標籤進行溝通，毋須再經過其他讀取器，標籤本身亦帶有電池，目前真正應用到此類標籤的例子極少。

讀取器也具備有兩種分類方式，第一種就是搭配使用的 Tag 頻段不同，一樣分成 LF、HF 與 UHF 的讀取器，另一種則是依照與資訊系統通訊介面的不同，可以分成 RS232、USB、PCMCIA、CF、SD、Ethernet 與 Wiegand 等七種介面，如圖 3 所示。目前用於應用程式開發的幾種工具，例如.NET、C++、VB 與 Delphi 等都有對應的通訊元件或模組可以使用，可以利用來開發資訊系統與讀取器間的資料通訊作業中介軟體。



圖 3、各種形式的 RFID 讀取器

三、各國發展現況

日本政府於 2004 年 8 月提出「U-Japan (Ubiquitous Japan)」政策，擬將無線區域網路、有線網路、藍芽以及行動通訊器材如手機等進行全面性串連，將網路無所不在的概念植入日常生活的枝微末節，便利之餘，甚至能保障人身安全，使用者本身就在網路當中。

韓國也針對這樣的觀念，應用並延伸到數位家庭、數位社區、數位娛樂及技術展示等各個層面，企圖建構一個全方位的數位網絡生活環境，所以諸如鑲嵌於行動電話晶片型式的定位追蹤服務，將增加個人及公共安全上與資訊上的服務提供；另外透過放置在個人身上的生理狀況測量儀器，能夠隨時記錄身體變化同時與院方或研究中心同步連結，獲得照顧健康與醫療研究的便利性；社會資源層面亦能透過 RFID 建構各類型社會資源的認證，減少未來在相關建設上的重複成本付出。

類似日本 Ubiquitous 概念的科技化服務在歐洲、美國與印度也都分別各有其類似的推展應用模式。台灣則於 2004 年開始推動「U (Ubiquitous) 台灣計畫」，此計畫就是運用 RFID 技術、無線網路與寬頻技術，整合數位家庭、網際網路、無線網路及設備，發揮無線通訊科技無所不在的功能，再創另一次的科技與經濟發展奇蹟，帶動「二次 IT 革命」。選擇與國人生活習慣與文化較接近的日本模式，規劃於交通、經濟、農業、教育、衛生、文化、國防等部門進行 RFID 技術與各種科技的整合運用，並由經濟部發起統籌與輔導國內業者成立「RFID 研發及產業應用聯盟」，企圖發展新的商機同時帶來生活上的便利。

2004 年 Wal-Mart 前百大供應商及美國國防部 (DoD) 透過電子商品碼 (Electronic Product Codes, EPC) 進行 RFID 之應用，預計投入 RFID 技術及服務之金額將介於 5 億至 38 億美金之間。Wal-Mart 並宣示將於 2005 年正式運用 RFID 於物流管理；同時微軟、昇陽、甲骨文、IBM、SAP、仁科 (PeopleSoft)、HP 等多家資訊大廠紛紛看好 RFID 後端系統的商機，都有大幅投入的動作。Yankee Group 最新報告預測至 2008 年美國 RFID 資訊服務市場規模將達到 42 億美元。RFID 不只在零售業的應用將越來越普及，預計將帶動一波商業流程革命，因為要利用 RFID 的即時資料回傳優勢，商業流程勢必會隨之調整，進而決定現階段哪些應用程式需要修改；除此之外，更可以透過它將操作過程中的資訊全部蒐集，經過統計分析，對於新商品開發，行銷策略以及各項政策的制定上都有莫大的幫助，也因此微軟投注了大量心力在 RFID 後端資訊分析平台的開發上。基於上述理由，不難發現，利用 RFID 技術提昇企業競爭力已成為全球重要產業主流之一，將為企業帶來另一資訊應用的高峰。RFID 的重點不在 RF，而在 ID，再加上不需要電源即可動作（指被動式），所以才會比一樣是 RF 技術的藍芽和 Zigbee 應用更廣，更受業界重視。同時 RFID 內含 UID (唯一識別碼) 和記憶體的特性，在其價格降低後更將取代大部份條碼的應用場合。

2006 年經濟部成立「RFID 公領域應用推動辦公室」，負起開創公領域先導應用、帶動產業發展的使命，選定「居家與公眾安全」、「貿易通道安全」、「航空旅運應用」、「食品流通安全」及「健康與醫療應用」等五個公領域，協助公領域相關單位規劃 RFID 先導應用以及跨部會合作之整合，是我國有關 RFID 政策的最高領導單位（經濟部無線射頻識別公領域應用推動辦公室網站），技術部份則是由工研院無線辨識科技中心 (<http://www.rtc.itri.org.tw/>) 為首，負責開發 RFID 相關應

用技術與追蹤世界標準的發展。除了門禁系統外，國內最成功的案例要算是台北智慧卡公司的捷運悠遊卡，除了可以坐捷運外，目前更擴大其應用到一般商業交易的儲值扣款機制上，例如搭公車、停車付費與到超商買東西等，並結合台北市內 439 所國小讓學生上下學都需要刷卡，以便追蹤學生的上下學狀況。

國內已投入或將投入 RFID 的上市櫃公司目前並不多，除宏碁已投入 RFID 網絡系統的建置外，國內最大的紙箱供應商永豐餘是另一個最大的 RFID power user，旗下的子公司永奕科技近年來致力於 RFID 於物流技術的研發；其他像精技、欣技、台揚則是硬體方面的廠商，許多原先的 POS 廠商，例如伍豐、飛捷、振樺也都投入於 RFID 介面的整合；BenQ 已開發出國內第一款 NFC（Near Field Communication）手機。2006 年美國那斯達克的上市公司 Symbol 用 2.3 億美金併購 Matrics，Matrics 是一家 RFID 標籤製造供應商，未來台灣 RFID 業界或許也有這樣的合併風潮會出現。

無線射頻技術標準

目前世界通用的技術標準多是由國際標準組織（International Organization for Standardization, ISO）負責制定與公佈，RFID 技術的標準也不例外，針對不同頻段分別可以在 ISO 中查詢到對應的標準。目前低頻（LF）與高頻（HF）部分的標準是比較確定的，所以被大家討論最多的是 UHF 的標準，因為此部分的標準尚未完全抵定。UHF 的標準最早是由 MIT Auto-ID Center 開始發展，主要鎖定在 Tag 的電子商品編碼（Electronic Product Codes, EPC）與通訊技術上，最後將 EPC 透過 RFID 技術加以實現。Auto-ID Center 目前已經分成兩個組織單位，一個是繼續專注在研發工作的 Auto-ID Center，一個是由 5 所研發大學及 100 家企業聯合組成的 EPCglobal，後者主要負責所有透過 RFID 電子商品編碼的商業活動與標準制定工作。EPCglobal 是由國際組織 EAN（European Article Numbering；歐洲商品編碼）及 UCC（Uniform Code Council；編碼規範會議）合資而成，主導電子商品編碼網絡（EPCGlobal Network）的建立與發展，期望在全球任何產業中，提供一個全球即時的標準、自動化且精確的供應鏈商品認證工作，整合與發展流程如圖 4 所示。

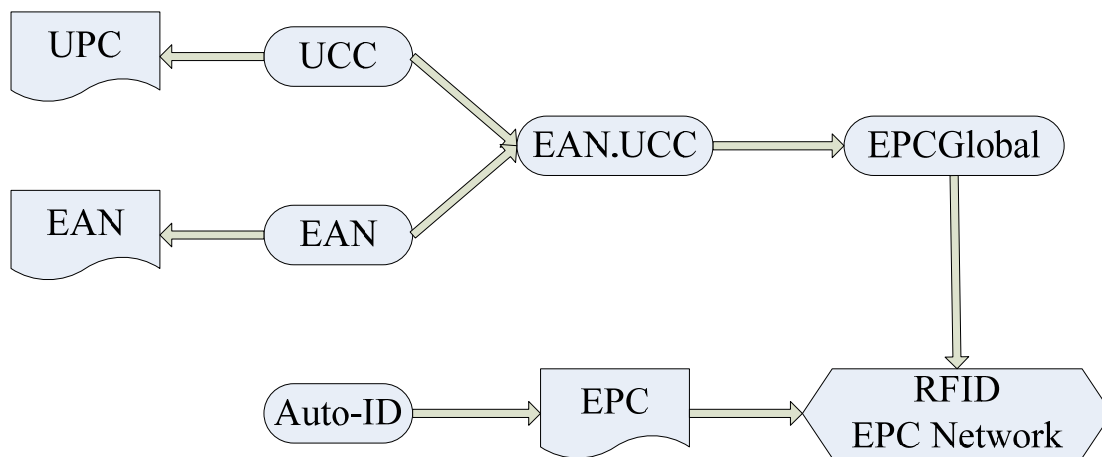


圖 4、EPCGlobal 整合發展流程

EPC 電子商品編碼的資料定義分成四部份（圖 5），分別是：

- (1) 標頭 (Header)：為 EPC 碼的第一部份，主要定義該 EPC 碼的長度、識別類型和該標籤的編碼結構。
- (2) 公司代碼 (Manufacturer)：具有獨一無二的特性，為一個組織代號，也是公司代碼，並負責維護結構中最後兩組連續號碼。
- (3) 物件類別碼 (Product)：在 EPC 編碼結構的角色為辨識物件的形式以及類型，也具有獨一無二的特性。
- (4) 最後則是序列號 (Serial Number)：連續號也同樣具有單一的特性，賦予物件類別中物件的最後一層，使得同一種物件得以區分不同個體。

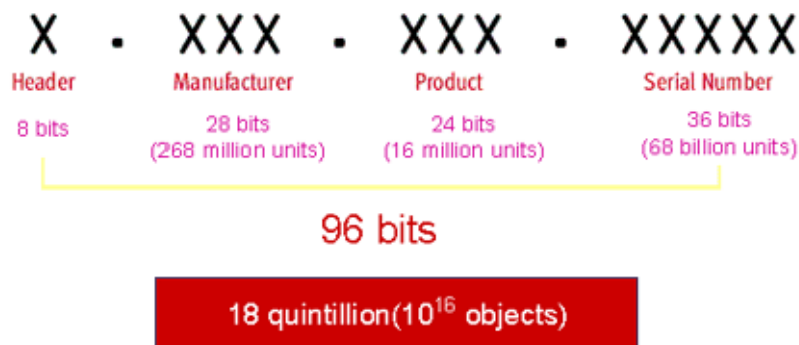


圖 5、EPC 電子商品編碼的資料格式定義（摘自 EPCGlobal Taiwan 網站）

EPCglobal 未來最主要的目標就是透過 EPC 電子商品編碼建立 EPCglobal Network，EPCglobal Network 涵蓋 5 大要素，包括電子商品編碼 (EPC)、識別系統 (EPC Tag and Reader)、商品命名服務 (ONS; Object Name Service)、物體結構語言 (PML; Physical Makeup Language) 及 Savant 中介軟件與 EPCIS 資訊系統 (包含原有的 ERP、CRM 或 SCM 等系統)。電子商品編碼是在供應鏈系統中，以一個

數字來識別特定一項商品，再透過 RFID Tag 與 Reader 藉此數字來溝通識別，Reader 將這個數字傳送到電腦或是本體的應用系統中（圖 6），再傳送到網際網路上完成資料查詢與交換，此過程使用的方法就是 ONS。ONS 就如網際網路的 DNS(Domain Name System) 一樣，會鎖定電腦網路中的定點，抓取有關商品的訊息，如同這些商品被生產時即可被追蹤一樣。PML 是 EPCglobal Network 中共通的語言，用來對物體做資料判定。而 Savant 軟體就是 EPCglobal Network 的中樞神經系統，主要在管理及傳送處理訊息（圖 7）。

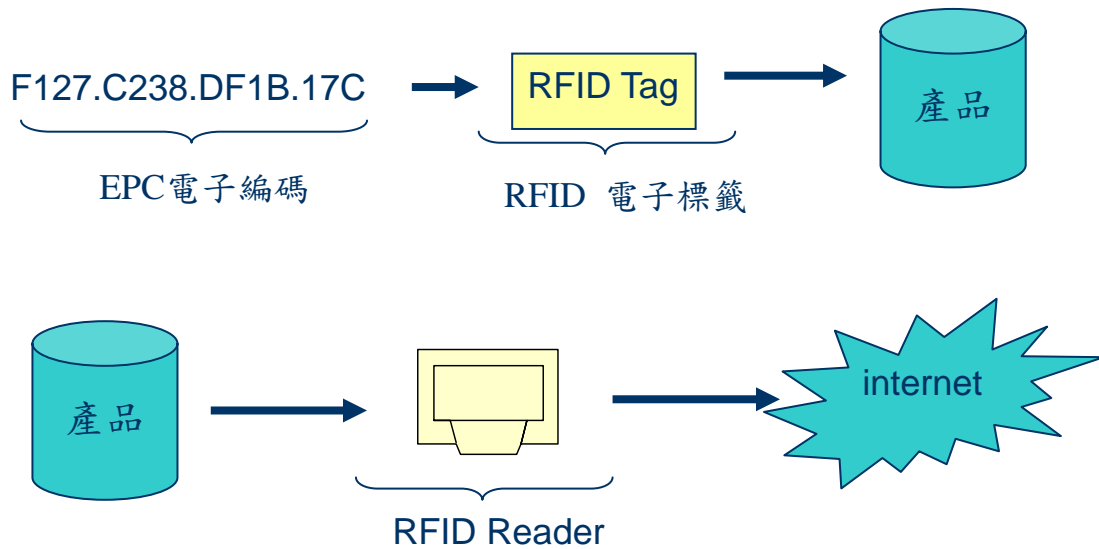


圖 6、EPC 電子編碼在 RFID 系統中之運作示意圖

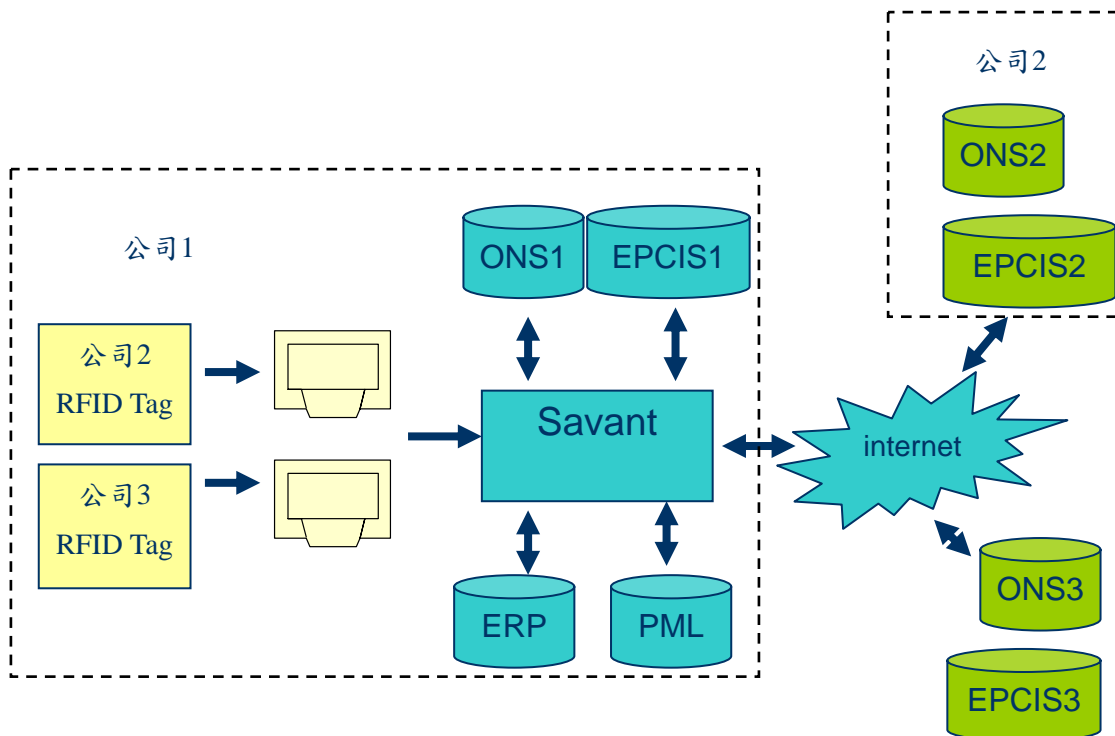


圖 7、EPCGlobal Network 運作示意圖

針對 RFID 辨識技術，常見的有四套 ISO 標準，分別是 ISO14443A、ISO14443AB、ISO15693 與 ISO18000，分別說明如下：

(1) ISO 14443A：

此標準界定在 7 – 15 cm 的辨識距離，屬超短非觸式辨識，主要用作大眾運輸票價卡等用途。此技術主要有兩大類，包括由 Phillips 及 Infineon 研製的 Mifare 與由 Inside Contactless 發展的 PicoPass A。

(2) ISO 14443B：

用途與 ISO14443A 相似，但 ISO 14443B 比 ISO 14443A 有更多優點，例如 modulation depth 只有 10%、資料傳輸速度可達 847 KHz 與沒專利問題等，所以逐漸成為閱讀器生產廠傾向採用的標準，也是日本、中國與美國等地採用的標準。

(3) ISO 15693：

此標準的讀取距離較 ISO 14443 長，可達 1.5 m 左右，它的設計簡單，致使 Reader 成本遠比 ISO 14443 低，ISO 15693 主要用作進出控制、考勤等用途，缺點是傳輸速度只有 26 Kbits。

(4) ISO 18000：

此標準主要用作供應鏈管理的用途，也是目前 EPCGlobal 致力於發展的部份。ISO 特別由 ISO/IEC JTC1/SC31 小組規劃了一系列的 18000 標準，如 ISO18000-3 為 13.56MHz 的標準、ISO 18000-6 則為 UHF 的標準協定 (EPCGlobal Network 未來的標準)。

想要使用 RFID 技術就一定要遵循這些標準嗎？是否還有其他標準存在？以第一個問題來說，美國國防部就採用自己制定的標準，屬於一個較特殊且封閉的系統，但相對需要投入的開發成本與人力非常高，不適合於重視成本的商業活動。至於第二個問題，日本 Ubiquitous ID Center (UID Center) 提出另一套編碼系統，稱為 unique ubiquitous identification code (ucode)，ucode 資料長度為 128bits，視需求可擴展至 256、384 或 512 bits 等長度，但普及與推廣狀況不及 EPC 電子碼。

無線射頻技術在農業上的應用

一、產銷履歷追蹤管理

早在 1974 年就已經開始投入研究將 RFID 應用於活體牲畜 (livestock) 的追蹤 (Hanton, 1974; Hurst et al., 1983)，到了 1985 年 4 月英國肯特郡發現第一頭有狂牛症的瘋牛後，1990 年英國政府成立「狂牛病研究調查專門委員會」，追蹤研究調查引發牛病之病源物質，於是發展出最早的「產銷履歷」。歐盟 (European Union, EU) 及加拿大等國隨即開始積極投入飼養動物註冊與追蹤系統之研究發展，而首先導入應用的項目便是牛隻，應用的技術就是 RFID (Kuip, 1987; Merks and Lambooi, 1990; Wismans, 1999)。ISO 甚至製定了有關飼養動物追蹤與管理

的 RFID 標準 (ISO/TC23/SC19/WG3)、RFID 辨識碼的編碼標準 ISO 11784 與通訊技術標準 ISO 11785 (Kampers et al., 1999)。

2006 年中國開始實施「四川 RFID 生豬專案」，借助 RFID 技術進行豬隻生產、物流與零售過程的透明化管理，實現數位化與標準化生產，抵抗市場風險，在增加收入的同時防堵重大疫情的產生 (摘自新華網四川頻道網站)。

日本 OMRON 公司本身除了開發 RFID 相關的硬體設備外，並將部分技術應用於豬隻的生產履歷追蹤系統上，使用的是特殊規格的 RFID 標籤 (圖 8)，需要可以方便的配掛到豬隻身上，並防止推擠互咬而脫落或損壞的問題；使用特殊的設備 (圖 9 左) 將標籤佩掛到之耳朵上，如圖 11 右圖所示，最後可以使用手持式 RFID 讀取器 (圖 10) 來辨識豬隻耳朵上的標籤，進一步進行資料的紀錄與更新，達成個別豬隻追蹤管理的目的。



圖 8、OMRON 公司豬隻使用的 RFID 標籤 (摘自 OMRON 官方網站)



圖 9、(左) 配掛工具，(右) 佩掛 RFID 標籤的豬隻 (摘自 OMRON 官方網站)

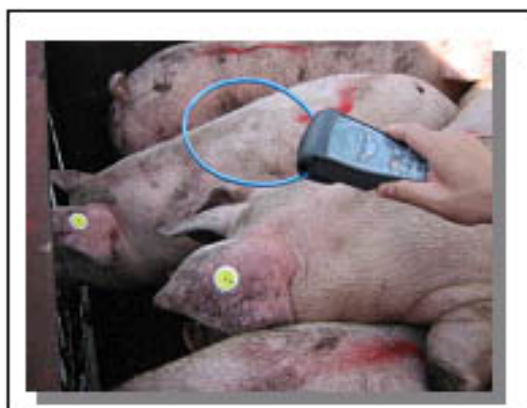


圖 10、手持式 RFID 讀取器 (摘自 OMRON 官方網站)

雲林縣斗南鎮農會於 2004 年開始投入生產履歷資訊系統的開發，一開始使用自編的 TraceCode 進行追蹤管理，2006 年開始導入 RFID 技術，取代 TraceCode。農會將所有的生產土地以地段方式劃分，每塊土地指定一張 RFID 土地編號卡 (圖 11)，同時指派一位輔導員負責掌控生產進度與品質，系統操作與資料紀錄就是由輔導員進行而非農民。輔導員攜帶個人數位助理 (Personal Digital Assistant, PDA) 到達田區後使用履歷輸入程式來輸入當日此塊田地所要實施的田間作業項目，下一塊田區同樣依此步驟重複進行來做履歷的紀錄，待輔導員返回後，將資料上傳到伺服器。出貨前至資料庫伺服器讀取該批產品的土地編號卡，將土地編號卡資訊對應到出貨用的 RFID 產品標籤後黏貼於產品包裝外 (圖 12)。最後，消費者或管理者就可以透過黏貼在產品外的 RFID 產品標籤來查詢履歷資料 (饒，2006c)。



圖 11、斗南鎮農會土地編號卡外觀圖 12、貼有 RFID 產品標籤的稻米外包裝圖

二、加工流通管理

針對食品加工流通部份，由經濟部與工研院主導的加工食品流通履歷追蹤計畫亦使用 RFID 為追蹤核心技術，在資訊相關業者、製造商、物流業及零售業等單位的配合下，已於 2006 年 12 月完成第一套「食品電子流通履歷」測試系統上線，並於 2007 年 2 月成立「RFID 食品安全應用 SIG」，以期讓科技專案資源及成

果能擴散、業界能普遍利用（摘自經濟部 RFID 公領域推動辦公室網站）。

國立海洋大學利用 PDA 以及 RFID Reader 之輔助，從魚市場為出發點，往上到養殖戶及往下到承銷人蒐集交易資料，逐步完整此一漁產品銷售網絡。一筆養殖活魚（或鮮魚）交易一旦被敲定，一張名為『養殖魚貨證明』之 RFID 卡便在養殖戶利用 RFID-PDA 之設定下產生，並交給運販商（或其代表），以供後續在魚市場作業中使用。當養殖戶回到養殖協會或產銷班等處所時，便可將此等交易資料依規定流程上傳至位於養殖協會或產銷班的交易資料管理伺服器中。一旦往後有需要查閱相關交易資訊時，再由養殖協會或產銷班之管理人員將該等資料回傳至管制系統之資料伺服器中，而成為可追蹤性系統可運用之重要資料之一，圖 13 所示是該研究所提出之養殖戶-魚市場交易資料流程圖。

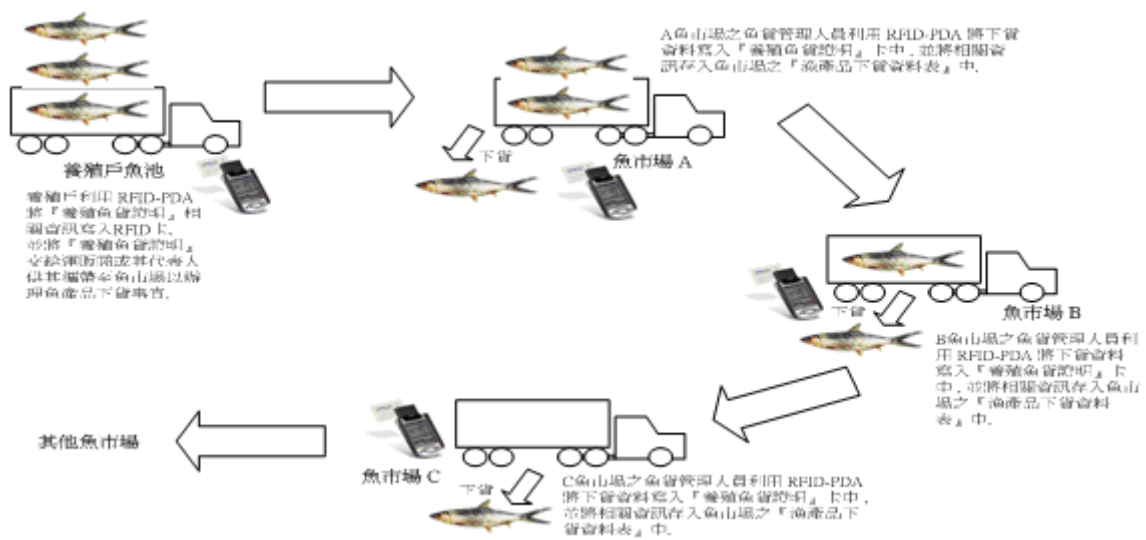


圖 13、養殖戶-販商-魚市場交易資料流程圖(摘自長榮大學無線射頻研究中心網站)

除了養殖戶-販商-魚市場交易端外，針對魚市場到餐廳消費者端亦提出了相關的追蹤管理機制，使用 13.56 MHz 的 RFID Tag 紀錄由魚市場買來的漁貨資料紀錄，紀錄捕撈魚船船號、魚體特徵資料與供應商等，運送至餐廳後如果有分切包裝，分切後的每塊魚體也都標示上一張 RFID Tag，將此一步驟前的所有記錄轉移到 Tag 上一直到上桌到客人面前（邱，2006）。

微軟技術中心（Microsoft Technology Center, MTC）與資策會合作將 RFID 導入養殖漁業，藉以提升生鮮食品安全和臺灣養殖漁業的競爭優勢。由微軟技術中心提供技術支援，資策會協助作業流程的整合，共同將 RFID 引進台南安平活魚中心的台灣鮮活工房，完成電子化活魚供應鏈（摘自 digitimes 電子時報網站）。

美國弗羅裏達大學的食品分銷及零售中心研究將 RFID 應用於生鮮食品供應鏈，在生鮮食品上貼標籤是 RFID 使用中的一大難題，因為水能夠吸收無線電波，並且大多數的易腐食品，像肉類、水果、蔬菜和奶製品，水分含量都很大。該中

心宣稱已經找到了解決這一技術難題的方法，並且可以將其運用於生鮮食品的追蹤中(圖14)。研究人員經過測試後發現不同廠家的標籤工作性能也有很大差異。讀取率從92%到25%不等，這是由於標籤的設計和所貼標籤的位置不同引起的(摘自RFID射頻快報網站)。



圖 14、標籤測試實況 (摘自 RFID 射頻快報網站)

三、種苗生產管理

台灣大學生物產業機電系使用RFID技術配合Middleware和Database 記錄在溫室中種苗生長的相關資訊，包括設施環境履歷、栽培管理履歷及相對應位置，將適用於大量或不同種類、同種不同移株地之種苗栽培管理，提供管理者建立種苗生長資料建立及未來種苗培育、馴化模式管理機制，建立一套溫室內種苗生產履歷制度與資訊系統(林等，2006)。

四、動物收容所動物資料管理

動物收容所管理是一項新興科學，台大生物產業機電系與建國科技大學資管系團隊將RFID技術與資訊管

理系統整合，著眼於簡化作業與流程、提升效率、提高認養率與降低棄養率。當動物進入收容所時，作業人員使用PDA + Reader及RFID Tag來登錄動物資料，RFID Tag跟隨收容動物放置於籠舍前。進行行為評估或移籠等作業時，現場使用PDA + Reader 讀取RFID Tag調出動物資料進行修改，完成後再上傳到資料庫伺服器。當收容動物被認領養或進行安樂死時，將動物與RFID Tag一起由籠舍帶至櫃檯進行資料確認與修改後，原先的RFID Tag則回收使用(饒與方，2006)。

五、新技術研發

美國Somark Innovations公司宣佈開發了一種由微型針頭(micro-needles)陣列與一個墨水容器所組成的裝置，以及無晶片(chipless) RFID墨水，這種墨水不包含任何金屬、可以隱形或著色，而且對人畜皆無害。大概5到10秒的時間即可在動物身上繪出RFID刺青，不必除去毛髮。墨水會留在動物的真皮層(dermal layer)，偵測距離可達4英尺(feet)遠。該種生物相容性(biocompatible) RFID墨水已經在家畜與實驗老鼠身上測試成功，可穿透動物的毛髮讀取。該種被動式

RFID技術，可被應用在識別並追蹤乳牛，以減少畜牧業因狂牛症等傳染病恐慌而引起的財產損失。

這種技術除了可以用在畜牧業做為疾病追蹤或是防止牧場動物被竊，代替過去在動物耳朵上做記號的不可靠方法；該技術也可在肉品市場中，做為優良產品的識別或是大腸桿菌爆發源等的追蹤。這種墨水標籤只要經過消費者咀嚼就會被破壞，因此個人資訊並不會曝光（摘自Somark網站）。

RFID 應用於農業上的相關問題

這樣一個全世界 IT 產業都在關注的熱門技術，如果要應用在農業上仍然存在著幾點待突破的問題，包括：

（1）無法保證 100% 讀取：

RF 的訊號容易受到含有金屬和水份（人體也是其中之一）的環境所干擾，尤其是在 UHF 頻段，實際的應用效果總是不如預期的自動化，阻礙了商業應用的普及，導致設備成本仍然居高不下，此部分仍有待硬體技術上的突破與克服。但如果針對的是低頻（LF）與高頻（HF）的部份，因為讀取距離近，同時多數是應用在門禁管制與儲值扣款上，使用特性上與 UHF 不相同，所以是目前商業應用最成功的頻段。

（2）建置成本高：

因為無法保證 100% 讀取，致使現階段 RFID Tag 和 Reader 的價格仍偏高，讓多數的應用還停留在實驗室階段與計畫性質。

（3）環境條件變化大：

農業環境常常是溫溼度變化大的環境，如何能確保 RFID 的系統能在這樣惡劣的環境中長時間使用是一大問題。同時佈建多個 Reader 和 Antenna 的環境或同時讀取多個 Tag 的場合有可能會產生干擾，需經過調校來克服，導致於專案客製化比率過高。

（4）標準尚未完全統一：

若要將 UHF 技術應用於農產品的生產與流通追蹤上，此部分的技術標準尚未完全確認，且各國 UHF 開放頻段不一，使用上仍有整合的問題。同時我國尚未針對 Barcode 轉 EPC Code 這部份做明確的規定與規範，尚未積極朝未來 EPCGlobal Network 的運作進行準備，當物流世界由 Barcode 轉成 EPC Code 時，完全無法保證我國的農產品未來在世界的市場上是否能暢通無阻。

（5）資料備份問題

如何有效的備份 Tag 內的資料，當 Tag 本身或內部的資料損毀時，才能夠有效的快速復原，也是一項不可忽視的問題。尤其當這些 Tag 被使用在休閒農業等有關儲值扣款的層面時，要考慮的問題與投入的設備成本也就會相對地提高。

（6）多數需要加上感測器：

多數農業上的應用需要的是 RFID 與感測器的整合，目前此部分在醫療應用

上已經有 RFID 整合脈搏與心跳感測器的商品，目前最大問題仍在於感測器的尺寸與精度、訊號如何有效的傳送、使用壽命等問題。

(7) 尺寸大小與擺放方式：

農業上需要面對很多的活體，例如豬或海鱷等生物，如何在此些活體上標示上 RFID Tag 仍然還在研究階段，這些活體都會活動與成長，如何透過 RFID 技術進行有效的辨識、追蹤與資料紀錄則還有待研究與突破。

(8) 設備管理問題：

如何判定 RFID 系統中 Reader 與 Tag 的好壞與維修，也是一項值得研究的課題，大家都期待可以透過 RFID 達到自動化追蹤與辨識的目的，但是當系統中有 Tag 或 Reader 損壞時，如何有效的判別與維修，同時能維持系統正常運作，是一項不可忽視的管理問題。

(9) 頻率不可太高：

美國食品暨藥物管理局 (Food and Drug Administration, FDA) 試驗使用 UHF 讀取器連續對一瓶裝滿胰島素 (insulin) 的藥瓶連續讀取 1 小時，發現溫度升高 1°C。這樣的實驗沒有任何結論，只是一個事實的陳述，就像大家討論與爭辯已久的大哥大電磁波到底有沒有害？目前尚未有一個定論。但農業應用的場合上多數是有活體的環境，UHF RFID 到底對此些活體有沒有影響，仍有待進一步實驗證實，所以應用的場合上如果有活體，應該盡量避免採用 UHF 的系統。

(10) 隱私與安全問題：

如果 Tag 內的資料屬於機密資料，那持有 Reader 的有心人士便可以得知資料內容，同時近來有論文表示，電腦病毒能夠從 RFID 標籤透過讀卡器傳播到編寫不嚴格的中介軟體應用和後端系統及資料庫 (Melanie et al., 2006)，雖然這樣的報告仍存在許多爭議，但是並無法完全排除不會發生。

農業應用之未來展望

無線辨識系統技術在農業領域上的應用，我國仍然是以農委會為主要推動單位，強調可強化農業供應鏈的管理、有效提升物流管理效率，幫助農業轉型與發展台灣農業品牌，還可推升台灣農業加速朝國際化發展。例如推動中的農產品生產履歷，若完善導入 RFID，除了對於節省人力資源與提升效率相當有幫助，而完整的個體

紀錄，對於農產品的衛生也可望能嚴格把關，協助台灣農業建立現代化物流系統。

然而，RFID 應用於農業上仍存在著一些障礙，使得 RFID 的技術還不能完全被廣泛應用，包括 (1) 居高不下的成本，初期投資費用甚鉅；(2) RF 技術無法 100% 被讀取與辨識的問題；(3) 技術標準尚未統一與 (4) 設備及資料管理問題等。此些問題讓目前在農業上的應用停留在計畫示範階段，無法真正導入商業應用。除此之外，國內農業領域的 RFID 應用存在下列三項問題應由政府機關

出面主導進行，可望改善部分目前與未來應用上的瓶頸，包括：

(1) 不應將所有焦點集中在物流與生產履歷上

農委會將台灣農業領域推動 RFID 的策略大致分為三大面向，即生產管理、運銷管理與安全管理，主要將發展焦點集中在物流與生產履歷上，規劃以 UHF 為發展的技術方向，為了 RFID 而 RFID，忽略了其他部分的發展，例如可以使用低頻與高頻的部份來進行組培苗生產管理、種源保存管理、農藥管理、農業教育、農業認證、休閒農業與農企業差勤門禁管理等方面。此頻段的技術較為成熟，應用方式不像 UHF 希望達成自動化追蹤管理，是目前推動上阻礙較小的部份，建議可以由此部份開始進行規劃導入，一方面對產業有實際的助益，同時可以藉此宣導與推廣 RFID 技術。

(2) EPC Code 規範定與 EPCGlobal Network 基礎平台的建置

目前 EPCGlobal 已經著手制定 EPC Code 的標準與 EPCGlobal Network 的平台標準，期望可以取代現行的 Barcode 系統，達到商品資訊無所不在的目標。國內的農產品目前仍以 Barcode 為流通標準，商業上已經有 EPCGlobal Taiwan 接手有關 EPC Code 發放與管理的業務，密切追蹤 EPCGlobal 的發展。農產品也是屬於商業往來的一環，未來如何能夠順利由 Barcode 轉換成 EPC Code 是值得重視的一項課題，而這樣的基礎平台建置則是需要相關農政單位提早積極投入的部份，雖然無法馬上看到成果，但卻是未來決定農產品能否加速朝國際化發展、強化農業供應鏈的管理與有效提升物流管理效率的關鍵。

(3) 結合無線感測網路與群蜂網路進行更多應用

農業領域網網牽涉到生產面、物流運輸面、加工處理面與銷售面等幾項議題，中間需要被記錄與交換的資訊相當多且複雜，每個層面都有不同業者在進行營運與資料紀錄。以生產面來說希望記錄的是生產過程與環境因子的變化，而生產環境多數仍以露天空曠環境為主，結合無線感測網路 (Wireless Sensor Network, WSN) (Rolf, 2004; 方, 2006) 與群蜂 (Zigbee) 網路 (方, 2006) 達成資料傳輸與紀錄是未來的趨勢，讓 RFID 擔任前端的辨識工作，此些技術作為後端的傳輸與紀錄平台，達成一個綿密的資料交換傳輸網路。

參考文獻

1. 工研院無線辨識科技中心。 <http://www.rtc.itri.org.tw/>
2. 方煒。2006。田間伺服器與無線感測網路的國內外發展。作物、環境與生物資訊 3(1): 78-95
3. 李岳縉。2005。應用 RFID 於醫療院所之分析與系統規劃。碩士論文。高雄：國立中正大學醫療資訊管理研究所。
4. 李文祥。2005。以無線射頻識別技術導入物流中心作業流程之研究。碩士論文。台北：天主教輔仁大學資訊管理學系在職專班。
5. 江佳益。2005。應用射頻識別系統於空軍飛機維修流程分析與改善。碩士論文。高雄：立德管理學院科技管理研究所。
6. 邱俞婷。2006。日本料理店從漁船到餐桌黑鮪魚可追溯示範系統之建立。碩

- 士論文。基隆：國立海洋大學食品科學研究所。
7. 林慧美、陳世銘、謝廣文、黃裕益、楊宜璋、陳加增、蔡錦銘、張晉倫、莊孟婕。2006。應用 RFID 技術於種苗生產履歷系統之前期研究。出自” 2006 年生物機電工程研討會” ，p.534-538。嘉義：台灣生物機電學會。
 8. 林傑毓、馬正義。2005。RFID 應用於空軍戰備之探討。國防雜誌 20(8):6-12。
 9. 長榮大學無線射頻研究中心網站。http://rfid.cjcu.edu.tw/
 10. 射頻快報網站。http://www.rfidinfo.com.cn/
 11. 袁啟亞。2003。電腦整合自動化技術專輯。機械工業雜誌 249：86-87。
 12. 新華網四川頻道網站。http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/www.sc.xinhuanet.com/content/2006-09/30/content_8175596.htm
 13. 黃永東。2004。無線射頻編碼在農產品供應鍊的追蹤管理系統探討。機械工業雜誌 254:224-230。
 14. 黃君毅。2004。跨醫院緊急醫療救護支援系統。碩士論文。台北：國立台灣科技大學資訊工程學所。
 15. 電子時報網站。http://www.digitimes.com.tw
 16. 經濟部無線射頻識別 (RFID) 公領域應用推動辦公室網站。http://rfid.more.org.tw/edm/ver01_c.html
 17. 曾慶元。2002。射頻辨識器系統設計於急診流程之應用。碩士論文。中壢：中原大學醫學工程所。
 18. 謝長志。2005。RFID 應用於零售賣場作業流程之研究。碩士論文。高雄：國立第一科技大學行銷與流通管理研究所。
 19. 饒瑞佶。2006a。RFID 系統設計與應用。初版。彰化：長堤出版社。pp.500。
 20. 饒瑞佶。2006b。RFID 業界應用成果與在農業發展之可行性。出自” 推動農產品運銷系統電子化研討會—利用 RFID 實現可視化農業經營及競爭優勢” ，p. 1-38。台中：中興大學生物機電系。
 21. 饒瑞佶。2006c。農業生產履歷資訊系統設計與應用初版。彰化：長堤出版社。pp.350。
 22. 饒瑞佶、方煒。2006。RFID 於公立動物收容所動物資料管理之應用。出自” 2006 年生物機電工程研討會” ，p.129-133。嘉義：台灣生物機電學會。
 23. EPCGlobal Taiwan, http://www.epcglobal.org.tw/epcg/jsp/index.jsp.
 24. Hanton JP. 1974. Electronic identification of livestock. *In*: IFAC Symposium on Automatic Control for Agriculture, pp.121-132. Saskatoon, Canada.
 25. Hurst G.C, K Hammond, AI McIntosh, MJ Yerbury, LW Davies, RF Webb, DN Cooper. 1983. Overcoming the problems of identifying and recording livestock under extensive management. *In*: Proceedings of the Symposium Automation in Dairying, p.27-32. Wageningen, The Netherlands.
 26. Kampers FWH, W Rossing, WJ Eradus. 1999. The ISO standard for radiofrequency identification of animals. *Computers and electronics in agriculture*. 26:27-43.
 27. Kuip A. 1987. Animal identification. *In*: Proceedings of the Symposium Automation in Dairying, p.12-17. Wageningen, The Netherlands.
 28. Merks JWM, E Lambooi. 1990. Injectable identification systems in pig production. *Pig News Inform*. 11:35-36.
 29. Melanie R, Rieback, Bruno Crispo, S Andrew. 2006. Is Your Cat Infected with a

- Computer Virus? *In*:IEEE PerCom06. Pisa, Italy.
30. OMRON Corp., http://www.omronrfid.jp/solution/case/06_01.html.
 31. Rolf C. 2004. RFID and Sensor Networks. p.1-6. RFID Workshop, University of St. Gallen, Switzerland.
 32. Somark Innovations, <http://www.somarkinnovations.com>
 33. Wang N, N Zhang, M Wang. 2006. Wireless sensors in agriculture and food industry-Recent development and future perspective. *Computers and electronics in agriculture*. 50: 1-14.
 34. Wismans W.M.G. 1999. Identification and registration of animals in the European Union. *Computers and electronics in agriculture*. 24:99-108.
 35. ZigBee industry alliance, <http://www.zigbee.org>.

Abstract

RFID (Radio Frequency Identification) technology became hot in IT field lately. United Kingdom government used RFID for adversary identification in World War II, 1950. U.S.A. government also used RFID for nuclear materials management. In late 1970, U.S.A. government transfer RFID technology into non-governmental circles by Los Alamos Lab. At this moment, most applications were focused on logistics. RFID was introduced into agriculture for livestock tracing in 1985 when mad cow disease was discovered first in U.K. Kent shire. Then, food safety and traceability system was built from animal husbandry to fishery, crop production, logistics and shelter animal management et al.

Although high cost, RF message bottleneck, security and undefined standards problems still exist in RFID. It become more and more mature and popular in agriculture when new technology developed and ISO standards defined. Bring agriculture production, post harvest process, logistics and food safety from e-agriculture into U-agriculture. U-agriculture means Ubiquitous. It presents a ubiquitous information network can be created for multi-communication.

Keywords : RFID, Information technology, Ambient intelligent, Food traceability.