

圖書館導入無線射頻識別應用之研究

余顯強

副教授

世新大學資訊傳播學系

摘要

RFID具有條碼無法提供的整批讀取、可讀寫大量資料、可程式化的特性，包括讀者與館藏資料均可結合RFID擴大許多應用。圖書館內部作業僅以RFID取代條碼、磁條即可達到讀者自助借還書、防盜偵測、快速盤點作業、尋找錯置圖書等優點。提供圖書館進行館藏精確的管理，以及擴充更多的即時服務功能。但是系統的可靠度不足、易受雜訊干擾、成本等問題，加上尚未有殺手級應用軟體的出現，因此在圖書館方面的應用大多僅止於少數圖書館實驗性的館藏管理層面。本文主要是介紹RFID的結構與應用原理，探討導入圖書館的應用模式以及可能遭遇的問題。

關鍵詞：無線射頻識別，自動化識別，中介軟體，圖書館應用

一、RFID 緣起

自動化識別(Auto-ID)系統由於低成本條碼的問世，大量普及應用在生活中的各項事物。不過條碼由於儲存的資訊量過低，以及無法程序化(reprogram)的限制，也造成了許多應用的障礙。因此，比較好的解決方案是利用晶片儲存識別資訊與資料，也就是使用IC記憶卡或智慧卡(smart card)做為電子式資料傳送的裝置，例如IC信用卡或健保卡。不過這一類接觸式的IC卡必須透過讀卡機的接點提供電源與傳輸資料，在使用上有處理速度較慢、接觸點磨損等缺點。而非接觸式的IC卡則可提供卡片與讀卡機之間無線的訊號傳送，卡片所需的電源亦可透過無線的技術由讀卡機傳送或使用內建電池的供電方式。因為電源與資訊的傳送程序是透過無線方式，因此非接觸式識別系統亦稱為無線射頻識別(Radio Frequency Identification, RFID)系統。

RFID並不是近幾年新發明的技術，最初在1948年Harry Stockman首先於無線電工程師協會(Institute of Radio Engineers, IRE)研討會發表一篇透過反射電波信號來辨識遠端物體的文章，開啓了反射無線電波的應用。接著在1950年代，包括

F. L. Vernon與D.B. Harris各別發表了「Application of the microwave homodyne」與「Radio transmission systems with modulatable passive responder」，正式開啓了的RFID的發展(註1)。在應用方面，1980至1990年間RFID系統逐漸成熟，相關的應用與市場也因此逐漸成形，包括美國鐵路運輸協會(Association of American Railroads)與容器管理合作計畫(Container Handling Cooperative Program)專注於RFID技術標準與應用的發展，簡化了商品運送過程的辨識與追蹤程序，使得RFID的應用獲得大幅的成長(註2)。

二、RFID 結構與原理

由於科技的發展與應用的普及，RFID系統的原理可簡化為基於資料儲存在一個透過無線電能夠被讀寫器讀取資料的標籤(tag)。如圖1所示，一個RFID系統包含三個主要部份：RFID標籤(tag或稱為transponder詢答器)、RFID讀寫器(reader或稱interrogator)、運用於管理兩者之間傳送資料的資訊應用系統(註3)。

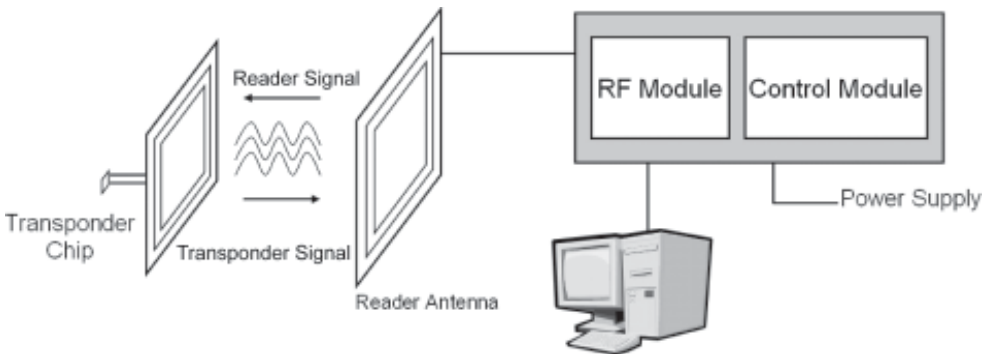


圖1 RFID系統包含的組件

標籤通常是由一組耦合元件(coupling element，提供天線的功能)與一個電子晶片。一個讀寫器包含無線通訊模組(RF module，提供傳送與接收訊號的處理)、一個控制模組(control module)，以及一組耦合元件，透過輸出入介面(如RS232或RS285等)與應用系統設備(如PC)連接。另一項對於RFID非常重要的特徵是電源供應，被動式標籤本身並沒有電源，所有運作所需的電力必須透過讀寫器提供的電波轉換而成；反之，主動式標籤則內含供應晶片運作所需電力的電池。如表1所示(註4)，比較兩者的優缺點，主動式標籤具備較長的感應距離，但標籤的壽命卻會受限於電池的壽命。

依據使用電波頻率範圍(頻帶)的不同，RFID大致可分為下列三類(註5)：

1. 30-300kHz低頻(low frequency, LF)
2. 3-30MHz高頻(high frequency, HF)/RF radio frequency

表1 主動式與被動式標籤比較

	主動式標籤	被動式標籤
電路運作電源	附加電池	電磁感應或微波
讀取距離	約5~100公尺	3公尺以下
記憶體	64k~228k bits	64~8k bits
使用壽命	約2~7年	可達10年
重量	約50~200公克	約0.5~5公克
體積	較大	較小
價格	約20~70美元	約0.5~10美元
技術成熟度	較低	較高

3. 300MHz-3GHz的超高頻(ultra high frequency, UHF)或高於3GHz的微波整個無線電頻譜(spectrum)有許多頻率範圍是屬於公用頻帶，依用途而有不同的限制，每一個國家所開放的公用頻帶範圍也不盡相同，由國際電訊聯盟無線電小組(International Telecommunication Union Radio Communication Sector, ITU-R)所規範給工業、科學與醫療的ISM(Industrial, Scientific, and Medical)頻帶免申請即可使用(註6)。因此，RFID使用的頻帶範圍主要便是涵蓋工業與科學的頻帶範圍，使用各頻帶的優缺點如表2所示(註7)。其中135KHz以下頻帶是RFID發展最久以及產品數量最多；13.56MHz則運用在許多不同的領域，此一頻帶的產品主要是以管理物品為主；2.45GHz與UHF頻帶的產品特性大致相同，但UHF具有通信距離較長的優點。

表2 RFID使用頻帶與優缺點

頻 率	優 點	缺 點
Low-Freq. 125~134KHz	部署廣泛 金屬干擾低	讀取範圍小(1.5m內)
High-Freq. 13.56MHz	部署廣泛 溼氣影響低	讀取範圍小(1.5m內) 易受金屬干擾
Ultra-Freq. (UHF) 860~960MHz	部署廣泛 通信範圍高於其他標準	易受溼氣影響 標籤之間太靠近時， 容易產生頻差(detuning)
Microwave 2.45GHz	讀取範圍高	普及率不高，實作複雜 未完全標準化

如同IC記憶卡或智慧卡的結構一樣，RFID依據記憶模式與結構，亦可區分成下列四種主要類型(註8)：

1. 讀取專用：只能讀取資料，通常紀錄特定物品的識別編號。
2. 可讀寫入資料：與IC記憶卡功能相同，內建EEPROM或FeRAM等記憶體，

可提供資料讀寫功能。

3. 內建微型處理器：與IC智慧卡功能相同，使用內建於ROM裡的作業系統和程式動作，用於提供高安全性的用途。

4. 內建感應器：以內建溫度感應器為市場主流，此外也有內建壓力感應器等產品。

RFID系統能夠提供多元的頻率使用範圍、接收方式、內部結構，不僅可涵蓋傳統自動辨識系統的功能，包括IC記憶卡的資訊紀錄、智慧卡的安全管理、磁卡的感應控制，以及條碼的識別編號讀取，還能夠提供更快速的反應時間與非接觸的通訊模式。

三、RFID 作業模式

RFID的應用概念類似於條碼掃描。對於條碼技術而言，它是將已編碼的條碼附著於目標物，並使用專用的掃描器利用紅外光或雷射信號將辨識資訊傳送到掃描器；而RFID則使用專用的RFID讀寫器及專門的可附著於目標物的RFID單元(標籤)，利用RF信號將資訊由RFID單元傳送至RFID讀寫器。

1位元是資訊的最小單位，因此最簡單的RFID就是僅能處理1位元的控制狀態，作用類似於傳統圖書館使用的磁條，提供讀寫器感應「有」(1)或「無」(0)的信號，達成電子物品監視(Electronic Article Surveillance, EAS)的管理功能。而結構較複雜的RFID則與智慧卡相當類似，資料可儲存於標籤的晶片內部，或晶片內部執行運算的功能，也可透過讀寫器交換資料等。

被動式標籤產生電力的模式，會依頻率高低而有所不同。使用13.56MHz以下頻帶的RFID，是使用電磁感應(電感)的方式，其原理類似於電磁鐵將電力轉換成磁力，只是RFID反向將磁力轉換成電力。如圖2所示，電流通過讀寫器的線圈時，就會產生磁場，透過這個磁場就可讓標籤裡的天線產生電流，供應內部晶片的運作。

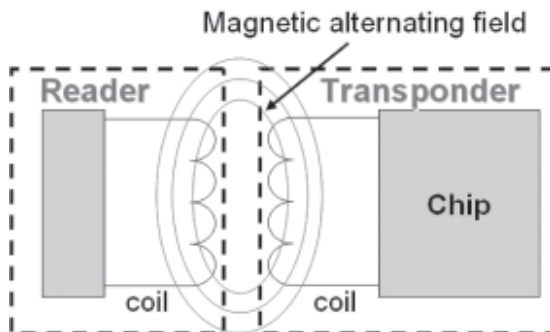


圖2 電磁感應運作原理

如圖3所示，UHF與2.45GHz頻帶的RFID則是使用將電波轉換成爲電力的微波方式。因此天線的設計便會因使用電磁感應或微波方式而有不同，電磁感應的天線設計是透過線圈(coil)，而微波則是使用偶極(dipole)天線作爲電波傳送與接收的介質。一般而言，無線通信的頻率越低，通信距離就越長，穿透力則越差，以採用相同微波天線的UHF頻帶的產品通信距離會比與2.45GHz遠。不過實際通信距離除了考量頻率高低，天線的設計、電波功率的大小、RFID晶片消耗電力的多寡，均是影響通信距離的主要因素，而主動式又因不需透過電磁感應或微波產生電力，因此距離遠高於被動式。

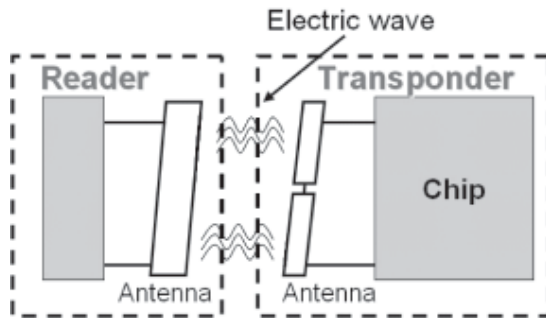


圖3 微波感應運作原理

被動式標籤採用電磁感應通信距離最遠約僅2m，而使用微波方式則可超過10m以上，不過電波頻率越高就越難穿透金屬，加上金屬本身亦會吸收電波產生磁場，造成和RFID系統周圍的磁場相抵消的作用，導致RFID無法取得電力。因此高頻率(13.56MHz, 2.45GHz)的RFID系統通常都不適用於金屬物品上。而135KHz以下的低頻帶，因爲頻率較低，產生的電波易於轉折，具有適應金屬材質的特性，較適合使用在金屬物件包裝的識別。而圖書館內的典藏品以紙本、塑膠(視聽媒體)材質爲主，因此主要以13.56MHz頻帶的RFID系統爲主要應用對象。

除了電波干擾的問題，在實際運作的RFID系統中，由於標籤在進入讀寫器可通信範圍時，讀取範圍內可能還有其他的標籤存在，會因爲範圍內所有標籤接受讀寫器發出的訊號而同時回覆造成碰撞(collision)；或同時有多個讀寫器感應到一個標籤而造成碰撞(註9)。因爲讀寫器能夠偵測到碰撞並且彼此之間能夠相互通訊，因此不會造成實務上運作的問題。而標籤碰撞情況有多種解決方案，常見的包括ALOHA與樹狀兩種碰撞仲裁演算法(collision arbitration algorithm)(註10)。ALOHA演算法應用無線數位服務的分時多重擷取(Time Division/Demand Multiple Access, TDMA)技術，各標籤隨機產生一個時間向讀寫器傳送資訊的方法來避開同時回應的衝撞情況。樹狀演算法則是由讀寫器指定各標籤ID值符合特定位元才可回應，若指定位元仍有多個標籤相符時，依據二進位排序的先後次序回應，回應完成之標籤則進入擱置狀態(suspend)，如此即能逐一處理同一個讀寫器範圍內所有的標籤。

四、相關標準

標準不僅能提供系統之間溝通的統一模式，也是元件達成開放式的重要條件之一，如此不同廠商之間生產的讀寫器、標籤，甚至應用程式之間才能達到透通性的(transparent)整合。因為RFID系統涉及無線射頻技術、非接觸的距離、資料格式、編碼、傳輸、安全性、存儲等層面，因此標準的制定格外重要，實際所需的標準亦非常之多，且隨時會因實務環境、技術、需求的改變而有所增替。若僅就應用方面而言，針對「非接觸」應用識別的IC卡，包括RFID與智慧卡的標準包括：

1. ISO 10536：極短距離非接觸式(Close Coupled Card，工作距離0-2 mm)
2. ISO 14443：短距離非接觸式(Proximity Card，工作距離0-10 cm)
3. ISO 15693：鄰近距離非接觸式(Vicinity Card，工作距離1m)
4. ISO 10373：識別卡(Identification Card)

上述各項標準再細分實體特性、無線範圍、電子訊號、碰撞防止、重置(reset)、資料傳遞與回應協定、測試程序等標準規範。此外，在內容識別與項目管理的標準則包括：

1. ISO 15961 —RFID項目管理：主機詢問器(host interrogator，RFID的解讀器)，標籤功能命令及相關語法特徵
2. ISO 15962 —RFID項目管理：資料語法
3. ISO 15963 —RF標籤唯一識別碼和註冊授權(registration authority)的管理
4. ISO 18000 —RFID項目管理：無線傳輸介質
5. ISO 18001 —資訊技術—應用需求概要

除了國際標準之外，目前主要進行規格制定的業界團體為2003年9月成立的EPCglobal (<http://www.epcglobalinc.org/>) 非營利機構。制定電子商品編碼(Electronic Product Code, EPC)的美國Auto-ID Center併入EPCglobal之下並更名為Auto-ID Labs後，使EPCglobal更具國際條碼標準規範的制定地位，現今其主要工作包括制定次世代的EPC，及進行RFID相關技術規格的制定和推廣活動(註11)。2003年9月發表Auto-ID Savant Specification 1.0，規範了如圖4所示的RFID系統應用架構規範(註12)。其主要特色為配合組織內的部門與流通據點間的配備，以階層方式連接多個伺服器(稱之為Savant)，各Savant會連結相關自動化系統，根據查詢訊號回覆相關的物件資訊，如EPC識別碼。在Savant規格中，是假定網路上的資料庫統一管理識別碼，使用單位可自訂編碼規則，並可依據現行編碼與EPC對應或結合(註13)。

Savant規格所規範的EPC網路架構中包含了物件名稱服務(Object Name Service, ONS)與實體標示語言(Physical Markup Language, PML)兩個重要的元件。

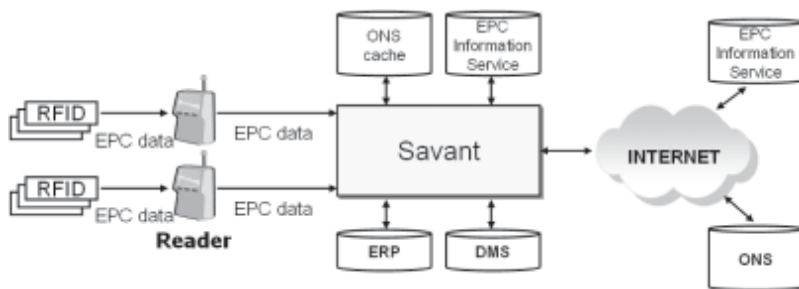


圖4 Savant規格之EPC網路架構圖

ONS負責將EPC轉譯成一個或多個PML伺服器網址(URL)的服務，以便在這些伺服器中可找到有關該物件相關的資訊。ONS的服務可滿足EPC基礎資料的查尋，也可搜尋特定EPC在供應鏈上動態的資訊。而PML是依據XML所延伸制定的標示語言，用來呈現、傳播EPC網路中物件、流程、環境與識別碼編號等資訊，PML核心並提供RFID讀寫器等感應系統間標準的資料交換格式，使應用系統與RFID系統之間的資訊能夠互通。

五、中介軟體

RFID系統不僅能解決條碼儲存資訊量過低，且無法程序化(reprogram)的限制，包括讀者與圖書、期刊等館藏資料均可結合RFID擴大許多應用，不過各種應用最終還須與自動化系統結合。如同一般應用程式與周邊設備之間連結的方式，RFID中介軟體(middleware)扮演RFID系統和應用程式之間中介的角色。從應用程式端使用中介軟體所提供一組共通的應用程式介面(Application Interface, API)，即能透過讀寫器，讀取標籤內的資料。

中介軟體負責自動化系統與讀寫器之間的協同處理作業，屬於訊息導向中介軟體(Message-Oriented Middleware, MOM)，透過訊息(message)的形式將資訊從一個程式傳遞到其他程式。主要功能是負責將讀寫器所讀取的標籤資訊，進行訊號的蒐集、過濾及整理、排除重複訊號，轉換成訊息的形式傳遞給後端的自動化系統。除了接收及傳遞資訊外，中介軟體的功能還包括安全、資料廣播、路由及除錯等作業，以確保資訊的正確及通透性。因此，無論圖書館自動化系統增加或改由其他系統取代，或者讀寫器種類增加、更換等情況發生時，應用端仍可不需修改也能運作，省去多對多連結與整合的問題。依據應用範圍來分，RFID中介軟體可分為下列三種(註14)：

1. 應用型(Application middleware)

早期的發展多以整合、連接讀寫器為目的。此類型的中介軟體大多是RFID讀寫器廠商所提供簡單API，用以將後端系統與讀寫器連接。此類型的中介軟體常

會有兩種缺點，一是專屬的特性容易影響爾後更換產品的相容度；二是必須自行花費許多成本去處理前後端系統連接的問題，影響開發與導入的成本效益。

2. 共用型 (Infrastructure middleware)

由於RFID的應用與市場不斷擴大，全球零售業龍頭沃爾瑪 (Wal-mart) 與美國國防部等關鍵使用者相繼進行RFID應用的導入，促使各國際大廠持續關注RFID相關市場的發展，例如Sun、TIBCO、IBM等廠商，除了開發應用伺服器等產品，也開始提供共通的轉換器 (adapter) 軟體介面；也有些如Oracle、Manhattan Associates等廠商與讀寫器廠商合作提供特定解決方案，以加快進入市場的速度與競爭力。此類型的中介軟體不但已具備基本資料蒐集、過濾等功能，同時也滿足企業多對多 (Devices-to-Applications) 的连接需求，並具備平台的管理與維運功能。

3. 解決方案型 (Solution middleware)

除了提供自動化系統與讀寫器、RFID標籤之間溝通的介面，各廠商針對不同領域提出各項創新應用的功能，以解決方案導向 (solution-oriented) 的應用模式，提供既有系統擴充RFID應用的功能模組。

六、圖書館之應用

RFID最初在1940年左右多應用於軍方的敵我識別系統，透過雷達脈衝觸發飛機上的詢答器，藉由傳回的編碼訊息辨識敵我(註15)。由於新技術能整合各種複雜的無線功能在單一個晶片上，透過應用系統提供生產、儲存、流通、監控與追蹤，甚至交易中資訊的轉換等管控功能。主要的應用方面便因此擴大至各種不同產業範圍，包括農產品的追蹤、車輛識別、出入門禁或通關的控制等(註16)。RFID標籤多是製作成薄且可彎曲的平滑狀，因此很容易取代條碼應用在圖書館館藏管理與安全的應用。如惠普科技與本地廠商鉅特資訊協助台北市東門國小圖書館建置RFID，提供取代條碼的流通借還作業(註17)。此外，國內許多圖書館亦正規劃引進RFID，搭配自助借書機、數位式館員工作站及數位助理等設備，取代條碼識別系統，包括省中圖及數位內容學院圖資中心等(註18)。初期採用的目的多侷限在取代條碼的應用，提供的功能包括：

1. 圖書管理

包括條碼、書後卡、磁條均可同時整合於一個RFID標籤內(註19)，若採用記憶體空間較大之標籤，亦可將館藏相關訊息與狀態紀錄於標籤內，提供系統判讀與利用。不僅可記錄館藏本身的描述資訊、流通歷史紀錄，更可透過讀寫器的追蹤尋找特定館藏資料在圖書館內的位置，提供協尋圖書的便利服務。

2. 流通服務

RFID系統提供了精簡效率的作業流程，流通時可以不需透過館員逐一掃描每一館藏資料的條碼號，讀者可以在自動借還設備(讀寫器感應的地方)批次且同時

處理借還、狀態檢查、安全出入管制的動作。甚至原本無法使用磁條管控進出的媒體如錄影帶等，均可與圖書相同的處理原則下正常的運作。若採用可讀／寫的RFID標籤將館藏登錄號紀錄於RFID標籤內，當執行流通借閱功能時，只要距離在感應範圍內，讀寫器不僅能將讀者證號與到期日寫入標籤內，亦可同時執行門禁的出入控制，如此執行流通借還資料時，工作人員便免除磁條加磁或消磁的動作。如此便可降低流通出納台工作人員持續不斷掃描讀者借還的圖書資料，而導致反覆受壓傷害(Repetitive Stress Injury, RSI)的情況。

如果閱覽證也採用RFID標籤，當讀寫器感應到閱覽證裡的RFID標籤，即可透過後端自動化系統了解此讀者的資訊，包括讀者類型、借閱狀態、預約到館狀況等，提供館內人員即時辨識的服務。

3. 盤點作業

圖書盤點或順架時可以利用RFID遠距、批次處理的特性，攜帶手持式讀寫器直接掠過書架，即可判讀到架上所有館藏資料，即時盤點出應在架上卻不存在、錯放架位，或不應存在(例如外借)卻仍在架上的狀態。

歸納而言，圖書館採行RFID取代條碼系統的基本應用，即可以提供下列優點(註20)：

1. 減少流通出納台排隊的狀況。
2. 降低反覆的工作，增加與讀者之間的互動。
3. 擴增圖書館內部安全的功能。
4. 降低館藏資料處理與管理的成本。
5. 提供館藏資料點收、移送的自動化。
6. 容易找出錯放位置的館藏資料。

圖書館內部作業僅以RFID取代條碼、磁條即可達到讀者自助借、還書；防盜偵測；快速盤點作業、尋找錯置圖書等優點。若結合其他自動識別的功能，如讀者、設備等辨識或權限的管理，不僅可節省人力並可擴充更多的服務種類。

七、實務問題與障礙

所有科技與產品的應用都不可能完美無缺，尤其像RFID利用無線射頻的訊號傳輸模式，傳遞過程的干擾與感應的正確性，均會影響實際應用的效果。除了金屬與溼氣的干擾，讀寫器與RFID標籤的距離、感應的方向均可能導致無法讀取的情況。因此，實際讀取的效果必需現場實地測試與調整，才能確保運作。而感應與否，可以如上所述透過現場的測試、天線的調整、功率的加強而達成。但實際運作上，RFID還有一些必須探討的問題存在，包括：

1. 成本

成本常是影響是否導入新科技應用的主要因素之一，尤其在圖書館既有經費

有限的情況下。雖然國內外不斷有晶片生產成本下降的趨勢，Alien Technology已將RFID晶片的生產成本降至20美分以下，並預期能降至0.05美分(註21)，但實際上，國內圖書館應用的RFID晶片通常仍報價在20至30元之間，對館藏數量動輒數十萬的圖書館是一筆不小的費用，再加上讀寫器設備與相關應用軟體更是龐大的費用。在實際應用尚未大量普及與應用效益尚不明確的情況下，過高的成本仍是阻礙圖書館應用的主要因素。

2. 讀取率

除了金屬、濕氣與距離的因素，RFID標籤與讀寫器即使十分靠近，若彼此的方向不對，也可能無法讀取到資料。因為被動式的標籤必須透過讀寫器所發出的電波構成磁場，再產生電磁感應形成資料讀寫時所需的電流。但是方向不對時就無法接收到讀寫器的電波以產生電力。此外，亦有可能因為標籤距離過近而同時讀取到不應讀取的資料。例如讀者持館藏資料於自動借還設備(讀寫器)進行借閱時，可能因為排在後方的讀者與前方正在執行借閱的讀者距離過近，使得讀寫器同時感應到後方讀者手中的館藏資料，因此造成誤判為前一位讀者借閱的狀況。也就是說，當讀寫器感應範圍內同時感應到多筆館藏資料的RFID標籤時，將無法正確判斷哪一個才是真正要處理的資料。對於服務讀者為主要任務的圖書館，並不能容忍任何流通上資料錯置的情況發生。縱使要求非常嚴格的機場行李辨識，最高只能達到99%的辨識率(註22)，而動態移動中的辨識效率通常是遠低於此一數字。因此，如何正確執行無線感應，有效執行應讀取即可讀取且不會有錯置情況，必須是嚴格檢驗的一項問題。

3. 隱私權

RFID普及應用時，個人隱私權的問題容易成為問題。例如讀者閱覽證採用RFID，當讀者進入圖書館時，讀寫器依判讀到讀者的資料立刻提供後端自動化系統運作，提供館員了解此一讀者是否有借閱逾期、預約可借等流通狀態，以便提供立即式的主動式服務，但相對的讀者的隱私即暴露在所有讀寫器感應範圍。若透過圖書、期刊架上的感應器配合館藏與讀者的RFID標籤，感應讀者是否有取下某本期刊或圖書，藉以判斷期刊與圖書的閱覽率，亦形同監視使用者的瀏覽行為一般。此類侵犯監視使用者隱私權的狀況均可能因讀者反對而阻礙實務應用的發展。

4. 安全性

RFID晶片的結構如同IC智慧卡一般，多由互補金屬氧化半導體(Complementary Metal-Oxide Semiconductor, CMOS)所製成，因此破解IC智慧卡的方式一樣可以應用在RFID晶片上。而由於RFID無線傳播的特性，亦可透過無線信號擷取的方式攔截傳輸的訊號，因此必須加入訊息加密的功能，防止偽造、竄改的訊息，確保資訊的機密性、完整性以及不可否認性。

5. 專利

最初爲了改進RFID設備的相容性而設計了EPC第二代標準，此項協定的標準內含一些RFID設備製造商Intermec的專利技術。因此，2004年Unova子公司Intermec開始要求索取使用這項專利的權利金，並控告Matrics等廠商侵權。今年(2005)Intermec另控告Symbol銷售的RFID侵犯Intermec六項專利權，而Symbol則反控告Intermec侵犯無線技術的專利權。使得RFID技術的支持者擔心，其他的專利持有者會陸續出現要求權利金，延緩RFID的進展(註23)。正如許多技術開發的過程一樣，專利能保護發明者應有的權利，卻容易造成寡占或成本提高的後果。而RFID整個產業鏈中包含多少國際標準、業界標準(De Facto Standard或De Jure Standard)仍有些模糊的情況下，必定會妨礙許多生產廠商的投入而造成市場成長與應用的阻力。

除了各種執行上的問題，各種無線設備之間的干擾、電子設備的穩定性、國際標準規範的制定、RFID標籤本身的大小與材質等仍有許多需要解決的議題對於圖書館而言，系統整合仍是實際應用最重要的關鍵因素，此一方面仍有賴圖書館與相關系統廠商配合，以便累積解決問題的專業知識。

八、結 論

RFID具有條碼無法提供的整批讀取、可讀寫大量資料、可程式化的特性，提供圖書館進行館藏精確的管理，以及可擴充更多的即時服務功能。但是系統的可靠度、易受雜訊的干擾、成本等問題，加上尙未有殺手級應用軟體(Killer Application)的出現，提供圖書館整合性的無線辨識功能，因此在圖書館方面的應用多僅止於少數圖書館實驗性的館藏管理層面。

與早期導入自動化的過程不同，RFID牽涉到技術的層面非常多，遠遠超過圖書館人員與軟體廠商的能力範圍。若導入的目的只是用來取代條碼，絕對無法吸引圖書館採用，因此必須構建出完整的應用解決方案，以及配套的系統整合能力，如此採用新型態資訊處理技術的RFID系統，所帶來的圖書館服務的效益將遠超過建置時的成本。

註 釋

註1 Jeremy Landt, "Shrouds of time: The history of RFID, Pittsburgh, AIM-Inc," (2001) available from http://www.aimglobal.org/technologies/rfid/resources/shrouds_of_time.pdf (accessed on 2005/3/21)

註2 同註10。

註3 Christian Kern, "Radio-frequency-identification in libraries," *The Electronic Library*, 22:4(2004):317-324.

註4 游張松、沈煌斌，「射頻識別技術於行動導覽之應用」，第一屆博物館資訊管理

學術暨實務研討會論文集(台北市：故宮，2004)，頁1-12。

註5 Klaus Finkenzeller, *RFID Handbook: Fundamentals and applications in contactless smart cards and identification*, 2nd ed. (Chichester, England: Wiley, 2003).

註6 International Telcommunication, "Union, frequently asked questions," (2005) available from <http://www.itu.int/ITU-R/terrestrial/faq/index.html> (accessed on 2005/3/21)

註7 Jeremy Landt, "Shrouds of time: The history of RFID, Pittsburgh, AIM-Inc," (2001), p.168.

註8 日經BP RFID編輯部著；周湘琪譯，*RFID技術與應用*(台北市：旗標，2004)。

註9 Sanjay E. Sarma, David Brock, and Daniel W. Engels, "Radio frequency identification and the electronic product code," *IEEE Micro* 21:6 (November 2001):50-54.

註10 Don R. Hush and Cliff Wood, "Analysis of tree algorithms for RFID arbitration," in *IEEE International Symposium on Information Theory (ISIT), 1998*, p.107.

註11 EPCglobal, "Frequently asked questions," available from <http://www.epcglobalinc.org/about/faqs.html> (accessed on 2005/3/21)

註12 Sean Clark, Ken Traub, Dipan Anarkat, and Ted Osinski, "Auto-ID servant specification 1.0," Auto-ID Center, (2003,9) available from http://www.eannet-france.org/download/nonprotege/b_outils_ean/rfid/rfid_new/WD-savant-1_0-20030911.pdf (accessed on 2005/3/21)。

註13 同註8，頁40。

註14 蕭榮興、蘇偉仁與許育嘉，「RFID 技術運作的神經中樞－RFID Middleware」，*電子商務導航*，6：14(2004年9月)，得自<http://www.ec.org.tw/Htmlupload/6-14.pdf> (accessed on 2005/3/21)。

註15 Michael Ollivier, "RFID enhances materials handling," *Sensor Review*, 15:1 (1995):36-39.

註16 Christian Kern, "RFID-Technology — Recent development and future requirements," in *Proceedings of the European Conference on Circuit Theory and Design ECCTD99, Stresa, (30 August 1999)*, Vol.1, pp.25-28, available from http://www.x-ident.com/pdf/development_rfid.pdf (accessed on 2005/3/21)。

註17 慈濟大學圖書館，「慈濟大學圖書館周報」，(2004年6月)，得自http://www.library.tcu.edu.tw/htm/E_Paper.htm

註18 國立台中圖書館，「九十四年度施政計畫」，(2005年2月)，得自http://www.ntl.gov.tw/AdminData_List.asp?CatID=13；及

經濟部數位內容產業推動辦公室，2004年台灣數位內容產業白皮書(台北市：經濟部，2004)，頁1-23。

註19 Vinod Chachra, "Experiences in implementing the VTLs RFID solution in a multi-vendor environment," *World Library and Information Congress: 69th IFLA General Conference and Council, (August 2003)*, available from <http://www.ifla.org/IV/ifla69/papers/132e-Chachra.pdf> (accessed on 2005/3/21)。

註20 Christian Kern, "Radio-frequency-identification for security and media circulation in libraries," *The Electronic Library*, 22:4(2004):317-314.

註21 Jonathan Collins, "Alien Cuts Tag Price," *RFID Journal*, (April 2004), available

from <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/857/1/1/>(accessed on 2005/3/21)。

註22 陳世耀與謝宛蓉，「Internet2來了」，e天下，元月號(94年1月)：頁79-101。

註23 Alorie Gilbert, "Patent problems plague RFID, ZDNet," (September 2004), available from <http://www.zdnet.com.au/insight/hardware/0,39023759,39159309,00.htm> (accessed on 2005/3/21);及

Barnaby J. Feder, "Companies in radio tag business broaden legal dispute," *New York Times*, Business/Financial Desk, (March 2005):3.

Study on RFID Implement and Application in Library

Shien-Chiang Yu

Associate Professor

Department of Information and Communications, Shih-Hsin University

Taipei, R.O.C.

E-mail: ysc@cc.shu.edu.tw

Abstract

RFID provided with these characters of batch access, storage mass data, and reprogram that were barcode can not archive. Integrate both parent and holding with functions of RFID to extend various application. Just replace barcode and magnetic strip then archive these advantages of self check-in/out, steal detection, rapid inventory and find out shelf-incorrect materials. Not only realize precise holding management, but also attain real-time services. Due to the issues about reliability insufficient, interfere with noise, cost and without killer application, therefore major library only experiment with RFID for holding management. This paper introduce the structure and application theorem of the RFID system, discuss application models and issues when implement the RFID system.

Keywords: RFID; Auto-ID; Middleware; Library application