

圖書館應用無線射頻辨識技術之創新應用與實作

Innovative Applications of RFID in Library Services

余顯強

Shien-Chiang Yu

世新大學資訊傳播學系副教授兼圖書館館長

Associate Professor and Director of Library, Department of Information & Communications,
Shih-Hsin University

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

葉宏達

Hong-Da Yeh

世新大學資訊管理學研究所碩士

Master, Department of Information Management

Shih-Hsin University

E-mail: night@ms12.url.com.tw

【摘要 Abstract】

本研究主要考量圖書館在有限的經費之下，如何擴充RFID應用的範圍，而不僅只取代條碼與磁條，改善盤點、錯置與順架等功能。因此本文描述世新大學圖書館應用RFID超高頻(UHF)讀寫器的長距離感應特性，實驗圖書館內錯架或下落不明書籍進行區域定位尋找、書刊使用次數之計算和閱讀時間之統計、以及即時性導覽資訊的圖書館三種創新應用與服務模式，並說明架構之分析與實作過程中所遭遇的問題與解決方案。

This study considers how to extend the RFID applications within the restriction of limited library funds and budgets, in addition to the use of RFID to replace bar-codes and magnetic strips for security control and collection management. This paper describes the application of RFID in the Shih-Hsin University Library, which takes advantage of the characteristic of long-distance induction in the UHF device of RFID to assist in searching and orientation, to gather statistics on the utility rate and duration of books, and to provide instant guide for individual service. This specific case study will facilitate the reader to understand the central issues and possible solutions in the process of analyzing and implementing the structure of RFID for the three innovative applications in library services.

關鍵詞 Keyword

圖書館；無線射頻識別；自動化識別；創新應用；實作

Library；RFID；Auto-ID；Innovation application；Implementation

壹、研究緣起

由於低成本條碼的問世，自動化識別(Auto-ID)系統普及應用在圖書館的館藏管理，簡化了館藏流通與管理的識別方式。不過條碼由於儲存的資訊量過低，以及無法內建程式的限制，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，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，因此應用非接觸式識別系統亦稱之為無線射頻識別(Radio Frequency Identification, RFID)系統。

目前無線射頻辨識系統(RFID)技術，正積極被推廣應用於各種行業。由經濟部RFID公領域應用推動辦公室(民95)主導的「國家公領域無線射頻辨識計畫」正在「食品流通安全」、「健康與醫療應用」、「居家與公眾安全」、「航空旅運應用」及「貿易通道安全」等五個公領域全力推動。行政院國家資訊通信發展推動小組(2006)也通過「無線射頻辨識系統RFID推動方案」，政府將投入二十二億元建構基礎環境與先導應用，未來將以強化產業發展環境，構築產業發展基石、發展自主關鍵核心技術與創新整合產品、鼓勵參與國際標準制定與私領域創新應用、推動公領域先導應用等四大策略為推動主軸。本研究即以世新大學圖書館應用RFID三項創新整合的實作項目，說明環境架構推動過程中所遭遇的問題與解決方案。

貳、圖書館應用規劃

RFID 標籤多是製作成薄且可彎曲的平滑狀，

藉由非接觸式的感應方式，配合資訊系統能夠紀錄讀者的歷史紀錄、改善盤點效率、強化流通與安全管理(Kern, 2004)，採用的目的多是運用無線電波辨識技術取代傳統的條碼與磁條。(余顯強，民 94)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，再加上讀寫器設備更是龐大的費用。在經費有限的情況之下，如何擴充其應用範圍，而不僅只取代條碼與磁條，改善盤點、錯置與順架等功能，則是本研究主要的目的。

思考下列圖書館館藏管理經常需要面對的一些問題：

1. 讀者於圖書館內取閱圖書資料後，若未將圖書歸回原位而放置錯架，或是攜至不同樓層，造成後續館員及讀者尋書的困難。若能於 OPAC 進行資料檢索時，除了顯示館藏資料的相關目錄資訊，亦能顯示其現在所在位置，則有助於館藏資料的管理。此外，讀者由陳列架上取下圖書後的行進動線如何，應可作為圖書館規劃動線與座位安排的參考。
2. 圖書館典藏圖書資料的流通能將借閱的相關資訊紀錄於自動化系統內，提供後續統計分析。但僅提供館內閱覽的書籍、雜誌，並無法確切得知其被讀者閱覽的時間或次數，因此不易分析其使用率。
3. 圖書館經常需要舉辦認識圖書館活動與導覽的工作。圖書館透過人工方式導覽介紹圖書館內部資源，常需耗費許多人力成本；在標示的方面，大多數讀者對於館內環境與架位的瞭解，雖可透過陳列的標示或詢問獲得相關資訊，不過訊息內容較為固定，且圖書館必須隨時依架位調整或設備更替而更新標示的內容。

因此，基於上述三項問題，本研究藉由 RFID UHF 超高頻讀寫器的長距離感應特性，研擬解決

圖書館內錯架或下落不明書籍進行區域定位尋找、書刊使用次數之計算和閱讀時間之統計、以及即時性導覽資訊的圖書館創新應用與服務模式。透過典藏品利用與定位系統，可將館內典藏的圖書、期刊資料進行位置偵測，藉由天線讀取的先後次序，可以得知目前資源所在何處。倘若典藏書籍放錯書架，將可利用位置偵測來尋找出典藏書籍最後出現的方向，將有利於館方人員快速尋找回所放錯書架的典藏品，避免典藏品下落不明。目前對於圖書館內各式典藏圖書、期刊資料等閱讀次數、閱讀時間，尚無資料可以查悉。本系統使用無線射頻辨識系統(RFID)來得知館內各種典藏圖書、期刊閱讀次數、閱讀時間，即可知道典藏書架上的圖書、期刊、視聽資料等所有取用紀錄。

叁、分析與設計

一、基本組件

由於發展與應用的普及，RFID 系統可簡化為讀寫器與一個透過無線電能夠被讀取資料的標籤(Tag)兩個主要元件。如圖一所示，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。(Kern, 2004)

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。(“International Telecommunication Union,” 2005)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一所示。其中，135KHz 以下頻帶的 RFID 發展最久、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。



圖一：RFID 系統組成元件圖

表一：RFID 使用頻帶與優缺點

頻 率		優 點	缺 點
低頻	125~134KHz	部署廣泛 金屬干擾低	讀取範圍小(1.5m 內)
高頻	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
超 高 頻 (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)
微波	2.45GHz	讀取範圍高	普及率不高 實作較複雜 未完全標準化

資料來源：Shepard, S. (2005). RFID: Radio Frequency Identification. New York: McGraw-Hill.

RFID 另一項重要的特徵是依據標籤電源供應的方式，分為被動式(Passive)與主動式(Active)兩種型態。被動式標籤本身並沒有內建電源，運作時所需的電力必需透過讀寫器提供的電波轉換而成，如果不在讀寫器的感應範圍便無法運作；反之，主動式標籤則內含晶片運作所需電力的電池，可以提供遠高於被動式標籤的感應距離，但標籤的壽命卻會受限於電池的壽命。(Ollivier, 1995)另一種標籤的型態稱為半被動式(Semi-passive)標籤，其具備被動式標籤體積小、重量輕等特性，並內建電池以增加感應的距離。

二、圖書館創新應用

RFID 標籤相較於磁條，體積較大，不容易隱藏，保護館藏安全的等級並不比傳統磁條有效，比較適合的應用模式是利用 RFID 取代條碼識別的功能，提升流通與盤點整架的效率。3M 公司採用提供同時包含保護館藏安全的磁條(Tattle-Tape)技術與 RFID 的雙標籤(2-tag)解決方案(Fabbi, 2005)，此

種方案能兼顧出納流通與館藏安全的考量。但對圖書館而言，主要是改善現有作業的效率，其服務型態本質仍未有所改變。此外，RFID 易受金屬干擾與天線角度影響感應效能的特性，其安全管控的效果並不比傳統磁條為佳。因此世新大學圖書館進行之 RFID 研究計畫，並不採用 RFID 作為流通、門禁管控的一般性應用方式，而是嘗試應用 RFID 無線識別的特性，規劃不外借館藏的應用模式，分析與實作這些應用的可行性，以便提供圖書館界更多導入的誘因。

產業導入 RFID 的各種應用模式，主要便是基於 RFID 標籤具備了遠距感應、識別與資料儲存的能力，配合讀寫器及時性的反應速度，而能夠同時大量感應標籤的特性。透過標籤感應的有無達到人員或物品監控；透過感應的先後次序可以追蹤人員或物品的動向；透過資訊儲存的功能可以累積人員或物品的過往歷程。而這些應用的對象，若將其由人員、物品轉換成圖書館的館藏資料，配合圖書館服務的特性，即可規劃出下列應用模式：

(1)協尋與定位

參考產業界應用 RFID 的模式(Bhuptani & Moradpour, 2005)，除了提供類似於圖書館流通作業的物流管理功能之外，協尋與定位則是基於 RFID 特性所發展出的全新服務。開架式圖書的缺點之一便是圖書易放置錯架或下落不明，自動化系統僅能提供是否外借的查詢，並無法提供該館藏現在館內實體所在的位置。基於圖書館內讀寫器隨時可偵測感應範圍內所有 RFID 訊號的特性，自動化系統進行檢索時，除了顯示館藏相關描述、借閱狀況，亦可依據感應該筆館藏之讀寫器所在位置，判斷出館藏現在實際所在位置，提供協尋與定位的功能。此一服務功能能夠提供不外借之特色館藏更便利的管理模式，改善同類圖書但不同典藏位置(參考書、展覽圖書、特色館藏等)錯置或下落不明的後續處理作業，但卻必須考量讀寫器與 RFID 標籤之間感應距離。

(2)取閱率計量

陳列於架上不外借的期刊或圖書資料，如何統計其閱讀的使用率，一直沒有比較精確的方法。因為採用開架方式提供讀者於館內自由閱覽的模式，使用狀況並無法記錄於自動化系統；採用隨期刊附加表單填寫方式，讀者不一定會有填寫的意願。應用 RFID 的感應距離限制，館藏資料陳列架配合讀寫器的設置，當無法感應到某一本館藏資料時便可視為該本館藏資料被讀者取下閱讀使用，直到再次感應為止。

如避免讀者只是短暫取下該本館藏資料檢視，可透過自動化系統設定時間間隔，當讀寫器讀取不到該本期刊 RFID 標籤的時間超過設定之時間，即可視為被利用而累計於自動化系統內，如此即可有效統計期刊的取閱率。

(3)書架導覽服務

讀者持有結合 RFID 讀寫器的手持設備於圖書館內瀏覽時，利用 RFID 能夠提供「感應式導覽」模式，惟此一方式需要針對導覽介紹之標的物預先在後端進行內容的資料建置作業，以便讀寫器偵測到 RFID 標籤時，能依據標籤的編號讀取出預先儲存的資訊內容並呈現在手持設備的螢幕上。(賴鼎陞、高淑惠、黃雅惠，2004)

圖書館自動化系統包含館藏所有相關活動所產生的資訊，從薦購、採購、到館、上架，以及流通等記錄，結合自動化統計分析的資料，能夠提供豐富的資訊。結合讀寫器的手持設備移動到書架位置，透過感應範圍內所有館藏 RFID 標籤的計算，可獲知現在館藏資料的類型，再依據此類型透過自動化系統即可取得相關導覽的資訊。如此作業的設計，主要是考量資料來源完全依據自動化系統統計既有之資料，省去爾後導覽內容處理的額外工作。

肆、實作之問題與解決方案

實作時依據上述規劃之創新應用模式與圖書館環境的特性，必須先選定實驗所需的設備與規格，採用設備的相關組件與規格的因素分析如下：

一、頻率

考量 RFID 頻率感應的範圍，雖然 13.56MHz 以下頻帶是最主要使用的 RFID 頻率，但其讀取範圍過小的缺點，並不適合作為長距離的應用。2.45GHz 則因為尚未完全標準化，且相關設備不易購置，因此本研究採用 UHF 頻帶的 900MHz 產品作為實驗對象，利用其較長感應距離的特性，研擬其於圖書館的應用方式。

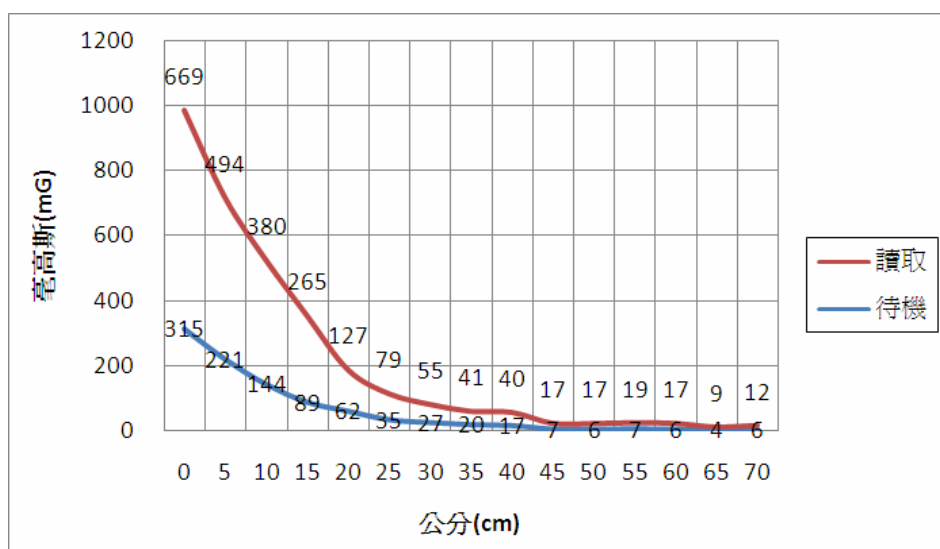
二、被動式標籤

RFID 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。比較兩者的優缺點，主動式標籤具備長達 5~100 公尺以上的感應距離(游張松、沈煌斌，2004)，但是價格較被動式標籤高出許多，且因內建電池而具有較大的體積，這些都是主動式標籤不適用於圖書館應用 RFID 管理館藏的因素。除此之外，主動式標籤會受限於電池的壽命而有使用的期限，更不適用於冀望長久保存的館藏資料。過短的感應距離會限制館藏資料結合 RFID 的應用模式，但圖書館放置館藏資料的方式主要是採用書架方式存放，因此過長的距離造成每一個天線感應過多標籤的混淆問題，增加資訊系統處理的負擔。因此，被動式且具備可讀寫資料特性的 RFID 標籤較適用於圖書館館藏的應用。

讀寫資料的模式可以有兩種方式，一是異動資料(Transaction)直接紀錄於標籤內部，另一方式是紀錄於資料庫系統內，爾後再依據標籤識別碼讀取

資料庫內所記錄的異動資料。直接紀錄於標籤內部的優點可隨時透過讀寫器取得標籤內的資訊，提供離線的管理與應用。在本研究測試過程中發現，標籤在讀寫資料時需要透過讀寫器經由天線提供較高能量的電波，以供應標籤接收並轉換成運作所需的電能，會產生較高的電磁輻射值。依據環保署於 2001 年採用國際非游離輻射防護委員會(International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, ICNIRP)所公布輻射強度應低於 $0.0046 f^{1/2}$ MHz 的規範 (行政院環保署非屬原子能游離輻射管制網)，也就是說游離輻射強度應低於 1.38mG(mili-Gauss, 毫高斯)。本研究使用電磁波測試器檢測本研究之天線設備之電磁波數值，每次間隔距離 5 公分來進行測試，經過測試後得到之平均數值如圖二所示，其瞬間輻射強度均遠高於規範值。(註 1)



圖二：電磁波輻射強度

雖然輻射強度對人體的傷害仍未有明確定論，但為考量長期接觸所造成的生理與心理壓力，因此本研究考量採用資料庫記錄異動資料的設計

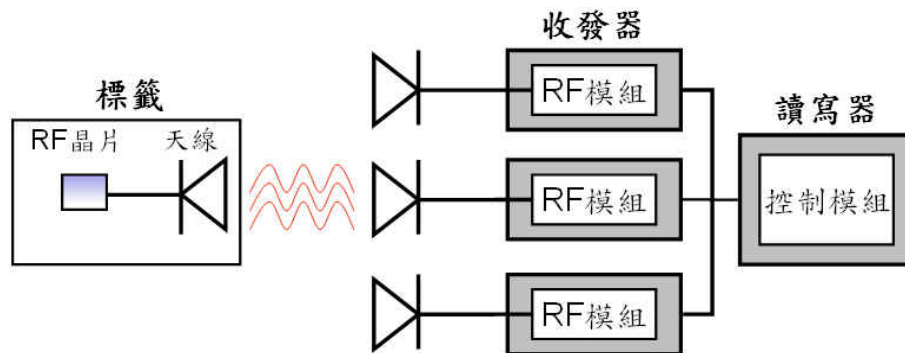
原則，減少標籤讀寫所引發的高輻射現象是比較好的方式。然而，本研究仍然選擇有記憶功能的 RFID 標籤，主要的目的是基於備援(Backup)的考量，確

保館藏資料被使用的各種狀態能夠在未連線資訊系統的情況下仍能夠被紀錄於標籤內，以能夠符合資訊處理的完整性。

三、使用多重收發器(Multi-transceiver)

RFID 感應的問題不僅是的天線設計會影響感應的距離，天線的角度亦會影響感應與否。讀寫器的天線如果裝置角度不佳，不僅會影響讀取的距離，亦會影響感應範圍內讀取標籤的有效數量。反之，貼附於館藏資料上的標籤亦會隨著拿取的方

式，有不同的角度變化。如圖一使用讀寫器透過單一天線感應標籤的方式，會造成感應可靠度不佳的狀況。檢視國內外的 RFID 設備，本研究發現 RFID 讀寫器有如圖三所示具備多重收發器(Multi-transceiver)的組件。應用此種設備，可以在特定位置範圍內使用單一讀寫器連接多個收發器，每一個收發器可以依據不同角度裝設，標籤無論以何種角度存在，都至少能被一個收發器的天線感應到，如此便能解決感應可靠度的問題。



圖三：包含多重收發器的 RFID 系統組件圖

採用多重收發器的問題是在於管道(Channel)傳輸訊號的分配與統合(Vigoda, 1999)，使得軟體開發的複雜度增加，不過對於本研究在實作時反而是達成定位的另一項輔助的功能之一。每一個讀寫器在裝設多重收發器時，不僅需要考慮到感應範圍內的標籤無論以何種角度出現，至少能有一個收發器能夠感應到。當兩個以上的收發器感應到某一個標籤時，基於收發器裝置距離的差異而產生訊號先後感應的時差，因此便能判讀該標籤移動的方向。例如，讀者手持一本內置有 RFID 標籤的期刊，從一樓走向二樓樓梯，樓梯走道上所裝置的讀寫器連接數個接收器，以便感應樓梯範圍內的標籤訊號。當讀者行進的方向進入各收發器感應的有效範圍

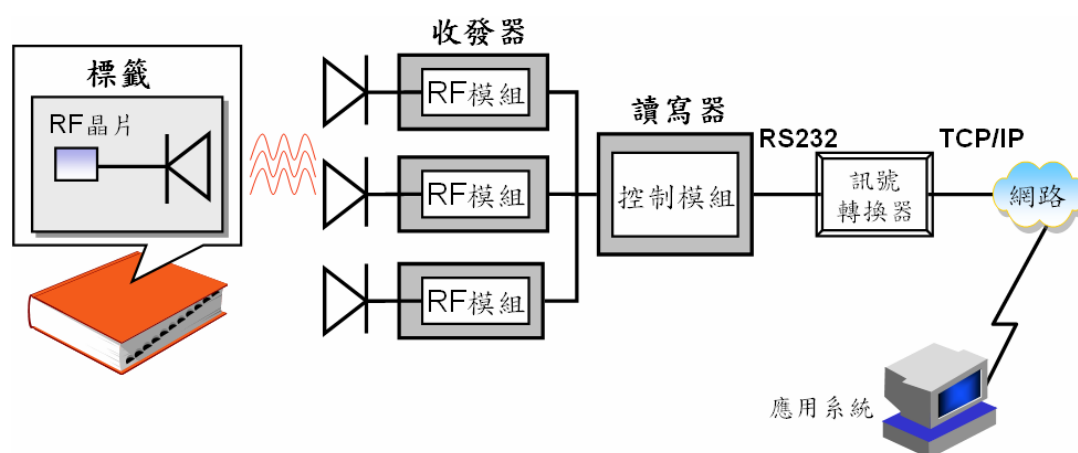
時，只要感應到該期刊內置的標籤，便會回傳至應用系統處理，如此系統便可依據各收發器感應的先後時間間隔紀錄該期刊的移動方向，判斷得知讀者是上樓或下樓。假使角度因素使得裝設在樓梯的各個收發器只有一個感應到，亦可回傳系統紀錄該期刊最後一次出現的位置，再由之後其他空間安置的收發器感應所回傳的訊息，判斷其行進方向。

四、採用 TCP/IP 橋接方式

RFID 讀卡機與電腦系統之間訊號傳輸的連接介面主要為 RS232 或 USB，少部份提供更長距離的 RS485，再由該電腦系統透過網路與後端主機連線。但無論採用上述何種方式的連接介面，每一個

讀寫器都必須連接至一部電腦的连接埠(Port)。多數 RFID 應用主要是使用一對一個连接埠的方式透過後端設備與讀寫器溝通。(例如自助借還書機內的讀寫器與後端電腦連接處理)但如需達成本研究設定的定位方式,必須在建築空間內部安置多個讀寫器,每一個讀寫器再連接多個收發器。這些讀寫器必須將感應標籤訊號的有無,統一傳送至後端單一電腦主機上做分析,判斷館藏資料的使用狀況、

現在所在位置等。因此,必須考慮更遠傳輸距離與更多讀寫器的連接方式,而使用現有網路設備則是最佳的解決方案,不僅免去佈線的問題,亦可解決讀寫器與電腦連接的限制。基於上述分析,讀寫器與資訊設備之間的連接介面並須加入 RS232 或 USB 轉網路訊號的轉換器。經過相關轉換器產品的測試,本研究實作設備的連接方式,採用如圖四所示的架構。



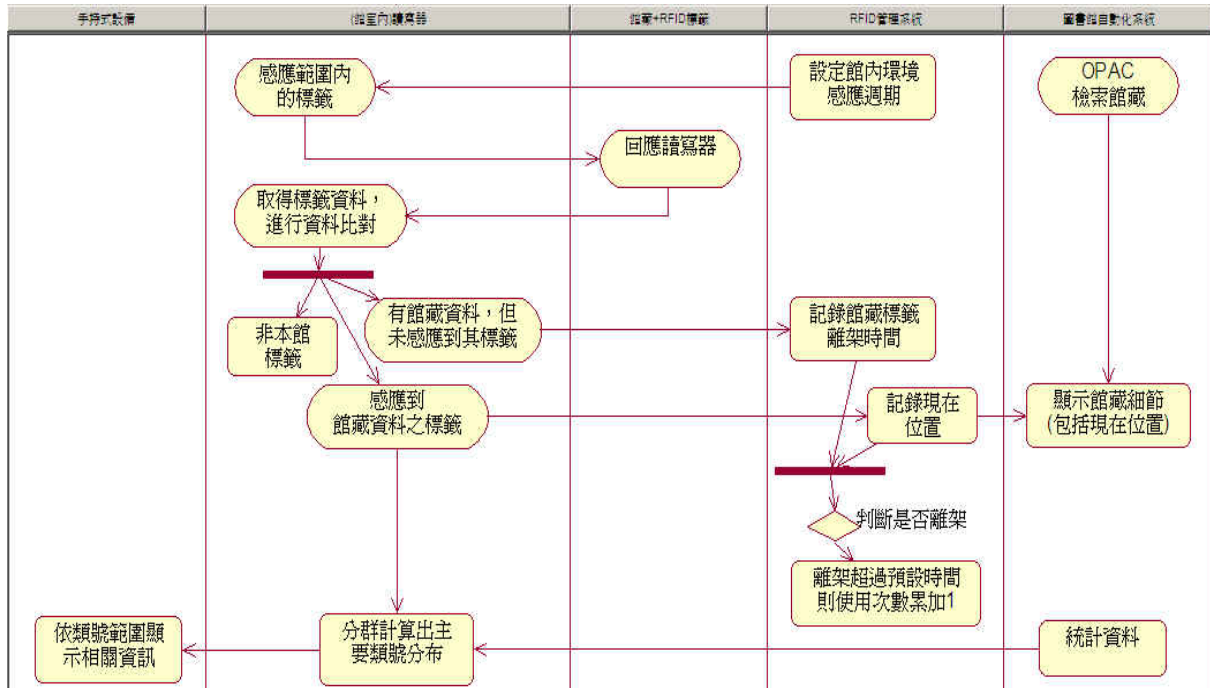
圖四：讀寫器與後端電腦接續方式的架構圖

伍、功能設計與流程

本研究所設定的應用模式包括資料協尋定位、取閱率的計量、即時資訊導覽三種功能。由於感應設備價格高昂,於圖書館內全面佈建讀寫器與收發器,以期使無論館藏資料在任何角落均可被感應到,此種方式並不可行。本研究於是在實務上修正為透過 RFID 感應的特性,依據最後感應到該館藏的收發器所在位置,記錄該館藏資料最後所在的大約位置,提供協尋與定位的功能。經由研究的規劃分析並透過實作的驗證,主要作業的功能活動圖(Active diagram)如圖五所示。

由於世新大學圖書館內部多有隔間的特性,本

研究規劃在圖書館各樓層進出口處設置一台讀寫器與適當數量的收發器,確保讀者攜帶館藏資料進出圖書館內部任何樓層空間的進出口時,都能至少被一個以上的收發器感應到。當收發器感應到時,資訊系統便紀錄下該讀寫器與收發器的編號。如館藏資料在同一出入口被兩個以上的收發器感應到時,系統便可依據各感應器回應的先後次序,判斷館藏資料的行進方向,提供詳細的移動路線紀錄。爾後其他讀者於資訊系統檢索該筆館藏資料時,系統便可依據最後感應的資訊,對照資料庫內該讀寫器與收發器的所在位置,提供讀者知道該書最後出現的位置。



圖五：本研究規畫之系統主要功能活動圖

取閱率的計算，則依據館藏資料置於書架上時，是否持續被設置於書架上的收發器感應的原理，計算其被取離的次數與時間。現有圖書館自動化系統內的書目資料，依據索書號記錄其所在的架位，本研究即是利用此索書號的架位資訊，提供管理系統定時驅動各書架上設置的讀寫器及其連接的收發器，掃描範圍內所有埋置於館藏資料內的標籤。資訊系統依據所有感應到的標籤，逐一比對系統內該書架應有的館藏紀錄。若是應有但感應不到的標籤，即表示該標籤所屬的館藏資料現已被讀者取出閱覽；若有先前未感應到，但此次卻感應到的標籤，則表示該標籤所屬的館藏資料現已被歸回書架上。為了避免館藏資料只是被讀者暫時取下瀏覽，並未實際閱讀內容，系統可以依據先前紀錄的取出時間比對現在感應到的時間，計算其時間差，若時間高於預設的時間區間，該館藏資料便記錄被

有效閱讀一次。

圖書館導覽的內容除了靜態環境與相關設備的介紹之外，常常也包含圖書館分類排架方式的介紹。考量圖書館大量藏書，且不斷有各種館藏型態的資料(圖書、期刊、視聽...等)進入館內典藏，因此必須考慮採用自動產生內容的模式。基於讀寫器隨時可偵測感應範圍內所有 RFID 訊號的特性，因此可於一時間週期感應範圍內所有館藏的 RFID 標籤，並依據標籤內的資訊，分群計算後取得佔多數的類號，藉由獲得的多數類號，再透過無線網路與後端自動化系統聯繫取得該類號的相關統計資訊，例如該類號的簡介、新到館館藏資料明細、熱門借閱明細等。若是讀者繼續往前移動，系統又能繼續提供新所在位置館藏類號的相關資訊。如此模式，資料來源完全依據自動化系統統計之資料，完全不需增加館員額外處理導覽資料的負荷。

透過上述的討論，本研究主要依據設置於環境內書架或進出口處 RFID 感應與否的方式，配合館藏資料內置的 RFID 標籤，即可達成資料協尋定位、取閱率計量與自動產生書架即時資訊導覽的功能需求。

陸、結論

近年來圖書館的應用是利用 RFID 取代條碼識別的功能與磁條安全管控，再配合 RFID 快速反應與非接觸的特性提高作業效率與精確度，但服務型態本質卻並未改變。參酌各類型產業導入 RFID 的經驗，有許多的應用可以轉置於圖書館的作業之中，由於產業界 RFID 基礎建設的成熟，在實作上的技術層面上並不是問題，因此圖書館導入 RFID

應不僅止於取代條碼與磁條的層面，而可以有更多創新的應用。有別於一般應用於圖書館之 13.56MHz 近距離 RFID 的應用，創新應用發展方向應可考慮採用遠距離 RFID 應用的模式。

此外，由於被動式 RFID 標籤的電能轉換來自於感應的電波，因此其游離輻射的能量必然是高於具備自有電能的行動電話手機，雖然輻射強度對人體的影響程度雖仍未有定論，但建議設備供應廠商應提供相關警示說明或標示，而圖書館導入時也應注意此一現象，避免日後招受使用上的爭議。

(收稿日期：2007 年 1 月 4 日)

致謝：本研究係國科會提升產業技術及人才培育研究計畫(個別型)－圖書館應用 RFID 管理特色館藏之研究(計畫編號：NSC 95-2413-H-128-001-CC3)，承蒙國科會提供補助經費與傳技、艾迪訊公司相關研究所需設備之協助。

註釋：

註 1: 由於本研究採用天線的頻率為 900MHz 超高頻，其電場強度本就遠高於 13.56MHz。因此，並不代表現今圖書館採用 13.56MHz 之 RFID 設備游離輻射值高於管制標準。

參考書目：

- Bhuptani, M. & Moradpour, S. (2005). RFID field guide: Deploying radio frequency identification systems. Upper Saddle River, NJ: Sun Microsystems/Prentice Hall.
- Fabbi, J. L. et al. (2005). UNLV libraries and the digital identification frontier. Library Hi Tech, 23 (3), 313-322.
- International Telecommunication Union: Frequently asked questions (2005). Retrieved December 20, 2006, from <http://www.itu.int/ITU-R/terrestrial/faq/index.html>
- Kern, C. (2004). Radio-frequency-identification for security and media circulation in libraries. The Electronic Library, 22(4), pp.317-324.
- Ollivier, M. (1995). RFID enhances materials handling. Sensor Review, 15(1), 36-39.
- Shepard, S. (2005). RFID: Radio Frequency Identification. New York: McGraw-Hill.

Vigoda, B. (1999). A nonlinear dynamic system for spread spectrum code acquisition. Partial of unpublished master's thesis, Massachusetts Institute of Technology. Retrieved December 20, 2006, from <http://web.media.mit.edu/~vigoda/thesis.PDF>

行政院國家資訊通信發展推動小組(2006, 8)。NICI第17次委員會議新聞稿。上網日期：民95年12月20日。網址：

http://www.nici.nat.gov.tw/content/application/nici/generala/guest-cnt-browse.php?cntgrp_ordinal=10020013&cnt_id=668

行政院環保署非屬原子能游離輻射管制網。[電磁輻射量測方法](http://ivy2.epa.gov.tw/Nonionized_Net/EME/measure.aspx)。上網日期：民95年12月20日。網址：

http://ivy2.epa.gov.tw/Nonionized_Net/EME/measure.aspx

余顯強(民94年6月)。圖書館導入無線射頻識別應用之研究。[教育資料與圖書館學](#)，42(4)，頁509-522。

游張松、沈煌斌(2004)。射頻識別技術於行動導覽之應用。在國立故宮博物院主辦，[第一屆博物館資訊管理學術暨實務研討會論文集](#)(頁1-12)，台北市。

經濟部RFID公領域應用推動辦公室(民95, 2月)。帶動RFID產業，政府帶頭跑。[RFID發展動態電子半月刊](#)，1期。上網日期：民95年12月20日。網址：http://rfid.more.org.tw/edm/ver01_index.html

賴鼎陞、高淑惠、黃雅惠(2004)。博物館數位導覽系統建置與使用者評估。在中央研究院資訊科學研究所主辦，[第三屆數位典藏技術研討會](#)，台北市。