

# 應用於醫療作業之改良式射頻無線辨識系統架構

## An Improved RFID Architecture for Medical Affairs

洪宗貝

高雄大學電機工程學系

tphong@ksmail.seed.net.tw

侯名謙

義守大學資訊管理研究所

ultra10@giga.net.tw

吳有龍

義守大學資訊管理研究所

wuyulung@isu.edu.tw

### 摘要

射頻無線辨識技術，因其低功率的發射頻率及無線追蹤的特性非常適合用在醫療作業的行為上，目前已有許多醫學中心將其導入並用在高傳染力的病患追蹤上面。為了讓醫護人員更有效率與更精確的掌握病患行蹤資訊、減少現有射頻無線辨識系統大量耗費訊號成本及佔用太多資料庫空間的窘境，本研究參考目前行動通訊系統的運作模式，提出了一個有別於現今射頻無線辨識系統的階層式架構，使其能更精準的定位病患所在的位置及減少傳統系統於大量病患移動時定位上延遲的問題。

**關鍵詞：**射頻無線辨識系統、識別卡、行動通訊、階層式架構。

### ABSTRACT

Radio Frequency Identification (RFID) has become very suitable for medical affairs because of its low-power transmitting frequency and wireless tracking characteristic. It has currently been used in many medicine centers for tracking highly contagious patients. For addressing the issues of accurately tracking patients' locations, reducing the communication cost of existing RFID systems and occupying less database space, this research refers to the architecture of the current mobile communication system and proposes a hierarchical RFID architecture, different from the current one. The proposed architecture can locate patients' current positions more accurately and reduce locating delay greatly.

**Keywords :** Radio Frequency Identification, RFID Tag, Mobile Communication, Hierarchical Architecture.

### 一、緒論

醫療安全在後 SARS 時代是非常重要的課題，如何改善醫療作業的安全性是醫院與病患的共同希望。醫療安全不只是人的安全也是事的安全，人的安全著重在傳染病的預防與追蹤，事的安全則著重在正確的醫療程序。然而現今大多數的醫院對於病患的管理大多仍屬於被動式，例如像一些法定傳染病都是醫生口頭告知病患要注意事項，並告知病患不要進出公共場所等，也就是病患的管理取決於病患本身的道德良知。例如 SARS 爆發大流行時，很多都是未遵守相關的隔離規定私自外出，以致於爆發嚴重的群聚感染所造成的後果。最近射頻無線辨識技術的成熟，並結合通訊、資訊與醫療，使得醫療界有著更近一步的發展。

射頻無線辨識系統無線追蹤的特性，非常適合應用在醫療安全與照顧重症患者的需求[8][12]。然而射頻無線辨識系統目前運用於醫療作業上仍存在一些困境，如訊號延遲定位問題、浪費訊號成本及定位不夠精確等問題[5]。因此本研究將提出一改良式射頻無線辨識系統架構加以改善，並與現有架構做一比較。本研究將以實際的案例說明現有的醫療院所導入射頻無線辨識系統的模式與其現有的架構以及運作方式，接著針對現有系統所產生的一些問題提出一改良式的射頻無線辨識系統架構來改進上述問題。

### 二、射頻無線辨識系統簡介

射頻無線辨識系統(Radio Frequency Identification, RFID)[1]早在1969年即被發明出，但在被發明的三十年後，此技術才找到許多重要的應用可行性，並被積極地應用於各種產業。例如從交通移動追蹤、製造業物料管理[2]、門禁系統管理[6]，甚至在醫院環境之臨床照護上[5]都可見其廣泛的應用。由於其可取代傳統條碼，最近更成為兵家必爭的戰場。射頻無線辨識系統是一種電子式的資訊承載裝置，其所具備的無線讀取及高儲存量的特性，讓這項技術在自動化管理的應用領域

日漸受到矚目[7]。

在技術上射頻無線辨識系統有點類似智慧卡(Smart Card)，它是針對智慧卡接觸式系統的缺點而開發的。目前市場上的晶片 IC 卡就是智慧卡的應用之一，其卡片上的晶片可儲存資料且安全性極高，目前在市面上被廣泛的應用，但其缺點就是必須完全或非常近距離接觸到智慧卡讀取器才能接收到晶片上的資料。而無線射頻技術識別卡(Tag)是利用射頻訊號以無線方式傳送數位資訊，因此不需要與無線射頻訊號讀取器接觸即可達成資料的交換，此外以這種方式傳送資料，並無方向性的要求，因此無線射頻技術識別卡可置於口袋或皮包內即可。

射頻無線辨識系統的組成包含了下面幾個元件 [4]，分別為無線射頻訊號讀取器(RFID Reader)、無線射頻技術識別卡(Tag)及接收天線(Antenna)。無線射頻訊號讀取器的整個過程運作過程如圖 1 所示。

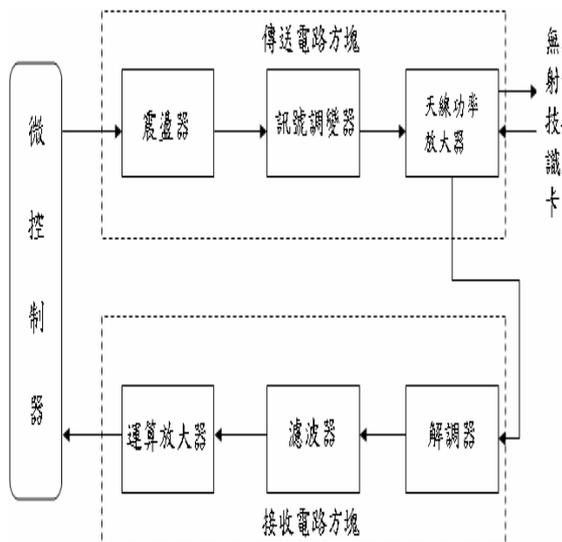


圖 1：無線射頻訊號讀取器運作圖

無線射頻訊號讀取器其動作原理主要分成兩個部份，包含微控制器部分及訊號傳送及接收部分。微控制器主要功能是負責控制傳送及接收訊號的工作及將接收的資料儲存至微控制器內的微晶片中；訊號傳送及接收部分其動作原理是先經過震盪器產生頻率，此頻率經由訊號調變器並透過天線發送給無線射頻技術識別卡，當訊號強度足以提供無線射頻技術識別卡所需的工作能量時，無線射頻技術識別卡將開始回傳訊息給無線射頻訊號讀取器，由無線射頻訊號讀取器天線接收到無線射頻技術識別卡所回送之調變訊號後，經由解調器、濾波器濾除雜訊後透過運算放大器將訊號擴大而成為微控制器所能讀取之訊號，而天線的好壞及角度均會影響射頻無線辨識系統讀取資料的準確度[4]。無線射頻技術識別卡通常以其需不需要含有電池

而區分為被動式與主動式兩種，被動式的運作架構如圖 2 所示。

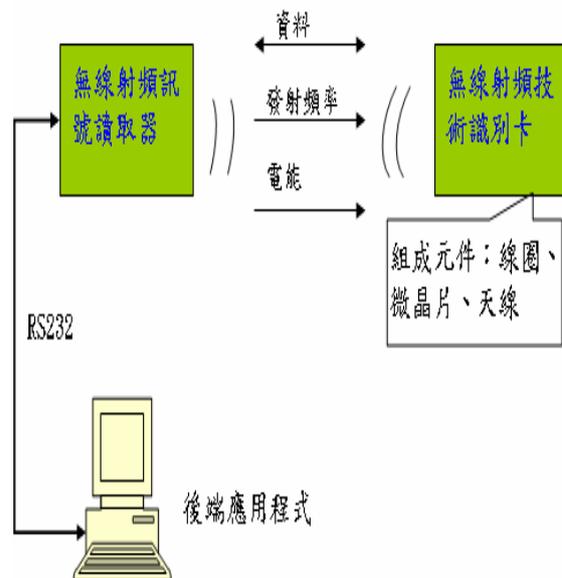


圖 2：被動式無線射頻技術識別卡運作圖

在圖 2 中無線射頻技術識別卡會接收無線射頻訊號讀取器所傳送之能量，將其轉換為無線射頻技術識別卡內部電路操作所需之電能，因此不需外加電池即可運作，並具有體積小、價格便宜以及壽命長等優點；不過其記憶容量較少、接收距離短，且缺乏重新寫入之能力為其缺點，以致於應用面上較受限制，目前僅主要運用於倉儲物流業。而主動式晶片通常藉由內部電池提供其內部電力來源，由於記憶容量較大且可反覆寫入資料，因此應用層面較為廣泛；但體積較大、電池需要更換以及價格較為昂貴為其缺點。目前射頻無線辨識技術運用於醫療院所上，幾乎都是使用主動式晶片，用來偵測病人的所在位置。

發射與接收天線為射頻無線辨識技術傳送與接收資料的途徑，無線射頻訊號讀取器欲讀取無線射頻技術識別卡時，會先發射帶有穩定頻率的交流訊號，從天線端發射出去，而無線射頻技術識別卡天線是由環型天線所組成，該天線無方向性可從各種角度接收訊號。只要無線射頻技術識別卡在無線射頻訊號讀取器發射的有效範圍內，當其能量足夠時，就會開始回傳資料至無線射頻訊號讀取器當中 [6]。

表 1 為主動式晶片與被動式晶片各項特性之比較表。

### 三、現有醫療院所射頻無線辨識系統運作模式

表 1：無線射頻技術識別卡之特性比較

晶片類型 比較項目	主動式 RFID 晶片	被動式 RFID 晶片
標籤電力來源	識別卡內部	讀取器提供
標籤電池	有	無
電力效益	持續	僅在有讀取器的範圍內
標籤訊號強度需求	低	高
標籤距離	超過 100m	3~5m，通常更短
資料儲存	超過 1MB，可重覆讀寫	128bytes，讀寫僅限一次
標籤體積	大	小
價格	昂貴	便宜

圖 3 是目前某南部醫學中心所建置的射頻無線辨識系統之架構。

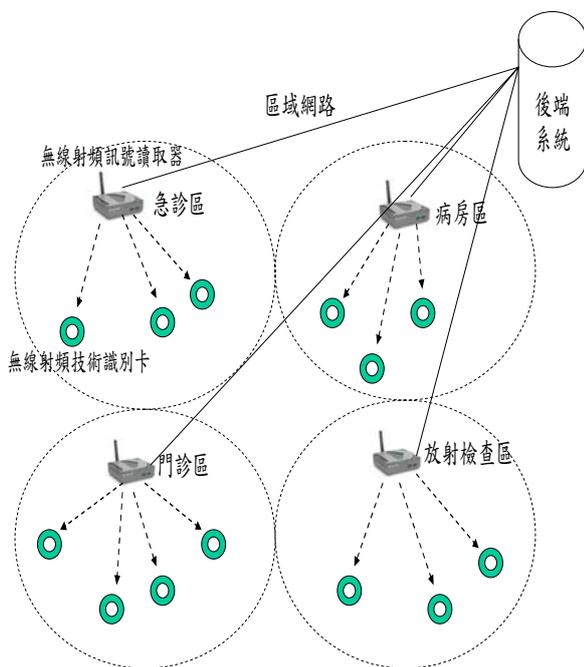


圖 3：現有醫療院所之 RFID 系統架構

由圖 3 中可知，該院所將射頻無線辨識系統的環境分為四大區域，分別為急診區、病房區、門診區及放射檢查區。每一個區域由一部無線射頻訊號讀取器負責接收該區域的無線射頻技術識別卡所放射出的訊號，並透過後端的接收程式去取得所

辨識到的資料，用以掌握病患動向與病患的資訊。圖 4 是目前射頻無線辨識系統無線射頻頻率的收發原理。

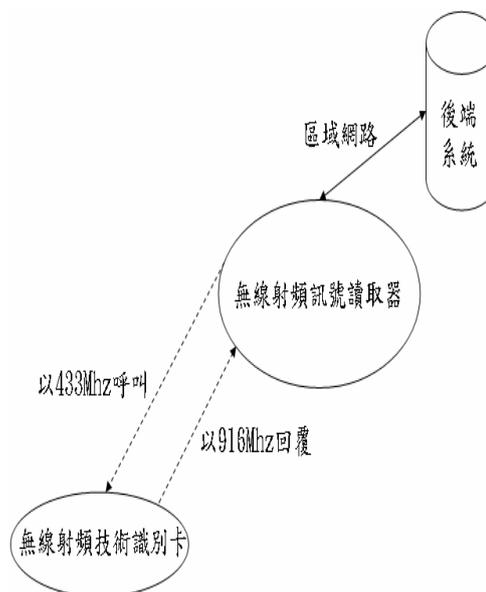


圖 4：RFID 系統無線射頻頻率收發原理

目前政府已針對射頻無線辨識系統所使用的頻率區段加以規範。如圖 4 中所示，無線射頻訊號讀取器以 433Mhz 的頻率去呼叫無線射頻技術識別卡，識別卡收到後用 916Mhz 的頻率回傳給無線射頻訊號讀取器。此頻率的訊號範圍很廣，可達半徑 85 公尺以上。一部無線射頻訊號讀取器目前同時最大定位數可達 10 個無線射頻技術識別卡[3]。

關於現有醫療院所 RFID 的架構，需往幾個方向去探討：

- 一、是否能達到院內的需求；
- 二、病患被定位的區域是否精準，以及是否有定位不到的情況發生；
- 三、是否能減少訊號花費的成本，及減少系統呼叫上的延遲。

以現有架構來看，將射頻無線辨識系統運作區域分成數個部分，每個部份由一部無線射頻訊號讀取器負責接收到達該區域的無線射頻技術識別卡訊號，也就是說每個區域的管轄範圍高達半徑 85 公尺以上。以此目前架構，系統所能定位到病患的位置，只限於在某個大區域(半徑 85 公尺內)，無法精確得知病患的所在位置。

例如如圖 5 所示，如系統欲找尋病患張三的位置，系統將回報只知張三位於病房區，然而病房區如此之大，如真要找到該病患，也需要費一番功夫。不僅如此，現有射頻無線辨識系統是採用全體傳呼(All Paging)的方式傳呼用戶，也就是搜尋一病患時所有的區域都會廣播，所以傳呼訊號成本，會隨著傳呼的人數增多而大幅增加。

#### 四、改良式射頻無線辨識系統

針對目前射頻無線辨識系統運作的一些缺點，本研究提出一個有別於現有射頻無線辨識系統的架構，希望能針對現有系統的某些缺點加以改進。

本研究首先結合了現有行動通訊系統的階層式架構的優點[9][10][11]，將其導入於射頻無線辨識系統當中。例如可將上述例子中醫院所內的四個區域，分別視為四個位置區域，分別為急診區位置區域、病房區位置區域、門診區位置區域、以及放射檢查區位置區域。每個位置區域再切成數個細胞區塊(Cell)，每個細胞區塊由一部定位器(Field Generators, FG)負責。定位器是由一高感度無向性天線所組成，內有一精密可微調之可變電阻，可以依需要改變其接收區域範圍，且其價格要遠較讀取器便宜許多。因此無線射頻技術識別卡的搜尋不再是透過無線射頻訊號讀取器直接搜尋而是透過定位器來完成，因此讀取器的角色便只單純的作訊號接收的工作以及資料寫入無線射頻技術識別卡的工作。而每個位置區域由後端系統上的一部快取資料庫主機(Cache DB)負責該區域的現有識別卡資訊之存放，如此可分散並加快系統處理資料的速度。而運用多部定位器分散傳呼所屬定位區的識別卡，如此符合射頻無線辨識系統的多天線設計，在病患定位上能更精確的得知病患的所在位置。圖7為每個位置區域含四個細胞區塊的RFID階層式架構圖。

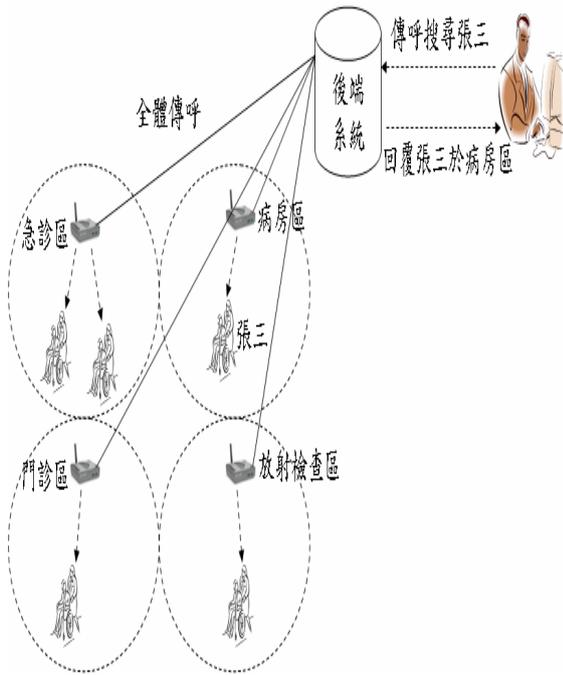


圖 5：RFID 系統傳呼模式

而現有無線射頻訊號讀取器同時間內最大的定位數量為 10 個無線射頻技術識別卡，超過第 10 個之定位呼叫則將先進入無線射頻訊號讀取器的緩衝區，等待下一時槽再進行處理。且無線射頻技術識別卡的回傳訊息越快者，也就是越接近讀取器的識別卡將優先被處理，如此會隨著識別卡數量的增多，系統延遲處理的情形會更加的明顯。如圖 6 所示。

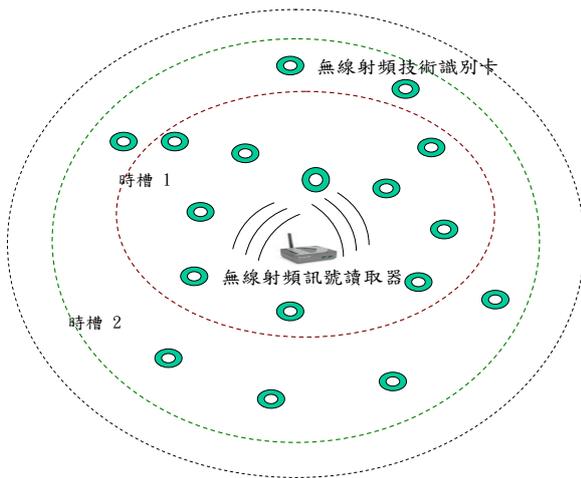


圖 6：現有 RFID 系統搜尋無線射頻技術識別卡模式

在時槽 1 時只能處理最接近無線射頻訊號讀取器的 10 張識別卡，其餘的就必須等到時槽 2 時才能再進行處理。

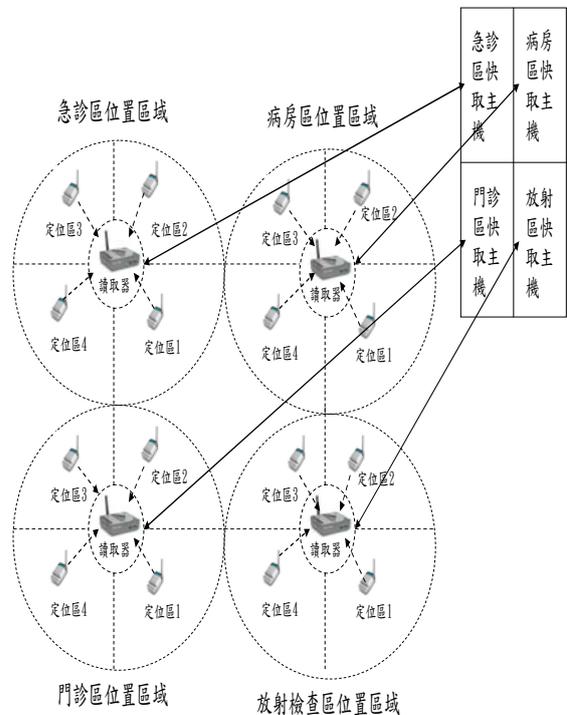


圖 7：階層式 RFID 系統架構

圖 8 表示階層式射頻無線辨識系統下的訊號接收運作原理。

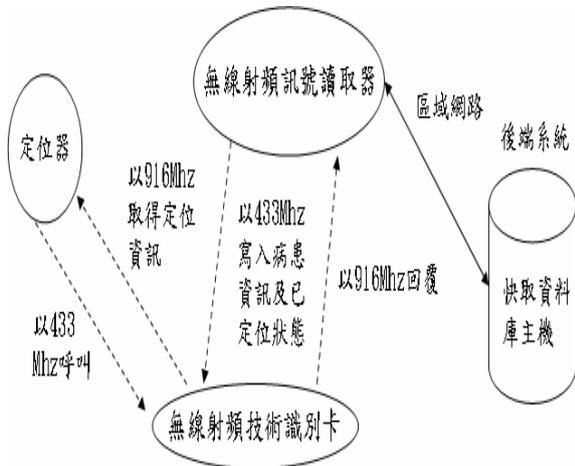


圖 8：階層式 RFID 系統下的訊號運作原理

在圖 8 中，定位器會發送 433 頻率去呼叫位於該區域內所有的識別卡，當識別卡收到來自定位器的呼叫時便以 916 頻率回傳該識別卡上的定位狀態資訊給定位器，如定位器發現該識別卡已經定位，定位器便再送一訊號給識別卡，通知其不回覆訊息給讀取器；若定位器發現該識別卡尚未定位，定位器便送一訊息給識別卡，通知其主動回覆訊息給該區域位置的讀取器。識別卡也是透過 916 頻率將其相關訊息回覆給讀取器，識別卡所回傳的訊息包含有識別卡本身的編碼及其所在定位器的編碼以辨別該識別卡目前所在的定位區。當讀取器接收到來自識別卡的訊息後，便將該識別卡編碼資訊及所在定位區資訊寫入後端的快取資料庫主機，並根據該識別卡編碼對應後端的系統編碼以取得該識別卡所對應的相關病患資訊，並透過讀取器將相關的病患資訊及已定位狀態訊息透過 433 頻率回寫入識別卡上。由於可將定位器呼叫的範圍設定較小，因此以定位器進行呼叫無線射頻技術識別卡用戶的動作能更精確的得知用戶目前的所在位置。而且定位器同時間最大定位無線射頻技術識別卡的數量也是 10 個，但由於一個位置區域可分為數個細胞區塊，由各自的定位器同時加以定位，因此其位置區域一次最大的定位數將遠超過 10 個，且多數已定位的無線射頻技術識別卡不再通知讀取器處理，如此系統不會因為太多識別卡而造成讀取器的延遲處理。因為定位器已事先過濾識別卡的定位狀態，只有未定位狀態的識別卡才會通報其主動回覆訊息給讀取器，如此可減少後端快取資料庫主機寫入訊息的空間。而原架構中同一個位置區域只有一部無線射頻訊號讀取器，且一次最大只能定位 10 個用戶，因此用戶數量一多容易造成系統的延遲處理。因此本研究所提的架構將有助於分散搜尋，以能有效的降低訊號傳呼的延遲。

例如如圖 9 所示，假設該定位區共有 16 個用戶需要被定位，由於其超過 10 個用戶，因此原來架構至少需要花費 2 個時槽讓系統處理，如透過分散式搜尋的結果將只需花費較少時間就可達到目的。

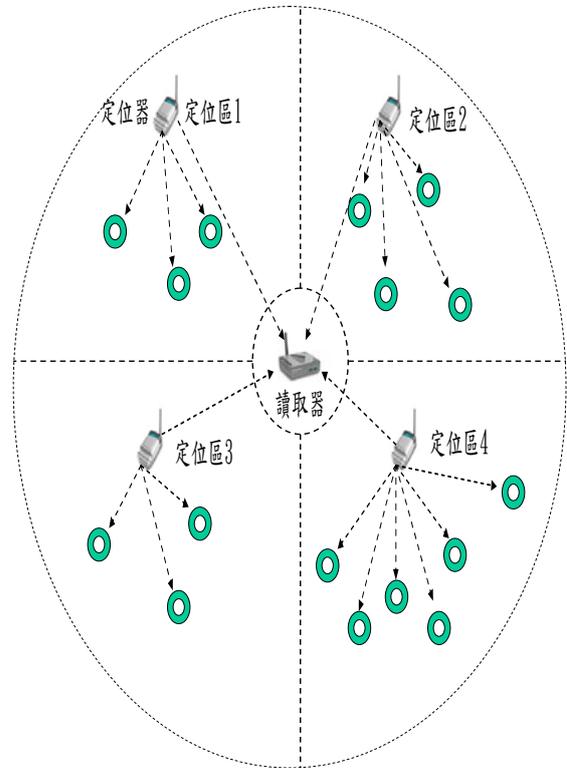


圖 9：分散式搜尋定位

## 五、系統動作原理

每個無線射頻技術識別卡都有其專屬的裝置編碼(Tag ID)，且其裝置編碼是唯一性的。當病患來到醫院掛號時，首先將病患的病歷號碼對應到系統所屬的射頻無線辨識系統編碼，而系統編碼則會對應到無線射頻技術識別卡的裝置編碼表，如此讀取器所接收到的無線射頻技術識別卡裝置編碼資訊便可以透過系統來對應所屬的病患病歷號碼。當一病患掛號後在還未讓任何一定位器定位到之前，該病患的系統狀態都是未定位；而在定位後無線射頻訊號讀取器會寫入無線射頻技術識別卡相關病患的資訊及已定位的狀態資訊至病患所佩帶的識別卡上。其相關動作原理如圖 10 所示。

接著當一病患掛號完成，準備前往進行其醫療程序時，其未定位的狀態在病患進入第一個定位區時，將記錄病患所在位置於第一個定位區所屬位置區域的系統快取資料庫當中，除非病患移動至另一個位置區域，否則不再重複定位，以節省訊號傳呼



1, 系統將對位置區域  $B$  這個區域做搜尋動作。

## 五、實驗環境與驗證

本研究的實驗硬體部份採用奈訊公司出品的無線射頻訊號讀取器(型號:PTA9201R)、定位器(型號:PTA9201FG)及無線射頻技術識別卡(型號:PT9201T)作為實驗的設備。因無線射頻訊號讀取器本身為 RS232 介面,所以必須透過一仲介(Gateway)程式做為所接收資料與資料庫間的橋接。定位器本身則透過無線射頻訊號讀取器回寫給識別卡的定位資訊,來驗證該無線射頻技術識別卡是否已定位過。所需之硬體設備及連結如圖 13 所示。

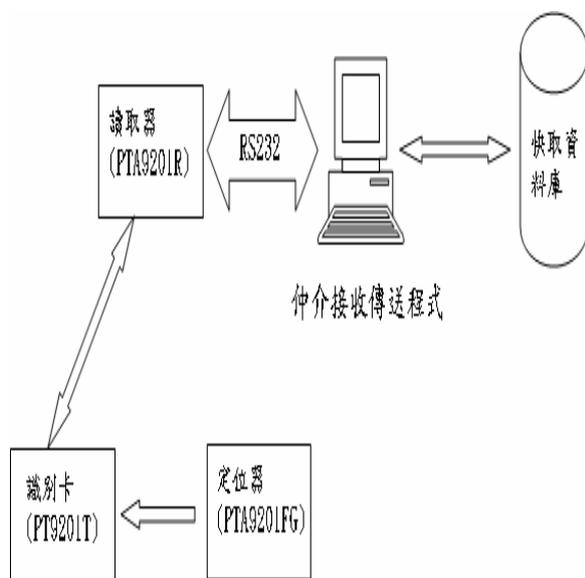


圖 13：硬體設備及其連結

在圖 13 中,定位器會呼叫該區域所有的無線射頻技術識別卡,並通知其主動回覆給所指定的無線射頻訊號讀取器。此外本研究也將設計一仲介主程式,負責接收讀取器所傳來的識別卡裝置編碼、所在定位區位置資訊及傳送該識別卡裝置編碼至後端快取資料庫中。其也將所對應的病患資料回傳給讀取器以寫入到該識別卡上。

仲介接收傳送程式是使用 Microsoft VisualBasic.NET 2003 撰寫,其原因除了該軟體開發環境為圖型化視窗程式外,更重要的是其提供 MSComm (Microsoft Communication) 通訊控制物件與 ADO (ActiveX Data Object) 物件。

實際地透過定位器偵測該所屬定位區的識別卡狀態,並視其定位狀況通報給讀取器讀取該識別卡資料。透過實驗驗證確實可大幅減少系統處理識別卡傳呼訊號的時間及大幅減少資料庫儲存資料的

空間,且透過定位器將各位置區域偵測的範圍縮小,可以更精確的得知識別卡所在的位置。

## 六、結論

射頻無線辨識系統是一個新興的科技,也是目前最炙手可熱的產品,它的應用層面非常的廣泛,但是對醫療作業的應用來說,確只是剛起步的階段,如何用它來提升醫療品質及改善醫療安全,相信是很多人努力的目標,畢竟一個以物流供應鏈為主要發展的產物,將其導入至醫療作業上,確實是有其相當困難性的,尤其在於傳呼訊號成本浪費的問題上更加的明顯。例如要增加病患定位的準確性就必須要增加無線射頻訊號讀取器發送的頻率次數,如此的話,以主動式無線射頻技術識別卡晶片上的電池,沒多久的時間一定耗光,且資料庫的傳呼訊息記錄更為驚人,相當耗費訊號傳呼成本以及資訊儲存空間。所以目前建置射頻無線辨識系統的醫療院所,所耗費的建置及維運成本都相當的高。

鑒於如此,本研究提出的改良式射頻無線辨識系統架構,能對於現有系統上定位不夠精確快速、訊號延遲傳送及訊號傳輸成本浪費的問題提出一解決方案,希望透過本研究的貢獻能帶給往後系統開發者一個參考的方向。

## 七、誌謝

作者特別要感謝高雄榮民總醫院楊宗龍醫師及陳為忠放射技師給我們關於醫療資訊及觀念上的指導,以及提供研究所需的設備、資料與環境。作者也要感謝國科會經費贊助本研究,計畫編號為 NSC94-2213-E-390-005。

## 八、參考文獻

- [1] 王德忠,“IT 應用新革命”,RFID 特刊,開放時代通訊社,pp.8-44,2004.
- [2] 周湘琪譯,“RFID 技術與應用”,旗標出版社,日經 BP RFID 技術編輯部編,pp.69-82,2004.
- [3] 奈訊科技股份有限公司,“低功率射頻追蹤系統”,技術報告,pp.6-25,2004.
- [4] 曾慶元,“射頻辨識系統於急診流程之應用”,中原大學醫學工程研究所,碩士論文,2002.
- [5] 張慈映,“無線射頻辨識技術(RFID)在無線網路上的應用”,產業論壇期刊,Vol. 1, No. 6, pp.1-4,2004.
- [6] 溫榮弘譯,“無線通訊技術與 RFID”,全華科技圖書公司,pp.45-87,2004.
- [7] K. Finkenzeller, “Radio-frequency

- identification fundamentals and application”, RFID HandBook, John Wiley & Sons, New York, pp.24-36, 1999.
- [8] D. Jeong, Y. G. Kim and H. Peter, “SA-RFID situation-aware RFID architecture analysis in ubiquitous computing”, The 11th IEEE Asia-Pacific Software Engineering Conference, Vol. 54, No. 5, pp.1-2, 1999.
- [9] G. L. Lyberopoulos, J. G. Markoulidakis, D. V. Polymeros, D. F. Tsirkas and E. D. Sykas, “Intelligent paging strategies for third generation mobile telecommunication systems”, IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 44, No. 3, pp.543-553, 1995.
- [10] D. Plassmann, “Location management strategies for mobile cellular networks of 3rd generation”, IEEE Vehicular Technology Conference, Vol. 10, No. 4, pp.649-653, 1994.
- [11] C. Rose, R. Yates, “Minimizing the average cost of paging under delay constraints”, ACM/Kluwer Wireless Network, Vol. 1, No. 2, pp.211-219, 1995.
- [12] T. M. Tsai, J. T. Liu and Y. J. Hsu, “MiCARE context-aware authorization for integrated healthcare service”, Journal of Taiwan Medicine, Vol. 6, No. 2, pp.1-5, 2003.