

RFID 應用於人員定址及出入管理之研究-以健檢控管為例

陳柏均^{a*}, 邱瑞科^a, 葉又誠^a, 王心怡^a, 劉美志^a

^a 輔仁大學資訊管理學系

*通訊作者：陳柏均, carlos77373@gmail.com

摘要

本研究即從提高健檢服務品質為目標，以如何利用資訊科技的輔助來加速健檢流程的管理與控制，特別是人員定址及出入檢查室管理、降低人為錯誤的發生、提高顧客滿意度、避免醫療資源浪費等目標為切入點進行研究。

健康檢查流程很大的一個問題之一即是自動化不足且即時資訊不夠流通，傳統健檢流程必須人工手動安排，即透過紙本資料查詢每位受檢者必須進行的檢查室，再與這些檢查室目前的使用情況比對，來決定受檢者應該至哪間檢查室接受檢查，以此方法不斷的手動進行排程，除了耗時、不精確之外，更造成了醫療資源的浪費，容易形成「受檢者與檢查室同時在互相等待」的情況。會有上述的情況發生，原因在於健檢中心無法及時得知每間檢查室的即時資訊(如是否使用中、估計剩餘時間等)、受檢者的即時資訊(如位置、是否完成檢查等)，更要人工比對每位受檢者的檢查項目與每間檢查室的檢查項目，因此本研究希望利用無線射頻技術(Radio Frequency Identification, RFID)技術做為即時資訊蒐集的接收媒介，進一步應用做為健檢流程中即時資訊分享的起點，進而改善上述問題。

此外，由於健康檢查牽涉健康醫療相關，除了要求過程流暢、快速外，對於品質更需要有進一步的嚴格把關。透過 RFID 的導入加速健檢中心的自動化，更能有助於減少人為疏失的產生來提升整體服務的品質。簡言之，本研究主旨即在於利用 RFID 的即時性、耐污性、非接觸性、可辨識性等特徵來為健檢中心規劃一套完整流程控管系統，嘗試將各種 RFID 的應用融入於健康檢查的流程中。

關鍵字：健康檢查、無線射頻技術、位置感知、室內定位、排程控管

壹、前言

隨著時代的進步，人們的生活不再像是以往農村生活般的規律與節儉，外食與睡眠時間不正常都讓現代的人們更有機會罹患高血壓、癌症...等，許多文明病的產生更讓現代人更加注意自己或家人們的身體健康狀況，人們生活水準日益提升，定期自我健康檢查的人口逐年增加，參加健康檢查不再是一項奢侈的消費，所以健康檢查也逐漸受到人們的重視。

健康檢查的目的，在於疾病「早期發現、早期治療」，並強調「預防勝於治療」的觀念。但是健康檢查的流程都需要耗費一至三天的時間才能完成，包括從預約到健檢以及拿到完整的健檢結果。這些都是需要許多人力一把關，以確保檢查項目正確，檢查結果與受檢民眾相符合。

健檢民眾所要執行的檢查，必須透過醫護人員來掌握每一檢查室的進度，同時監控健檢民眾本身所要檢查的項目內容。但健康檢查所要進行的項目並非侷限在一處，因此醫護人員需費心費力地掌控每一環節，以避免民眾因等候時間太長而造成身心俱疲的現象。而這部分也是讓許多民眾望之卻步的原因之一，在於健檢所花費時間過長，健檢流程管控缺乏效率，有許多時間是浪費在等待他人受檢，導致讓受檢者普遍覺得服務品質有待改善。

本研究即嘗試整合各無線射頻技術(Radio Frequency Identification, RFID)的運用來協助健康檢查流程的改善，透過 RFID 的相關應用解決在健檢流程中資訊不夠流通而造成受檢者不夠滿意、醫療資源的浪費等等問題，特別是室內定址的部分，讓健檢中心能即時掌握每位受檢者的行蹤所在，搭配系統所給予的即時資訊來進行最有效的排程控管。

貳、文獻探討

RFID 近年來是非常引人注目的技術之一，各國紛紛投入研究，希望在各領域創造殺手級的應用，藉以提高產業的效率，除了在零售業之物流系統的應用之外(例如 Wal-Mart)，目前最受重視的領域就是醫療健康照護產業。

郭景桓等[1]研究指出目前醫療院所資訊化的最大瓶頸是無法及時且正確地掌握醫療人員、病患、藥衛材等物件的名稱、時間、地點等資訊，以致於醫療資訊系統無法正確地整合資訊流和物件流，進而難以真正發揮資訊系統的統計分析、決策支援等功能。透過 RFID 使物件管理具智慧化，並可提昇流程管理之自動化，並可提供直接且連續性的病患照護和相關藥衛材之識別、定位與追蹤功能，有效協助醫療院所藉由有效管理醫療流程，因而提升醫療品質、降低醫療錯誤、協助醫療資源最佳化，並提升醫療照護的效率與效能，以建構病患安全為中心之健康照護環境。

陳東甫[2]等的研究提到國內其他醫療院所對 RFID 的先導應用案例，包括三軍總醫院用於急診室、開刀房病人的識別及新生兒辨識；彰化秀傳醫院用於人員追蹤、溫度感測也應用於老人照護上；台北萬芳醫院同樣應用於急診室、藥品管控。而台北和信醫院則是應用在人員追蹤、藥品管控、門禁管控；北醫附設醫院除了應用於人員追蹤、開刀房手術部位之外，也應用於藥品管控、資材管理、新生兒辨識。

所謂健康檢查(health examination)是指在沒有症狀時做一些篩檢性的檢查，以期能發現一些不利於健康的狀況，早期發現，早期治療，以達到增進健康之目的[6]。將 RFID 科技應用於健康檢查流程改善之研究及應用方面，國內學者江家德[3] 研究依據國際標準 EPC Global 組織制定的標準 EPC Network 開發一套改善健檢醫療流程之 RFID 中介軟體(Middleware)，並整合在醫療院所健康檢查中心之設備中使用，因而提昇健康檢查系統運作之效率。此外，此一研究並考量 RFID 技術與醫院資訊系統資料庫彼此之間的關連性，以期達到健檢流程即時掌握以及精簡醫務事項，最後透過網路服務方式能跨醫療院所取得受檢者之簡易健康檢查報告摘要等成果。

參、系統建立

一、系統建置目標

本研究與永耕健檢中心合作，暫以其提供的資訊做為背景知識來源，所設定的目標為以 RFID 技術支援健康檢查流程的進行，以達到(1) 改善檢查流程之效率與品質；(2) 降低受檢者等待時間，提升服務滿意度；(3) 減少人為疏失；(4)避免醫療資源浪費以至於最後能(5)提升企業價值的五大目標，也期望能藉由新技術的引進提升健檢中心對於受檢者所能帶來的最大價值。

二、問題描述

健康檢查最大問題是要規劃每一位受檢者在某時間點在哪間檢查室接受哪位檢驗師的檢查(即所謂的排程，是組織的過程，設備選擇和時間資源使用來包含所有必須的活動，在期待的時間內以完成所有的工作，並且排程的目標是能夠規劃出有效率、有效的使用資源和讓系統表現更好的排程[7])，傳統健檢中心主要問題在於「分組帶領人員拿著一堆紙本的受檢者資料，然後逐一唱名或尋找所負責的受檢者，詢問各檢查室的使用情況，比對之下人工規畫每個受檢者的檢查排程後，再帶領每個受檢者進行不同檢查」的情況，上述情境很明顯的即為資訊(如受檢者的所在位置、檢查室的使用情況、每位受檢者應該進行的檢查項目等)缺乏即時傳遞分享的管道，做出的排程決策往往造成受檢者等待時間加長、醫療資源閒置的浪費。除了排程的問題外，由於每位受檢者所進行的檢查項目與檢查時間不盡相同，分組帶領人員必須至各處找尋所負責的受檢者，也無法即時得知目視範圍外的受檢者已完成某檢查而需進一步協助。

另外醫療相關產業由於牽扯到生命健康相關，也面臨到必須盡可能降低人為疏失的問題，如特定區域門禁管制、檢體與受檢者正確配對、受檢者與檢查項目正確配對、醫療人員使用相關設備的權限控管、檢查結果正確輸入等，皆為健檢中心必須盡量避免疏失之處。

三、系統架構

本系統規畫的主要資料來源即為佈署於各處之 RFID reader，健檢中心人員可透過 PC、PDA、Kiosk 等媒介存取相關資訊，特別是負責帶領各組進行檢查的人員，可利用隨身攜帶的 PDA 查詢即時資訊，幫助其帶領受檢者。而透過 RFID 所蒐集到的資料，如檢查時間、等待時間等也可供其他如商業智慧、資料採礦、自動排程軟體等來作進一步的應用，如受檢者等待時

間、設備閒置時間等比較，作為流程改善基礎。應用情境如 Figure 3.1 所示。系統內部則由即時資訊分享、身份辨識兩大子系統構成，各子系統主要功能與目的如下(架構圖見 Figure 3.2)：



Figure 3.1 系統應用情境示意圖



Figure 3.2 系統架構圖

1. 即時資訊分享

(1). 即時定位

在人員定位方面，由於受檢者會到處移動，以至於負責帶領的健檢中心人員很難掌握其行蹤，透過即時定位可讓健檢中心人員掌握所負責之受檢者位置，並在其完成單項檢查時立即得知並前往受檢者所在之區域，以繼續帶領受檢者進行下一檢查項目，目的在於簡化健檢中心人員找尋受檢者的過程、縮短整個檢查流程、減少顧客等待時間。在儀器定位方面，透過RFID可得知健檢中心內相關檢查儀器所在，特別是針對於可移動性檢查儀器，藉以有效調度使用，增加檢查儀器的使用效率，並達到醫療資產的有效追蹤管理。

(2). 各檢查室即時資訊記錄

系統可蒐集各檢查室的即時資訊(如是否在進行檢查、是否有檢驗異常狀況、預估檢查時間與剩餘時間等，如 Figure 3.3)，與即時定位同時顯示於負責帶領各組的人員之 PDA 上，可協助其調配所負責之受檢者的排程，若搭配有自動排程系統，則即時資訊分享可做為彈性化手動修改的決策支援之用。當帶領人員要決定將某位受檢者帶入哪間檢查室時，可透過 PDA 選擇受檢者姓名，系統會將此位受檢者所需進行的項目與各檢查室所進行的項目做比對，找出必須進行的檢查室，再過濾掉已檢查過的檢查室與目前使用中的檢查室，於 PDA 上顯示此位受檢者當下可進行的檢查室(如 Figure 3.4)，若當下無可進行的檢查室，帶領人員也可透過檢查室的預估剩餘時間來判斷要讓受檢者等待何間檢查室。若有搭配自動排程系統，分組帶領人員可透過自動排程系統於 PDA 上給予的建議直接帶領，有需要手動修改建議時才查詢各即時狀態來輔助判斷。當受檢者不在健檢中心人員排入的檢查室或是系統給予的建議檢查室中，更可透過相關警示機制(如發出聲響、紅字閃爍等)告知分組帶領人員前往處理。



Figure 3.3 檢查室詳細資訊

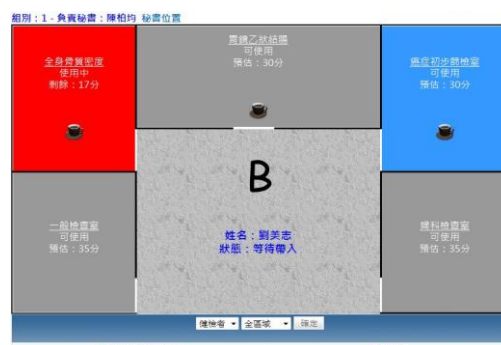


Figure 3.4 即時資訊提供示意圖，檢查室紅色為使用中，藍色為可使用，灰色為不需使用

(3). 個人檢查進度查詢：

受檢者利用所配帶之 RFID tag，於健檢中心內的公用資訊站(kiosk)查詢自身檢查進度或檢驗完成項目之初步結果，而初步結果的提供也可搭配專家系統(Expert System)給予適合的建議與說明。

(4). 異常狀況通知：

在檢查室中，若受檢者檢驗出異常，必須延長檢查時間以進一步的檢查或者是處理，護理人員可利用主動式 RFID tag 上的呼叫功能告知決定排程的相關人員或自動排程系統，以便先盡量避免將受檢者排入此檢察室等待，可省去以電話、對講機傳遞的麻煩與費時。

(5). 檢查項目更換

當某檢查室中所進行的項目有所更換時，可直接利用相對應之 RFID tag 更換資料庫中的檢查室進行項目，以便健檢中心的手動健檢排程或自動化排程的進行。

(6). 檢查時間記錄

利用 RFID 紀錄每位受檢者於檢查室中的檢查時間以計算出每間檢查室的檢查時間估計值，當資料量越多時將會越準確，可做為流程改善與排程控管之依據。

2. 身份辨識

對於受檢者而言，身份辨識目的在於避免受檢者誤入檢查室、檢驗結果與受檢者配對錯誤、採集之檢體與受檢者配對錯誤，以採集檢體(如血液、尿液、糞便等)為例，傳統健檢中心的做法即為在盛裝檢體的容器上貼上條碼，除了必須接觸式辨識，更容易在採集的過程中遭受到檢體的汙染造成難以辨識，因此若能利用 RFID 非接觸式與耐污性的特性，則可避免此一問題，也更有助於檢體的採集、儲存、運送、檢測、結果輸入等流程的自動化控管。應用於健檢中心人員則可做為醫療器材與資訊系統使用之權限控管。上述應用因採用非接觸式的 RFID，可加速相關流程的進行與提高準確率，避免人為疏失的產生。

肆、 定址方法

在本研究中，即屬以 RFID 訊號範圍限制做為位置感知的方法為較創新之應用，其餘較屬於以 RFID 做為即時資料獲取與溝通媒介的現存相關應用，因此本研究說明先著重於定址方法的研究與探討。

一、 需求說明

以 RFID 進行室內定位而言，若要達到精確定位，其實作上有一定的困難度且所需投入的成本相對要高的許多。困難點在於，室內環境擺設複雜、精密度要求較高，包含訊號強度擷取、RFID reader 應要如何擺設以提升系統定位的正確性、如何經由推估的方式而降低定位系統的建置成本等[5]。就成本面估算，若要進行精確定位，採用最基本的三點定位法，每一單位空間至少需要三台 RFID reader，假設若一健檢中心有 20 間檢查室，粗略估計檢查室所需的 RFID reader 數量至少就需 60 台(20×3)，再加計公共空間，所需 RFID reader 數量更多，要達到精確定位，需投資一筆不小的成本。然而，回歸至健康檢查的定位需求來評估，其實只要能定位出受檢者再那一檢查室或那一活動空間就已經足夠了，不見得要做到精確定位，因此本研究的定位方法精確度只有到受檢者在那一活動空間中，並沒有精確到受檢者再哪一個點上，此種方式也能減少成本至原先所需的三分之一甚至更少，也提供了室內定位中精確定位之外的另一種概念與想法，做為在成本與精確度考量取捨下的另一套解決方案。

二、 定位方法簡述

(一) RFID reader 佈署說明

本研究規畫以主動式 RFID reader 佈署於健檢中心公共區域，採指向性天線，在未使用指向性天線前，RFID reader 訊號範圍為 360 度球體(如 Figure 4.1 所示)，在採用指向性天線後，訊號範圍則縮減為 90 度(如 Figure 4.2 所示)，各檢查室內則使用兩用式 RFID reader。佈署後健檢中心內各 RFID reader 訊號範圍如 Figure 4.3 所示，公共區域可視大小增減 RFID reader 數，由於水泥隔間可使訊號強度大幅減弱，訊號重疊部分可用比較強度法判別。

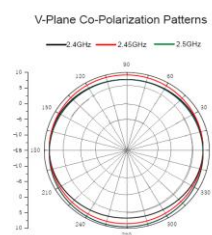


Figure 4.1 全向性天線

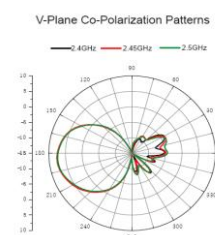


Figure 4.2 指向性天線

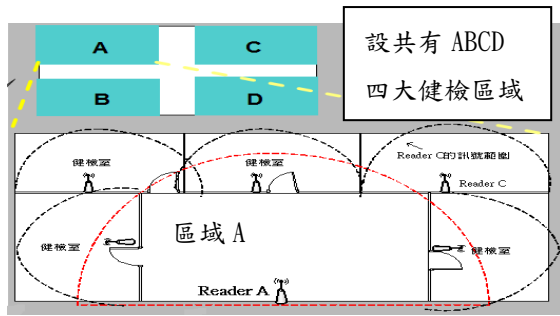


Figure 4.3 健檢中心佈署指向性天線示意圖

(二) RFID 定位系統建置

1. RFID tag 資料擷取

RFID tag 之資料儲存決策邏輯如 Figure 4.4。

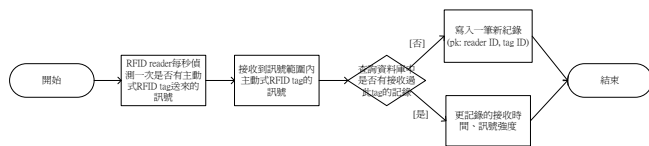


Figure 4.4 RFID reader 資料記錄決策邏輯圖

2. 定位運算

定位運算決策邏輯如 Figure 4.5。容易發生訊號重疊之處在於區域與區域間、區域與檢查室間，因此推估最多僅可能有兩台 RFID reader 同時會讀到同一 RFID tag。為了避免時間為最新的記錄非 RFID tag 所在的 RFID reader 所寫入(即 RFID tag 處於訊號重疊之處)，因此取最新兩筆資料來比較時間差與訊號強度，可避免訊號重疊問題。

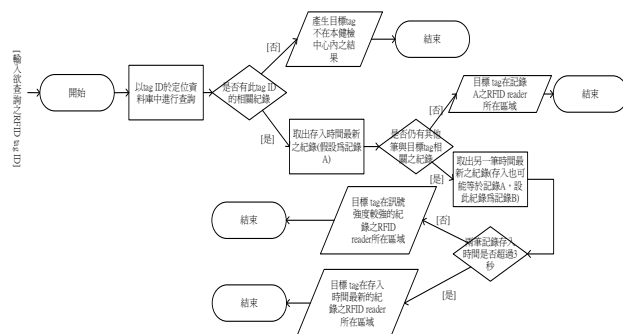


Figure 4.5 定位運算決策邏輯圖

在定位時，時間為最新的紀錄與時間為第二新的紀錄時間差小於 3 秒才比較訊號強度。實驗顯示，當人員由 RFID reader A 的偵測範圍移動到 RFID reader B 的偵測範圍，RFID reader A 大約隔 3 秒就會停止偵測到此人員。因此本定位實驗設定若兩筆最新的資料時間差超過三秒，則直接取最新筆資料當結果，不必再比較訊號強度，原因在於時間第二新資料可能是很久以

前就存入資料庫，早已失去有效性。

3. 實驗概述

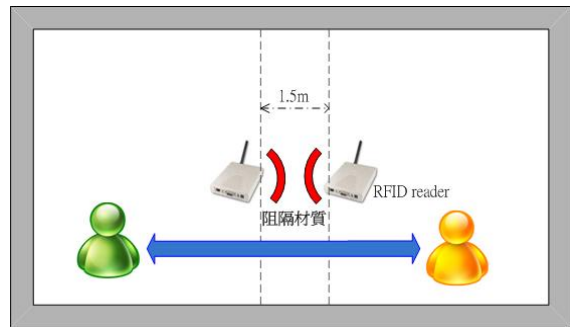


Figure 4.6 實驗測試示意圖

實際訊號重疊實驗情況如 Figure 4.6 所示，在室內空曠的環境下(若有隔間則訊號重疊問題會大大減少)，兩台 RFID reader 重疊約 1.5 公尺的範圍內較易發生無法正確判斷位置的情況，離開此範圍則判斷正確率大幅提升，原因在於阻隔材質能有效阻隔訊號強度。

伍、系統成果與效益評估

本研究規畫出一個屬於作業階層的決策支援型系統，主要目的在於提供足夠的資訊讓分組帶領人員能夠在人工排程時做出最適合的決定，盡量減少人為疏失，室內定位的部分雖然未提出嶄新複雜的方法論，但提供了一創新與整合健康檢查服務的可能性架構與高成本精確定位之外的可選擇方案，期盼透過此研究能觸發更多新科技與既有流程結合的思維，相關效益如下：

一、RFID 室內位置感知

1. 提昇流程管控之效率

透過 RFID 即時室內位置感知，健檢中心人員不再需要找尋四處遊走的受檢者，透過系統就能快速地找到受檢者們，並帶領他們在適當的時間進入適當的檢查室，提昇流程管控上的效率。

2. 門禁管制

當受檢者在錯誤的時機進入錯誤的檢查室時會出現警示訊息，使健檢中心能快速的瞭解狀況並處理。

3. 增加分組人數

通常健康檢查都採取分組作業，而受檢者們會同時在不同的檢查室檢查，因此在過去，每位健檢中心人員所帶領的人數有限，以免花太多時間於尋找受檢者，但透過本系統，能快速的掌握受檢者的行蹤，即代表每一位分組帶領人員能帶領更多的人進行檢查。

二、 即時資訊分享

1. 增加受檢者滿意度

透過即時資訊蒐集與分享，可使得分組帶領人員在手動進行排程時能獲得更多且立即性的資訊，使得其更能夠做出符合當時情況的決策，減少受檢者無謂的等待時間。受檢者也可自行查詢檢查進度，並獲得額外有效資訊，皆有助於受檢者的滿意度提升。

2. 減少檢查資源的閒置浪費

分組帶領人員由於可得知目視範圍外的檢查室即時資訊，因此可較充分有效利用健檢中心的檢查設備，避免「受檢者與檢查設備皆在閒置等待」的浪費情況。

三、 身分有效辨識

利用 RFID 的非接觸性與可辨識性來進行受檢者身分辨識，加速身分辨識的流程與準確性，可避免檢查錯人或是檢查結果與受檢者配對錯誤的人為疏失產生的糾紛。對健檢中心人員而言，透過身分辨識來達到健檢中心內使用設備權限的有效控管，除了有助於責任歸屬的評斷外，更能使人為操作疏失的機率大幅降低。

陸、 結論與限制

一、 研究結論

本研究利用 RFID 導入於健檢相關流程中，提供了(1)改善目前健檢流程進行之效率；(2)準確掌握健檢進度；(3)降低人為的疏失；(4)提供整體健檢流程的即時資訊，助於現場之流程控管的效益，以達到(1)降低受檢者等待時間，提升滿意度；(2)改善檢查流程之效率與品質；(3)減少人為疏失；(4)避免醫療資源浪費；(5)提升企業價值的五大目標。但為使本研究之系統更有成效，必須儘量與其他相關資訊系統相互配合來產生綜效，如自動排程系統、電子醫療紀錄系統或是健檢中心內原有的資訊系統，各資訊系統必須要能有效溝通合作，方能為健檢中心帶來更大的效益。

二、 研究限制

1. 尚未實際與健檢流程整合且量化考量

本研究雖有產學合作之永耕健檢中心提供豐富的資訊，系統的設計與考慮上皆依照永耕健檢中心現行作業流程考量，但實作上尚未和該中心的作業流程與其他資訊系統做結合，可能仍有許多盲點未被發現。在設計上難免較以永耕健檢中心的特性來做假設(如作

業流程與空間分布等)，很可能造成其他健檢中心在某些方面上不適用，在採用時必須審慎評估。

2. 效益評估不易

在理論上本系統由於加速了健檢中心內之資訊流通，能帶來增加受檢者的滿意度、避免人為疏失等效益，但類似上述之效益皆難以量化評估，很難作為系統持續改善之基礎。

3. 定位實驗模擬

由於研究經費及設備上的限制，本研究並未真正將某一空間佈滿運行本系統所需要的 RFID reader 來進行系統測試。因此，未來有研究單位或健檢中心欲採用此一模式，尚須考量在實體佈置時的 reader 訊號涵蓋範圍以及其佈建上之位置。

三、 未來研究方向與建議

本研究主旨為利用 RFID 與健檢流程結合(特別是定址部分)，來提升整體健檢流程效率與品質，但為達此目的除了單純的流程控管系統外，更需要其他資訊系統的整合以產生更大綜效，如文中所提到 Kiosk 中的專家系統、電子病歷系統等。另外在 RFID 定址的部分，欲以本研究提出的位置感知方法繼續深入探討，更必須利用足夠的設備與儀器對於 RFID 進行更精確且實質的測試，以建立出更科學化的模型，才能有助於實務上的推廣運用。

柒、 參考文獻

- [1] 蔡文正、郭景桓、孫培然、吳帆，整合 RFID 的跨平台醫療知識管理系統，國立中山大學，2004。
- [2] 陳東甫、邱瑞科、張銀益，無線通訊與識別技術應用於位置感知系統建立之研究，慈濟大學醫學資訊叢書，慈濟大學出版，2007。
- [3] 江家德，開發 RFID 中介軟體於醫療健康檢查之研究，國立台北護理學院資訊管理研究所碩士論文，2007。
- [4] 劉麗貞，RFID 應用於高級健康檢查流程，奇美醫訊，第75期，9-10頁，2006。
- [5] 李建斌、張復閔，RFID 室內定位挑戰重重結合 LBS 可望提供個人化導航服務，新通訊元件雜誌，第66期，2006。

[6] DiGuseppi, C., Atkins, D., Woolf, S.H., Kamerow, D.B. , Rose, A.L., Sox Jr., H.C., Grimes, D.A., Berwick, D.M. , Lawrence, R.S., Berg, A.O., Wallace, R.B., Frame, P.S., Washington, A.E., Fryback, D.G., and Wilson, M.E.H., “Guide to Clinical Preventive Service : Report of the U.S. Preventive Service Task Force, 2nd ed.”International Medical Publishing,1996.

[7] Bistline, Sr. W.G., Banergee, S. and Banerjee, A. ,“RTSS: An Interactive Decision Support System for Solving Real Time Scheduling Problems Considering Customer and Job Priorities with Schedule Interruptions,”Computers & Operations Research, Vol. 25 ,No. 11,pp.955-981,1998.