無線通訊與識別技術應用於物件位置感知系統建立之研究

陳東甫	邱瑞科	張銀益
輔仁大學管理學院資管所	輔仁大學管理學院資管學系	輔仁大學管理學院資管學系
fineness711@gmail.com	*im1004@mails.fju.edu.tw*	*im1037@mails.fju.edu.tw*

摘要

「位置感知」服務是目前在無線射頻識別 (Radio Frequency Identification, RFID) 系統的領域中最受人注目的應用，但是RFID有偵測範圍的限制，所以多應用在室內的位置感知。目前在室外監控物件主要是透過全球衛星定位系統(Global Position System, GPS)來達成位置感知的服務，可是卻需要與電信業者合作才能享有其服務，這讓我們思考是否能利用越來越密集的無線網路來傳輸物件位置。

本研究藉由配帶在物件身上 RFID 標籤晶片(Tag)，藉由或具 RFID Reader 的 PDA，辨識裝置於物件上的主動式 RFID 標籤晶片(Tag)紀錄的物件識別資料和 GPS 接收器的經緯度資料，以本系統開發的 PDA 應用程式擷取結合，並以 Wi-Fi 無線方式連結到後端地理資訊系統進行明確位置之分析，系統自動判讀物件是否異常，例如不在監控區域內或者與系統失去連結。期望能利用本研究的系統，以低成本的方式發展物件位置感知的服務，例如失智老人所在的位址。

關鍵字：無線射頻識別、全球衛星定位系統、位置感知、無線通訊。

1、前言

由於行動通訊設備技術的提高及位置感知設備普及化，使用者透過 WWW 擷取資訊不再受到時間與空間的侷限，相關的位置感知服務也因應而生[1]。

「位置感知」(Location-Awareness) 服務是目前在無線射頻識別系統(Radio Frequency Identification, RFID)的領域中最受人注目的應用，這是由於其體積小、省電、識別與無線通訊的特性，使得許多學者、專家和研究人員思考如何將其用於物件位置追蹤方面，物件透過配戴可被識別的無線裝置，使該物件的監控人員可以隨時得知該物件的位置，但 RFID 有其偵測範圍的限制，於是 RFID 多應用在室內或特定區塊的位置感知。

在室外監控物件主要是透過行動裝置結合全球衛星定位系統(Global Position System, GPS)的接收器以取得使用者所在位置資訊，並結合相關位置資訊服務，即時提供使用者所需資訊，以協助其完成任務[2]，通常需要與電信業者合作，透過全球行動通訊(Global System for Mobile Communication, GSM)的傳輸才能享有其服務，這讓我們開始思考除了 GSM 外，是否能利用目前越來越密集的無線網路來來傳輸。

1.1、研究動機

如果 GPS 的資訊能透過無線網路的傳輸，勢必能降低位置感知服務所需的成本，並且能夠提升位置感知服務的方便性。透過位置感知的特性，我們可以對需要即時察知位置的物件進行監控，但是在室外利用 GPS 來接收物件目前的經緯度位置外，還需要另外的技術來辨識物件的身分與資料，於是結合 RFID 除了能夠提供物件辨識的功能外，也能利用 RFID 的室內定位能力彌補 GPS 在室內定位不足的限制。

如何能讓位置感知達到最大範圍的服務，換言之，除了室內可使用傳統 RFID 的監控外，在室外也可做到相當大範圍的物件監控服務，如果應用在物件管理、資產追蹤上，可有效提高資產管理的品質，還可大大減低傳統監控所需的成本和人力。也可應用在人員監控上，例如醫療產業中對失智病患的照護服務，可減少照護的成本和病患的走失率等。

1.2、研究背景

基於上述研究背景和動機的考量，本研究希望開發出

一個可提供物件定址、識別功能的物件監控服務之資訊系統，擬利用 RFID 與 Wi-Fi 等無線傳輸技術，搭配 GPS 並將此位置資訊對應到後端的地理資訊資料庫。透過 GPS 接收器，系統可自動收集物件的位置資訊，使監控人員可隨時透過網際網路，以瀏覽器來查看物件的最新位置，而當物件失去聯繫時，系統也會主動偵測並發出警示異常狀況，使監控人員不必時時刻刻都透過監視螢幕才能追蹤物件。本系統也將會自動記錄物件之移動狀態和位置途徑(Location Path)。

2、文獻探討

2.1、無線射頻辨識系統

無線射頻識別系統（Radio Frequency Identification，簡稱 RFID)。它雖然不是近日才發明的技術，近年來在 Wal-Mart[4]、Tesco、美國國防部大力倡議推動下，已在全世界興起一片應用的熱潮。而最近 RFID 最受人注目的則是在位置感知(Location Aware)上的應用[3][6]，因此本研究思考如何將 RFID 位置感知的特性應用在物件監控上。

RFID 系統可分為三部份組成，第一部份為使用端所持有的 RFID 標籤(Tag)卡片，第二部份為可固定式或可攜帶式的系統管理端的讀卡機(Reader)，它可針對 RFID 系統的標籤資料進行讀取並進行判讀、比對及分析。第三部份為發射與接收天線(Antenna)，發送無線訊號以活化 Tag 卡片並且對標籤進行讀寫動作。

標籤又可分為主動式標籤與被動式標籤，兩者差異在於主動式標籤透過電池主動傳送訊息，因此傳輸的距離較長，但設計較複雜、體積大且價格相對較高。本研究考慮到物件在室外的監控，因此需要使用的是主動式的標籤。

2.2、全球衛星定位系統

全球衛星定位系統(Global Position System，簡稱 GPS)，為美國國防部為軍事上定位及導航目的所發展，是目前應用最廣泛的室外定位系統，使用二十四個衛星在 55 度仰角差的六個軌道上，離地表約 20200 公里，旋轉週期十二個小時，它的定位精確度與衛星數目有關。

GPS 的運作原理是以 GPS 接收器藉由接收軌道上運行的衛星訊號，計算接收時間與衛星發出訊號之時間差，以此時間差推算出距離，再以三角定位法對行動端進行定位運算，其精準度約在 5 到 40 公尺，但其必須與衛星保持 LOS(Light of Sight)才可進行定位服務，故無法在室內環境進行定位服務。

GPS 訊號從衛星發射到接收器的過程中會受到許多因素之影響，造成距離量的誤差。目前主要可以影響 GPS 精準度的來源有電離層延遲誤差(Ionosphere Delay Errors)、對流層延遲誤差(Troposphere Delay Errors)、多路徑效應誤差(Multi-Path Errors)、接收器誤差(Receiver Errors)[5]。

2.3、地理資訊系統

地理資訊系統（Geographic information System，簡稱 GIS)，是一套可以整合各項相關地理資料的資訊化作業系統，其架構於一完整豐富的地理資料庫之上，並具有資料擷取、編修、更新、儲存、查詢、處理、分析及展示等不同功能。

GIS 應用相當廣泛，除了應用在自然資源開發上、商用汽車導航系統、物流業的車輛監控等方面上，能能準確地回報物件現今位置、紀錄物件移動路徑，也可將其應用在人員的定位追蹤上，例如醫療照護的病患追蹤鎖定。

本研究所使用的 GIS 軟體工具為美國 MapInfo 公司所開發的 MapXtreme Java ，它是一套 100%純 Java 類別函式庫，可於 Internet/Intranet 上開發與部署地圖應用程式的地圖應用伺服器，透過地圖實現資料的視覺化，可顯示資料之間的關連和發展趨勢，讓監控人員可以馬上清楚看出物件所在的地理位置，幫助監控人員管理和操作物件。應用此軟體開發物件監控系統可幫助本研究以較短的時間、更低的成本，將地理訊息傳送給所有需要的監控使用者，並滿足跨平台、高品質、高性能地圖產品的需要。

3、系統架構與建立方法

本研究目的是建立一個整合多種通訊協定的監控平台，有別於傳統 RFID 由於傳輸距離，只能應用在室內監控的限制。本研究的系統除了傳統的室內物件進出監控外，同時也利用 Wi-Fi 的方式，使 RFID 不再侷限於傳輸範圍限制，將此應用在室外監控物件。在監控介面方面，本研究整合物件資料庫和地理資訊系統，讓監控人員可以透過網頁瀏覽的方式來監控物件所在的位置和相關地理資訊，提供一個較人性化的操作介

面。在本研究中所提到的物件可以是企業的重要設備或儀器，亦可為醫院及養護中心中的病患。

3.1、系統架構

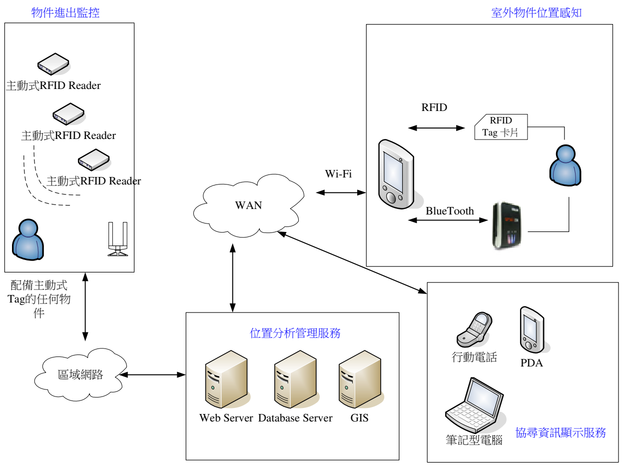

Figure 1 系統架構

Figure 1 為本研究的整體架構圖，本研究將監控的模式分為兩種，分別是物件進出監控模式和室外物件位置感知模式。物件進出監控模式是以設置在出入口的主動式 RFID Reader 來監控物件進出的紀錄。室外物件位置感知模式是在物件端開發一個 PDA 的應用程式，以此應用程式銜接 RFID、藍芽式 GPS，再將讀取到的 RFID Tag 資訊整合 GPS 座標資訊，透過 Wi-Fi 通訊協定傳輸到後端的位置分析管理服務儲存。位置分析管理服務以地理資訊系統為基礎，透過讀取資料庫中所記錄的物件座標資訊，再結合地理資料庫，達到在地圖上以圖形化的方式呈現。而監控人員使用本研究的協尋資訊顯示服務，可以行動電話、PDA、筆記型電腦或個人電腦等可上網設備，透過網頁方式觀看物件的位置。

3.2、監控模式

在規劃了本研究系統架構和系統元件後，接下來為了達到實務上的需求，本研究設計了兩種監控模式，分別是物件進出監控模式和室外物件位置感知模式。

3.2.1、物件進出監控模式

此模式需將 RFID Reader 設置於物件出入的地點(監控點)，例如倉庫出入口、養護機構出入口。並在物件上裝設主動式 RFID Tag，當物件進出這些監控點，系統需要自動記錄這些物件進出的紀錄。當物件不該離開該區域時，一旦物件經過監控點離開該區域時，系統也需自動警告保全人員。

在系統設計上，我們在出入口或是管制區域設置主動式 RFID Reader，用以偵測該區域是否有物件靠近，而物件會黏貼著存放識別物件資料的 Tag。在定義設計的考量時，加入參考 Tag，用以判斷室內活動區域 Reader 是否正常運作，如果無法偵測到參考 Tag，則發出 Reader 故障的警告。如果 Reader 能正常讀取，則轉換從 Reader 讀取到的 Tag 資料，將之與資料庫所記錄的物件資料比對，若比對出來是監控物件的 Tag，系統判斷此物件是否可以離開該監控區域，如果查詢到此物件不可離開該區域就發出物件遺失的警告，如果可以離開該區域系統將紀錄該物件離開的時間與地點，再回到偵測參考 Tag 的判斷中繼續監控。

3.2.2、室外物件位置感知模式

此模式是假設物件在室外時的監控，系統需要隨時監控物件的行蹤，監控人員也可以利用系統來查詢該物件目前的位置或者是物件移動的歷史軌跡。例如，在實務上，貨運業者需要隨時掌握貨物目前的位置，以免貨物遺失會延遲，所以系統無法得到該物件的位置時，系統也需要發出警告訊息，以求完全掌握該物件的位置。因此本系統在物件的定位器上設計一個以藍芽技術傳送的 GPS 衛星定位模組以取得 GPS 定位資訊，不過雖然 GPS 定位準確性高，可是容易受到環境與天氣等因素的影響，例如進入某建築或是天氣雲層較厚即無法取得 GPS 的衛星訊號，故系統需要加入判斷機制，當接受到的衛星訊號為無效時，系統會將最新的有效座標告知監控人員。

在實作系統流程方面，將在隨身定位服務上設計一室外物件位置感知監控功能，當按下 PDA 處理器上的啟動監控按鈕後，即可啟動活動區域偵測。當啟動室外監控物件模式時，PDA 處理器會先擷取所監控的物件是否為有效 GPS 座標，如果所監測之座標無效則啟動判斷 GPS 是否有效計時器 T，若五分鐘內都無法偵測到有效的 GPS 座標時(無效時間> 5 分鐘)，系統將發出物件失蹤的警告。反之，當偵測 GPS 座標訊號有效時，PDA 處理器會先擷取有效的 GPS 座標 P，接著判斷 P 的位置是否有改變，若 P 的位置沒有改變，則表示物件處於靜止狀態，資料庫無須更動，系統會繼續監控物件座標。若 P 的位置有改變時，表示物件正在移動，系統將會立即將移動後的座標傳送到資料庫伺服器，然後繼續此監控流程。

3.3、系統運作流程

根據本研究描述物件進出監控與室外物件感知的服務模式，開始監控人員透過本系統設計之網頁輸入欲查詢物件的 Tag ID，系統會利用此 Tag ID 到物件資料與座標資料庫去抓取物件最新的座標資料，並將此座標資料進行 GIS 資訊轉換，這個程序是利用該物件的座標資料到地理資訊資料庫抓取相對應的圖層。然後繼續該物件的監控服務，並隨時判斷是否有異常狀況的發生，異常狀況如物件離開限制的室內監控區域、物件在室外失去 GPS 位置的訊號等狀況，則位置分析管理服務將最新的物件經緯度的資訊轉換成 GIS 的資訊，例如物件移動軌跡的描繪等。再整合與物件相關的資訊，如遺失物件最後的所在地理位置等資訊，以警告監控人員，直到此服務完成為止。

而 GIS 資訊的轉換是利用本研究所設計的地理資訊系統進行轉換，是以 GIS 技術為基礎，將建築物、街道、地理區塊等物件附近相關的位置資訊以圖層影像的方式加以呈現，透過視覺化地理資訊的介面，讓監控人員可以具體掌握物件的地理空間資訊。

3.4、解決方案的探討與選擇

本研究在物件端的定位方案所選擇的是 RFID＋ PDA 或 3G/GSM Cell Phone with Wi-Fi and GPS Cards，此方式是採用實驗模擬的方式，藉由 PDA 或手機上的 Compact Flash(CF)介面安裝 RFID Reader 介面卡，可自動讀取配帶於物件上的主動式 RFID Tag(卡片或腕帶形式)，同時物件身上配有 GPS 接收器，此接受器可藉由兩種方式來連接，分別是直接連接和無線連接，直接連接採 CF 介面的 GPS 接收器，直接以插卡方式與 PDA 連結，無線連接則是利用目前以成熟的短距離無線傳輸－藍芽傳輸，於物件佩帶有 GPS 接收器。於是可經由 PDA 的 Wi-Fi 技術與後端伺服器連結，將 PDA Reader 所讀取到的物件識別資訊與 GPS 經緯度資訊傳送到系統端進行分析的處理，並從中紀錄物件位置，達到「具定址、識別功能的物件監控服務」。

3.5、系統環境的假設

在決定採取 RFID＋ PDA 或 3G/GSM Cell Phone with Wi-Fi and GPS Cards 的方案來開發系統後，考慮其優點和限制條件，在系統建置前我們必須建立以下的假設條件。

1. 考慮到攜帶性與方便性，在室外監控的模式下，物件必須是無生命的物體。
2. 室外所偵測的區域是在 Wi-Fi 無線網路的涵蓋區域下，例如大台北都會區已經廣佈無線網路的節點，隨時隨地都可連接網際網路。
3. PDA 處理器必須支援 RFID reader CF 介面的模組，還須配備 RFID Reader CF Card。
4. GPS 接收器可以透過 PDA 的任何介面來裝備，例如 Secure Digital(SD)介面、CF 介面以及藍芽介面。本研究是採藍芽介面來銜接 GPS 接收器。

4、系統實作與實驗分析

4.1、物件定位服務的設計

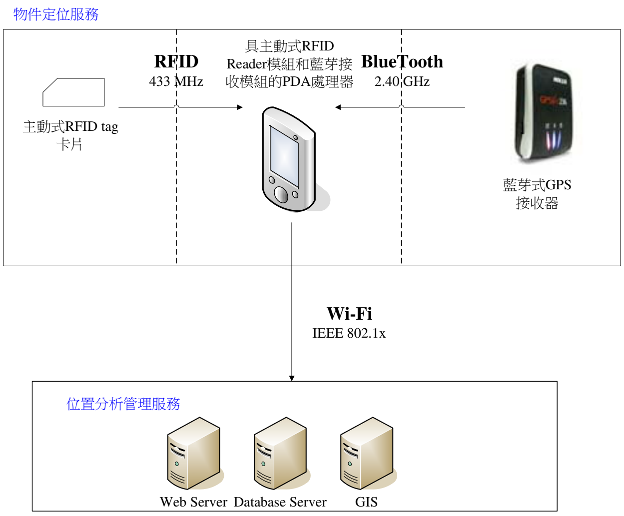

Figure 2 物件定位服務

本系統的核心在於物件定位服務的設計，物件定位服務包含三個部份，透過不同的通訊協定來相互溝通(如 Figure 2)。第一是 GPS 接收器，可提供物件目前的經緯度座標、時間、速度與方向等衛星定位資訊，透過藍芽傳輸的方式將這些與位置有關的資訊傳送給 PDA 處理器。第二是 RFID Tag 卡片，可提供物件識別或相關的物件資訊，透過 RFID 頻率 433MHz 傳送到 PDA 處理器。第三是 PDA 處理器，PDA 處理器的 CF 介面安裝有主動式 RFID Reader 卡，使其具備 RFID Reader 的功能，同時也支援藍芽介面傳輸功能。再透過本系統開發的程式，將接收到的 GPS 與 RFID 訊號進行解析、指令執行和邏輯判斷，並且透過 Wi-Fi 無線技術將整合的訊息傳送到資料庫伺服器記錄。

4.2、位置分析管理服務的運作原理與轉換流程

地理資訊系統的地圖圖像(Map Image)呈現主要是由許多圖層堆疊而成，圖層的種類可分為點、線、面三類型，例如景點的呈現可以是點類型圖層，街道的呈現可以是線類型的圖層，公園的呈現可以是面類型的圖層。在本系統中位置分析服務會以此堆疊方式先建置一個基礎的地圖，再將資料庫中所儲存的 GPS 經緯度資訊以點類型圖層的方式呼叫 Insert()這個方法，將圖層插入到這個基礎地圖，以此達到即時監控的功能。

位置分析管理服務在使用者協尋介面端是以 HTML 瀏覽器來讀取位置分析管理服務所提供的 Servlet Container 所產生的 Map Image。Servlet Container 主要由 MapXtreme Servlet、User Defined Servlet 所組成，MapXtreme Servlet 提供 User Defined Servlet 所需的 Map Image，Map Image 是透過 MapXtreme Servlet 呼叫 MapJ 物件讀取 Map Defined File(MDF)格式的檔案所產生，而其中 MDF 檔案中定義了基本地圖呈現方式、圖層數量、圖層大小、圖層顯現等，也包含了各圖層的資料(路名、編號等，以 TAB 的檔名呈現)。

在建置一個地圖時，步驟如下所述。

1. 在伺服器上建置一個 MDF 檔存取本地端的地圖資源。
2. 使用者每次連線將使用 MDF 的定義檔來重新初始化 MapJ 的物件。
3. User Defined Servlet 利用 MapXtreme Servlet 來製造 Map image。
4. Map image 傳回 User Defined Servlet。
5. User Defined Servlet 將地圖併入 HTML 傳到使用者端。

4.3、物件進出監控模式系統實作

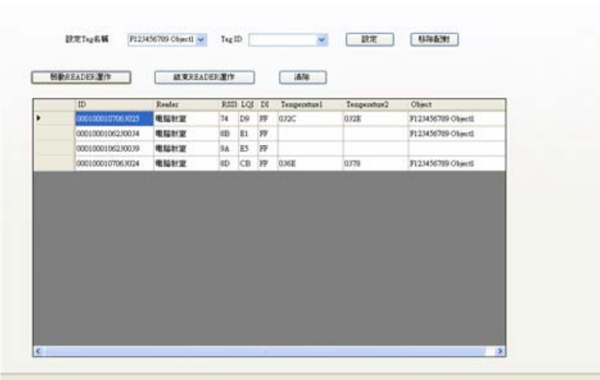

Figure 3 物件進出監控模式系統實作

此模式能夠自動偵測到 Tag 是否有經過此進出管制區域(如 Figure 3)，並將這些記錄傳送到資料庫伺服器中。詳細的操作敘述如下。

1. 使用者按下「啟動 Reader 運作」的按鈕後，Reader 會將所讀取到的物件 Tag 資料顯示在下列的狀態欄。
2. 當物件權限無法進出此室內監控區域時，系統會發出警告。
3. 當使用者按下「結束 Reader 運作」按鈕後，系統將會停止 Reader 的偵測。

4.4、室外物件位置感知模式系統實作

4.4.1、物件定位服務系統

Figure 4 PDA 處理器應用程式

Figure 4 為本研究所開發的 PDA 之應用程式畫面，當監控人員按下開始偵測 Tag 的按鈕後，應用程式初始化會進行兩個動作，一是搜尋 CF 介面是否有裝置 RFID Reader 卡，如果裝置成功，就以此介面接收附近的 RFID Tag 卡片資訊。二是搜尋附近的藍芽裝置是否有 GPS 接收器，如果偵測成功，以藍芽方式接收 GPS 經緯度資訊。本系統會將偵測到的 Tag 資訊和 GPS 資訊顯現在應用程式畫面上，同時在將 GPS 座標資訊和 RFID Tag 資訊整合後傳送到資料庫伺服器儲存。

4.4.2、位置分析管理服務系統實作

Figure 5 位置分析管理服務系統畫面

位置分析管理服務由資料庫伺服器、地理資訊系統及 Web Server 所組成。資料庫伺服器用來儲存所有系統的資料。地理資訊系統則將所接收的物件 GPS 座標轉換成實際地理地圖，包含街道資訊、物件位置、歷史軌跡等圖層。而 Web Server 則提供一個對外的窗口，給監控人員以及家屬一個查詢資訊以及管理資料的介面，Web Server 所提供的功能包含 GIS 瀏覽地圖功能、觀看物件位置、物件移動歷史軌跡的功能(如 Figure 5)。

4.5、實驗分析

由本人攜帶著物件定位服務所需的三種配備，分別是 PDA 處理器、藍芽式 GPS 接收器及主動式 RFID Tag 卡片。在定點測試 GPS 的訊號是否有改變，這是針對建築物遮蔽是否會影響 GPS 接收訊號的品質進行實驗，實驗目標是希望找出建築物遮蔽的因素對 GPS 訊號的影響程度有多大(是否收得到有效資料、每秒平均誤差幾公尺等)，如果建築物遮蔽的因素對 GPS 訊號並無影響，那所測到的距離數據應該不會改變，換言之，如果有相當程度的影響，那所測到距離應該有相當大的偏誤。

經由針對遮蔽物的影響因素進行實際測試後，分別針對發現 GPS 在室內監測並無法偵測到有效的資料，在走廊上雖然可以偵測到有效的 GPS 資料，但是靜止狀態下每秒的誤差卻達到將近 100 公尺，最後在空曠處進行實驗，結果驗證在空曠處 GPS 的準確度很高，誤差近乎於 0，因此我們可知多路徑效應誤差對 GPS 訊號接收的準確度影響是相當大的。

Table 1 實驗結果分析表

地點	資料有效(A) / 無效(V)	每秒平均誤差 (公尺)
完全遮蔽空間	V	無法偵測
部分遮蔽空間	A	95.9
無遮蔽空間	A	0

5、結論

本研究經由實驗模擬的方式實作物件位置感知系統，透過 RFID 識別特性和 GPS 在定位能力，本系統能自動追蹤並記錄物件目前所在的位置和物件的身分。可運用於人員的監控及物流管控，也可以應用於醫護產業的病患照護，例如失智老人的行動追蹤，對救護體系有相當的幫助。本系統也結合了地理資訊系統，使監控人員能藉由網頁瀏覽的方式觀看物件所處的地理位置資訊。除了一般使用者可主動監控外，當物件發生了異常的情形，例如失去訊號與離開監控的範圍時，系統將自動發出警告。

本研究提供建構一個有關物件位置資訊監控資訊系統之參考，對於提昇物流管控、資產管理有相當效用。用於人員的監控，可以應用於醫護產業的病患照護，例如失智老人的行動追蹤，對救護體系有相當的幫助。

參考文獻

[1] 姚岦昕，引用網絡服務技術之位置感知資訊服務，國立成功大學電機工程學系碩士論文，2005。

[2] 許功穎，結合行動定位與地圖之大眾傳輸資訊服務，國立臺灣海洋大學通訊與導航工程系碩士論文，2005。

[3] Geiger, B., Gutierrez, A., and Veeramani, R., “Redio frequency identification in hospital – an overview for decision – makers” , E – health & Medical IT solutions, pp. 29-30, 2006.

[4] Gilbert, A., “ Wal-Mart tagging fuels RFID market”, December 23, 2004, Retrieved December 15, 2006, from the World Wide Web: http://asia.cnet.com/news/communications/printfriendly.htm?AT=39210607-39037080t-39000002c.

[5] Parkinson, B., W., “GPS Error Analysis”, Global Position System: Theory and Applications, pp. 478-483, 1996.

[6] Shoewu, O. and Badejo, O.,”Radio frequency identification technology: development , application, and security issues.”, The pacific journal of science and technology, Vol.2, pp.144-152, 2006.