

無線區域網路定位服務之研究

陳彥錚 余祥和 沈維倫 施翔昇 詹曜榕

國立暨南國際大學 資訊管理學系

ycchen@ncnu.edu.tw

摘要

無線區域網路技術日趨成熟，如何於無線區域網路環境提供定位服務是一值得研究的課題。本論文提出一套利用無線區網基地台本身的網管功能提供定位服務的機制，任何使用者之行動裝置連上基地台時，後端的定位伺服器便藉由基地台即時發送出來的網管事件報告內容進行位置判斷工作，使用者端並不需要任何額外的軟硬體與設定，便能獲得與位置相關資訊。由於本論文所提定位方法利用即時的網管事件報告立即進行定位，因此具有系統反應時間快、定位正確性高之優點，此外，由於使用者端只需使用 IP 位址便可查詢位置資訊，本論文所提定位方法非常有利於發展以定位資訊為基礎的 Web 應用與服務。

關鍵字：無線區域網路、定位服務、SNMP

壹、簡介

近年來無線區域網路(Wireless Local Area Network, WLAN)的發展快速，IEEE 802.11[5]的技術已趨成熟，尤其是 IEEE 802.11b 的產品已是目前市場的主流產品，建置費用也很低廉，很多公司以及學校都漸以 IEEE 802.11b 的 WLAN 作為其網路架設的解決方案。不僅如此，美國西雅圖市區甚至佈滿了無線區域網路[10]，並免費提供無線上網的服務，只要配有無線網路的設備，就可以隨時隨地存取網路，即使在開車的時候也不例外。在這樣一個全面的公眾無線網路環境之下，一個值得探討的課題是如何利用無線區域網路技術提供像蜂巢式行動電話一樣的各種不同的定位服務，舉例來說，當走到某家餐廳前，設備上可能就會顯示出該餐廳的菜單、走在路上隨時有地圖說明附近的環境及店家等。

所謂定位服務(Location-Based Service)是指能隨著使用者所在位置之不同，而適當地提供與位置相關的資訊服務。例如：在汽車上使

用的導航系統，會隨著汽車開到不同的地方而改變顯示之地圖。又例如：在走進一個國際會議場地裡，就會出現場地的地圖，再走到第一演講廳裡，演講者的資料及講義馬上就在行動設備上顯現出來[4]，這些都是典型的定位服務。而隨著行動通訊設備的日漸普及以及無線網路的廣泛應用，無論在室外或是室內，對定位服務的需求將會快速成長。然而定位服務是建立在能方便取得定位資訊的基礎之上，所以如何發展定位技術，有效地提供位置資訊是一值得探討的課題。

在定位技術上，最為大眾熟知應是全球衛星定位系統 (Global Positioning System, GPS)，GPS 主要是針對室外環境提供經緯座標定位服務，其定位資訊只有約十公尺的誤差。由於使用 GPS 定位，必須依賴 GPS 硬體配備，費用較高，目前在筆記型或手持電腦並非常見的配備，此外，GPS 也無法於室內環境發揮功能。因此，本研究著重在沒有 GPS 支援下的 WLAN 環境之定位技術，並且此定位技術能夠讓使用者在不需任何額外的軟硬體

設定下，只使用可攜式電腦連上 WLAN 便能享受定位服務。

一般而言，一個 IEEE 802.11a 或 802.11b WLAN 主要是由一或多個的基地台 (Access Point, AP) 負責提供無線接取服務，任何行動裝置 (Mobile Unit, MU) 均會選擇一個訊號最強，通常也是最近的 AP 連上網路，由於 AP 基本上已預先安置在固定地點，因此我們可以藉由了解 MU 是從哪一 AP 連上網路，便得知目前 MU 所在的區域位置。因此本研究首先必須探討如何快速又精確的從 AP 得到 MU 的連線資訊。我們發現目前大部份的 AP 都有支援 SNMP (Simple Network Management Protocol)[1] 通信協定，SNMP 是 Internet 的網管協定標準，網路設備與 AP 相關的組態、障礙、效能等網管資訊均可從其提供的 SNMP 介面獲得，因此，本論文提出一個結合 SNMP 網管通信協定的 WLAN 定位技術，藉由 AP 的網管資訊了解上線的 MU 資料來達到定位的目的。

本篇論文其餘架構描述如下，第貳節我們將探討各種可能的 WLAN 定位技術，第參節介紹結合 SNMP 網管通信協定的 WLAN 定位技術，第肆節描述定位系統架構，第伍節為相關研究之比較，第陸節為結論。

貳、WLAN 定位技術

欲在無線區域網路環境判斷 MU 的位置資訊，必須要找出若干可作為位置判斷的資訊，此外由於大部份的定位服務是以 Web 方式呈現，因此我們尚需考慮這些資訊是否容易被定位服務提供者取得，目前已知可能可以作為定位依據的資訊如下：

一、IP 位址資訊

由於許多無線區域網路使用 DHCP 自動分派 IP 位址給連線的 MU，如果任兩個 AP 內所

指派的 IP 位址不會共用任何一段位址範圍，那麼由 MU 所獲得的 IP 位址，便能判斷該 MU 在哪一個 AP 區域內。當每個子網路中只存在一個 AP 時，上述的情況便會成立，不過由於無線區域網路有各種可能的建置方式，直接使用 IP 位址判斷位置並不是一個通用可行的方式，此外支援 Mobile IP 的機制也會使 MU 在不同的 AP 仍維持相同的 IP 位址，致使完全無法由 IP 位址來定位，必須進一步去取得其 Care-Of 位址才有可能進一步判斷。使用 IP 位址進行定位的方法，MU 無需任何額外的軟體設定，也非常適合應用於以位置資訊為基礎的 Web 應用服務。

二、AP 網管資訊

AP 為無線網路連接有線網路的接口，如前節所述，能夠知道 MU 從哪一個 AP 接取網路，便可由此 AP 的實體位置決定 MU 所在的區域位置。由於 AP 基本上是一個第二層設備，功能等同一個橋接器 (Bridge)，當一個 MU 連上某一 AP 時，該 AP 便會記錄此 MU 的網卡 MAC 位址與通信埠對應資料，以便執行封包轉送與隔離，AP 的網管資訊可經由標準的 SNMP 網管協定取得。由於儲存於 AP 中作為定位的主要依據是 MU 的 MAC 位址，使用者如欲獲得位置資訊，必須將其 MU 的 MAC 位址傳送給定位服務提供者，因此使用者端需安裝額外的軟體或操作，此外也不適合 Web 應用。

三、行動設備與 AP 間通訊訊號強度[12]

無線電訊號強度一般會與通訊距離的平方至四次方成反比關係，在物理上任意點若已知與三個來自不同點的訊號強度，便得知精確位置，此即三角定位技術，因此訊號強度可能值得參考，不過由於無線電訊號強度也會受環境障礙物以及訊號互相干擾影響，因此此方

法在實務上單靠三角定位是不足以正確定位的，此外，每進行一次定位工作便需搜集三個 AP 的訊號資料，而訊號值屬於第二層的資訊，一般上層應用程式很難獲得此資料。

四、使用者的身份認證記錄 [11]

越來越多的無線區域網路要求使用者連上網路時必須進行身份認證，目前漸被採用的身份認證方式是使用 RADIUS 認證伺服器[8]，而未來 IEEE 802.1X 標準[6]也同樣採用後端的認證伺服器架構，由於使用者進行身份認證資訊是由 AP 代為轉送至認證伺服器，是否接受或拒絕使用者也是由認證伺服器通知 AP，因此在認證伺服器中便會記錄每一使用者之 MU 經由從哪一個 AP 進來認證的資料，由此存錄資料便可知道 MU 所在的 AP 區域位置。這種定位方法只適用於採用上述身分認證機制的無線區域網路環境，使用者端也需支援 EAP(Extension Authentication Protocol)或其他認證通訊協定，而認證伺服器的存錄中用來判斷使用者的資訊是 MU 網卡之 MAC 位址，也是不適合應用於 Web 環境。

綜合以上描述，我們可以發現目前尚未有一個較有效的無線區網定位機制支援與位置資訊相關的 Web 應用。一個方便的無線區網定位服務，應是使用者端在無須任何額外的軟體支援下，只需利用 Web 瀏覽器，自動傳送使用者端的 IP 位址至 Web 伺服器，便能享受以 Web 方式呈現的定位服務。

參、利用 SNMP 之 WLAN 定位技術

目前市面上大部份的 IEEE 802.11b WLAN AP 均支援 SNMP (Simple Network Management Protocol)網路管理通信協定，以提供網管人員對 AP 的監測與控制，本論文所提出的 WLAN 定位機制，便是利用 WLAN AP 所提供的 SNMP 網管功能來執行 MU 位置判

斷工作。

一、SNMP 網管通信協定

SNMP 是目前 Internet 的網路管理標準，扮演管理角色的網管工作站可以利用 SNMP 所提供的 Get、Get-Next、Set 指令對被管設備進行網管資訊的擷取與設定，而被管設備也可在網管事件發生時發送 SNMP 事件通報(Trap)訊息向網管工作站報告。此外，SNMP 標準並將所有的網管資訊予以物件抽象化，並給予每個物件型態一個唯一的物件識別碼(Object Identifier, OID)，一個網路設備的網管資訊便是由一群被管理物件(Managed Object)所提供，這群物件的集合稱為管理資訊庫(Management Information Base, MIB)。

一般的 WLAN AP 之 MIB 內容主要包括 TCP/IP 通訊協定堆疊資料(即 Internet 之 MIB-II 標準 [7])、IEEE 訂定的 802dot11 MIB、橋接器 MIB (Bridge MIB) [3]，以及設備廠商自行提供的專屬的 MIB (Proprietary MIB)，這四類 MIB 中前三類屬開放性標準，幾乎所有的 WLAN AP 都會支援。

二、使用 SNMP 輪詢方式的 WLAN 定位技術

在最近的 WLAN 定位相關研究中[11]，已有使用 SNMP 方式來獲得 MU 的位置資訊，其主要方法是由位於有線端的位置伺服器，以輪詢(Polling)的方式透過 SNMP 每隔一段時間向 AP 查詢 Bridge MIB 中的 dot1dTpFdbTable 來得知出現在此 AP 的 MU 之 MAC 位址資料，dot1dTpFdbTable 是橋接器用來決定如何轉送或過濾封包的參考表格，內容是由橋接器監視各通信埠所學習來的 MAC 位址與通信埠的對應表，由於存於 dot1dTpFdbTable 中之資料與實際情況會有五分鐘的差距，因此依據此資料來判斷使用者位置資訊會有不夠精準的缺點，此外，位置伺服器以這種輪詢方式

(Polling)反覆地至各AP讀取MIB資料(即使沒有任何MU上線),會浪費許多頻寬,而且這些浪費的頻寬以及每次輪詢所費時間均與AP數目成正比,系統延展性(Scalability)較差。

三、使用 SNMP Trap 的 WLAN 定位技術

一般而言,AP 在使用者要求建立連線(Association)時,會以 SNMP 發出 Association Trap 通知網管工作站,使用者要求斷線或遠離 AP 通訊範圍時,AP 也會發送 Disassociation Trap。因此,我們發現只要從網管工作站所接收的 Trap 資料便可知每一使用者進出 AP 的資訊。使用 Trap 來判斷 MU 位置資訊是一個既快速又精確的定位方法,因為 MU 一連線,網管工作站便立即收到 Trap 訊息,定位工作可即時進行,一旦 MU 移至另一 AP 時,另一個新的 Trap 會被送出,也再次啟動一次定位動作,MU 位置資訊便會即時更新。由於定位的動作都是由 Trap 事件觸發,網管工作站並不需要週期性至所有 AP 搜集 MU 資訊,不會浪費網路任何頻寬,系統延展性佳。

四、以 IP 位址查詢位置資訊

雖然利用 Trap 進行定位有許多優點,然而如同輪詢 Bridge MIB 一樣的問題,SNMP Trap 中用來作為定位依據的也是 MU 的 MAC 位址,這表示 MU 仍必須以其 MAC 位址向位置伺服器查詢目前所在位置,這在 Web 環境是滯礙難行的作法。因此僅靠 Trap 資訊進行定位尚不足以提供在 Web 環境的定位服務。我們尚須進一步探討如何在 Trap 中取得的 MU 的 MAC 位址後,還能進一步找出 MU 的 IP 位址。針對此問題,我們發現常見的 Internet 標準 MIB-II 之 ip 群內的 ipNetToMediaTable 包含了 IP 位址與 MAC 位址的對應資料,此外,我們在實驗中所採用的 Cisco Aironet 350

AP 之專屬 MIB [2]內也有此位址對應資料。因此,我們可以在收到 Trap 時,再以 SNMP 回到發送 Trap 之 AP 讀取上述位址對應資料便可獲得 MU 的 IP 位址。經由 AP 與 MAC 位址之對應,再加上 MAC 位址與 IP 位址之對應,我們便可在定位資料庫中記載 AP、MAC 位址、IP 位址三者對應關係,當然,使用者便只需以其 MU 之 IP 位址來查詢位置資訊。增加 IP 位址至定位資料庫具有下列優點:

1. 適用於 Web 定位服務:使用者只須利用 MU 上的 Web 瀏覽器連至提供定位服務的網站,網站便可從其 HTTP Request 得知使用者端的 IP 位址,此網站再以此 IP 位址向位置伺服器查詢使用者端所在位置。

2. 便於發展推播式(Push)的定位服務:移動中的使用者經常希望在其位置改變的第一時間內便能夠立即獲得最新的位置相關資訊。這樣的即時服務必須仰賴由伺服器端主動以訊息推播方式更新使用者端的資訊,伺服器必須從位置資料庫中獲得 MU 的 IP 位址才能將訊息推播出去。

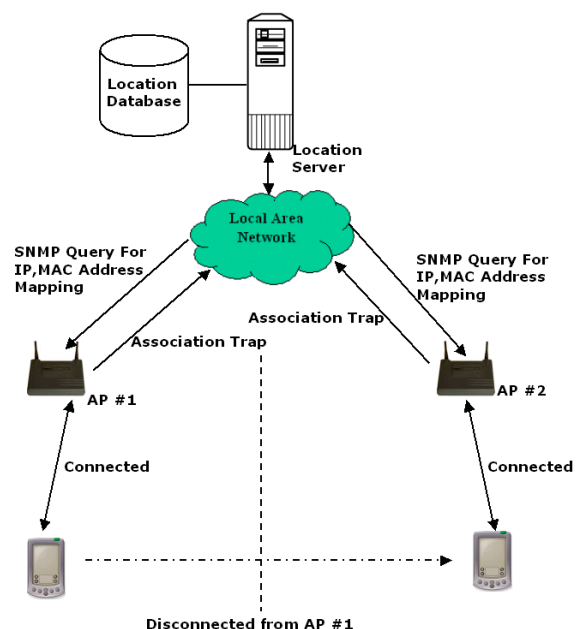


圖 1：使用 SNMP Trap 的 WLAN 定位方式

綜合以上定位技術之分析,我們提出一個利用 SNMP Trap 機制定位並提供以 IP 位址

進行位置查詢的 WLAN 定位方法，圖 1 說明了本方法在 MU 連線與移動時執行定位的情形。

肆、WLAN 定位服務系統

本論文除了提出新的 WLAN 地定位機制外，也實際開發一套以校園無線網路為對象的 WLAN 定位服務系統，此定位服務系統包括一部位置伺服器(Location Server)、一部定位服務 Web 伺服器，以及 15 台 Cisco Aironet 350 WLAN AP，以下針對此系統的定位過程以及定位服務流程分別描述。

一、WLAN 定位過程

首先我們必須設定所有的 AP，指定 SNMP Trap 之發送目的地為此系統之位置伺服器，定位過程包括以下四個主要步驟：

1. 發生 Association Trap：

當某一 MU 欲連上 WLAN 時，它會與基地台建立連線。在此連線建立的同時，基地台將向位置伺服器發出一個 Association Trap。位置伺服器從該 Association Trap 的資訊取得此連線 MU 之的 MAC 位址，並記錄發送此 Trap 的 AP，以便進行下一步驟。

2. 取得 MU 之 IP 位址：

位置伺服器以所取得的 MAC 位址為索引值使用 SNMP Get 指令至剛剛發送 Trap 的 AP 之位址對應表(在 Cisco Aironet 350 AP，此表為 awcTpFdbTable)查詢其對應的 IP 位置。

3. 更新使用者位置資料庫：

位置伺服器將此筆 MU 的位置資料存入位置資料庫中之使用者位置資料表。每一筆使用者位置資料包括以下三個欄位：

《IP Address》《MAC Address》《AP ID》

4. 發生 Disassociation Trap 的處理：

位置伺服器若收到一個來自 AP 的 Disassociation Trap 時，表示有一 MU 與 AP 連線中斷，原因可能是 MU 離線或是移動至通訊範圍外，此時位置伺服器必須至使用者位置資料庫，將對應該 MU 的位置資料刪除。

二、WLAN 定位服務流程

在提供定位服務之前，我們必須先建立每個 AP 對應校園實際位置的資訊，為方便定位服務之管理，此定位服務系統並提供 AP 位置管理之操作介面，如圖 2 所示，管理者可以經由簡單的圖形化介面，輸入 AP 位置。

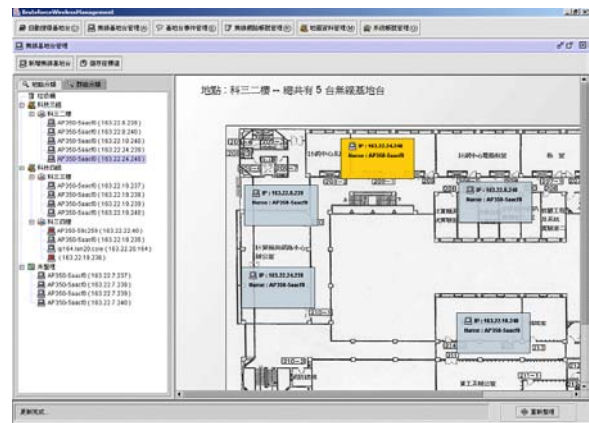


圖 2：AP 位置管理介面

此外，準備提供給使用者的相關位置資訊則事先儲存在 Web 伺服器之定位服務資料庫中。提供 WLAN 定位服務的流程如下：(對照圖 3 之步驟)

A. MU 要求定位服務

MU 經由 WLAN 上網後，使用 Web 瀏覽器連至定位服務 Web 伺服器

B. 查詢 MU 位置

定位服務 Web 伺服器取得發送 HTTP 要求的來源 IP 位址，至位置伺服器查詢該 IP 位址所在的 AP 編號。

C. 讀取定位服務資訊

定位服務 Web 伺服器使用 AP 編號至定位服務資料庫查詢對應該 AP 的位置資訊網頁資料。

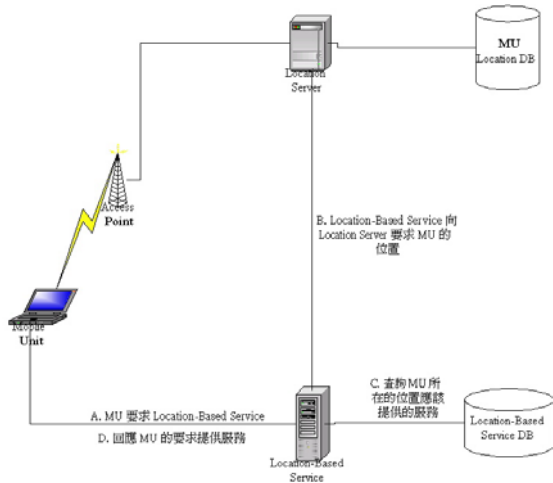


圖 3：WLAN 定位服務流程

D. 傳回位置資訊網頁

定位服務 Web 伺服器將位置資訊資料以 HTML 格式傳回至 MU 的瀏覽器。圖 4 是一查訊位置資訊後所傳回的畫面。



圖 4：定位服務資訊顯示畫面

伍、討論

在先前的 WLAN 定位相關研究中，扣除一些需要其他硬體設備且安裝設定較為複雜的方法，如使用訊號測量、比較、計算的方法 [12]，本研究比較四種安裝設定便利的 WLAN

定位方法如表 1 所示。

從表 1 的比較，我們可以發現，在實作簡單、不需額外設備的前提下，使用 SNMP Trap 定位法可以讓 MU 於位置發生改變時，在最短的時間內更新其使用者位置資料，也就是擁有最佳的定位精準度。

此外，因為 SNMP Trap 定位法只在使用者變更所連接的基地台時才產生極少的網路流量，不需要定期發出 SNMP 查詢指令，故其系統延展性較高。與必須管制使用者登入的 RADIUS 方法相較之下，也具有適用於開放式無線網路架構的優點。

表 1：WLAN 定位技術之比較

	SNMP Trap法	SNMP 輪詢法	RADIUS 記錄	網卡驅動
定位服務依據	IP 位址	MAC 位址	MAC 位址	MAC 位址
額外服務	否	否	RADIUS	否
額外流量	極少	多	極少	無
MU端需安裝額外軟體	否	否	認證協定軟體	是
與MU作業系統相依性	否	否	否	是
與MU硬體相依性	否	否	否	是
與AP軟硬體相依性	中等	低	低	否
實作困難度	簡單	中等	簡單	困難
反應時間	3秒內	10~30秒	3-5秒	即時
系統延展性	佳	差	中等	佳
中央式架構	是	是	是	否
開放性	是	是	否	是
支援 Web 應用	是	否	否	否

雖然從各定位方法的比較中可發現，使用 SNMP Trap 進行 WLAN 的定位具有相當多的優勢，然而在實作上卻面臨一個問題，目前 IEEE 802.11 AP 缺乏共同的 SNMP MIB 標準。事實上，許多廠商所推出的無線網路基地台產品都具備有本定位方法所需的 Trap (如

Cisco 350 Series AP、Intel PRO/Wireless 2011B LAN AP、Linksys WAP11 AP)，此外，本方法中所需要的 MU Mac 與 IP 位址對照也應能從 RFC 1213 MIB 標準的 ipNetToMediaTable 中取得，根據我們的實驗，事實卻不是如此；由於各家廠商的無線網路基地台之間沒有共同支援的 SNMP MIB 標準，使得在無線網路的建置中摻雜了多種不同廠商的基地台時，雖然我們所提的定位技術均可行，然定位服務建置的複雜度將會提高。欲解決此問題，我們的建議如下：

1. 建立 IEEE 802.11 AP 的 SNMP MIB 標準

雖然目前 IEEE 針對 802.11 標準已制定 802dot11 MIB 標準，惟內容多為 AP 組態管理，缺乏其他網管功能。

2. 使用物件導向程式設計的方法

定義一個共同的 AP 程式介面或是抽象的物件類別，使用繼承(inheritance)機制，降低系統實作的複雜度

陸、結論及未來展望

本論文所提出的定位服務系統，定位服務與定位技術是兩個獨立的分開系統，因此，目前各式被提出的定位服務，均可藉由我們所提出 WLAN 定位技術，將定位服務拓展至 WLAN 環境，我們相信未來會有更多的定位服務會將 WLAN 納為其服務範圍。

此外，定位服務種類繁多，傳統的定位技術需依賴額外硬體，致使耗費不貲而無法普及，由於 WLAN 定位技術的出現，定位服務便可以更大眾化。因此我們認為透過 WLAN 提供定位服務將是未來定位服務的主流，有關 WLAN 定位服務，未來可能發展的方向有四：

1. 更精確的定位服務：未來的定位服務將會更精確的去判定出使用者的位置。例如：當使用者在使用無線區域網路時，能在系統的定位服務圖上把使用者詳細的位置給指出來，讓

使用者更加精確的知道自己所在位置，並且加以顯示使用者目前的移動到的所在位置，能更加準確的判斷出使用者所在的位置。

2. 加強安全性以及隱私權：當使用者位置更加精確之後，將會出現有關安全性以及隱私權的問題，使用者的位置是否會被其他人得知，其相關訊息是否是安全的，是否容易讓其安全性出現危機，定位服務的安全性是否完善，將是定位系統另一個發展的主要的主題。

3. 提供更多樣化的服務：加強定位服務的內涵以及個人化的服務，使定位提供之資訊將依照個人特性以及職業的不同而給予有關的服務項目。例如：當一位外文系的學生進入一間擁有無線網路的圖書館中時，當其使用無線區域網路，定位服務將會出現有關外文以及有關其喜好之類的書籍以及資訊；又當一個擁有無線行動裝置的人走進去擁有無線區域網路大賣場之中，使用無線區域網路的定位服務就可以依照其購物的喜好而自動提供其所要購買之物品資訊以及相關的位置…等等。將會使定位服務更加的人性化。

4. 提供即時且準確的訊息：當使用者使用定為服務時，如果在他使用的這段期間有出現新的消息，則會由系統利用訊息服務或推播技術主動告知使用者最新的資訊，使用者不必透過主動去連結，而讓使用者能更快更便利的掌握最新的訊息，以利使用者得知最新資訊。

參考文獻

1. Case, J., Fedor, M., Schoffstall, M., and J. Davin, "Simple Network Management Protocol", RFC 1157, SNMP Research, Performance Systems International, Performance Systems International, MIT Laboratory for Computer Science, May 1990.
2. Cisco Aironet MIB (Management Information Base) for 350 Series Access Point 802.11b
3. Decker, E., Langille, P., Rijasinghani, A. and K. McCloghrie, "Definitions of Managed Objects

- for Bridges", RFC 1493, July 1993.
4. Dey, A., M. Futakawa, D. Salber and G. Abowd, "The Conference Assistant: Combining Context-Awareness with Wearable Computing", Proc. of the 3rd International Symposium on Wearable Computers, San Francisco, CA, 21-28, October, 1999.
 5. IEEE Std. 802.11-1999, IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks:- Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications, 1999.
 6. IEEE Std. 802.1X-2001, IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks: Port-Based Network Access Control, 2001.
 7. McCloghrie K., and M. Rose, Editors, "Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets", STD 17, RFC 1213, Performance Systems International, March 1991.
 8. Rigney, C., S. Willens, A. Rubens, W. Simpson, "Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS)", RFC 2865, June 2000.
 9. Siddhartha Saha, Kamalika Chaudhuri, Dheeraj Sanghi, and Pravin Bhagwat, "Location Determination of a Mobile Device using IEEE 802.11 Access Point Signals", Department of Computer Science & Engineering, Indian Institute of Technology Kanpur, May 5, 2002.
 10. Seattle Wireless, <http://www.seattlewireless.net/>
 11. Simon G. M. Koo, Catherine Rosenberg, Hoi-Ho Chan, and Yat Chung Lee, "Location Discovery in Enterprise-based Wireless Networks: Implementation and Applications", IEEE Workshop on Applications and Services in Wireless Networks (ASWN 2002), Paris, France, Jul 3-5, 2002
 12. Small, J., Smailagic, A., Siewiorek, D. "Determining User Location For Context Aware Computing Through the Use of a Wireless LAN Infrastructure", Carnegie Mellon University, December 2000.