

Design and Implementation of a Seamless Network Selection System across GPRS and WLANs*

一個跨越 GRPS 與無線區域網路的無隙縫網路選擇系統之研究與實作*

Kuei-Ping Shih, Chih-Yung Chang, Chien-Min Chou, and En-Yi Chang
石貴平、張志勇、周建閔、張恩譯

Department of Computer Science and Information Engineering, Tamkang University
淡江大學資訊工程學系

摘要

無線通訊的時代已經來臨，使用者除了可免於網路線所造成的限制之外，也享有更高的機動性。現今存在著各式各樣的無線技術，有 IEEE 802.11 WLAN, GPRS 和 Bluetooth 等技術，但是任單一技術皆存著某些限制，例如在都會中，因 IEEE 802.11 WLAN 存取點的建置不足，因此並不是所有的地方皆可使用 WLAN 所提供的服務；GPRS 服務隨著近年來行動電話的蓬勃發展而涵蓋範圍廣闊，但 GPRS 服務的速率較慢與費用較高，也造成使用上的限制。因此整合異質性網路的需求因此因應而生。近年來整合 WLAN 和 GPRS 被廣泛的討論，然而大多數研究對於 Handoffs 的討論是以網際網路通訊協定(IP Protocol)為主。於先前研究的假設中，Mobile node 可同時對 WLAN 和 GPRS 建立連線，因此先前的研究探討於此二種介面中作切換，Mobile Node 透過 Home Agent 的協助，達到 Handoffs 不遺失任何封包為目的。但 Mobile Node 同時建立 WLAN 和 GPRS 連線，所造成的電源消耗(power consumption)和連線成本(cost)皆未列入討論。因此在本篇文章裡，我們提出一個不同的異質性無線網路轉接模型。其中探討了為解決電源的消耗，所以只建立一個連線且如何依每個介面的特性選擇最佳的連線，和在只有一個連線下所產生的其它延伸問題及可能的解決方案。最後，我們在微軟公司 Windows XP 上，實作並驗證其功能。

關鍵詞：無線網路，GPRS，無隙縫通訊，移動通訊。

Abstract

The era of wireless communications is coming. Users can not only get rid of the wire, but also can communicate on mobility. There are several wireless technologies, such as IEEE 802.11 WLAN, GPRS, and Bluetooth. However, any one technology among

*本論文感謝中華民國行政院國家科學委員會計畫經費補助(計畫編號: NSC 93-2219-E-032-002 與 NSC 93-2745-E-032-005-URD)。

them has some drawbacks. For example, IEEE 802.11 has been deployed in our city. However, the number of hotspots is still not enough. GPRS is a well-deployed wireless communication technology. Nevertheless, GPRS has the lower transmission rate than IEEE 802.11. Besides, a payment is needed when using GPRS. For the above reasons, integrating the advantages of the heterogeneous services is an urgent demand. Since the handoff problem between WLAN and GPRS on network layer has been already widely discussed in the literatures. Most discussions focus on the IP protocol. This kind of discussions tried to let mobile nodes connect to WLAN and GRPR at the same time. Their purposes in handling the handoff problem between GPRS and WLAN are to avoid the loss of packets. However, it consumes much power and users need to pay for the GPRS connection if WLAN and GPRS are connected at the same time. Therefore, in this paper, a Heterogeneous Wireless Network Control (HWNC) is proposed for networks selection between GPRS and WLANs. The status of the HWNC will be observed and collected during the connection. We will then determine when the WLAN or GPRS is actively connected according to the final status of HWNC mentioned above. Experiments by controlling WLAN device and GPRS device on Microsoft Window XP directly are performed as well.

Keywords: WLAN, GPRS, seamless, handoffs, mobile.

1. 介紹

近年來移動通信技術擁有顯著的發展，對於移動通信各細節的討論也正迅速增長中。WLAN 熱點(hotspot)提供了機動性的數據傳輸，使用者可在任何地方傳送資料和存取網路。但因為安置的 WLAN 熱點密度不夠。WLAN 服務範圍並不足以覆蓋整個都會地區。因此，下一代網路將使用並整合不同的無線網路連線技術，使其能夠相互支援彼此以確保機動性和服務連續性。幾年在學術界中，異質性無線網路的討論，以 802.11 無線網路和 3G 網路的結合最被廣泛的討論和研究，無論是實驗性質的實作[5]，效能評估模組的建立[3]，或是所帶來的經濟效益的評估[6]。

在 Wireless Convergence Architecture(WCA)[5] 所提出的無線網路架構，以環境條件為依據，定義出了三個區域，分別 Premises Area, Wide Area 和 Global Area。並且在各區域中採取提供特定的無線連線技術服務。例如位處於建築物內或在建築物群中，此區域定義為 Premises Area，所採取的無線網路通訊為 IEEE 802.11 WLAN；而在非建築物群的都會中，此區域定義為 Wide Area，而採取的無線網路通訊技術為 GPRS 網路或 UMTS 網路最為合適；若皆不處於 Premises Area 和 Wide Area 的區域內，此區域定義為 Global Area，以衛星通訊最佳。在 WCA 中，Mobile Node 會同時建立三個不同無線網路技術的連線。並以 Signal-to-noise ratio(SNR)，來決定此時此刻 Mobile Node 位於那個區域。然而 GPRS 和衛星通訊的成本是非常昂貴的。選擇同時建立 WLAN、GPRS、衛星連線，且同時對三個介面傳送封包來偵測 SNR 值，其成本是相當昂貴的。而且當 Mobile Node 位處於 Premises Area 時，對三個介面偵測 SNR 值。此外，若 WLAN、GPRS 和衛星通訊的 SNR，可能一樣好之時，Mobile Node 此時不一定會使用較便宜的 WLAN 通訊。

另外，在參考文獻[1]中，詳細介紹整合 WLAN 和 GPRS 於 tight coupling 和 loose coupling 等二種環境中的換手協定(handoff protocol)的技術。在文獻 Handoffs Management 章節中，有提出 WLAN-preferred mode，在這此一模式下，是以採用 WLAN 通訊連線為優先。但在文獻中並未提出當使用 WLAN 連線時而中止 GPRS 連線，以節省 Mobile Node 的電力消耗，亦未探討建立 WLAN 或 GPRS 連線的時機，因為建立 WLAN 和 GPRS 連線皆需要消耗時間，並且在所有實驗數據中，並未將建立連線所需消耗的時間列入考慮。

在本篇文提出了”異質性無線網路切換模組”，探討在 Mobile Node 中建立連線管理機制，在這些異質性無線網路中漫遊時，如何可以選擇便宜的連線成本，節省的電力消耗和高速度的連線品質。舉例說明，在 WLAN 和 GPRS 的整合中，當 Mobile Node 於 WLAN 服務範圍內，我們可以使用於免費 ISM 頻帶和資料傳輸速度較快的 IEEE 802.11 WLAN 連線技術，若當偵測到信號減弱，這表示 Mobile Node 已經快離開 WLAN 服務範圍，也就可能是位處於 WLAN 服務範圍的邊緣上，而 WLAN 快中斷連線時，立即觸發 GPRS 連線，當 GPRS 連線建立時，此時便自動切換到 GPRS 網路，以成本較高的 GPRS 網路來填補 WLAN 建置之不足。但當 Mobile Node 重新進入 WLAN 服務範圍內，便自動再切換到 WLAN，即可以作到無隙縫網際網路連線，亦可降低連線成本。並且因為大部份時間只有維持一個介面連線，故亦可降低電力的消耗。本篇論文的最後，在 Microsoft Windows XP 的作業系統上，實作了以實際控制 WLAN 和 GPRS 介面的應用程式。並實際 Mobile Node 在 WLAN 和 GPRS 的服務區域之間漫遊時，建立 WLAN 和

GPRS 的連線所需要的時間和觸發建立的時機。

在第二章的背景知識中，將介紹 WLAN 和 GPRS 各擁有那些需要注意的特性。第三章中介紹本論文中所提出的”異質性無線網路切換模組”，利用各介面的特性建立連線優先權，建立連線的時機和所遭遇到的問題和解決方案。第四章為實作與實驗。第五章為結論。

2. 背景知識

在本章節中，將介紹於本篇論文中，實作時所使用的無線通訊技術：802.11 無線網路和 GPRS 系統。將簡單介紹其背景、工作原理和特性。

2.1 IEEE 802.11 Wireless LANs

IEEE 802.11[4]是由美國電子電機工程協會(Institute of Electrical and Electronics Engineers)在 1997 年 7 月提出的無線區域網路之標準，主要是針對網路的實體層(Physical Layer:PHY)與媒體存取控制層(Media Access Control Layer:MAC)進行規定，使用於 2.4 GHz ISM 頻帶，在媒體存取控制層採用的 CSMA/CA (Carrier-Sense Multiple Access/Collision Avoidance)技術，以減少資料在傳輸時發生碰撞的機會。IEEE 802.11 a/g 使用 CCK 和 OFDM 調變解調技術，資料傳輸速度可以達到 54Mbps。在 IEEE 802.11 標準的規範中，將無線區域網路的架構分為兩種-無基礎建設(Ad Hoc)及具基礎建設(Infrastructure)之無線區域網路。無基礎建設模式為 Mobile Station(MS)在彼此皆為有效通訊範圍內，相互通訊。而具基礎建設模式則為所有 MS 皆需透過存取點(Access Point)通訊。目前存取網際網路大部份以具基礎建設模式為主。IEEE 802.11 WLAN 的優點為連線費用低、資料傳輸速率較快；而缺點為提供服務的區域的不足，尚無法覆蓋整個都會地區。

2.2 整合封包無線服務 (GPRS)

整合封包無線服務(General Purpose Radio Service:GPRS)[2]，GPRS 的標準是由 ETSI 提出，網路架構是利用現有的泛歐式數位行動電話系統 GSM (Global System for Mobile Communications)再增加 GPRS 模組。原 GSM 是由 Gateway Mobile Switching Center(GMSW)、主要資料庫(HLR)、拜訪者資料庫(VLR)、行動電話交換機(MSC)和 Base Station(BS)組成。GPRS 的網路架構是在現有的 GSM 網路架構上，再增加兩個新的網路設備節點，分別為 Serving GPRS Support Node(SGSN)以及 Gateway GPRS Support Node(GGSN)。SGSN 與 GGSN 具有封包的處理與傳送的能力。因此可有效地利用有限頻寬連結網際網路分享網際網路上的資源。有別於 GSM 為 Circuit Switched，GPRS 為

Packet Switched。GPRS 支援四種編碼方式，最高速率可以達到 171.2kbps。GPRS 網路的優點為支援全球漫遊的能力。建置的密度高，服務範圍覆蓋整個都會地區；其缺點為使用付費頻帶，連線成本較高，資料傳輸速率較慢。

3. 異質性無線網路切換模組

在本篇論文中，為了於異質無線網路中，達到節省電力消耗、低廉的連線成本和快速的資料傳輸速率，以採取落實於異質無線網路中實現資料連結層(Data Link Layer)的無隙縫存取網路為目的，在此提出 Heterogeneous Wireless Network Switch Model。並於下面的各節中，對於異質無線網路切換模組的特性和試圖解決的存在問題作些探討。

3.1 異質性無線網路切換模組的特性

以 WLAN 和 GPRS 網路為例，WLAN 擁有下列優點，其一為使用於免費 ISM 頻帶上，成本較低；其二為使用 CCK 和 OFDM 調變解調技術，資料傳輸速度可以達到 54Mbps，傳輸速度較 GPRS 快。其缺點為因所建置的存取點不足，提供服務的覆蓋範圍(Coverage)較 GPRS 系統不足。反觀 GPRS 系統，其優點為所提供服務的區域遠遠超越 802.11 無線網路的服務區域。

異質性無線網路切換模組的特性為考量以優質的連線速度、低廉的連線成本、快速的資料傳輸速率和整合異質無線網路等特性，來建立資料連結層的無隙縫通訊，是建構異質無線網路切換模組的目標。以整合 WLAN 和 GPRS 網路等異質網路為例，考量因 WLAN 擁有較快的連線速度和低廉的連線成本等特性。故以建立 WLAN 為優先考慮。當 Mobile Station 處於 WLAN 服務範圍內，可以使用比較便宜且連線品質較好的 WLAN，若當偵測到已經快離開 WLAN 服務範圍時，而無法繼續使用 WLAN 連線時，此時便自動切換到 GPRS 網路，以成本較高的 GPRS 網路來填補，WLAN 服務區域之不足。但當使用者再進入 WLAN 服務範圍內，便自動再切換到 WLAN，即可以達到以快速的資料傳輸、低廉的連線成本和整合異質無線網路等特性，來建立無隙縫通訊。

3.2 存在的問題

在研究建立快速的資料傳輸、低廉的連線成本和整合異質無線網路的無隙縫通訊上。發現有以下二個存在的問題。

- 在實作整合 WLAN 和 GPRS 網路等異質網路的範例上，當 Mobile Node 於 WLAN 服務範圍內，存取網路。為達到節省連線成本的特性。此時，對 GPRS 介面的連線是中斷的。當 Mobile Node 偵測到已經離開了 WLAN 服務範圍時，立即觸發 GPRS 介面建立連線，但是，GPRS 介面從被

觸發、撥號、對使用者身份和密碼進行認證，直到連線建立，所消耗的時間，因所在的環境不同，大約為十五秒至二十秒。在這段時間內，WLAN 介面已經斷線，而 GPRS 介面正進行連線程序，尚未實際連線。故此時並不存任一個連線，此違反無隙縫通訊的特性。

- 為解決建立 GPRS 介面連線所消耗之時間而造成的連線中斷，而改採用偵測 WLAN 連線訊號(RSSI)的強度。當訊號過低時，可預見 Mobile Node 將離開 WLAN 服務範圍，便預先觸發建立 GPRS 介面連線。當 Mobile Node 離開了 WLAN 服務範圍時，便可立即切換使用已連線的 GPRS 介面續繼連線。反之，若 WLAN 連線訊號不減反增強到連線穩定時，便中止 GPRS 連線，以降低連線成本。但在實作測試中，發現當 Mobile Node 在不移動的情況下，WLAN 介面連線訊號數值(RSSI)並非是穩定的數值，而其數值是小幅度的振盪。此時考慮下列情況。假設：當連線訊號(RSSI)值小於 RSSI_{bad} 值時，表示快離開 WLAN 服務範圍，則觸發 GPRS 連線；而當連線訊號(RSSI)值大於 RSSI_{good} 值時，則表示目前 WLAN 連線穩定，需中止 GPRS 連線。且 RSSI_{good} ≥ RSSI_{bad}。此時，若二者值之差太小，則會有乒乓效應；但若二者值之差太大，則 WLAN 連線和 GPRS 連線連線的時間太長，並不符合降低連線成本的特性。

綜合以上，對異質無線網路切換模組的特性和試圖解決存在問題的描述。接下來，介紹異質無線網路切換模組的概觀和運作方式。

3.3 異質無線網路切換模組的概觀

在異質無線網路切換模組中，針對目前連線介面的 RSSI 值，定義下列三個數值(表 1)。

表 1 訊號觸發數值

數值名稱	數值代表意義
RSSI _{good}	表示目前連線狀態穩定
RSSI _{bad}	表示目前連線訊號很低，應於斷線前，建立次優先權介面連線
RSSI _{dis}	表示目前連線已經斷線，應立即切換至使用次優先權介面通訊

而異質無線網路切換模組的概念如下：

- 將系統中所有異質性無線網路介面，依連線速度、成本，決定各異質性無線網路介面的連線優先權，以速度越快、成本越低的連線的優先權越高。
- 要求擁有較高優先權的介面建立連線。若無法建立連線，則以次高優先權的介面建立連線，以此類推。
- 若目前連線並非最高優先權介面，定期嘗試使用

更高優先權的介面建立連線。若成功建立較高優先權連線時，則中止目前連線。

- 在已知問題中，為了避免 GPRS 建立連線所消耗之時間而造成的連線中斷，必須於 WLAN 連線中斷前，先行建立 GPRS 連線。而改採用偵測 WLAN 訊號的強度。當訊號過低時，可預見將離開 WLAN 服務範圍，便預先觸發建立 GPRS 連線。而連線訊號增強到連線穩定時，便再中止 GPRS 連線，以降低連線成本。但在本章節中，並不討論如何決定 RSSIgood 和 RSSIbad 值，以不產生乒乓效應如主。

3.4 異質無線網路切換模組的運作方式

接下來，介紹異質性無線網路切換模組的運作方式，可分為有“平時工作狀態”和“連線訊號(RSSI)低於 RSSIbad”等兩個狀態。

1. 平時工作狀態：

當系統剛啟動後，先將系統中，所有異質性無線網路，依其特性和優點，決定各異質性無線網路的連線優先權，以較多優勢特性的介面，其連線的優先權越高(圖 1)。

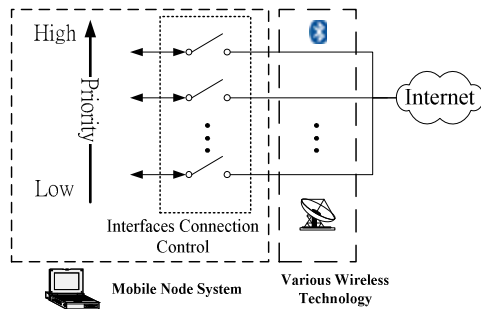


圖 1 決定連線介面之優先權

舉例說明，在 Mobile Node 系統中有衛星通訊、WLAN 和 GPRS 等連線能力。若以連線成本為考量，則優先權的順序為 WLAN 連線最高，GPRS 連線次之，衛星連線最低。接著 Mobile Node 會選擇擁有較高優先權的介面建立連線。若無法建立連線，則以次高優先權的介面建立連線。以確保連線的品質。此時若有較高優先權的介面建立連線，則將中止目前較低優先權的介面連線。

2. 連線訊號(RSSI)低於 RSSIbad：

圖 2 中，假設 RSSIgood、RSSIbad 和 RSSIdis 之值已完成設定，其中 $RSSI_{good} > RSSI_{bad} > RSSI_{dis}$ 。訊號大於 RSSIgood，表示連線狀況良好。訊號小於 RSSIbad，表示使用者正離開目前連線的服務區域。而訊號小於 RSSIdis，表示目前連線也斷線。

若目前連線訊號漸漸減弱(圖 2 箭頭 1)，且其值大於 RSSIbad，表示 Mobile Node 正離開目前提供連線的服務範圍。為避免新連線尚未建立前，而目前連線已中斷。確保維持至少存在一個介面

的連線。此時，必須先要求次高優先權介面建立連線。可能會有下列兩種發展：

- 如圖 2 箭頭 2 所示，目前連線訊號持續減弱，直到其值小於 RSSIdis。表示此目前連線已經斷線，則以次優先權介面繼續連線。以達到無縫通訊。
- 如圖 2 箭頭 3 所示，目前連線訊號並未持續減弱，反而轉而增強。表示 Mobile Node 回到服務範圍內，且其連線訊號已大於 RSSIgood。表示此連線信號良好。此時，立即中斷因 RSSIbad 值，所觸發的次高優先權介面連線。以達到節省電力。

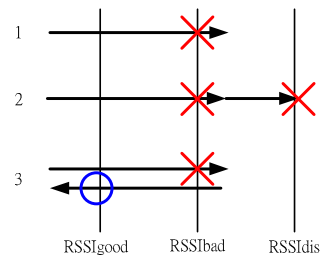


圖 2 連線訊號

4. 實驗與實作

在介紹完整個異質性無線網路切換模組的概念和運作方式後。在本篇論文最後，於 Microsoft Windows XP 發展一個應用程式，來整合 WLAN 和 GPRS 網路等異質網路，名為異質無線網路控制程式 (Heterogeneous Wireless Network Control: HWNC)，在接著的實驗中，將實驗計算出 WLAN 的 RSSIgood、RSSIbad 和 RSSIdis 等三個數值。

4.1 異質無線網路控制程式(Heterogeneous Wireless Network Control: HWNC)

HWNC 透過收集 WLAN 和 GPRS 的資訊，決定採用何種連線，並直接控制硬體動作。使用者在使用 HWNC 的 WLAN 控制機制中，使用者只需將數個 WLAN 連線所需的設定參數事先透過 HWNC 輸入之後，使用者在任何地方使用無線網路時，HWNC 會幫助使用者選擇連線網路和自動完成連線設定，使用者可隨時隨地任意的存取無線網路。HWNC 是由下列三個模組所構成：

- GPRS 介面控制模組(GPRS Control Module)
- 802.11 無線介面控制模組(802.11 Wireless Control Module)
- HWNC 連線控制模組 (HWNC Link Control Module)

在這三個模組中，以 HWNC 連線控制模組來實踐異質性無線網路切換模組理論。GPRS 介面控制模組和 802.11 無線介面控制模組的建構，是將對 GPRS 數據卡和 802.11 無線網路卡的控制機制模組

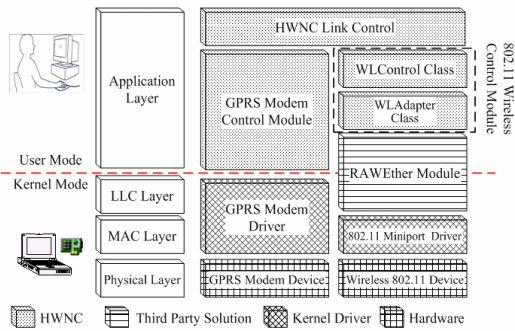


圖 3 異質無線網路控制程式(HWNC)架構圖

化，方便於 HWNC 連線控制模組在整合 WLAN 和 GPRS 網路，不須要處理複雜的硬體控制命令。HWNC 連線控制模組隨時收集 802.11 無線網路卡和 GPRS 數據卡狀況，並決定了 802.11 無線網路卡和 GPRS 數據卡的連線和中止連線時機，圖 4 即為決策圖。在異質無線網路控制程式中，對 802.11 無線網路卡的控制受作業系統的保護，無法直接作存取。在此採用由 Printing Communications Associates, Inc (<http://www.pcausa.com/>) 所開發的“RAWether for Windows”開發套件(Development Kit)，協助我們所發展的程式，可以對作 802.11 無線網路卡間接的控制。HWNC 連線控制模組在決定觸發 802.11 無線網路卡或 GPRS 數據卡的連線或中止連線命令時，會依以下四種狀態而作處置：

1. 初始狀態：當 HWNC 被啟動後，假設 802.11 無線網路卡和 GPRS 數據卡都尚未連線。此時，HWNC 連線控制模組會同時要求 802.11 無線網路卡和 GPRS 數據卡進行建立連線。
2. WLAN 連線已建立連線狀態：HWNC 連線控制模組偵測到 802.11 無線網路卡已經成功的建立連線且連線訊號高於 RSSIgood。此時，無論 GPRS 數據卡狀態為未連線、連線中或已連線，皆會發出中止 GPRS 數據卡連線要求，以中止連線程序或中斷連線。只維持一個連線即可，以達節省電力之消耗和連線成本。
3. WLAN 連線訊號(RSSI)降低至 RSSIbad 值狀態：當 HWNC 連線控制模組偵測到 802.11 無線網路卡目前連線信號過低時，且 RSSI 值已低於 RSSIbad 值，HWNC 連線控制模組會對 GPRS 數據卡發出建立連線要求。其目的在於，若 802.11 無線網路卡未斷線之前，先建立 GPRS 連線，當 WLAN 連線中斷時，可由 GPRS 連線取而代之。但是，若此時連線訊號回昇，且 RSSI 值高於 RSSIgood，狀態回復至 WLAN 連線已建立連線狀態。便中止 GPRS 連線。

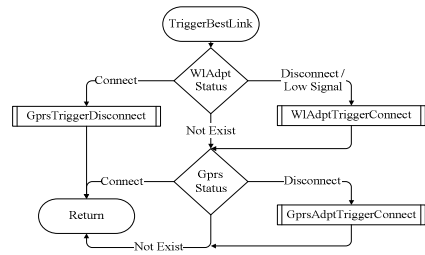


圖 4 HWNC 連線控制決策圖

4. 802.11 無線網路卡不正常連線中斷狀態：若 HWNC 連線控制模組未能預警到連線信號過低，就產生了連線中斷，我們稱它為不正常連線中斷。由於這種狀況是無法事先預警的。此時 HWNC 連線控制模組會重新同時要求 802.11 無線網路卡和 GPRS 數據卡重新進行建立連線。

表 2 測試設備列表

設備	數量
IBM X20 Notebook	1 台
Netgear WAG511 無線網路卡	1 張
Netgear WGU624 Access Point	1 台
奇美 GPRS 數據卡	1 張

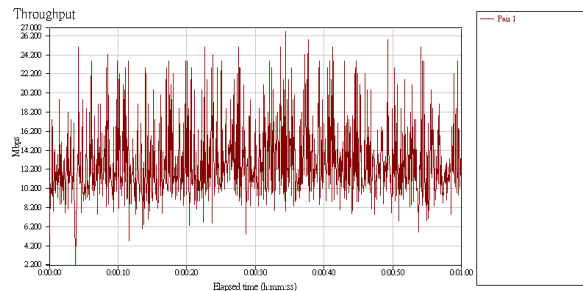


圖 5 RSSI 值為-47db 時

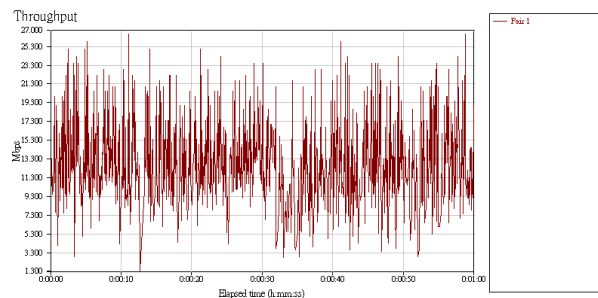


圖 6 RSSI 為-60db 時

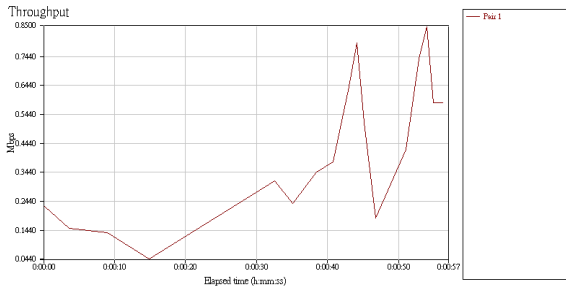


圖 7 RSSI 值為-86dB 時

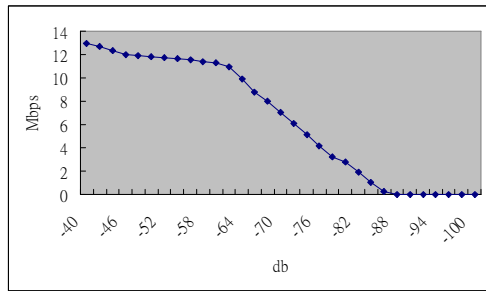


圖 8 RSSI 值 vs. 傳輸速率的曲線圖

接下來，選擇在空曠的區域實際進行測試。表 2 為測試的設備，依下列實驗步驟計算出 WLAN 的 RSSIgood、RSSIbad 和 RSSIdis 等三個數值。

1. 決定 RSSIdis 值：我們調整 Mobile Node 和 AP 的距離，執行測試軟體，並記錄當時的 RSSI 值和測試後結果。當 RSSI 值為-47db 時，所測得的傳輸速率為 12.030Mbps(圖 5)；當 RSSI 值為-60db 時，所測得的傳輸速率為 11.330Mbps(圖 6)；當 RSSI 值為-86db 時，所測得的傳輸速率為 0.227Mbps(圖 7)。經過數次的測試，統計出 RSSI 值和傳輸速率的曲線圖(圖 8)。而當 RSSI 值為-90db 時，由於連線不穩定，則無法執行完一分鐘的測試。由於，當 RSSI 值為-86db 時，尚可完成傳輸完成，當訊號低為-86db 則無法完成傳輸。故測得 RSSIdis 值為-86db。

2. 決定 RSSIbad 值：RSSIbad 值為觸發 GPRS 建立連線的時機，且在 WLAN 連線中斷前，成功建立 GPRS 連線。在測試中，測試者以一分鐘大約 23 公尺的速度，往 AP 的反方向移動。當 RSSIbad 值設為-78db 時，在二次測試中，皆可在 WLAN 訊號未低於 RSSIdis 前建立 GPRS 連線。而其值設為-79db 時，在二次測試中，則有一次在 GPRS 連線建立前 WLAN 訊號已低於 RSSIdis。故測得 RSSIbad 值為-78db。

表 3 實際測得數值

數值名稱	測得數值
RSSIgood	-71dbm
RSSIbad	-78dbm
RSSIdis	-86dbm

3. 決定 RSSIgood 值：若連線訊號品質高於 RSSIgood 值，則中斷 GPRS 連線，訊號品質低於

RSSIbad 值則為建立 GPRS 連線，若其 RSSIgood 值和 RSSIbad 太近而產生乒乓效應。將 Mobile Node 由 AP 附近朝遠離 AP 的方向移動，隨著與 AP 的距離逐漸加大，其 RSSI 也隨著減弱。接著訊號低於 RSSIbad 時，則觸發建立 GPRS 連線，此時立即固定 Mobile Node 的位置。當 RSSIgood 值設為-72db 時，在一分鐘內，有一次的觸發 GPRS 中斷。而 RSSIgood 值設為-71db 時，在一分鐘內，則未出現觸發 GPRS 中斷。故實際測得數值為-71db。

5. 結論

因為 WLAN 熱點密度不夠，WLAN 服務範圍並沒能夠覆蓋整個都會地區。因此下一代網路將使用並整合不同的無線網路連線技術，使其能夠相互支援彼此以確保機動性和服務連續性。本篇論文所提出的異質性無線網路切換模組，將節省電力、連線成本和資料傳輸列入考慮。本論文並介紹模組的運作模式和探討所遭遇到的問題。本模組將使 Mobile Node 在實際使用異質性無線網路時，能提供無縫異質無線網路的整合，提高電池的壽命。

參考文獻

- [1] J. C. Chen and H. W. Lin, "A gateway approach to mobility integration of GPRS and Wireless LANs," in *IEEE Wireless Communication*, Vol. 12, no. 2, Apr 2005 pp.86-95.
- [2] GSM WORLD,"Guidelines for IPv4 Addressing and AS Numbering for GPRS Network Infrastructure and Mobile Terminals",URL:<http://www.gsmworld.com/documents/ireg/ir40310.pdf>
- [3] L. Hongbo, H. Bhaskaran, D. Raychaudhuri, S. Verma, "Capacity analysis of a cellular data system with 3G/WLAN interworking," in *IEEE 58th Vehicular Technology Conference, 2003. (VTC 2003-Fall)*, Vol.3, 6-9 Oct. 2003. pp. 1817-1821.
- [4] IEEE 802.11 Group, "IEEE Std 802.11-1997 Information Technology- telecommunications And Information exchange Between Systems-Local And Metropolitan Area Networks-specific Requirements-part 11:Wireless Lan Medium Access Control (MAC) And Physical Layer (PHY) Specifications.", *IEEE 802.11b Standards*.
- [5] A. N. Nikos, G. V. Konstantinos, I. M. Sotirios, S. V. Iakovos and A. Z. Nicholas, "Wireless Convergence Architecture: A Case Study Using GSM and Wireless LAN," in *Mobile Networks and Applications, Kluwer Academic Publishers, 2002*. pp. 259-267.
- [6] I. Welling, J. Harno, F. Loizillon, K. Stordahl, D. Varoutas, "Techno-economic evaluation of 3G & WLAN business case feasibility under varying conditions," in *10th International Conference on Telecommunications, 2003. (ICT 2003)*. Vol.1, 23 Feb.-1 March 2003. pp. 33-38.