

具換手程序考量之移動式 WiMAX 網路系統的 服務品質機制設計

The Design of QoS Mechanisms in Mobile WiMAX Network Systems with Handover Procedures

孫易緯,吳和庭,柯開維,尹培鑫,

Department of Computer Science and Information Engineering ,

National Taipei University of Technology

一、摘要

本研究主要是探討移動式 WiMAX 網路系統的服務品質機制設計。透過允入控制、連線及封包分類、頻寬分配以及封包的排程等機制的設計來完成 WiMAX 的服務品質模擬平台的建置。此外，本研究設計出了參照 IEEE802.16e-2005 規格制定的一般換手 (General Handover) 演算法來達到移動式網路系統所需具備的換手的目的。最後針對無換手機制和有換手機制的 WiMAX 環境來進行模擬與效能評估。由於移動式 WiMAX 環境下，傳輸品質容易受到變動的調變率影響而導致系統的傳輸效能下降。本研究由模擬結果，證實了所製作的 QoS 機制與換手機制能有效地減少連線阻隔率以及封包丟棄率，來提高系統的傳輸效能。

關鍵詞：WiMAX、QoS、頻寬分配機制、移動考量、換手。

Abstract—This research works aim to design the QoS mechanisms for mobile WiMAX systems. We combine admission control, packet classifier, bandwidth allocation and packet scheduling to design the QoS simulation platform for such a WiMAX system. We also

design the handover mechanism according to the general handover procedure specified by the IEEE802.16e-2005 standard. Finally, performance evaluations via simulations are conducted to assess the system performance for the network with or without handover procedures employed. It is found that the transmission quality is subject to the modulation rate change significantly in the mobile environments. The proposed QoS and handover mechanisms are shown to reduce connection blocking rate and packet dropping rate effectively to enhance WiMAX system efficiency. Keywords : WiMAX、QoS、Bandwidth allocation mechanism、Mobile system、Handover。

二、背景介紹

在現今資訊膨脹，網路發達，單單只是有線網路，已經無法滿足使用者的需求，能夠隨時隨地上網已經是種基本要求。Wireless Fidelity 簡稱 WiFi，泛指由 IEEE 802.11 標準為基礎所發展的無線區域網路 (Wireless Local Area Network, WLAN) 技術，就是為了解決這種需求而制定的技術。但 WiFi 有其缺點存在，

不適用於長距離與高速移動下的傳輸。為了擁有更好的傳輸品質，IEEE 因此規範出新的無線網路通訊標準規格 IEEE802.16[1][2]，(Worldwide Interoperability for Microwave Access 簡稱 WiMAX)，泛指由 IEEE 802.16 為基礎所發展的無線都會型區域網路(Wireless Metropolitan Area Network, WMAN)技術，來解決這項缺點。WiMAX 比起 WiFi 擁有更遠的傳輸距離，可支援在較快移動狀態下的傳輸，是一種有發展性的 WMAN 技術。

雖然有些模擬軟體如 QualNet 和 NS-2[3]已經擁有完整的 WiMAX 模擬系統，能讓使用者進行效能上的分析，但卻無法提供在實際多媒體的運用上的情形。例如：無法得知 FTP 傳輸上狀況，也無法得知一串流影音在實際系統傳輸後，且在移動狀態下，各種效能的表現。

本研究中，除了考量各種不同種類的封包形態，並針對移動考量，設計相對應之連線允入控制機制與頻寬分配機制，且納入因移動所導致的換手程序。

換手程序是一種發展已久的技術，原本是用於行動通話系統之中，行動裝置一開始在服務基地台之通訊範圍內，若是遠離正在通訊的服務基地台，通訊品質會變差。為了讓通話者得到更好的通話品質，所以無線通訊系統會將正在進行中的通話連線，轉移到擁有更好通訊品質的基地台，更改通話連線所使用的頻道以較佳的基地台或是頻道來對使用者提供服務。這種變換服務基地台的程序，就稱為換手(Handover)，一般行動通訊通話使用者，在換手後，通話應能保持連線狀態，不會產生連線中斷服務現象。

相對於現今的無線裝置，如 WiFi 或是 WiMAX 的無線裝置，在上網時，也必須跟基地台(WiFi 為 AP(Access Point), WiMAX 為 BS(Base Station))作通訊，因此，當這無線裝置為行動裝置時，為了讓裝置擁有更好的傳輸品質，換手

機制就必須加入系統之設計中。

三、演算法設計

系統設計

本模擬系統主要分成兩的部分，分別是：(A) 具移動考量下的 QoS 機制設計及(B)換手程序設計，以下針對這個系統，敘述如下：(A) 具移動考量下的 QoS 機制設計：

在加入移動性的考量下，此部分包含了以下三大功能，連線允入控制(Call Admission Control)、動態上下行頻寬調整(Dynamic Uplink/Downlink Bandwidth Adjustment)與封包排程(Packet Scheduling)。其中最特別的是，在具移動性考量下的連線允入控制機制設計，因需考慮在移動狀態下，系統將依調變方式的不同，而提供不同的系統容量(Capacity)，所以將比在非移動式的設計方式複雜許多。因此以下僅以連線允入控制器為例說明具移動考量下的作法，茲敘述如下：

連線允入控制器主要的功用，是當有一連線請求進到系統時，系統會根據這連線的頻寬要求，對照系統可用頻寬來判定是否可以允許建立這條連線。若系統可提供足夠頻寬，則允許連線進入；反之則拒絕此次連線請求。根據系統所使用的調變不同而有不同的頻寬上限，再根據這可用頻寬上限來達到允入控制的目的。因系統是可移動式，調變會隨移動狀態而變化，所以在允入控制的判斷上，不能只專注於單一調變下的可用頻寬上限，應該以所有調變的頻寬上限為考量。當一新連線請求 $NEW_UL_CALL_BW / NEW_DL_CALL_BW$ 到來時，會試算比例是否大於最大可用頻寬比例 $MAX_UL_BW_RATE / MAX_DL_BW_RATE$ ：如(1)式與(2)式所示，若小於，則允許這新連線進入；否則拒絕。判斷大小比例的計算方法稱為頻寬比例試算(bandwidth ratio calculation)，以函式

check_bw_rate(bandwidth) 來表示，函式中的 bandwidth 即為要進行頻寬比例試算的頻寬大小，即為 check_bw_rate(NEW_UL_CALL_BW) 或 check_bw_rate(NEW_DL_CALL_BW)。頻寬比例試算主要是以各調變的頻寬上限為分母，以各調變的使用頻寬為分子(連線請求所使用的調變，需加上連線的頻寬要求)，並將所有調變的結果合計來求出比例值，再依此比例值作為是否允入連線的判斷準則。

$$check_bw_rate(NEW_UL_CALL_BW) \leq MAX_UL_BW_RATE \quad (1)$$

$$check_bw_rate(NEW_DL_CALL_BW) \leq MAX_DL_BW_RATE \quad (2)$$

(B)換手程序設計：

本模擬系統實際實作了以 MS 發出換手動作的 General Handover 程序。本模擬系統假設 MS 能自行得知與所有 BS 的 SNR 值，以此為換手的條件依據。當 MS 決定要換手時，會先送出 MOB_MSHO_REQ 訊息給 Serving BS，通知換手開始，此訊息中包含 MS 得知的臨近 BS 訊號強度。當 Serving BS 收到 MOB_MSHO_REQ 訊息後會先停止與此 MS 所有通訊動作，並將要送往此 MS 的所有資料封包先暫存，再根據 MOB_MSHO_REQ 訊息中提到的所有臨近 BS，傳送 HO_pre-notification 訊息詢問這些臨近 BS 是否可以提供這 MS 的頻寬要求與 QoS 等級。而這些臨近 BS 會回送 HO_pre-notification_response 訊息，告知 Serving BS 可以提供的頻寬和 QoS 等級後，Serving BS 會根據臨近 BS 的回應送出 MOB_BSHO_RSP 訊息來決定推薦哪些 BS 給 MS 做為 Target BS。MS 可以根據訊號強度來決定是否在這其中挑出一個作為 Target BS，送出 MOB_HO_IND 訊息來告知 Serving BS 是否換手(同意換手則 MOB_HO_IND 訊息中的 HO_IND_type=serving BS release，拒絕換手則 MOB_HO_IND 訊息中的 HO_IND_type=HO reject)。而當 Serving BS

接收到 MOB_HO_IND 訊息後，知道是同意換手，則會先將此 MS 的必要資訊隨著 HO_Cofirm 訊息傳送給 Target BS，並把當 MS 進行換手動作時暫存的資料封包從後端骨幹網路送往 Target BS，再將這 MS 在 Serving BS 上的所有資訊都刪除掉。Target BS 會使用 HO_Cofirm 訊息中的資訊，將 MS 的連線重新在 Target BS 上建置，並賦予這些新連線新的連線 ID，最後會使用 RNG_REQ/RSP 訊息與 MS 重新更新連線 ID，完成換手動作，以維持正常通訊。

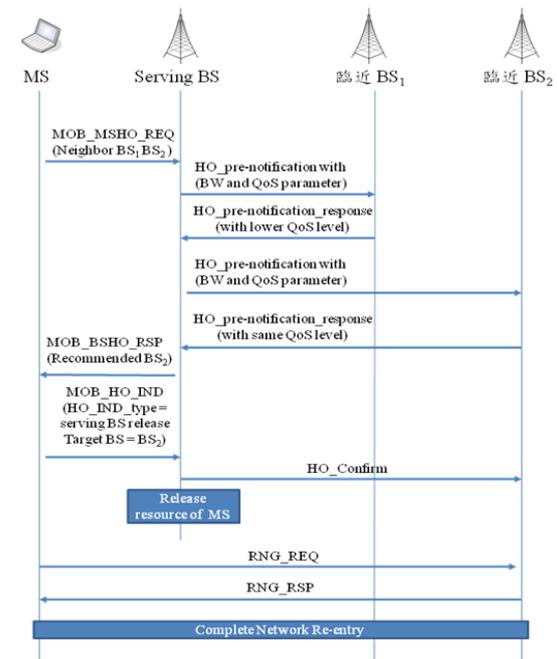


圖 1 General Handover MS Start Message Flow

IEEE802.16e-2005 規格書中，並無規定換手的條件，因此本系統採用 MS 與所有 BS 的 SNR 值來決定換手的時機。如同[4][5]裡提到，為了防止 MS 在兩個 BS 之間因為來回移動而造成的短時間內來回執行換手程序的震盪效應，最常被拿來使用的方法為 Relative Signal Strength with Hysteresis and Threshold，圖 2 為 MS 在相鄰的兩區域間移動，服務基地台與目標基地台的 SNR 與時間的變化關係圖，X 軸為 SNR 值，Y 軸為時間。

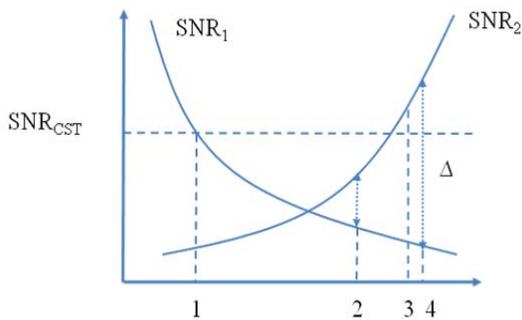


圖 2 SNR change between old/new BSs

最佳的換手時機，是在服務基地台的訊號強度 SNR_1 小於換手的訊號強度臨界值 SNR_{CST} ，且目標基地台的訊號強度 SNR_2 大於服務基地台訊號強度 SNR_1 Δ 值以上才進行換手，如(3)式與(4)式所示。本模擬系統在考慮換手條件時，只考慮 SNR 值的變化關係，因此也採用 Relative Signal Strength with Hysteresis and Threshold 這方法，而此兩式即為本模擬系統的換手條件。在本研究中 Δ 亦稱為 OFFSET。採用此機制有兩項優點：(1) 與當前服務基地台傳輸效能還很好時，不會因為突然出現擁有更強訊號的基地台而進行非必要性的換手；(2) 當 MS 換到新基地台時，不會因 MS 往回走一小段距離就又換回舊基地台，MS 必須移動到與舊基地台的訊號強度 SNR_1 比新基地台訊號強度 SNR_2 多出 Δ 值以上才能再次進行換手，以此解決來回換手的震盪效應。

$$SNR_1 < SNR_{CST} \quad (3)$$

$$SNR_2 > SNR_1 + \Delta \quad (4)$$

模擬結果與效能分析

本系統模擬參數設定如下表 1 及表 2：

表 1 系統模擬參數設定

Parameters	Value
Number of BS	3
Number of MS	4、6、8、10
Modulation Supported	QPSK、16QAM 3/4、64QAM
Traffic Supported	UGS/ertPS/nrtPS/rtPS/BE
Mobility	可移動
Scope	3500 x 3500 m
Number of Symbol each DLsubframe	26 symbols
Number of Symbol each ULsubframe	21symbols
MAX_UL_RATE	1
MAX_DL_RATE	0.8
Packet Size	160 byte
BWALLOC_FRAME_NUM	5 frames
Frame Duration	5m Sec
Simulation Time	7200 sec
SNR _{CST}	12.5 db
OFFSET	3 db

表 2 系統模擬參數設定

Parameters	UGS value	ertPS value	rtPS value	nrtPS value	BE value
Call Idle time/Arrival	1 Sec	1 Sec	1 Sec	1 Sec	1 Sec
	Exponential	Exponential	Exponential	Exponential	Exponential
Call Duration	10 Sec	10 Sec	10 Sec	10 Sec	10 Sec
	Exponential	Exponential	Exponential	Exponential	Exponential
Packet Interval	20m Sec	20m Sec	20m Sec	20m Sec	20m Sec
	CBR	Silence Suppression	Exponential	Exponential	Exponential
Latency	100m Sec	100m Sec	500m Sec	1000m Sec	1000m Sec
Average Rate	64 kbps	64 kbps	256 kbps	48 kbps	x
Maximum Sustained Traffic Rate	64 kbps	64 kbps	384 kbps	64 kbps	x
Minimum Traffic Rate	64 kbps	64 kbps	128 kbps	32 kbps	x
Grant	64 kbps	64 kbps	256 kbps	40 kbps	x

實作成果之測面畫面及結果如圖 3 至圖 12 所示。

Case 1. 允入控制器模擬結果

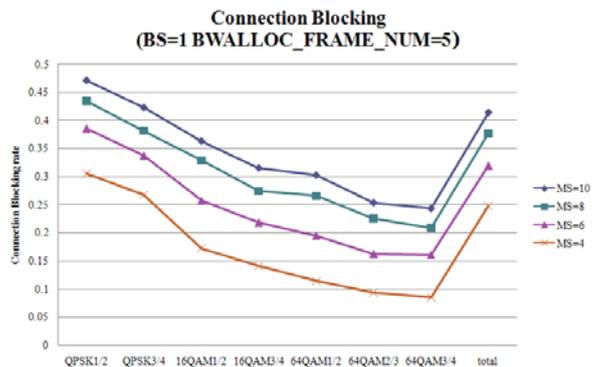


圖 3 Connection Blocking rate(Single BS)

圖 3 為不同數量的 MS 所作出的連線阻絕率，由圖可以看出，若以單一線條來看，由 QPSK 1/2 調變到 64QAM 3/4 調變，系統的總頻寬越來越高，連線阻絕率逐漸下降。所以對 CAC 來說，擁有總頻寬越高的調變，因為可允許的連線數越多就擁有較低的連線阻絕率。而在比較四條連線中，不論採用何種調變方式，若 MS 數量越多，系統負載越重，連線阻絕率也會越高。

Case 2. 頻寬分配器模擬結果

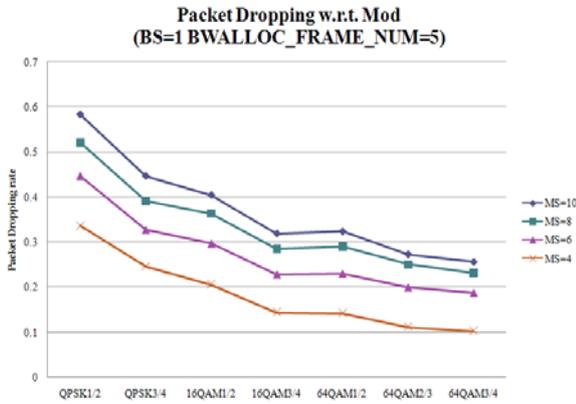


圖 4 Packet Dropping rate v.s. Modulation rate(Single BS)

圖 4 為不同數量的 MS 所作出的封包丟棄率。如同圖 3 一樣由 QPSK 1/2 調變到 64QAM 3/4 調變，系統的總頻寬越來越高，就產生較低的封包丟棄率。而同樣以四條連線來看，不論何種調變方式，當 MS 數量越多封包丟棄率也會越高。其中 16QAM 3/4 與 64QAM 1/2 因為此兩種調變擁有相同的總頻寬量，所以產生相同的封包丟棄率結果。

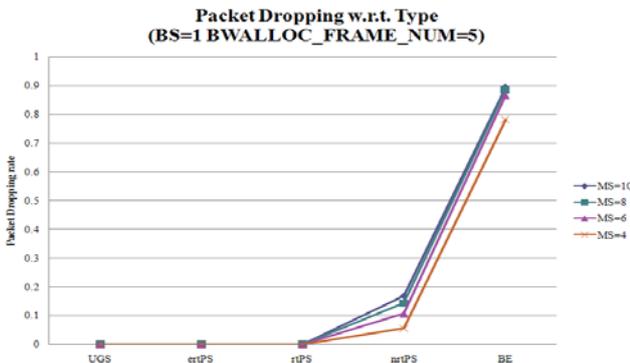


圖 5 Packet Dropping rate v.s. QoS Type(Single BS)

而圖 5 是在不同數量的 MS 下，呈現不同的 QoS 型態的封包丟棄率。因為在頻寬分配上根據不同的型態擁有不同的優先權，優先權越高者，有比較多的機會先分配到頻寬，所以從 UGS 到 BE，優先權越來越低，封包丟棄率就越來越高。而以四條連線來看，不論是何種型態當 MS 數量越多，系統負載越重，封包丟棄率也會越

高。

Case 3. 換手機制的模擬結果

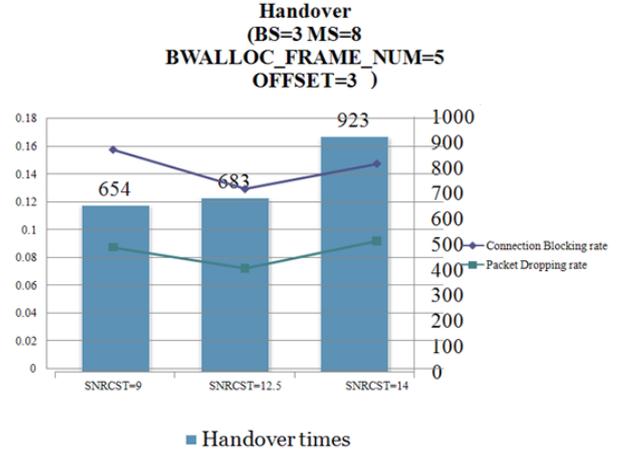


圖 6 Handover times v.s. SNRCST

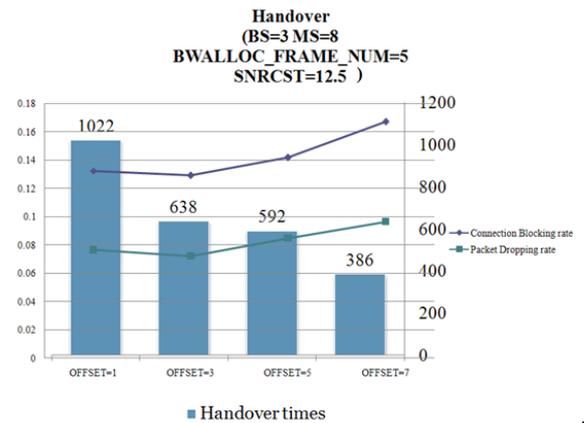


圖 7

Handover times v.s. OFFSET

圖 6 與圖 7 是以各種換手條件參數來觀察系統效能，可以觀察出並非換手次數多效能會較好且換手次數少也不會使效能較好，惟有適當的選取參數，才能使傳輸效能達到較好得情況。

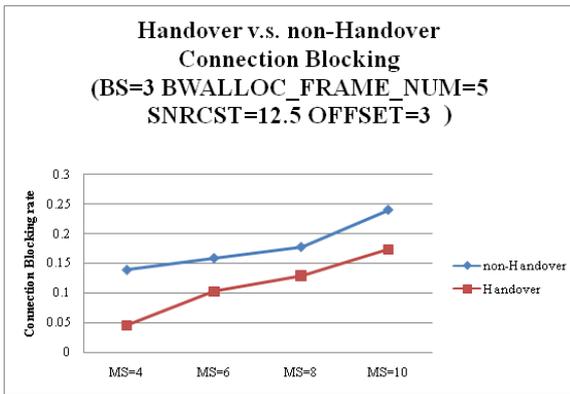


圖 8 Connection Blocking rate(Handover v.s. non-Handover)

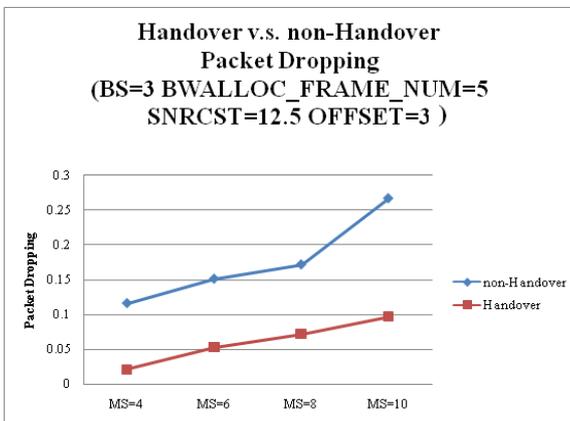


圖 9 Packet Dropping rate(Handover v.s. non-Handover)

圖 8 為不同數量的 MS 所作出的總連線阻絕率。隨著系統 MS 數量越多，相對來說系統的連線阻絕率也越高。是故不論 MS 數量為何，有換手機制的連線阻絕率都會比無換手機制的連線阻絕率低，原因在於無換手機制中，無法保證所有 MS 都能在較好的調變下進行傳輸，是故連線阻絕率較高。而圖 9 也一樣，無換手機制也比有換手機制的產生較高的封包丟棄率，理由如前面所敘述相同。

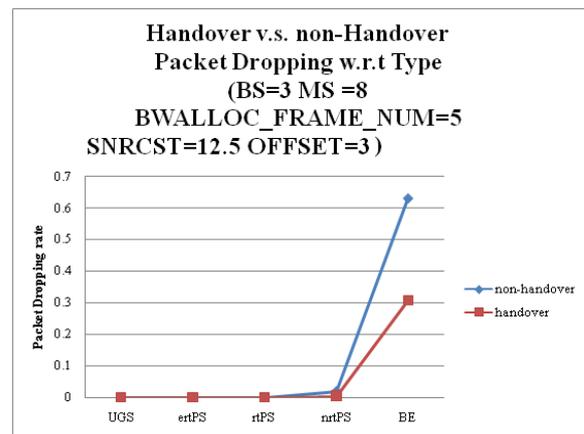


圖 10 Packet Dropping rate w.r.t. QoS Type(Handover v.s. non-Handover)

圖 10 為考慮 QoS 型態在 MS 數量為 8 時所產生的封包丟棄率的比較。由圖 10 可看出，因為頻寬分配機制關係，不論有無換手，UGS、ertPS、rtPS 都有很好的傳輸效能，但若無換手機制，因為 MS 可能長期處在較差的調變下，導致 UGS、ertPS、rtPS 用完系統頻寬，變的 nrtPS 與 BE 能使用的頻寬就越少，是故封包丟棄率就越高。

所以由此三圖就可以看出，有換手機制傳輸效能上是遠高於無換手機制的情況。

四、結論與未來工作

在本研究中，實作了移動與換手考量的 QoS 系統也實作了參照 IEEE802.16e-2005 規格中的 General Handover 演算法，由換手參數的分析，得到的結論為，並非換手次數多效能會較好且換手次數少也不會使效能較好，惟有適當的選取參數，才能使傳輸效能達到較好得情況。也進行了有換手機制與無換手機制的效能分析，可觀察出換手機制確實能提高系統傳輸效能，減低連線阻絕率與封包丟棄率。

不過本模擬系統的缺點，為模擬速度慢，導致模擬時間過長。原因出在本模擬系統在建立連線、中斷連線、換手機制等都實際傳輸控制訊息，實際執行一個系統所有完整且複雜的

動作。所以無法將模擬速度提升。也因為同樣的問題，無法增加 MS 的模擬數量。

本研究只實作了 IEEE802.16e-2005 規格中的 General Handover 演算法，在將來的研究中，也可以考慮實作其餘的三種換手演算法。不過 MDHO 與 FBSS 這兩種演算法制作上有很多困難存在。在移動模式方面，除了本研究所提的移動方法外，也可以進行各種不同的移動模式考量如：City Walk。而因 MS 會移動，也考慮系統電源消耗的問題，Power Saving 與 Sleep 機制也是將來可以增加的研究重點。而最有意義也是最具挑戰性的就是 WiFi 與 WiMAX 之間的換手，對現今遍佈 WiFi 的無線網路環境，若要將 WiMAX 加入這網路環境，WiFi 與 WiMAX 之間的換手必須考量兩系統的系統整合，這將是必要且重要的研究課題。



五、參考文獻

- [1] IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16:Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems , IEEE Std 802.16-2004.
- [2] IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16:Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems , IEEE Std 802.16e-2005.
- [3] Kevin Fall, Kannan Varadhan, “The ns Manual”, A Collaboration between researchers at UC Berkeley, LBL, USC/ISI, and Xerox PARC, October 4, 2006.
- [4] 姜宜榮, “IEEE 802.11 無線網路下具網路拓樸知覺無縫換手的設計與實作”, Department of Computer Science and Engineering College of Computer Science , National Chiao Tung University , June 2006.
- [5] H. H. Duong, A. Dadej, and S. Gordon, “Proactive Context Transfer in WLAN-based Access Networks”, Proceedings of the Second International Workshop on Wireless Mobile Applications and Service on WLAN Hotspots(WMASH) 2004, Oct. 2004.

