

CDMA 與 WLAN 異質網路之適應性磁滯垂直換手之效能

許晉維

朝陽科技大學資訊工程系研究生
e-mail: s9427633@cyut.edu.tw

黃永發

朝陽科技大學資訊與通訊系副教授
e-mail: yfahuang@cyut.edu.tw

摘要

本論文探討 3G(CDMA 通訊系統)與無線區域網路(Wireless LAN)之異質網路間之垂直換手(Vertical handoff)機制之效能,固定式磁滯值(Fixed hysteresis)垂直換手可降低乒乓(Ping-pong)效應影響,但也使得系統流量(Throughput)受到影響;而適應性磁滯(Adaptive hysteresis)垂直換手則不只降低乒乓效應,也能提升系統流量。

關鍵詞: 異質網路, 垂直換手, 乒乓效應, 適應性磁滯, 系統流量。

Abstract

This paper studies the performance of vertical handoff schemes for overlaid WCDMA and wireless LAN heterogeneous networks. The adaptive hysteresis vertical handoff can not only reduce the ping-pong handoff but also increase the system throughput.

Keywords: Heterogeneous networks, Vertical handoff, Adaptive hysteresis, Ping-pong effect, Throughput.

1. 前言

近年來,隨著多媒體視訊技術以及無線網路應用的蓬勃發展帶動著各種手持式行動裝置迅速發展除了原有通話功能以及照相功能之外,也能夠透過網際網路功能來進行手機鈴聲下載、網頁瀏覽、及電子郵件收發、全球定位的地圖查詢、音樂下載播放等等,也可以利用攝影鏡頭與遠端的朋友進行會議溝通,其實在我們生活中存在許多不同無線網路技術環境交織重疊,例如適合在室內的移動速率低而且通訊頻寬需求較高 IEEE802.11a/b、WLAN(Wireless LAN)等等以及適合室外的 3G、Wimax 等等依照使用著的需求選擇不同的無線網路技術使用。

由於行動裝置會隨著使用者而移動,所以

必須與鄰近基地台來做換手以避免通訊斷,但是在這過程中會受到附近的建築物、山丘所產生遮蔽效應或者是樹葉反射所產生多重路徑效應(Multipath effect)而會造成訊號放大或衰減,此外,傳送端和接收端的相對運動,會使訊號產生都普勒效應(Doppler effect),都普勒效應會使通道的特性隨著時間而改變,影響訊號品質。

一般換手方法可分為兩種模式:第一種是水平換手(Horizontal handoff),是在相同性質網路中行動台從一個基地台移動到另一個基地台例如:Wimax 切換到 Wimax 或者是 WiFi 切換到 WiFi,而換手機制是透過基地台之間的訊號來判斷強度(Received Signal Strength RSS)來判斷 [1], [2], 例如在 [2] 所提到是利用適應性換手方法以及動態磁滯值求出換手位置將換手時間延後這樣的確是能夠減少換手次數但是可能會造成頻寬損失而網路負載也是非常重要,第二種是垂直換手(Vertical handoff)由於無線多媒體服務移動中的使用者可能同時使用多種通訊服務的無線網路,而這些異質性無線網路(Heterogeneous wireless networks)所使用的頻段、頻道頻寬與協定彼此之間無法相容與互連所以必須透過垂直換手方法才能夠提供使用者更方便的能夠隨時隨地不受限制的使用互通網路接取網際網路服務,例如:使用同時具有 GPRS 及 WLAN 模組的 PDA,在移動的過程中,使用者可能會經歷垂直交遞,在這種情況下,要提供使用者不中斷的服務並不容易,因為在這兩種系統中所使用的頻寬並不相同,如何在換手過後能供給使用者繼續服務也是一個難題[3], [4], 目前有許多文章提出針對不同網路之下來進行垂直換手[5], [6], 例如當使用者在室內進行線上會議時準備要從室內離開時, WLAN 訊號會逐漸衰落此時 MN(Mobile node)會自動搜尋新的無線網路,雖然在換手過程中會產生延遲但可以繼續進行連線。其實不管是那種換手方法都會有乒乓效應通常是發生在基地台邊緣,乒乓效應會導致 service 中斷影響整體網路的輸出流量

(Throughput)降低,許多文章都有探討這個問題一般都是加入了門檻值(Threshold)[7], [8], 主要希望行動台由 WLAN 所接收到的 RSS 來判斷是否要執行換手, 能夠避免受到乒乓效應影響。磁滯之設定值這方面也要去考慮因為磁滯值設定值太低會增加換手失敗次數造成網路負載增加, 相反的, 設定太高時增加換手延遲, 而造成通話失敗降低服務品質(QOS)[9], [10], [11], 大部份文章都是透過 RSS 來測量換手的位置主要將換手的時間點延後, 但是確會影響行動台所接收到的頻寬下降, 可能會使整體網路服務品質下降。

本文是針對 WLAN 及 3G 的訊號重疊區域中探討 Moving-Out(MO)之兩種垂直換手方法的效能。第一種方法為固定式磁滯值(Fixed Hysteresis, FH), 第二種方法為適應性磁滯(Adaptive hysteresis), 而所謂 MO 是指由 WLAN 網路移動至 3G 網路之過程。本文第二節是介紹一般判斷換手機制得方法以及本文所提出這兩種判斷換手方法的程序, 包括了行動台頻寬如何取得以及如何決定行動台是否要執行換手機制, 第三節是針對這兩種方法的比較與分析以及一些模擬的參數設定、模擬環境等等, 第四節是結論。

2. 垂直換手法

換手判斷機制方法可以分為:

- (1) 基地台訊號強弱的判斷, 例如: 行動台由無線基地台 B 所接受到訊號強度大於行動台由基地台 A 的訊號強度, 那行動台由基地台 A 換手至基地台 B 但是這種方法會因為受到多重路徑影響而變動使行動台會在兩個基地台重複換手而產生了乒乓效應。
- (2) 使用臨界值來判斷換手: (A) 行動台所處的基地台訊號非常微弱(比所設定的臨界值還低), (B) 另一個訊號為兩個訊號較強時。此方法主要目的是指當原來基地台的信號強度能適用時, 不須執行換手的動作。
- (3) 使用磁滯值來判斷換手: 換手的機制有兩種狀態, 例如: 當行動台移動到基地台 A 時, 相對信號強度達到或超過磁滯值時, 這種機制會產生換手的動作, 但是行動台移動到基地台 B 後, 會維持與基地台 B 的通訊直到基地台 B 的訊號強度降到磁滯值以下, 才再換手回到 A。這個機制主要缺點是如果基地台 A 的信號強度仍然是足夠強的時候, 第一次的換手可能是不必要的。

(4) 預測方法: 根據未來相對訊號強度的預測值來決定是否換手。

一般換手所採用的通道模型分為下列三部分:

- (1) 傳播路徑損耗模型(Propagation Path Loss Model): 傳播路徑損耗模型是用來描述接收訊號的平均功率或是傳播路徑的平均損耗, 會隨著傳播距離的增加而減少。
- (2) 大尺度傳播模型(Large Scale Propagation Model): 主要是用來描述訊號在經過較長的距離(或時間)所產生的變化, 而此變化是用統計的方式描述通常是用來估測無線電波的覆蓋區域。
- (3) 小尺度傳播模型(Small Scale Propagation Model): 主要是用來描述在很短的距離(或時間)之內, 接收訊號功率所呈現快速的變動, 一般都是採用傳播路徑損耗模。

由於異質性無線網路可能同時存在 MN(Mobile node), 因此未來行動通訊設備設計成多重介面以便於不同性質網路的切換, 因為不同性質網路傳輸速率的不同造成 MN 資料傳輸將會改變勢必影響整體網路服務品質。

一般異質性無線網路判斷換手機制分為:

- (1) 藉由 MN 偵測鄰近異質性無線網路的導頻訊號(Beacon code)得知有哪些基地台可以提供 handoff 資源。
- (2) 配合每一個蜂巢的通訊成本、可支援的移動速率以及可提供多少頻寬等等因素考量, 挑選合適的候選網路(Candidate network)與後選蜂巢(Candidate cell)來降低換手至新的蜂巢失敗率(Call Dropping Probability, CDP)以及新的連線被拒絕的可能性(Call Blocking Probability, CBP)提高每一個蜂巢的資源利用。

圖1為異質網路的示意圖, 其中七個 micro cells 為 WLAN APs 重疊一個 macro cell 的 3G BS, 依本文 APs(WLAN APs)的涵蓋範圍為 120m 以及 BS(3G BS)涵蓋範圍為 2000m。

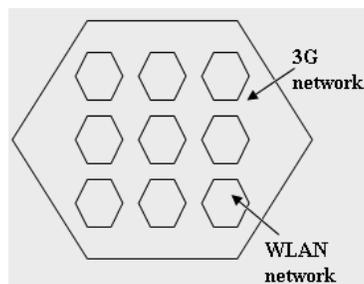


圖1 異質網路

我們所考慮是針對 WLAN 與 3G 這兩種異

質性無線網路，行動台是透過WLAN所接受到的頻寬來判定是否要換手至3G，為了能夠降低行動台在cell邊緣受到乒乓效應影響所造成call drop probability 所以我們加入了門檻值(Threshold)。

第一種方法是固定式磁滯值垂直換手方法 Moving-Out(MO)分為:

(A)行動台由WLAN網路換手到3G判斷條件:

$$B_i < GB - h \quad (1)$$

(B)行動台由 3G 網路換手到 WLAN 網路判斷條件:

$$B_i > GB + h \quad (2)$$

其中 B_i 為行動台由 WLAN 所接收到的頻寬， GB 為由 3G 所接收到的頻寬。

$$B_i = BW \times \frac{R_i}{R_m}, i=1,2,\dots,M \quad (3)$$

其中 M 為行動台數， R_i 為行動台由 AP 所接收到的訊號強度。

我們所使用傳播路徑損耗模型路徑所造成的接收功率損耗，只考慮到距離所產生的影響，會因為所考慮的環境以及地形而有所不同的變化因為為傳播路徑可能經過山頂、山谷，亦可能有大樓或樹木，由於都會區有許多的高樓、道路錯綜複雜，各傳播路徑的差異會較大，反之郊外與鄉村地區各個路徑的差異則會比較小，此模型假設呈現對數-常態分布(Log-Normal Distribution)包含了path-loss以及shadowing:

$$R_i = P_t - 10\beta \log_{10}\left(\frac{d}{d_0}\right) + X_{dB} \quad (4)$$

其中 P_t 為發射功率， β 為路徑散逸指數代表路徑散逸的速率會隨著環境的不同而改變， d 為行動台與 AP 之間距離， d_0 為陷入距離(Close-in distance)，陷入距離通常為一非常接近 AP 的距離， X_{dB} 代表平均值為 0 的高斯隨機變數，其標準差 σ (Standard Deviation) 為 4 至 10 dB， R_m 為當行動台移動到 AP 邊緣時所接收到的訊號強度，各個 AP 的平均頻寬， GB 為當行動台移動到 AP 邊緣時所接收到的頻寬。

第二種方法適應性的磁滯值(h_d)是由行動與 AP 之間距離而定如下:

$$h_d = \max\left\{35\left(1 - \left(\frac{B_i}{WB}\right)^\gamma\right), 0\right\} \quad (5)$$

其中 35 是指 h_d 的範圍由 35 到 0(kbps)，當 h_d 越小時表示行動台與 AP 之間距離就越遠，當 γ 設定越大時換手次數就越小，換手延遲就會大造成斷訊， WB 為行動台移動到 AP 邊緣時所接收到頻寬，我們將(1)與(2)式中的 h 改為 h_d 。

接下來計算每一個行動台的換手率，是指每一個行動台換手次數的總和與行動台數的比值為

$$\eta_h = \frac{\sum_{i=1}^M N_{h,i}}{M} \quad (6)$$

其中 $N_{h,i}$ 為每一個行動台換手次數， M 為行動台數。

我們是以每 T 秒判斷行動台是否有發生乒乓效應，乒乓換手率， η_{ph} 定義為

$$\eta_{ph} = \frac{\sum_{i=1}^M N_{h,i} - \sum_{j=1}^n C_j}{M} \quad (7)$$

其中 M 為行動者數， $N_{h,i}$ 為每一第 i 個行動台換手次數， C_j 第 j 個行動台走到 AP 涵蓋範圍的 1/3 的次數， n 為假設共有 n 個行動台走到 AP 涵蓋範圍的 1/3 的行動台數。

接下來我們考慮整體網路的流量為每一位使用者所接收到頻寬總和與使用者數的比值定義為:

$$\text{Average Throughput} = \frac{\sum_{i=1}^M B_i}{M} \quad (8)$$

其中 B_i 為每一個行動台所接受到頻寬， M 使用者數。

3. 模擬結果

為探討不同垂直換手機置之效能，我們以電腦模擬異質網路之環境，表 1 為模擬參數，此外，模擬環境中假設有 18 個 APs(WLAN APs)重疊 1 個 BS(3G BS)的異質網路以及包含了 20 個行動台，每一個行動台的位置是屬於隨機佈點在 AP 網路內，而且行動台由 WLAN 網路移動至 3G 網路，模擬時間為 160 秒，其中 APs(WLAN APs)的涵蓋半徑為 60m 以及 BS(3G BS)涵蓋半徑為 1000m 模擬環境如圖 2

所示。

表 1 模擬參數

Parameters	value
Mobile speed(V)	2.5, 5, 10 km/hr
Closed-in distance(d_0)	1 meter
Path loss exponent (β)	3
Standard deviation(σ)	5
GB	100kbps
BW	100kbps
Threshold (h)	0,5,10,15,20,25,30 (kbps)
行動台數(M)	20
發射功率 P_t	0dBm
T	20sec
γ	12

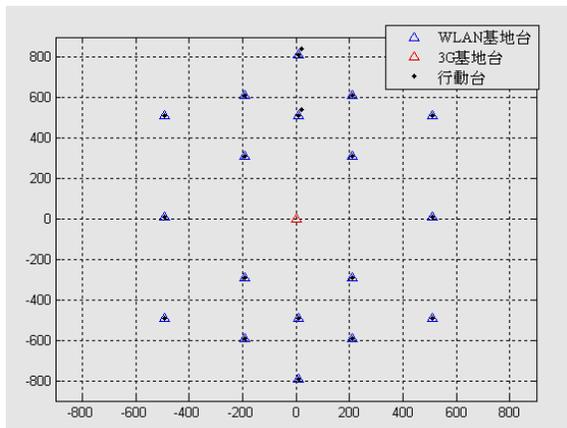


圖 2 異質網路之模擬環境

我們使用 MATLAB 軟體作電腦模擬，探討兩種換手方法在不同行動台之速度下的換手率(Handoff rate)、流量之效能比較。此外，在不同 β 值以及 σ 值時的換手率、平均流量以及受到乒乓效應換手率都將做一比較。

首先我們針對這兩種方法的換手率做比較，圖 3 中，X 軸為 Hysteresis，Y 軸為換手率，行動台速度越快時換手率越大是因為速度越快時經過基地台邊緣次數越多，相對的換手次數越多所以換手率越大，當磁滯值越大時是將行動台換手位置或者是時間點延後，相對的換手次數減少所以換手率會越低，而且我們也可以從圖中我們可以看出利用適應性磁滯方法可以得到比較佳換手率。

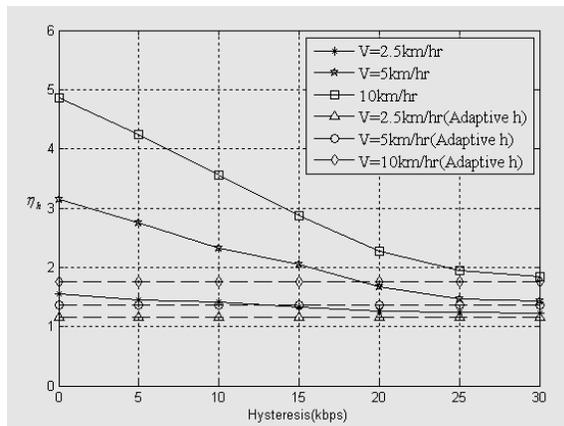


圖 3 固定磁滯與適應性磁滯換手率之效能比較

圖 4 中為乒乓換手率之效能比較，X 軸為 Hysteresis，Y 軸為乒乓換手率，行動台速度越快時換手率越大是因為速度越快時經過基地台邊緣次數越多，相對的換手次數越多所以乒乓換手率越大，當磁滯值越大時可以使換手的位置或者是時間點延後，降低行動台在基地台邊緣執行換手機制的次數，來降低乒乓效應影響的換手次數而且圖中也可以看出使用適應性磁滯方法可以得到較低的乒乓換手率。

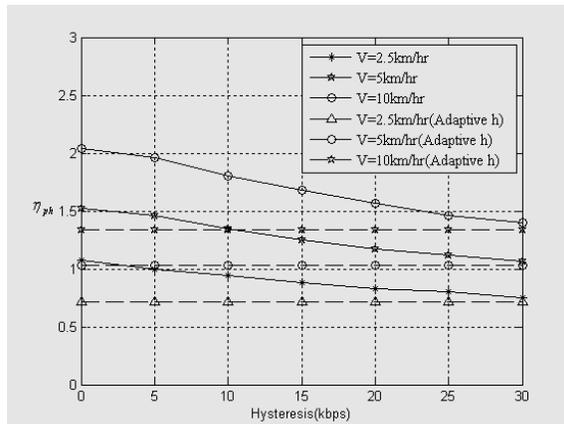


圖 4 固定磁滯與適應性磁滯之乒乓換手率效能比較

圖 5 中為整體網路流量來比較，X 軸為 Hysteresis，Y 軸為平均流量 (Average Throughput)，由於各個行動台分佈是獨立而且並不會互相影響所以當速度越快時所得到平均流量是相同的，當磁滯值越大時可以使行動台換手的位置或者是時間點延後，表示行動台離基地台越遠所以造成平均流量下降，我們也可以從圖中可以看出所提出來的適應性磁滯方法比固定式磁滯值方法所得到平均流量比

較高。

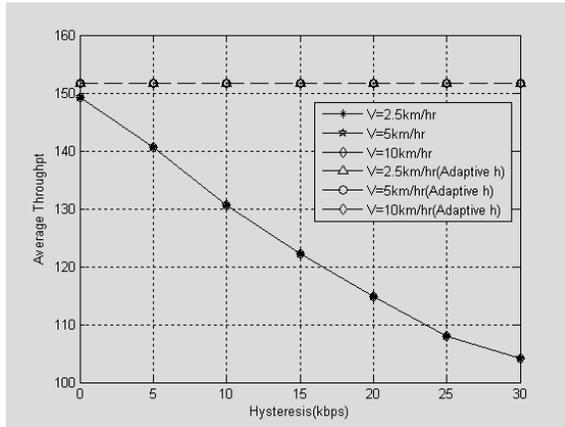


圖 5 平均流量之效能比較

圖 6 中，改變 γ 值， $\gamma = 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20$ ， $V=2.5\text{km/hr}$ 、 5km/hr ， $BW=100(\text{kbps})$ ，X 軸為 γ ，Y 軸為換手率以及平均流量，我們可以發現當 γ 越大時換手率越低，我們可以從圖中看出，當 γ 值設為 12~20 時換手率沒有明顯的改善所以本文將 γ 設為 12。

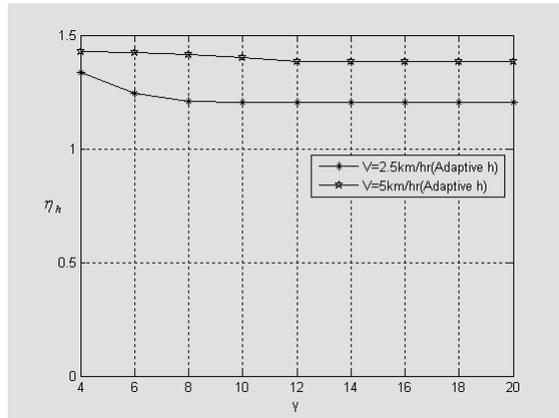


圖 6 不同的 γ 值之換手率效能比較

圖 7 中，改變 σ 值， $\sigma=3, 5, 7, 9(\text{dB})$ ， $\beta=3$ ， $h=0$ ，X 軸為 σ ，Y 軸為換手率，當 σ 越大時 Shadow fading 現象越嚴重，訊號強度衰減變化越快使得行動台在基地台邊緣受到乒乓效應影響更加明顯，而使得行動台所接收到的頻寬(B_i)衰減越大，因此的換手率就越高。

圖 8 中，改變 β 值， $\beta=2, 3, 4, 5(\text{dB})$ ， $\sigma=5$ ， $h=0$ ，X 軸為 β ，Y 軸為換手率，當 β 越大時訊號強度衰減越大，使得行動台在基地台邊緣所接收到的頻寬(B_i)衰減量越大，行動台在 WLAN 所接收到的訊號不至於產生乒乓效應，因此換手率就越低。

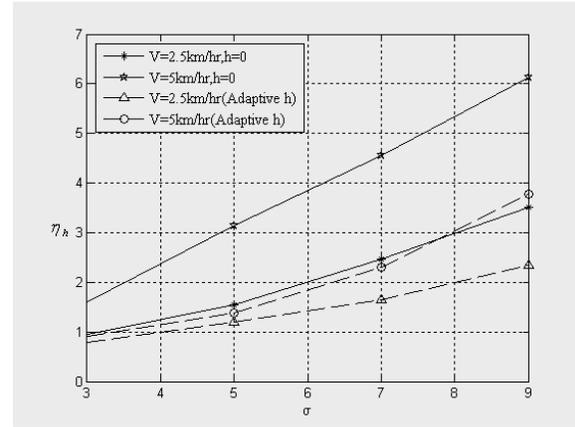


圖 7 不同的 σ 值之換手率效能比較

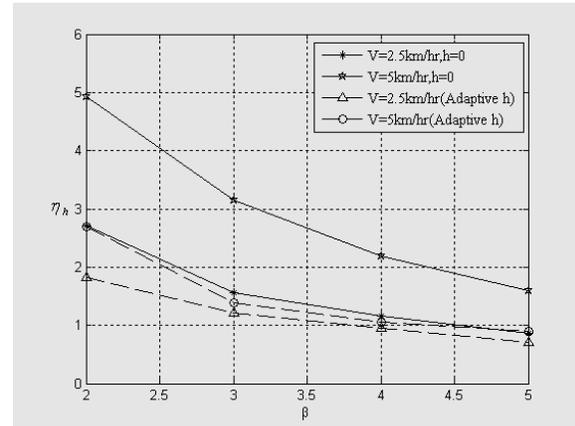


圖 8 不同的 β 值之換手率效能比較

4. 結論

本研究是針對兩種垂直換手依據每一個行動台所接受到的頻寬作為換手的機制，不但能夠降低乒乓換手率，並可增加整體網路流量，在模擬結果我們可以發現適應性磁滯比一般傳統使用的固定式磁滯法，不管在換手率、乒乓換手率、流量確實能夠大幅的改善。在未來工作我們會再針對非固定的 BW 值、整體網路成本以及整體網路的負載除了能夠減少換手次數來改善換手失敗而負載平衡也是種要課題。

參考文獻

- [1] G. P. Pollini, "Trends in Handover Design," *IEEE Communications Magazine*, Vol. 34, pp. 82-90, March. 1996.
- [2] D. K. Panwar and L. Shyam, "Coverage Analysis of Handoff Algorithm with Adaptive Hysteresis Margin," *Proceedings of 10th*

- International Conference on Information Technology**, pp. 133-138, Dec. 2007.
- [3] M. Ylianttila, M. Pande, J. Makela, and P. Mahonen, "Optimization Scheme for Mobile Users Performing Vertical Handoffs between IEEE 802.11b and GPRS/EDGE Networks," **Proceedings of IEEE Global Telecommunications Conference**, Vol. 6, pp. 3439-3848, June. 2004.
- [4] J.-Y. Pyun, "Context-Aware Streaming Video System for Vertical Handover over Wireless Overlay Network," **IEEE Transactions on Consumer Electronics**, Vol. 54, pp. 71-79, Feb. 2008.
- [5] K. Yang, I. Gondal, B. Qiu and L. S. Dooley, "Combined SINR Based Vertical Handoff Algorithm for Next Generation Heterogeneous Wireless Networks," **Proceedings of IEEE Global Telecommunications Conference**, Washington, pp. 4483-4487, Dec. 2007.
- [6] S.-H. Wie, J.-S. Jang, B.-C. Shin, and D.-H. Cho, "Handoff Analysis of the Hierarchical Cellular System," **IEEE Transactions on Vehicular Technology**, Vol. 49, pp. 2027-2036, Sept. 2000.
- [7] B.-J. Chang and J.-F. Chen, "Cross-Layer-Based Adaptive Vertical Handoff With Predictive RSS in Heterogeneous Wireless Networks," **IEEE Transactions on Vehicular Technology**, Vol. 57, pp. 3679 -3692, Nov. 2008.
- [8] M. Ruggieri, F. Graziosi and F. Santucci, "Modeling of the Handover Dwell Time in Cellular Mobile Communications Systems," **IEEE Transactions on Vehicular Technology**, Vol. 47, No. 2, pp. 489-498, May. 1998.
- [9] R. Corvaja, "Qos Analysis in Overlay Bluetooth-WiFi Networks with Profile-Based Vertical Handover," **IEEE Transactions on Mobile Computing**, Vol. 5, pp. 1679-1690, Dec. 2006.
- [10] A.E. Khafa and O.K. Tonguz, "Handover Performance of Priority Schemes in Cellular Networks" **IEEE Transactions on Vehicular Technology**, Vol. 57, pp. 565-577, Jan. 2008.
- [11] A. Iera, A. Molinaro and S. Marano, "Handoff Management with Mobility Estimation in Hierarchical Systems," **IEEE Transactions on Vehicular Technology**, Vol. 51, pp. 915-934, Sep. 2002.