

適用於毫微微蜂巢式網路之換手決策設計

鄧靜容*、吳介騫、林澤聰
國立高雄第一科技大學電腦與通訊工程系

摘要 一支援高速移動的長期演進技術中，使用者於建有毫微微蜂巢式基地台的環境下高速移動時，容易產生非必要換手；因此避免此情形的換手決策，乃是重要的議題。傳統換手決策考量於信號強度；有的論文乃基於信號強度加上使用者的移動速度、即時性服務類型以及使用者設備存取模式之考量，以減少非必要換手。也有論文為考量信號對干擾及雜訊比取代信號強度，提高毫微微蜂巢式基地台使用率。本論文將分析這些換手決策，並提出新的換手決策。

一、簡介

隨著智慧型手機的普及，用戶對於行動上網服務品質的要求也不斷提高，為了滿足使用者的需求，第三代行動通訊組織(3rd Generation Partnership Project, 簡稱 3GPP)提出長期演進技術(Long Term Evolution, 簡稱 LTE)以提高傳輸速率且支援使用者設備(User Equipment, 簡稱 UE)最高移動速率達 350 km/hr。LTE 標準的換手方式屬於硬式換手，UE 會先切斷與原先服務基地台之間的通訊資源，然後再與目標基地台建立連線，此過程稱作「先切斷後建立」(Break before Make)，因此在換手的過程中，會有一小段通訊中斷的情形發生，而過多且不必要的換手情形發生的話，則會有浪費系統資源、封包遺失或服務延遲等情形產生，而導致降低使用者服務品質。

而業者也為了改善目前電信網路的整體效能，提供更高的資料傳輸速率，同時兼具高容載量，讓使用者可以自由運用最大容量空間，因此發展出在現有的大型蜂巢式基地台(Macrocell, LTE 標準中稱為 eNB)涵蓋範圍內架設毫微微蜂巢式基地台(Femtocell, LTE 標準中稱為 HeNB)，它是一種小型化、低功率的無線基地台，其後端接取(Backhaul)網路的固接線路取自個人、家庭用戶的固接寬頻，如 ADSL、Cable Modem、光纖等。後端接取用於與無線服務系統業者的核心網路(Core Network, CN)連接，另一端則透過射頻天線與 UE 傳遞訊號。HeNB 是以 IP 封包為基礎的網際網路接取裝置，經由網路來傳送即時的語音或資料封包，也因此 HeNB 特別適合用在以 IP 網路為主的 LTE 佈建上。另外，對使用者來說，自行安裝 HeNB 的難度也不高，使用者可自行安裝佈建，因此也為電信業者省下可觀的成本。

在支援高速移動的 LTE 系統中，建置 eNB 與 HeNB 共存的環境下，由於 HeNB 涵蓋範圍小的特性，使得 UE 在移動的過程，容易發生非必要換手的情況，而導致換手次數的增加。有鑒於 LTE 標準的換手流程是屬於硬式

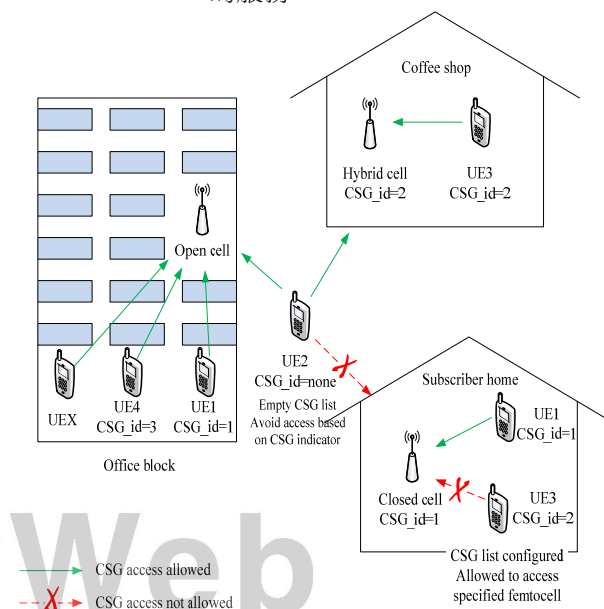
換手，因此，頻繁的觸發換手，可能會造成封包遺失或是額外的服務延遲，尤其對於延遲較敏感的即時性服務會特別的明顯。所以，制定出一套好的換手決策，對於降低換手次數就顯得非常重要。

在我們研究的過程中，發現大部分論文皆在換手決策議題上來做討論及改善，主要目的在於透過減少非必要換手次數來降低整體換手次數。但是我們發現部分論文所提出之方法，會有乒乓效應及使用者設備失去與基地台連線的情形產生，亦或是提出的方法與傳統做法為相同的方式，因此，我們基於改善上述問題，而提出一套新的換手決策。

二、相關論文

2.1 Femtocell 存取模式

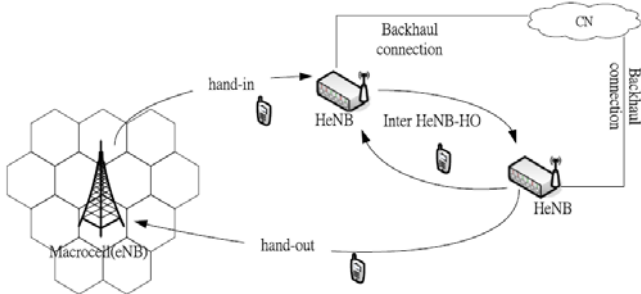
HeNB 主要可分成三種模式供使用者存取：(1)OSG(Open Subscriber Group)可供一般用戶連線，未對用戶存取權做任何限制；(2)CSG-Close(Close Subscriber Group-Close)只提供給部分已經向 HeNB 註冊的用戶連線；(3)CSG-Open(Close Subscriber Group-Open)為前述兩種模式的混合模式，優先服務已經註冊的使用者使其能以較高的優先權存取，並在不影響特定用戶服務品質的情況下，才提供給未註冊用戶使用。下面以圖一簡單說明 Femtocell 的存取模式，其 CSG_id 表示是否可以使用 CSG-Close Femtocell 的服務。



圖一：Femtocell 存取模式情境

2.2 換手情境

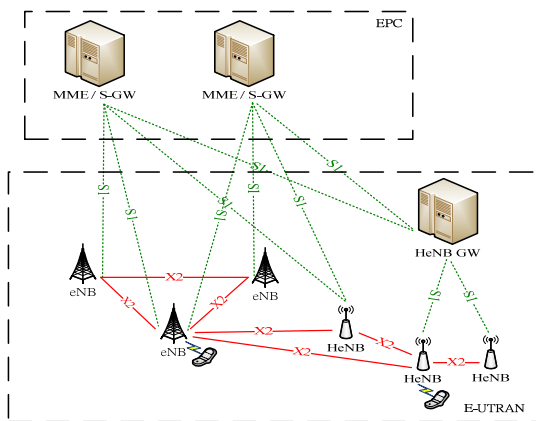
本論文主要討論在 eNB 和 HeNB 共存環境下的換手，以下分別整理出三種換手情境進行討論，第一種情境，是從 eNB 換至 HeNB，稱為 Hand-in；第二種情境，從 HeNB 換至 eNB 稱為 Hand-out；第三種情境，是 HeNB 之間的切換，稱為 Inter HeNB-HO。圖二為 eNB 以及 HeNB 的換手情境示意圖。



圖二：換手情境示意圖

2.3 Femtocell 於 LTE 的基本架構

LTE 主要的系統架構分別由 EPC (Evolved Packet Core) 與 E-UTRAN (Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network)[1]所構成。EPC 是一種基於 IP 網路協定架構的多重存取核心網路，其主要的組成部份包含 MME(Mobility Management Entity)、S-GW(Serving Gateway)。而 E-UTRAN 則是包含 eNB、HeNB 和 UE。其中 eNB 或 HeNB 就是 LTE 系統中的基地台，而 UE 就是使用者所持有的設備。上述所提到元件就是 LTE 網路架構中最重要的幾個功能元件。另一方面，各個元件之間的傳輸介面也有所不同，其中 eNB 或 HeNB 之間是經由 X2 傳輸介面進行溝通，而 eNB 或 HeNB 與 EPC 進行溝通的橋樑則是經由 S1 傳輸介面，如圖三的 Femtocell 系統架構圖。

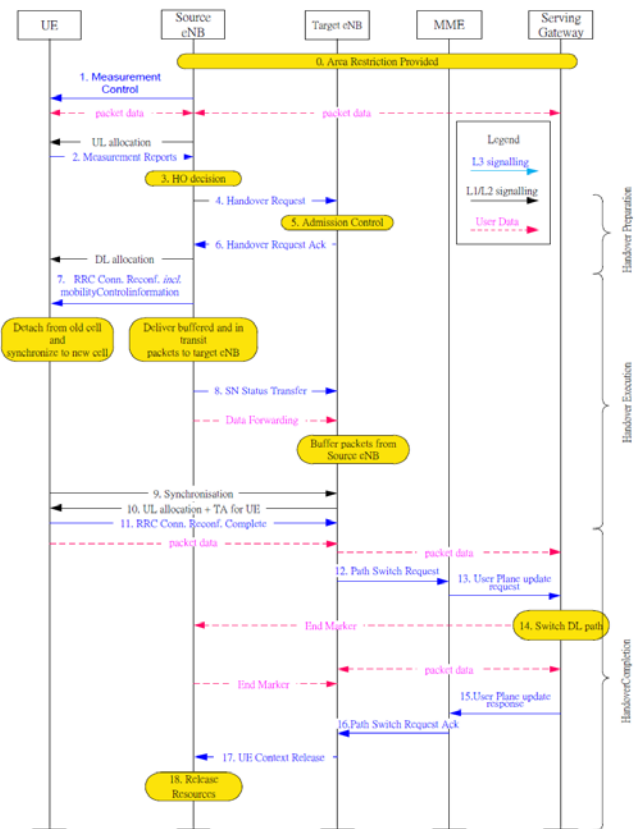


圖三：Femtocell 系統架構圖

2.4 LTE 換手流程

目前在 3GPP LTE 所規範的換手流程[1]是屬於硬式換手，如圖四所示，共可分為三個階段，分別是換手準備

階段(Handover Preparation)、換手執行階段(Handover Execution)以及換手完成階段(Handover Completion)。



圖四：LTE 換手流程圖

UE 斷開與原服務的基地台(Source eNB)的連結(Step 8)，一直到目標基地台(Target eNB)收到 Handover Confirm 訊息為止(Step 11)的這段時間，是 UE 資料的傳輸中斷時間。

2.5 適用於 LTE 之換手決策

LTE 標準的換手決策中，決定換手的參數為參考信號接收強度(Reference Signal Received Power, RSRP)，它指的是 LTE 系統中的信號強度。當系統滿足下列不等式 (1) 及(2) 時，換手動作就會被觸發[2]。

$$RSRP_T > RSRP_S + HOM \tag{1}$$

$$HOTrigger > TTT \tag{2}$$

其中 $RSRP_T$ 和 $RSRP_S$ 分別代表 UE 從 Target eNB 及 Source eNB 所接收到的參考訊號接收強度； HOM (Handover Margin)是一個常數，它代表的是 Target eNB 和 Source eNB 之間 $RSRP$ 的差值； TTT (Time to Trigger)則代表系統滿足 HOM 條件之後的一個時間區隔，它是用來限制系統在特定的時間區間內換手的動作；而 $HOTrigger$ 代表計算開始滿足(1)之後的時間。

在以信號對干擾及雜訊比(Signal to Interference and Noise Ratio, SINR)、UE 移動速度及即時性服務(Real-time Service)類型作為換手參數的論文[3]中，主要是考量到

四、 模擬實驗與效能分析

4.1 效能評估指標

為了評估傳統換手決策與我們提出的換手決策之效能比較，我們參考[2]的效能評估指標，分別是平均換手次數(Average handovers number, HO_{avg})與非必要換手率(Unnecessary handover ratio, P_{UHO})。

平均換手次數為：各個 UE 在模擬時間內的平均每秒換手次數，用下列算式計算：

$$HO_{avg} = \frac{HO_{Total}}{J \cdot T} \quad (3)$$

其中，總換手次數為 HO_{Total} ，UE 個數為 J ，模擬時間為 T 。而非必要換手率則用下列算式計算：

$$P_{UHO} = \frac{N_{UHO}}{HO_{Total}} \quad (4)$$

其中，非必要換手次數為 N_{UHO} 。

4.2 模擬環境與參數設定

我們的模擬環境是於一個涵蓋半徑 1000 公尺的 eNB 內，部署 50 個 CSG-Open 存取模式的 HeNB 以及 60 個 UE。也參考[6]來制定參數。為了判斷非必要換手，我們定義 UE 接受基地台服務的時間小於 $T_{critical}$ ，則為非必要換手。表 I 為模擬實驗參數。

表 I: 模擬實驗參數

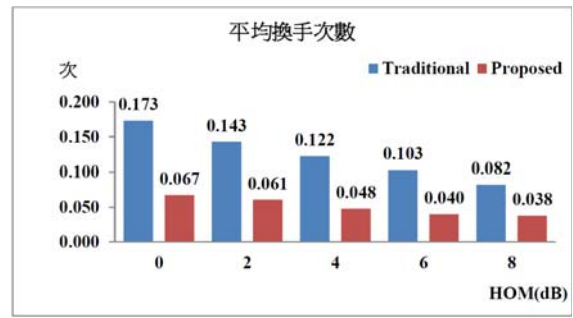
Parameter	Value
eNB transmit power	46 dBm
HeNB transmit power	10 dBm
eNB of path loss model	$128.1+37.6\log_{10}(D)$ for D (km)
HeNB of path loss model	$\text{Max}(15.3+37.6\log_{10}d, 37+20\log_{10}(d)) + qW + \text{Low}$
Velocity of UE	Random, range[1,10m/s]
Service State of UE	Random[real time, non-real time]
Simulation time	1000(sec)
$T_{critical}$	1(sec)
HOM	0, 2, 4, 6, 8 dB
TTT	0 ms [7]
Vt1	8m/s
Vt2	4m/s

4.3 模擬結果與分析

比較在我們建立的模擬環境下，傳統與我們提出的兩種換手決策的效能評估指標。

(a). 平均換手次數：

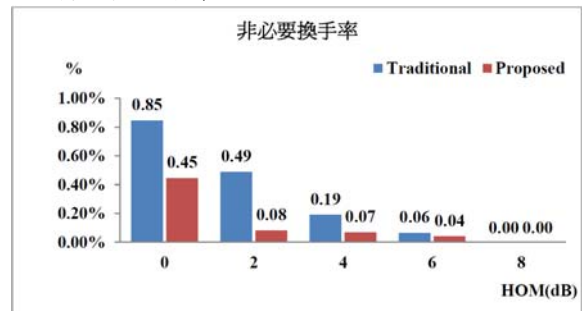
如圖七所示，傳統換手決策的平均換手次數比較多，而我們提出的換手決策大幅度地降低至多 61% 的換手次數。



圖七：平均換手次數比較

(b). 非必要換手率：

如圖八所示，傳統換手決策的非必要換手率較高，而我們提出的換手決策大幅度地降低至多 84% 的非必要換手率。



圖八：非必要換手率比較

結論

本論文證明：用 SINR 做為換手決策的方法，與傳統換手決策是相同的；也發現若以 RSS 遞減作為換手決策，會造成乒乓效應及斷話。因此，我們改善這些問題，提出新的換手決策，並以模擬證明：提出的換手決策，至多能降低換手次數達 61% 及非必要換手率達 84%。

參考文獻

- [1] 3GPP, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network; Overall description; Stage 2," TS 36.300, v11.6.0, Jul. 2013.
- [2] C. C. Lin, K. Sandrasegaran, H. A. M. Ramli and R. Basukala, "Optimized Performance Evaluation Of LTE Hard Handover Algorithm With Average RSRP Constraint," *International Journal of Wireless & Mobile Networks*, pp.1-16, Apr. 2011.
- [3] P. Xu, X. Fang, J. Yang and Y. Cui, "A User's State and SINR -Based Handoff Algorithm in Hierarchical Cell Networks," *IEEE International Conference Wireless Communications Networking and Mobile Computing*, pp.1-4, Sept. 2010.
- [4] S. J. Wu, "A New Handover Strategy between Femtocell and Macrocell for LTE-Based Network," *International Conference on Ubi-Media Computing*, pp. 203-208, Jul. 2011.
- [5] 3GPP, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and TDD Home eNodeB(HeNB) Radio Frequency(RF) requirements analysis," TR 36.922, v10.0.0, Apr. 2011.
- [6] Qualcomm Europe, "HNB and HNB-Macro Propagation Models," 3GPP R4-071617, Oct. 2007.
- [7] 3GPP, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Radio Resource Control (RRC)," TS 36.331, v9.6.0, Mar. 2011.