

適應性陣列天線之蜂巢式系統碼樹的有效管理策略

陳忠信
朝陽科技大學
jschen26@cyut.edu.tw

蔣文棋
朝陽科技大學
s9530610@cyut.edu.tw

李冠億
朝陽科技大學
s9530602@cyut.edu.tw

李美文
朝陽科技大學
s9630603@cyut.edu.tw

摘要

傳統採用 TDMA 或 FDMA 技術，並配合全方向性天線，每一個基地台只能使用部份系統頻寬，而且沒有分割空間的特性，所以系統頻寬在基地台內，是無法被重覆使用。CDMA 技術結合適應性陣列天線(Adaptive Antenna Array；AAA)，因為編碼方式的不同，所以每一個基地台能夠使用全部系統頻寬，並且有分割空間的特性，所以在同一基地台內，全部的系統頻寬還能重覆使用。透過 CDMA 與 AAA 做結合，可以將系統頻寬大幅度提升。但是 AAA 將細胞分割成多個區塊，而相鄰的區塊，是不能配置相同的頻道，所以當手機用戶在移動的過程中，會造成大量內部換手的問題，對系統而言是一個非常大的負擔。有鑑於此，本論文中提出一個有效的換手管理策略，能在維持高系統容量下減少通話換手的次數進而降低系統負載。

關鍵詞：適應性陣列天線，蜂巢式系統，碼樹，內部換手。

Abstract

The conventional TDMA- or FDMA-based access techniques with the full-direction antennas result in that a base station (BS) is allocated a little part of the system bandwidth. Moreover, the full-direction antennas cannot maintain the space-partition property, that the allocated bandwidth of this BS can not be reused in the covered area. The CDMA-based access techniques, using different coding techniques, with the adaptive antenna arrays (AAA) result in

a BS can be allocated all of the system bandwidth. Moreover, the AAA has the space-partition property, that the allocated bandwidth of this BS can be reused in the covered area. Therefore, CDMA-based access techniques with the AAAs will enlarge the system capacity greatly. However, the AAA architecture will divide a cell into a number of areas and the neighboring areas of a cell cannot use the same resource to serve calls. Therefore, the procedure of a call will meet a large number of the intra-handoffs and a handoff procedure is high overhead for a telecommunication system. In light of above discussions, the investigation proposes an efficient handoff management for CDMA-based AAA cellular networks. This strategy can maintain a high system capacity and reduce the number of intra-handoffs to lessen the system overhead.

Keywords: Adaptive antenna array, Cellular system, Code tree, Intra-handoff.

1. 簡介

無線通訊近年來發展迅速，而帶動這股風潮的主要原因在於它能提供一個不受空間以及時間所限制的通訊環境，方便人們在日常生活中使用。但無線通訊中可用的頻道卻是受限於實體的傳送媒體和相關的政策規定，實際上可用來提供無線通訊的頻道卻是非常少的。因此，如何以受限制的頻道來發揮最大的功效，以滿足急速增長的通訊服務上的請求，為當下

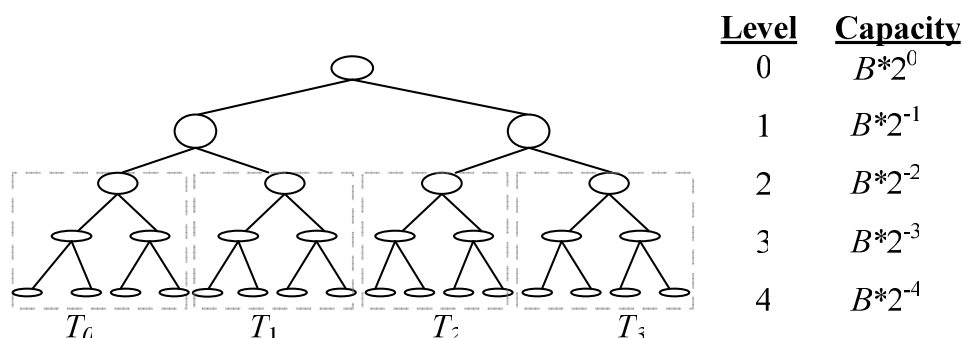


圖 1: OVSF 碼樹

無線通訊的重要議題。而適應性陣列天線之蜂巢式系統，因為提供了更彈性的頻道管理而被廣泛的使用在目前環境中[4, 8, 10]。

傳統的通訊系統，採用 TDMA 或 FDMA 的技術，利用固定時槽或是固定頻帶來做頻道的分配，所以基地台只能使用部份系統頻寬，同時全方向性天線的廣播方式，因為沒有分割空間的特性，所以在同一個基地台內，是無法使用相同的頻道。相對的，CDMA 的技術因為使用通道碼(Channel Codes)，所以基地台能夠使用全部系統頻寬。配合適應性陣列天線(Adaptive Antenna Array；AAA)，利用分割空間的特性，將全方向性廣播，切割成許多相同大小的區塊 (Section)，讓每一個區塊，都具有空間差異性，因此在同一個基地台內，頻道是可以重覆使用[2, 9, 11]。利用 CDMA 與 AAA 做結合，則系統資源將會大幅度的提昇，能夠有效改善資源 (頻寬、訊號) 不足的問題，所以也是未來通訊發展的趨勢之一。

基地台具有 AAA 的架構下，會將細胞(cell) 切割成許多相同大小的區塊，所以當一個細胞被切割的區塊越多，則通話換手的行為也就會越頻繁[9]。因為通話換手(handoff)是指一個通話中的行動用戶，由一個區塊移動到另一個區塊。這時新的區塊為了使通話能持續進行，必須指派一個新的頻道給這個行動用戶，若新的區塊中沒有辦法分配一個新的頻道給這個行動用戶，則會讓一個進行當中的通話被

強迫中斷(call-dropping)[1, 7, 10]。所以細胞內的區塊越多，則頻道改變及換手次數也會因此增加，相對的通話中斷及系統負載也會因此提高。

一個換手的程序中必需將通話的內容由舊的區塊移交到新的區塊，這過程中涉及到頻道交換(channel switch)和資料交換(data switch)。若前後兩個區塊屬於不同的網路系統，還會涉及到網路交換(network switch)。所以為了維持良好的通訊品質，減少換手的次數，是相當重要的議題[1, 8]。

基於上面的討論，我們提出了一個有效的換手管理策略，將換手通話分為高速移動與低速移動，高速移動換手通話，可以使用細胞的頻寬，也可以使用區塊的頻寬，而低速移動換手通話，則只能使用區塊的頻寬。我們考量手機用戶的移動性和系統負載的問題，所以高速移動換手通話，利用分配細胞的頻寬給於使用，來減少不必要的換手次數及系統負載。

本論文的章節安排，在第二章中會介紹系統模式，第三章介紹提出的策略，第四章展示模擬的數據結果，最後是我們的總結。

2. 系統模式

一個基地台在接收發送無線電波時，以其能接收的訊號強度，以及電波直線的傳送特性，形成以基地台為中心的區域，為此基地台所涵蓋及可以提供服務的範圍，稱作為細胞。每一個細胞 C_i 可使用全部的系統頻寬 B ，此頻寬 B 使用WCDMA的技術，可被編碼成一OVFSF碼樹 $T(C_i)$ 。WCDMA採用OVFSF碼樹做為通道碼(Channel Code)，並且根據OVFSF碼樹，以不同的展頻因子(Spreading Factor)所產生。OVFSF碼樹能以一顆二元樹來表示，如圖1所示。圖中的每一個節點，即代表一個通道碼，而每一層代表不同的展頻因子，也提供了不同的資料速率，而節點屬於同一層時，則具有相同的展頻因子，其資料速率也是相同的。樹根(root)的節點是在階層0，代表資料速率 B 。下一層的節點的頻寬，則是上一層節點的一半。所以在第 h 階層的節點頻寬為 $2^{-h}B$ [3, 5-6]。

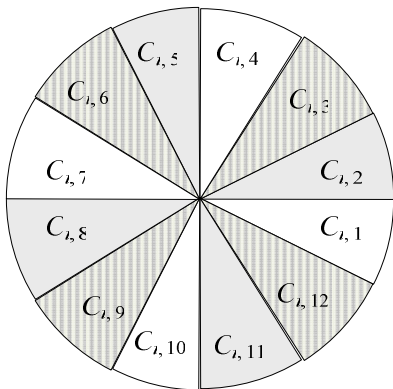


圖 2: 細胞的區塊

每一細胞 C_i 中有一個陣列天線可將 C_i 切割成數個扇形區域。為方便起見，以 $C_{i,1}, C_{i,2}, \dots, C_{i,m}$ 代表 C_i 中的 m 個扇形區域。同細胞 C_i 內區塊間有彼此干擾的問題(如定義一所示)，因此當 $C_{i,k}$ 中使用一個碼來建立通話時，最小干擾範圍(D_{min})內的其它區塊 $C_{i,j}$ 不能用相同的通道碼來建立通訊，否則訊號將會互相干擾。在細胞 C_i 每一個扇形區域 $C_{i,k}$ 被配置全部系統頻寬 B 的部份碼樹 $T(C_{i,k})$ 。 $T(C_{i,k})$ 的配置必需滿足定義二，即干擾範圍內的區塊不能被配置相

同的碼樹。

定義一： 區塊 $C_{i,k}$ 干擾範圍定義為 $IN(C_{i,k}) = \{C_{i,j} \mid C_{i,j} \text{ 與 } C_{i,k} \text{ 距離小於 } D_{min} \text{ 的細胞的區塊}\}$ 。

定義二： $C_{i,k}$ 的碼樹分配 $T(C_{i,k})$ 必須滿足：對任一個 $C_{i,j} \in IN(C_{i,k})$ ， $T(C_{i,k}) \cap T(C_{i,j}) = \emptyset$ 。

圖2中細胞 C_i 的地理區域被切割成 $C_{i,1}, C_{i,2}, \dots, C_{i,12}$ 等12個區塊，若最小干擾範圍 D_{min} 為2個區塊，則 $IN(C_{i,3}) = \{C_{i,1}, C_{i,2}, C_{i,4}, C_{i,5}\}$ 。當 $C_{i,3}$ 被配置一個子樹 $T(C_{i,3})$ 時， $C_{i,1}, C_{i,2}, C_{i,4}$ 和 $C_{i,5}$ 中所配置的子樹 $T(C_{i,1}), T(C_{i,2}), T(C_{i,4}), T(C_{i,5})$ 就不能有任何相同的碼是一樣的。即對 $IN(C_{i,3})$ 中的任一區塊 $C_{i,j}$ ， $T(C_{i,3}) \cap T(C_{i,j})$ 為空集合。

這次研究中我們將細胞 C_i 可使用全部系統頻寬 B 分成兩大類 $T(C_i)$ 和 $T(C_{i,j})$ ，其中 $T(C_{i,j})$ 為區塊 $C_{i,j}$ 中的手機用戶(Mobile Host; MH)獨自使用的部份， $T(C_i)$ 為 C_i 全部區塊中的MH，可以使用的部份。而MH的移動性，會影響由 $T(C_i)$ 或 $T(C_{i,j})$ 中挑選可用的頻道來提供通話請求，MH的移動性如定義三所示，可區分成高移動性或低移動性。

定義三： 一個手機用戶 mh 的移動性為單位時間內經過的區塊數目 $M(mh)$ 。當 $M(mh) > th_H$ 時，此 mh 為高移動速度，否則為低移動速度。

MH的頻道分配，需要挑選目前可用(Available)的碼樹，來提供給通話使用，目前可用的碼樹如定義四所示。

定義四： $A(T(C)) = \{\text{碼樹 } t \mid t \in T(C) \text{ 且 } t \text{ 沒有指派給 } C \text{ 中的任一 } mh\}$ 。

3. 策略

我們的策略分成兩個部份：碼樹分配和碼樹指派流程。碼樹分配，說明如何配置給每一個區塊一個子樹，並且碼樹分配需要符合定義二，讓區塊配置到的碼樹，彼此之間不會互相干擾。碼樹指派流程，說明當一個 MH mh 在區塊 $C_{i,j}$ 中產生一個通話請求時，用來判斷是否能配置給 mh 一個碼樹。

3.1 碼樹分配

對於細胞內的碼樹分配，我們提出固定的配置和動態的配置兩種。

3.1.1 固定的配置

對於一個細胞 C_i ，固定的配置會將全部的系統頻寬 B 分配給每一個區塊 $C_{i,j}$ ，每一個區塊 $C_{i,j}$ 只能使用被分配的子數 $T(C_{i,j})$ 來服務境內的 MH。

細胞 C_i 的地理區域被切割成 $C_{i,1}, C_{i,2}, \dots, C_{i,m}$ 等 m 個區塊，每一個扇形區域 $C_{i,k}$ 被配置全部系統頻寬 B 的部份碼樹 $T(C_{i,k})$ ，碼樹的配置策略如下：

- (1) 將 $C_{i,1}, C_{i,2}, \dots, C_{i,m}$ 區塊，分割成 $G_1, G_2, \dots, G_{CS}$ 等子集合，在任一個子集合中任意二個區塊的實際距離，至少要距離 D_{min} 。相對應的將系統頻寬 B ，切割成 $T_1, T_2, \dots, T_{CS}$ 等 CS 個互相獨立的子樹。每顆子樹的大小盡可能的一致。
- (2) 在 G_a 中的區塊，配置 T_a 子樹，其中 a 等於 $1, \dots, CS$ 。

以圖 2 為例，在 D_{min} 為兩個區塊的條件下， $\{C_{i,1}, C_{i,2}, \dots, C_{i,12}\}$ 可被分割成 $G_1 = \{C_{i,1}, C_{i,4}, C_{i,7}, C_{i,10}\}$, $G_2 = \{C_{i,2}, C_{i,5}, C_{i,8}, C_{i,11}\}$, $G_3 = \{C_{i,3}, C_{i,6}, C_{i,9}, C_{i,12}\}$ 等三個子集合。相對應的，全部系統頻寬 B 也盡可能的切割成 T_1, T_2 和 T_3 三顆子樹。其中 G_1 中的每一個區塊配置 T_1 子樹， G_2 中的每一個區塊配置 T_2 子樹， G_3 中的每一個區塊配置 T_3 子樹。

3.1.2 動態的配置

對於一個細胞 C_i ，動態的配置會先將全部的系統頻寬 B 先切割出一顆子樹 T_0 ， C_i 中的 MH 都有機會使用 T_0 來做通訊。其餘的頻寬 $(B - T_0)$ 再用來分配給每一個區塊 $C_{i,j}$ ，每一個區塊 $C_{i,j}$ 被分配的子數 $T(C_{i,j})$ 只能服務在區塊 $C_{i,j}$ 內的 MH。

細胞 C_i 的地理區域被切割成 $C_{i,1}, C_{i,2}, \dots, C_{i,m}$ 等 m 個區塊，每一個扇形區域 $C_{i,k}$ 被配置一個 $T(C_i)$ 的部份碼樹 $T(C_{i,k})$ ，碼樹的配置策略如下：

- (1) 由 $T(C_i)$ 中切割出一顆子樹 T_0 。
- (2) 將 $C_{i,1}, C_{i,2}, \dots, C_{i,m}$ 個區塊，分割成 $G_1, G_2, \dots, G_{CS}$ 等子集合，在任一子集合中任意二個區塊的實際距離，至少要距離 D_{min} 。相對應的將整個子樹 $(B - T_0)$ ，切割成 $T_1, T_2, \dots, T_{CS}$ 等 CS 個互相獨立的子樹。
- (3) 在 G_a 中的區塊，配置 T_a 子樹，其中 a 等於 $1, \dots, CS$ 。

以圖 2 為例，在 D_{min} 為兩個區塊的條件下， $\{C_{i,1}, C_{i,2}, \dots, C_{i,12}\}$ 可被分割成 $G_1 = \{C_{i,1}, C_{i,4}, C_{i,7}, C_{i,10}\}$, $G_2 = \{C_{i,2}, C_{i,5}, C_{i,8}, C_{i,11}\}$, $G_3 = \{C_{i,3}, C_{i,6}, C_{i,9}, C_{i,12}\}$ 等三個子集合。相對映的，全部系統頻寬 B 也被切割成以圖 1 為例的 T_0, T_1, T_2 和 T_3 四顆子樹。其中 G_1 中的每一個區塊配置 T_1 子樹， G_2 中的每一個區塊配置 T_2 子樹， G_3 中的每一個區塊配置 T_3 子樹。而 T_0 子樹為 C_i 中的區塊 $\{C_{i,1}, C_{i,2}, \dots, C_{i,12}\}$ 所共享。

3.2 碼樹指派

配合固定與動態的碼樹分配，碼樹的指派給一個通話請求的方式也分成固定與動態兩種。

3.2.1 固定的指派

每一個細胞 C_i 中的區塊 $C_{i,j}$ 只能使用相對的子樹 $T(C_{i,j})$ ，因此當一個 mh 的通話請求 r 容量，產生在 $C_{i,j}$ 時， $C_{i,j}$ 會由目前可用的子樹 $A(T(C_{i,j}))$ 中找一個碼樹 t 。整個指派策略如圖 3 所示，其中 $|A(T(C_{i,j}))|$ 為目前可用的碼樹容量。

If $|A(T(C_{i,j}))| \geq r$

Then assign a subtree t to mh , where $t \subseteq A(T(C_{i,j}))$ and $|t| = r$

Else block the request

圖 3: 固定的指派

3.2.2 動態的指派

對於一個細胞 C_i ，動態的配置會先將全部的系統頻寬 B 先切割出一顆子樹 T_0 ，其餘的頻寬 $(B - T_0)$ 再用來分配給每一區塊 $C_{i,j}$ 。因此每一區塊 $C_{i,j}$ 能使用的子樹有 T_0 和 $T(C_{i,j})$ ，因為 T_0 屬於整個細胞 C_i 共享的子樹，因此若一個 mh 被指派 T_0 中的碼樹，則 mh 在整個 C_i 境內都不會因為碼樹的改變，而產生內部換手問題。因此，動態的指派會因 mh 的移動性來決定要使用 T_0 或 $T(C_{i,j})$ 的碼樹，來降低通話的換手次數，我們的頻道指派流程為圖 4 所示，流程說明如下：

步驟 1: 在 $C_{i,j}$ 中的 mh 產生一個 r 的通話需求，先判斷 mh 的移動速度。當 $M(mh) > th_H$ 時， mh 為高速移動通話則執行步驟 2，反之執行步驟 3。

步驟 2: 檢查 C_i 可用的頻寬 $A(T(C_i))$ ，當 C_i 的頻寬有符合 r 的通話需求 ($|A(T(C_i))| \geq r$)，則 mh 可以由 $A(T(C_i))$ 中分配到容量為 r 的子樹 t 進行通話，其中子樹 t 的容量為 r 。否則，執行步驟 3。

步驟 3: 檢查 $C_{i,j}$ 可用的頻寬 $A(T(C_{i,j}))$ 當 $C_{i,j}$ 的頻寬有符合 r 的通話需求 ($|A(T(C_{i,j}))| \geq r$)，則 mh 可以由 $A(T(C_{i,j}))$ 中分配到容量為 r 的子樹 t 進行通話。否則，執行步驟 4。

步驟 4: 當 $A(T(C_i))$ 與 $A(T(C_{i,j}))$ 皆無法滿足容量為 r 的子樹 t 時，則中斷此通話。

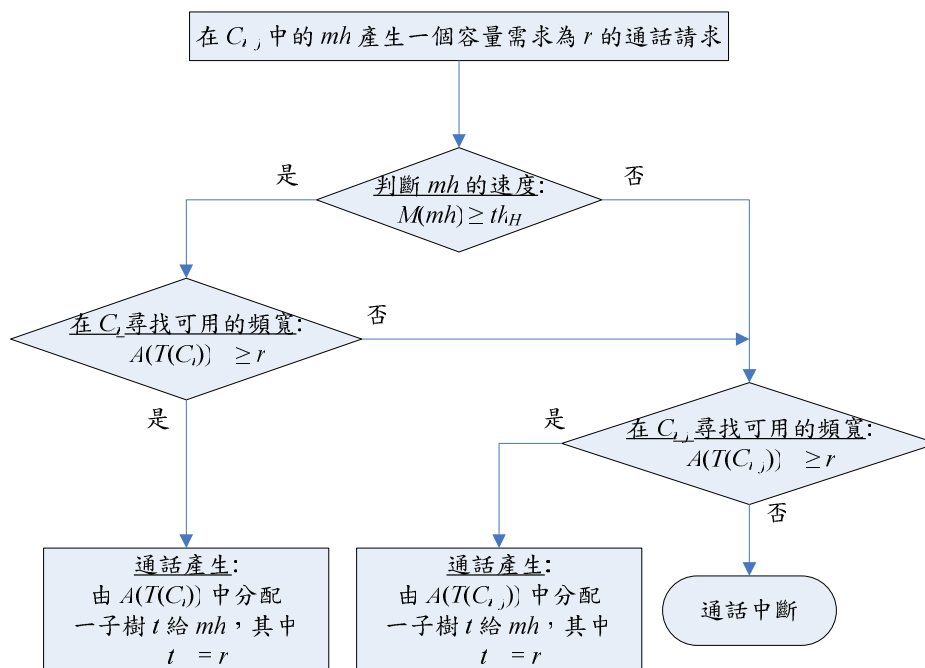


圖 4: 碼樹指派流程

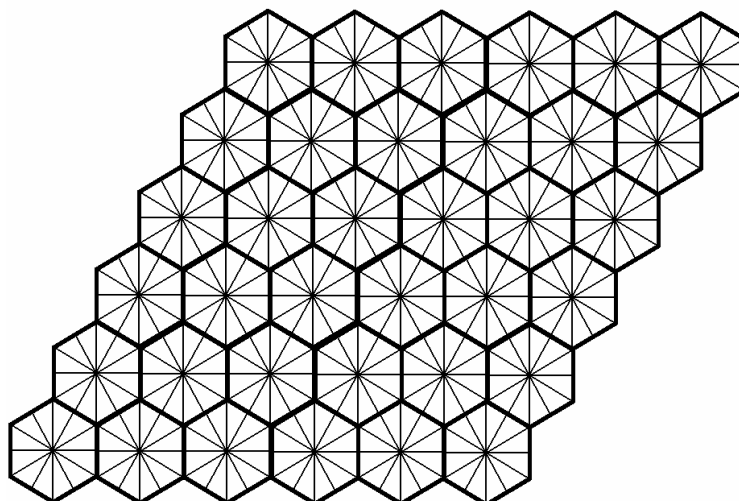


圖 5: 模擬架構

4. 模擬數據

模擬蜂巢式系統的架構如圖 5 所示，由 6×6 個細胞組成，每一個細胞下有 12 個區塊，共分割成 432 個區塊。系統頻寬 B 假設為 66 個單位，每一通話請求需要一個單位的頻寬。1 萬個手機用戶，在區塊之間移動，高速移動換手通話比率為 70%，低速移動換手通話比率為 30%。高速移動換手在每個區塊的停留時間平均 10 秒，低速移動換手的停留時間平均 30 秒，分別由 Poisson 程序產生。MH 的通話到達率(call arrival)初始為 0.001，依續增加為 0.002、0.004、0.006、0.008、0.016。每通電話的通話時間平均 3 分鐘由 Poisson 程序產生。

在模擬上我們比較全方向性廣播、適應性陣列天線(固定分配)與我們的策略(動態分配)。在 D_{min} 是兩個區塊的距離下，CS 為 3，系統碼樹容量為 66，各區塊的可用碼樹容量如表 1 所示。

圖 6 至圖 8 顯示總體通話中斷率的模擬結果。圖 6 至圖 8 的通話到達率在 0.001-0.016 時，全方向性廣播的總體通話中斷率為 19.77%-86.06%；固定分配的總體通話中斷率為 0.01%-12.94%。圖 6 動態分配 $|T_0|=3$ ，而總體通話中斷率為 0.01%-14.80%；圖 7 動態分配

表 1: 細胞 C_i 中區塊 $C_{i,j}$ 的碼樹容量

類別	可用碼樹容量
適應性陣列天線	
固定分配	細胞中每個區塊 22
動態分配	$ T_0 =3, T(C_{i,j}) =21$
	$ T_0 =6, T(C_{i,j}) =20$
	$ T_0 =9, T(C_{i,j}) =19$
全方向性廣播天線	$ T(C_i) =66, T(C_{i,j}) =0$

$|T_0|=6$ ，而總體通話中斷率為 0.01%-16.8%；圖 8 動態分配 $|T_0|=9$ ，而總體通話中斷率為 0.02%-18.91%。適應性陣列天線因為能夠將資源重新配置，所以與全方向性廣播比較下，能有效的降低總體通話中斷率，並且模擬結果顯示，我們的策略也接近於固定分配，因此沒有嚴重的影響總體通話中斷率。

圖 9 至圖 11 顯示換手通話的通話中斷率模擬結果。圖 9 至圖 11 的通話到達率在 0.001-0.016 時，全方向性廣播換手通話的通話中斷率為 19.36%-61.65%；固定分配換手通話的通話中斷率為 0.01%-12.09%。圖 9 動態分配 $|T_0|=3$ ，而換手通話的通話中斷率為 0.01%-13.81%；圖 10 動態分配 $|T_0|=6$ ，而換手通話的通話中斷率為 0.01%-15.66%；圖 11 動態分配 $|T_0|=9$ ，而換手通話的通話中斷率為

0.02%-17.6%。我們的策略與全方向性廣播比較下，能有效的降低換手通話的通話中斷率，並且結果也顯示，我們的策略也接近於固定分配，對於換手通話，並沒有嚴重影響到通話品質。

圖 12 至圖 14 顯示平均每小時單一個手機用戶的換手次數模擬結果。圖 12 至圖 14 的通話到達率在 0.001-0.016 時，固定分配手機用戶的換手次數為 102-207。圖 12 動態分配 $|T_0|=3$ ，而手機用戶的換手次數為 99-189，我們降低了 2.46%-8.62%的換手機率；圖 13 動態分配 $|T_0|=6$ ，而手機用戶的換手次數為 97-173，我們降低了 4.91%-16.45%的換手機率；圖 14 動態分配 $|T_0|=9$ ，而手機用戶的換手次數為 93-158，我們降低了 7.53%-23.46%的換手機率。我們的策略考慮到手機用戶的移動性，高速移動換手通話，可以配置細胞的頻寬，來減少細胞內換手行為，因此可以大幅度的降低手機用戶的換手次數，並且可以有效的減輕系統負載。

5. 結論

利用 CDMA 與 AAA 結合，雖然能夠有效的增加頻寬配置，但是當手機用戶在移動的過程中，會產生大量的換手行為，對於系統負載及通話品質，則是個很嚴重的問題。所以我們提出了一個有效的 AAA 環境下換手管理策略，將頻寬的配置分為細胞型與區塊型，被配置細胞型頻寬的行動用戶在整個細胞內移動不會因碼樹的改變而產生內部的換手。因此，高速移動換手通話，可以使用細胞型的頻寬，來達到降低換手的次數，進而可以減輕系統負載。透過模擬分析的結果，可以得知我們的策略，不會嚴重影響通話中斷率，而且還能夠有效的減少手機用戶換手次數。未來在這個策略中，我們將考慮更多的情況，例如負載量高的區域及負載量低的區域有不同的配置方式，來降低通話中斷率，以符合現今通訊環境。

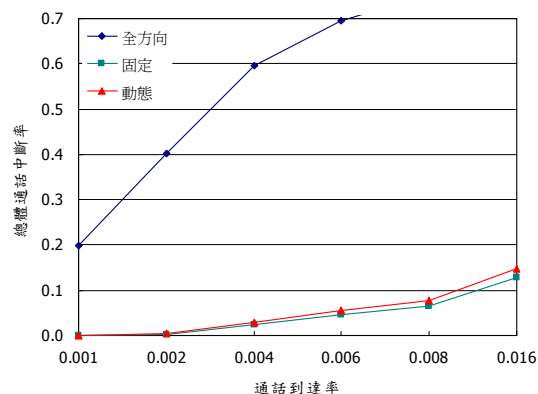


圖 6: $|T_0|=3$, 總體通話中斷率

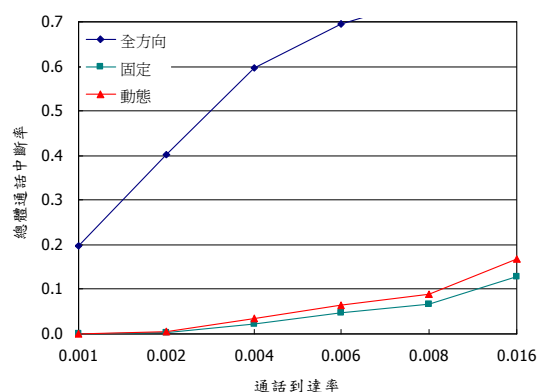


圖 7: $|T_0|=6$, 總體通話中斷率

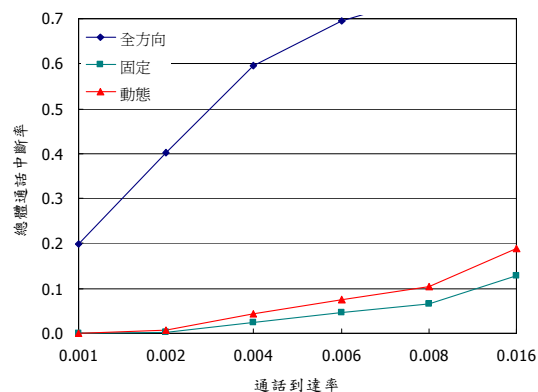


圖 8: $|T_0|=9$, 總體通話中斷率

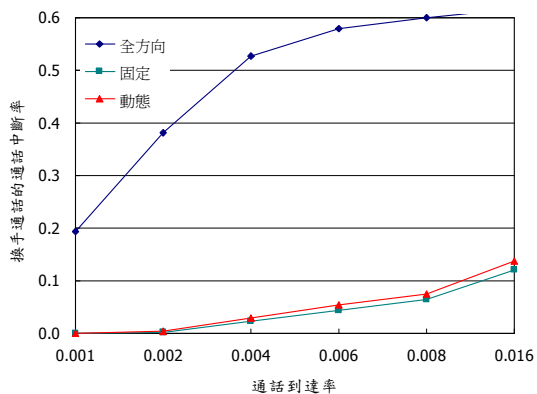


圖 9: $|T_0|=3$,換手通話的通話中斷率

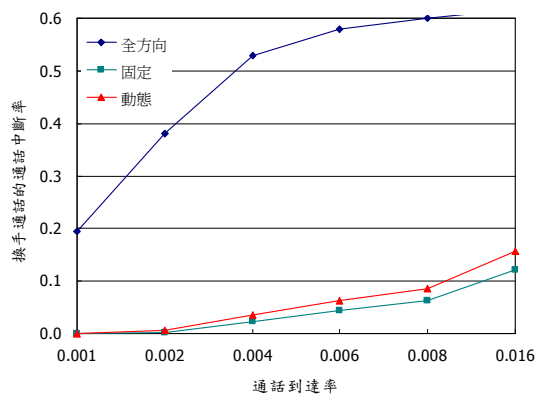


圖 10: $|T_0|=6$,換手通話的通話中斷率

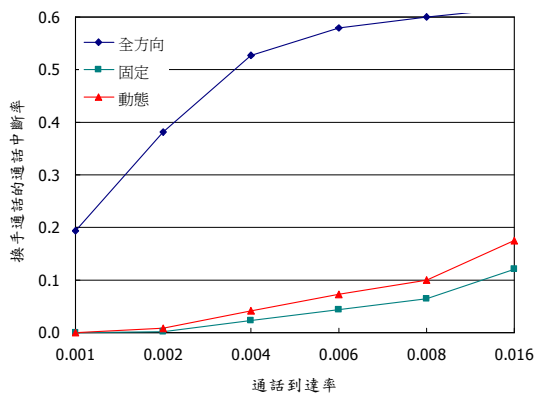


圖 11: $|T_0|=9$,換手通話的通話中斷率

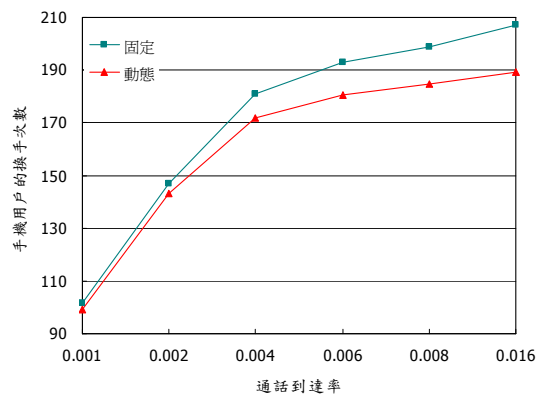


圖 12: $|T_0|=3$,手機用戶的換手次數

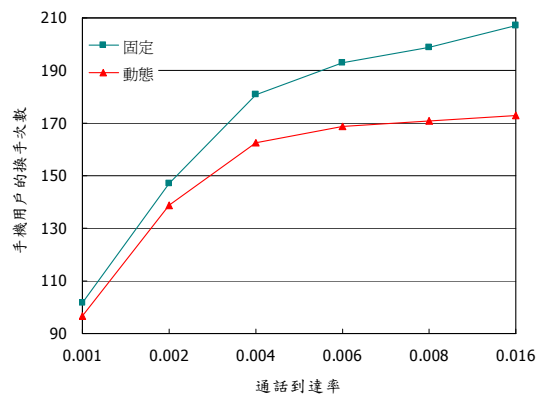


圖 13: $|T_0|=6$,手機用戶的換手次數

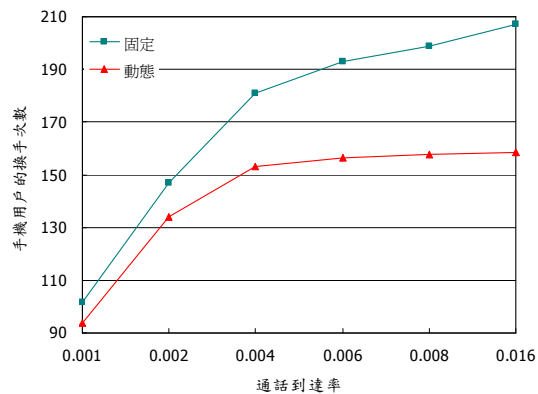


圖 14: $|T_0|=9$,手機用戶的換手次數

參考文獻

- [1] V. Abdulova and I. Aybay, "Handoff Prioritizing Schemes in Cellular Wireless Networks," *IEEE International Symposium on Computer Networks*, pp. 79-84, Jun. 2006.
- [2] W. Choi, J. G. Andrews and R. W. Heath, "Multiuser Antenna Partitioning for Cellular MIMO-CDMA Systems," *IEEE Trans. on Vehicular Technology*, Vol. 56, pp. 2448-2456, Sept. 2007.
- [3] Y. S. Chen and T. L. Lin, "Code placement and replacement schemes for WCDMA Rotated-OVSF code tree management," *IEEE Trans. on Mobile Computing*, Vol. 5, pp. 224-239, Mar. 2006.
- [4] S. P. Chung and J. C. Lee, "Performance analysis and overflowed traffic characterization in multiservice hierarchical wireless networks," *IEEE Trans. on wireless Communications*, Vol. 4, No. 3, May 2005.
- [5] C. M. Chao, Y. C. Tseng and L.C. Wang, "Reducing internal and external fragmentations of OVSF codes in WCDMA systems with multiple codes," *IEEE Trans. on Wireless Communications*, Vol. 4, pp. 1516 – 1526, Jul. 2005.
- [6] H.W. Ferng, H.L. Chin, D. Shiung and Y.T. Chen, "An OVSF Code Tree Partition Policy for WCDMA Systems Based on the Multi-Code Approach," *IEEE 62nd on Vehicular Technology Conference*, Vol. 2, pp. 1212-1216, Sept. 2005.
- [7] C. J. Huang, Y. T. Chuang, L. C. Chen, W.K. Lai and Y.H. Sun, "Adaptive Resource Reservation Schemes for Multimedia Handoffs in Fourth-Generation Mobile Communications System," *Fifth International Conference on Information Communications and Signal Processing*, pp. 664-668, Dec. 2005.
- [8] A. Iera, A. Molinaro and S. Marano, "Handoff management with mobility estimation in hierarchical systems," *IEEE Trans. on Vehicular Technology*, Vol. 51, pp. 915-934, Sept. 2002.
- [9] A. Kavak, M. Karakoc, J. R. Cleveland and H. E. Demiray, "Dynamic Allocation of OVSF Codes to Access Terminals with an Adaptive Antenna Array," *IEEE 16th International Symposium on Personal Indoor and Mobile Radio Communications*, Vol. 1, pp. 21-25, Sept. 2005.
- [10] M. Seth and A. O. Fapojuwo, "Adaptive Resource Management for Multimedia Wireless Networks," *IEEE 58th. on Vehicular Technology Conference*, Vol. 3, pp. 1668-1672, Oct. 2003.
- [11] Z. Xu, Y. Zakharov and G. White, "Antenna array optimisation using semidefinite programming for cellular communications from HAPs," *Electronics Letters*, Vol. 43, No. 2, pp. 67-69, Jan. 2007.