

無線通訊動態通訊允許控制機制之研究

A Study of Dynamic Call Admission Control Mechanisms in Wireless Communications

傅振華

古承弘

黃宏二

楊 千

國防管理學院

國立交通大學

國防管理學院

國立交通大學

國防資訊研究所

資訊管理研究所

國防資訊研究所

資訊管理研究所

中和市民安街 150 號 新竹市大學路 1001 號

中和市民安街 150 號 新竹市大學路 1001 號

國防資訊研究所

管理二管 307 室

國防資訊研究所

管理二管 307 室

fu@rs590.ndmc.edu.tw

chku@iim.nctu.edu.tw

vp6028@rs590.ndmc.edu.tw

cyang@cc.nctu.edu.tw

摘要

隨著無線通訊網路技術的精進，通訊用戶期望的服務也就愈多。本文透過資源分配的觀點，提出三種通訊允許控制機制，其一為頻道預先配置機制、其二為隨機早期偵測壅塞機制、其三為頻道動態預留機制。本研究透過頻道預先配置機制模擬現行基地台運作，並試圖在無線通訊環境中導入隨機早期偵測壅塞機制及本研究提出的頻道動態預留機制，並藉由模擬所得之新生成通訊之中斷率與交遞通訊之阻斷率來比較基地台之服務績效差異。

關鍵詞：行動通訊、通訊允許控制、隨機早期偵測壅塞機制、頻道預先配置機制、頻道動態預留機制

一、緒論

行動通訊領域近年來不論在基礎設備的提昇上或者更先進的通訊協定如 GPRS (General Packet Radio Service) [10]、CDMA (Code Division Multiple Access) [10] 或者 WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) [10] 等有著長足的進步與發展。在使用行動通訊服務的同時，使用者可以透過輕便、簡易的終端系統使用可靠、有效率的語音、資料甚至多媒體傳輸的個人通信服務 (Personal Communication Services, PCS)。透過個人通信服務網路，使用者藉由預先切割的基地台 (Cell) 群來提供服務，而每一基地台 [3] 的任務便是管理、配置其所擁有的資源，通訊端藉由配置到的資源與另一行動用戶或者處在公眾交換電話網路 (Public Switch Telephone Network, PSTN) 用戶進行數據交換或者是影音通訊。

通訊的過程可以概略的分成新生成通訊 (new call) 及交遞通訊 (handoffs call) [7] 兩種型態，此兩種型態會隨著區域性的不同而有不一樣的生成比例，而基地台該預留多少通訊頻道給新生成通訊，又多少通訊頻道留給交遞通訊使用，是值得衡量與評估的。現行的研究報告裡有許多不同的可行方式；或許靜態的

預先配置設定，或許動態的隨機調整。而目的僅僅在於提供更好的服務品質進給使用者。行動通訊評量通訊服務品質，一般透過新生成通訊的阻斷率 (Blockd Rate) [7] 及交遞通訊的中斷率 (Dropped Rate) [7] 來衡量基地台的服務績效。會導致通訊服務阻斷或是中斷的原因是因為基地台所提供的通訊頻道已不敷使用。透過新生成通訊的阻斷率與交遞通訊的中斷率這兩個主要參數的評量，使得通訊允許控制 (Call Admission Control) [1,6,8] 可以適切地提供行動通訊最佳服務品質。

使用者在接受行動通訊服務時，基地台面臨到最大的問題是我們往往無法預期使用者的使用模式：如行動通訊的通訊服務時間、移動方向、移動時的速度等等特性；在這樣的前提下，怎能對即將而來的交遞通訊頻道做預先的保留，同時能夠滿足大部分新生成的通訊的通訊服務需求，是本研究的重點。所以，本研究希望在通訊允許控制的基礎下，透過頻道動態預留機制控制基地台頻道的配置，與現行的行動通訊運作方式做一比較，以期行動通訊的阻斷率或中斷率能有所改善，以滿足使用者對於行動通訊的服務需求。

二、行動通訊

考量隨著應用在無線通訊環境上的應用愈來愈多，為了在實際運作時能夠滿足行動終端需求，更多的頻寬需求是必然不斷增加的。在基地台的服務範圍可以涵蓋到的地區，使用者可以自由的漫遊 (Roaming) [5] 其中。當使用者在通訊期間可以自由的漫遊時，實際上就會有一系列交遞的狀況產生。不論交遞的狀況有多頻繁，使用者預期的是更好的服務品質的提供，如：更短的初始連線建立時間、更少的延遲及更少被中斷和封包遺失的機率等。即使通訊用戶即將轉移一個擁擠的環境裡，網路也該提供不同層級的需求服務。當壅塞的狀況發生時，對應提供服務的基地台通常將優先配置通訊頻道給交遞通訊，拒絕對新生成通訊提供通訊頻道。理想狀態下，基地台對於那些

非嚴格必須的連線需求，都應該予停止提供服務。為了完善的處理這樣的狀況，系統有必要根據行動用戶的移動方向、速度及接受服務的時間區間等等明確的資訊加以最佳化。為了在無線通訊的環境裡提供有效的服務品質保證，我們必須在行動通訊用戶端進駐下一個基地台並接受服務前預留最有可能被拜訪基地台的通訊頻道以供使用。為了要得知這樣確切的資訊，我們可以透過統計、分析過去的狀態來預測行動通訊用戶所可能的行為。

2.1 行動通訊端移動方向之預測

任一時間點 t ，我們可以藉由通訊端所處的基地台位置，預測移動方向等因素去推導出其可能之移動方向機率，並根據這樣的機率計算結果，基地台會給於最有可能造訪的通訊端較高的通訊頻道預留機率。

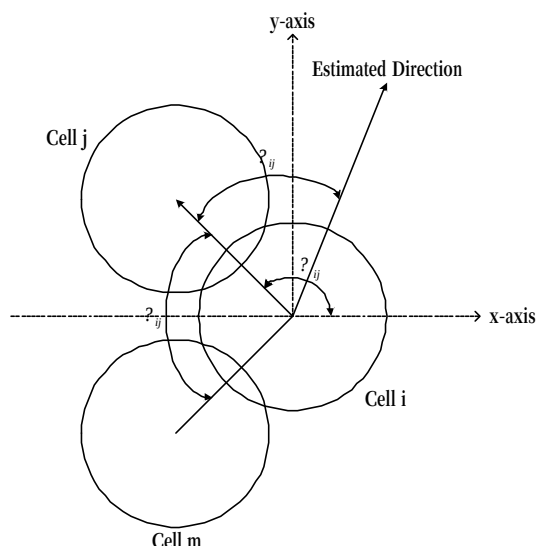


圖 2-1 方向機率之計算參數

假設通訊端從基地台 m 轉移至基地台 i 中，並且我們假設 j 為基地台 i 之相鄰端，且 $j = 1, 2, 3, \dots$ ，任一相鄰基地台 j 都與 i 為基準的 X-軸存在一夾角 w_{ij} ，如圖 2-1 所示。通訊端所屬的方向路徑 D_{ij} ，在任一給定的基地台 j 下可以透過下列式子表達：

$$D_{ij} = \frac{\theta_{ij}}{\sum_{j=1}^n \theta_{ij}}, \quad \theta_{ij} \geq 0$$

其中 θ_{ij} 為往目的地之方向與基地台 j 之間所屬之夾角， θ_{ij} 則為從 $m = i$ 與 $i = j$ 所屬之夾角。

根據這樣的方向性 D_{ij} 預測，基地台 j 可能被造訪的方向機率 $P_{i \rightarrow j}$ 可以藉由下列方式表示：

$$P_{i \rightarrow j} = \frac{D_{ij}}{\sum_k D_{ik}}$$

其中， k 為基地台 i 所鄰近第一層之基地台。

任一給定之基地台，可以藉由最可能叢集 (Most Likely Cluster, MLC) [2,4] 的假定與方向機率之推導得出最有可能被造訪之基地台，進而給予較高的通訊頻道預留機率。

2.2 通訊允許控制

採用通訊允許控制的主要目的有下列兩點：(1) 當通訊端由一基地台的服務範圍轉移到另一時，對被接受的通訊端提供不間斷的保證服務。(2) 當通訊環境產生壅塞的情形時，在通訊服務期間設法對現有的通訊頻道做最有效的利用。當基地台欲對通訊頻道做最大的利用與提供交遞通訊不中斷服務的需求時，往往需要做些取捨：為了提供不中斷的交遞通訊服務，基地台勢必需要保留頻道給即將而來的交遞通訊使用，但為了提高通訊頻道的利用率，又必須考量新生成通訊的質與量，那勢必得限制保留給交遞通訊的頻道預留比率。通訊允許控制的目的是使這兩個相互取捨的因素可以透過某種方法，以期達成使用者可接受的均衡狀態。例如給予交遞通訊機率較高地區的基地台較多的預留通訊頻道，而不是所有基地台一味地提高預留頻道的數目，以確保交遞通訊不會被中斷。

當欲實現通訊允許控制時，每一個基地台在通訊頻道還足夠運用的前提下，每單一通訊在它的最可能叢集中都可以獲得一部份的通訊頻道以供通訊期間使用。但就對每單一通訊端而言，通訊頻道的使用是預留而不是事先配置。在每一個最可能叢集範圍裡，這樣的預留也僅僅只在頻道保留時段 (Resource Reservation Interval) 內。

2.2.1 通訊可行性與通訊建立程序

在請求服務的前提下，通訊可以順利的進行，必須滿足下列兩個條件：(1) 當新生成通訊端提出請求，當時的頻道必須尚足以提供服務，則該通訊方能被接受。(2) 當處理交遞通訊時，在 $\gamma\%$ 的最可能叢集基地台裡必須有 $\gamma\%$ 的需求頻道預留。

假設任一基地台 i 有 C_i^f 的頻道，在任一給定的時間點上，尚未被使用的頻道表示成 $C_i^f(t)$ ，已經被配置的頻道表示成 $C_i^a(t)$ 而預留的頻道表示成 $C_i^r(t)$ 。我們可以將上述參數的關係表示成下列等式：

$C_i^f = C_i^f(t) + C_i^a(t)$ ，其中 $C_i^a(t)$ 及 $C_i^r(t)$ 在每一個基地台裡隨著新生成通訊的產生、通訊的交遞或結束，在時間軸上是動態更動的。

我們假設行動通訊端 u 的頻寬需求為 B_u 。在頻道保留時段的通訊區間裡，如果基地台可以提供 B_u 單位的頻寬預留，一新生成通訊便可以提供服務。因此，任一給定的相鄰基地台 j ，就基地台 i 而言，總共 B_u^j 單位的頻道被預留方能對行動用戶端提供服務品質的保證。基地台 i 通知其他基地台，要求配置預留頻道的需求應該包含下列參數：

$$\{B_u^i, T_{EA}^i, j, T_{LA}^j, j, T_{LD}^j, j\}。$$

任一最可能叢集範圍裡的基地台都透過這樣的預留請求，讓被請求端決定接受與否。我們可以透過 $[C_i^j(t) \geq B_u]$ 判斷式來決定是否預留通訊頻道給請求方。上式可以改寫成：

$$C_i^j(t) \geq B_u \begin{cases} 1, & \text{if } C_i^j(t) \geq B_u \text{ for } [T_{EA}(i, j), T_{LD}(i, j)] \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

根據 $[C_i^j(t) \geq B_u]$ 的值，基地台 i 透過下列的判別式去確定請求接受與否：

$$P_{i \rightarrow j}^{MLC} = \frac{P_{i \rightarrow j}}{P_{i \rightarrow j}^{MLC}}$$

上式是透過機率的方式來達成請求接受的可行性測試，將最有可能拜訪的通訊予以接受並保留通訊頻道。在整合性的服務品質保證裡，如果在基地台裡的所有請求通訊的頻道仍夠用，通訊請求就會被接受。在分割式的服務品質保證裡，只要有 $\gamma\%$ 的最可能叢集基地台可以對通訊提供服務，則不論是否有足夠的頻寬可以使用，通訊的請求都能被接受。

當起始基地台 i 接受了通訊請求，其會對鄰近基地台送出預留頻道的通知訊息。任一基地台在頻道保留時段內會預留所需的頻道。不過如果通訊端在最大保留時段後尚未抵達，基地台 j 會取消原先所預留的頻道。

2.2.2 新生成通訊的通訊允許控制

當我們考量一通訊用戶端 u — B_u 為其需求的頻道，向基地台 i 請求頻道預留。在時間為 t_0 時，假設其最可能叢集為 $C_i^{MLC}(u)$ ，下列的步驟會決定是否要對通訊端進行通話頻道預留：

- 當有通訊 u 提出請求時，基地台 i 會去檢視是否有足夠的頻寬可以提供服務。換言之， $C_i^i(t_0) \geq B_u$ 。如果 $C_i^i(t_0) < B_u$ 時，通訊的請求會被拒絕，這樣至少可以保證原本存在的通訊可以繼續被提供服務。
- 如果通訊的請求被接受，基地台 i 會向最

可能叢集範圍裡的基地台送出頻道預留的訊息。

- 根據接受到的頻道預留訊息請求，最可能叢集裡的基地台會在頻道保留時段內，根據自身通訊頻道的使用狀況予以回報請求的狀況。
- 根據接收到的預留回覆，基地台 i 會去執行可行性測試。如果結果是接受通訊請求的狀態，基地台 i 會宣告此一通訊請求為與預期相符，並且對通訊配置 B_u 的頻道，同時，向 $C_i^{MLC}(u)$ 請求預留 B_u 的通訊頻道以提供交遞通訊使用。

在接到基地台 i 對通訊 u 的請求許可確認後，任一 $C_i^{MLC}(u)$ 便在頻道保留時段內預留 B_u 的頻道以供使用。

2.2.3 交遞通訊的通訊允許控制

當交遞的狀況產生時，通訊允許控制必須對通訊端保證其服務可以繼續提供。假設通訊端 u 有 B_u 頻道上的需求，從基地台 i 轉移到基地台 j 。下列的步驟去確保通訊的服務品質：

- 假設 $j \in C_i^{MLC}(u)$ ，並且通訊 u 在頻道保留時段之前到達基地台 j ：
 - 如果之前請求的頻寬 B_u 狀態是允許的，基地台 j 便將頻道給予發生交遞的通訊，並繼續提供服務。
 - 如果之前請求的頻道 B_u 狀態是不允許，基地台 j 會去確認是否有通訊是處於與預期不相符的狀態，如果有此情形，將釋放頻道給交遞的通訊使用。
 - 如果上述的狀況都不存在，交遞的通訊便會被中斷。
- 如果當通訊移動到基地台 j 時，該基地台並不屬於 $C_j^{MLC}(u)$ 或者通訊並沒有在資源保留時段內到達，通訊端會被設成預期不相符的狀態。如果頻道尚足以提供服務，交遞通訊則會繼續進行；否則交遞通訊將會被中斷。

當通訊有交遞的情形產生時，會同時產生新的最可能叢集。當有必要向鄰近的基地台做重複的頻道預留請求時，基地台便提高其預留的機率，以提供即將交遞的通訊服務品質。

三、頻道動態配置機制

在行動通訊中，基地台對於通訊頻道的配置通常採行預先固定頻道配置機制 (Setting in Advance, SIA)，本研究則嘗試提出動態頻道預留機制，用以瞭解固定式頻道配置機制與動態頻道預留機制對於行動通訊

基地台通訊頻道配置之影響。

對於動態頻道配置機制，本研究將隨機早期偵測壅塞機制（Random Early Detection, RED）[9]的觀念應用於行動通訊基地台頻道動態之配置，並提出頻道動態預留（Channel Dynamic Reservation, CDR）機制，試圖在通訊允許控制機制的運作下，尋求較佳的設置參數，期望對因區域性的不同而有所差異的基地台服務績效有所提升、助益。

3.2 隨機早期偵測壅塞頻道動態配置機制

隨機早期偵測壅塞機制為計算平均佇列大小，以期在早期得知的閘道壅塞的狀態，而本研究試圖將隨機早期偵測壅塞機制避免壅塞的控制概念應用於行動通訊中基地台頻道配置運作機制中。在任一基地台中，因為可以確切的得知現下究竟多少頻道已被新生成通訊使用，又多少頻道已被交遞通訊佔去，所以其便為一適當的代理端去偵測在服務期間的早期壅塞狀態。基地台透過預先訂定的最低限度門檻及最大限度門檻去計算平均頻道使用大小。以新生成通訊的請求觀點而言，如果新生成通訊請求的加總超過最低限度門檻時，基地台便會透過機制運作去取得接受該則通訊請求的機率，並決定究竟是否提供請求端服務。一旦新生成通訊請求的加總超過最大限度門檻時，因為已無多餘的頻道可供使用，所以便會阻斷新生成通訊的請求。如此一來，便可以確定新生成通訊的使用總量不會超過最高門檻限度。

隨機早期偵測壅塞通信頻道動態配置機制如何完成行動通訊中通訊允許控制機制，其演算法則詳述如下：

```
Initialization:
    ucs ? 0
for each new call request
    calculate the used channel size ucs
    if minth ? ucs ? maxth
        caculate the probability pa
        pa ← ucs / maxth
        with probability pa:
            if red_prob_rng >= pa
                accept the new call request
            else
                block the new call request
Saved Variables:
    ucs : used channel size
Fixed parameter:
    minth : minimum threshold for
used_new_call_channels
    maxth : maximum threshold for
```

used_new_call_channels

Other:

p_a : current call request accept probability
red_prob_rng : RED random generation probability

圖 3-1 隨機早期偵測壅塞頻道動態配置機制

推論上述之演算法則時，會發現其中有三個值—min_{th}、max_{th}及p_a會直接的影響基地台的服務績效。當面對的是新生成通訊請求頻繁的基地台時，則min_{th}較其他基地台的值必須相對為高以應較大的請求需求，如此一來，基地台的服務績效也方能落在較為使用者可接受的範圍之內。再者，任一基地台對使用者的需求有了一段時間的歷史資料後，可以清楚了得知任一時段的一般使用情形，此時便可透過歷史資料決定max_{th}之值為何。例如在某一時段裡就其歷史資料而言，其平均之新生成通訊請求為40%，但其新生成通訊突量之平均請求比率為60%。則我們便可將min_{th}設置為0.4而max_{th}設置為0.6。當新生成通訊請求比率小於40%時，請求皆自動的被系統所接受，但當請求比率大於40%且小於60%時，系統便會透過隨機產生的亂數與p_a做一比較，去決定接續而來的請求接受與否。藉由此一方式，我們可以在壅塞狀態出現的早期，得知此一情形並加以動態控制頻道運用之狀態。

3.3 頻道動態預留機制

在行動通訊的實際環境，無法確切得知使用者對於行動通訊的需求，而基地台又有通訊頻道數目的限制，如何對頻道做有效的分配運用便成為頻道動態預留考量的重點。當對於下一時段的使用需求如能有較明確的認知，基地台便可對後續需求狀況加以調整，以期滿足大多數使用者的需求。

在探討前述架構前，我們將前提假設為：

- 基地台的服務範圍可以均勻的涵蓋到所有的區域，
- 通訊端隨機分佈在基地台可達之服務範圍，
- 通訊端移動方向與速度彼此不相互影響，並且移動方向均勻的分佈在時間，
- 每一基地台的相對座標為已知，
- 所有在基地台服務範圍內的行動通訊相對位置亦為已知。

通訊在接受基地台的服務時，基地台除了對配置其所需求的頻道，尚須對通訊的動向做預測，以確保對於即將交遞的通訊可以在一定的限度內得到所需求的通話頻道通訊。此

時，便需要透過頻道動態預留機制來達成這樣的目的。在頻道動態預留機制的運作下，當通訊端進入該範圍時，便會向鄰近可能造訪的基地台提出通訊請求。當然，基地台接受與否，必須視當時通訊頻道使用狀況而定。

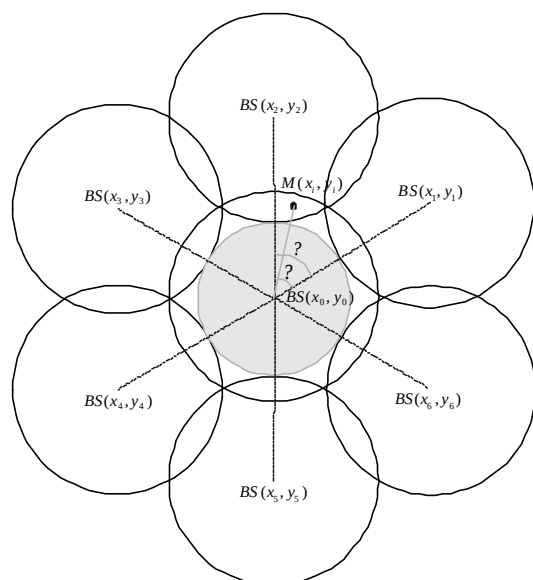


圖 3-2 通訊允許控制模型架構圖

3.2.1 通訊方向預測及頻道動態預留機制

如圖 3-2 所示，在 7-cell 基地台服務範圍架構下，可以在服務範圍裡得到六個獨立區域，並且，每一個區域都與相鄰區域存在某一夾角 θ 。將所有區域的夾角加總起來便為 2π （ $\text{ie: } \sum \theta = 2\pi$ ）。當任一通訊在基地台中提出通訊頻道請求時，必然的座落在預先切割範圍裡的某一區域中，透過所屬的區域，可以得知通訊最有可能造訪的鄰近基地台，當有頻道預留需求時，便可以向所屬的區域提出請求。這樣區域分割有以下的好處：由於基地台的相對位置為已知，所以區域切割的難度便相對降低、此一同時，會有兩個基地台在通訊需要請求頻道預留時提供頻道預留的動作。無論通訊的移動方向為何，在此架構下都會落在預期的基地台中，如此一來便可以避免通訊移動的角度過大而超出預留頻道的基地台範圍的缺點。

根據前述，基地台可以明確的得知請求頻道的通訊做落在服務範圍中之何一區域，再來便需明確的確定通訊究竟落在預先切割範圍裡的哪一部份，當通訊處於圖 3-2 所示的架構下，可以由下列方式去取得通訊端 m 所屬的區域：

假設通訊座標 $m(x_i, y_i)$ 、基地台 i 座標

$BS(x_0, y_0)$ 及鄰近基地台 j 座標 $BS(x_j, y_j)$ 。

透過內積（Inner Product）可以得知通訊處在基地台裡的相對角度。

$$\cos \theta = \frac{\vec{v} \cdot \vec{w}}{\|\vec{v}\| \|\vec{w}\|}$$

其中 $\vec{v} = (x_i - x_0, y_i - y_0)$ 、

$$\vec{w} = (x_1 - x_0, y_1 - y_0)$$

$$\cos \theta = \frac{\vec{v} \cdot \vec{w}}{\|\vec{v}\| \|\vec{w}\|}$$

$$\cos \theta = \frac{\sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2} \sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2}}{(x_i - x_0)(x_1 - x_0) + (y_i - y_0)(y_1 - y_0)}$$

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{(x_i - x_0)(x_1 - x_0) + (y_i - y_0)(y_1 - y_0)}{\sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2} \sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2}} \right)$$

得知相對角度 θ 後，再與預先切割範圍裡的角度 θ_j 做比較可得出通訊所在的區域，進而可以讓相關的基地台知道是否預留頻道給交遞通訊使用。

透過前述的方式可以得到通訊 m 所列屬的切割區域。但是，由於通訊所處位置的不同，在某一段時間區間不會交遞到鄰近的基地台裡，所以並非所有的通訊都需要向鄰近的基地台請求頻道預留。正因如此，我們勢必對通訊需要在什麼樣的通訊區間裡請求頻道做一考量。頻道動態預留機制預測通訊的行為模式是根據通訊的移動速度及方向來調整頻道預留區域的大小。當預留區間範圍較大時，必定會犧牲新生成通訊的請求通訊接受率；如果將預留區間的範圍縮小，雖然可以提升新生成通訊端的通訊接受率，不過卻會導致交遞通訊中斷率的增加，所以相關區間的調整，會直接影響到通訊頻道利用率的高低。

除了對原本就存在於基地台中的通訊，因為其移動速度、方向等資訊可以較明確得知，所以可以進行較明確的數量上的頻道預測保留。另一部份的新生通訊，因為其隨時可能產生於任一角落，進行交遞請求等等狀況，便成為較大的變數。

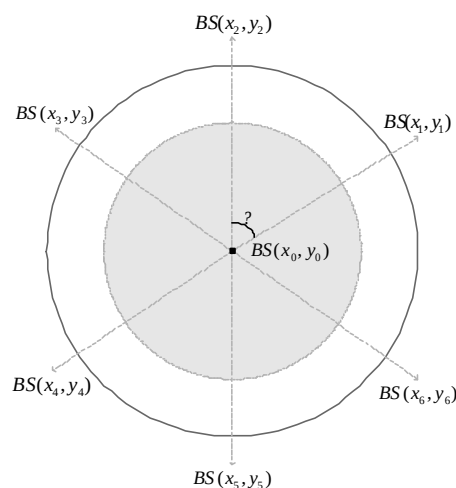


圖 3-3 區域切割圖

當通訊處於如圖 3-4 所示的灰色區域時，正在提供服務的基地台便不需向鄰近的基地台提出頻道預留的請求。當通訊移動到灰色以外的區域時，如圖 3-5 所示，便進入向鄰近基地台要求通訊頻道預留的狀態。 T_{EA} 表示通訊 m 在時間點 t 上處於基地台 i 的灰色與白色區域的交界處，而 T_{LA} 則表示通訊 m 在第 t 秒時處於基地台 i 的服務範圍最外緣上，正準備交遞到鄰近的基地台並接受服務：

$channel_reserved?$

$\begin{cases} 1, & \text{if } (radius \leq \text{Distance}(m, BS(x_i, y_i)) \leq \text{RADIUS}) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$

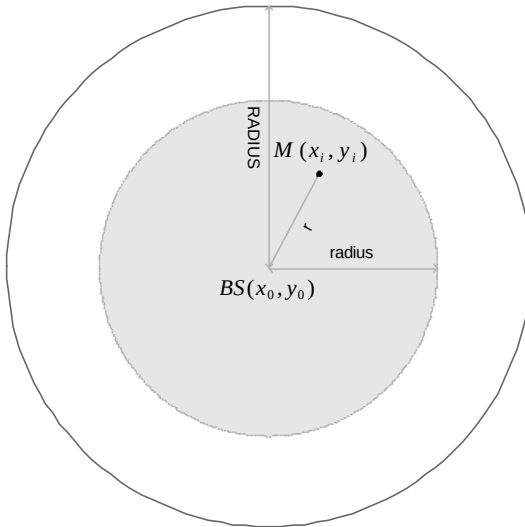


圖 3-4 通訊頻道不予預留範圍

當然，通訊在接受服務時，隨著所提供的服務種類、通訊用戶的習性、通訊端的電力供應等等因素，會導致通訊時間長短不一，可能會有數次的交遞請求，至於系統能不能提供所需服務則需視當時當壅塞與否、通訊頻道使用狀況或者是否有效地配置頻道等因素而定。

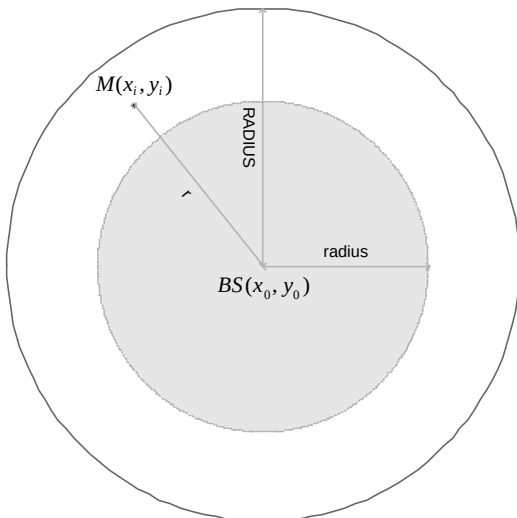


圖 3-5 通訊頻道預留範圍

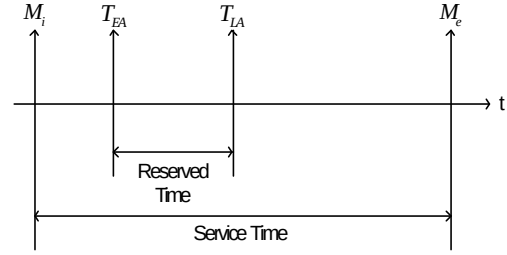


圖 3-6 行動通訊頻道預留區間示意圖

根據前面所提的架構，任何一則通訊端在其所接受服務的期間，在有交遞需求的情形發生時，提供交遞服務的基地台便如圖 3-6 所示，會在一個時段內預留通訊頻道以供交遞通訊在該時段內進入基地台的通訊服務範圍。預留區間會因通訊的速度及實際狀況等等因素，使得每一則通訊的預留區間都不盡相同。當然，預留區間越大，對交遞通訊而言，頻道的預留越久，也越能確保當交遞情形真正發生時，通訊可以繼續保持通訊的機率愈大；反之，預留區間越短則表示頻道被預留未被使用的比率越少，對新生成通訊的頻道請求接受度愈有利。

3.3.3 通訊允許控制機制

基本的頻道預留觀念建立後。隨之而來的便是對於通訊請求的接受與否。為了使通訊可以順利的進行通訊，下列兩個條件必需被滿足：

- 當新生成通訊產生時，頻道必須尚足以提供服務，則通訊的請求方能被接受。
- 當交遞通訊即將產生時，適當的基地台必須被知會，並且在通訊頻道允許的情形下提供通訊交遞服務。

假設基地台 i 擁有 C_{total}^i 的通訊頻道，在任一時間點 t ，未使用的通訊頻道以 $C_{free}^i(t)$ 表示、已經被配置的通訊頻道以 $C_{allocate}^i(t)$ 表示而預留的通訊頻道以 $C_{reserved}^i(t)$ 表示。通訊頻道與其使用狀況可以用下列等式表示： $C_{total}^i = C_{free}^i(t) + C_{allocate}^i(t) + C_{reserved}^i(t)$ 。其中 $C_{free}^i(t)$ 、 $C_{allocate}^i(t)$ 及 $C_{reserved}^i(t)$ 都是隨時處於變動狀態。

假設通訊 m 對於頻道的需求為 B_m 。當通訊進入預留區間時，透過頻道動態預留機制向可能前往的基地台 j 請求 B_m 通訊頻道的預留，如果基地台 j 尚有頻道可以提供服務則接受請求，否則服務將會被中斷，所以要求配置預留通訊頻道的需求應包含下列參數： $[C_{B_m}^j(t), T_{EA}(i, j), T_{LA}(i, j)]$ 。再者，如果在預留給交遞通訊的頻道之外尚有多餘的頻道，則新生成通訊請求才能被提供通訊服務。

通訊在接受服務時可以分成新生成或交遞通訊兩種行為。就基地台而言，這兩種狀況隨時都可能出現其中，使用者預期接受具有服務品質保證的通訊服務，則勢必透過相關步驟來滿足這樣的需求。

(1) 新生成通訊的通訊允許控制

當我們考量一頻道需求為 B_m 的通訊 m ，向基地台 i 提出通訊請求，則基地台必須對現有頻道的運用進行評估才能決定是否接受請求。在時間為 t_0 時，假設區域切割的方式為如圖 3-2 所示，基地台透過下列的步驟來決定是否對請求給予頻道預留：

- 當有通訊提出通訊頻道請求時，基地台 i 會檢視當扣除預留給交遞通訊後的頻道是否足以提供通訊服務。換言之， $C_{free}^i \geq B_m$ 。如果 $C_{free}^i < B_m$ 時，通訊的請求會因為頻道不足以提供服務而被拒絕，這樣至少可以保證原本便存在的通訊可以繼續的被提供服務，而不被中斷。
- 如果通訊的請求被接受後，基地台 i 會去檢查通訊所在的位置：
 - 如果在頻道動態預留機制預留區域外，則不進行頻道預留，
 - 如果在頻道動態預留機制預留區域內，則通知最有可能造訪之基地台進行頻道預留的動作。
- 根據接收到的訊息請求，可能被造訪之基地台會在頻道預留時段內，根據自身頻道的狀況予以回報請求的狀況。
- 根據接收到的預留回覆，基地台 i 會去執行可行測試。如果結果是接受通訊請求的狀態，則向可能被造訪之基地台請求預留 B_m 的頻道以提供交遞通訊時使用。
- 在接收到基地台 i 對通訊端 m 的請求許可確認後，可能被造訪之基地台便在預留時段內給予 B_m 頻道的預留。

(2) 交遞通訊的通訊允許控制

當有交遞通訊的情況發生時，通訊允許控制需要對通訊保證其服務可以繼續的提供。假設通訊 m 有 B_m 頻道上的需求，從基地台 i 轉移到基地台 j 透過下列的步驟去確保通訊的服務品質保證：

- 假設 j 可能被造訪之基地台，並且通訊 m 在保留期限過期前到達基地台 j ，如果之前所請求的頻道 B_m 狀態是允許的，基地台 j 便會將頻道配置給發生交遞的通訊，並繼續提供服務。如果之前請求的頻

道狀態是不允許的，交遞通訊便會被中斷服務。

當通訊有交遞的情形發生，會同時生成新的可能被造訪基地台區域。當有必要向鄰近基地台做通訊頻道預留請求時，便透過頻道動態預留機制向鄰近的可能被造訪基地台區域通知，以便提供交遞通訊服務品質的保證。

3.2.3 頻道動態預留演算法

Procedure Channel_Dynamic_Reserved
(Active_Mobile_Node)

```
{
  Procedure Notify (Active_Mobile_Node)
  double velocity, rate_1, rate_2
  int reserved_channels

  while (Active_Mobile_Node != NULL)
  {
    if
      ( $\sqrt{(x_{bs} - x_{mn})^2 + (y_{bs} - y_{mn})^2} \leq$ 
       BS_COVER_RADIUS *
       velocity * rate_1)
      &&
      ( $\sqrt{(x_{bs} - x_{mn})^2 + (y_{bs} - y_{mn})^2} \leq$ 
       BS_COVER_RADIUS *
       velocity * rate_2)
    {
      ? ?

       $\cos^{-1} \frac{\sqrt{(x_{bs} - x_{mn})^2 + (y_{bs} - y_{mn})^2}}{\sqrt{(x_{bs} - x_{mn})^2 + (y_{bs} - y_{mn})^2}}$ 
      ;
      MLC ← (compare (θ, φ))
      if (BS ← Notify
          (Active_Mobile_Node))
      {
        reserved_channels ←
          reserved_channels + 1
      }
    }
    active_mobile_subscribers ←
      active_mobile_subscribers->next
  }
}
```

```

return (reserved_channels)
}

```

四、系統模擬及資料分析

本文所進行之模擬是依據第三節所描述的架構所設計的。在行動通訊的環境中，影響整體系統績效甚巨的因素乃為究竟多少比例的通訊頻道留給交遞通訊使用、又多少比例的通訊頻道留給新生成通訊使用，而這樣的比例會因區域性的差異，而有所不同，例如高速公路上因為平均行駛速度較都會區為快，所以交遞的情形可能相對的頻繁、而當通訊處於較為壅塞的都會尖峰時段，由於移動速度較緩，相對的新生成通訊端的請求比率就會顯著的提升。不論第二代 GSM 行動通訊、第 2.5 代的 GPRS 或是第三代的 CDMA、WCDMA 等協定，用戶端皆透過一群基地台來接受服務。根據區域特性的不同，便有不同通訊頻道配置比例之需求。透過模擬近似於真實環境下的情形，觀察不同通訊頻道配置方式與比例預留之交互影響，希望從中瞭解動態通訊頻道配置機制對行動通訊服務品質之影響。

本研究模擬想定將以某一基地台為中心，做為行動通訊的出發點，假設其運作情形並透過相關參數執行所編寫的 C 程式碼，在 Linux 環境下編譯、執行。

行動通訊基地台有其通訊服務涵蓋範圍及有限的通訊頻道等的限制，所以當行動通訊用戶希望在移動的狀態下使用這樣的通訊服務，必須透過基地台群的協力合作。但，現實環境下配置任兩基地台的地理位置必定會有重疊之處，不論是新生成通訊或是交遞通訊，都必須面對通訊頻道配置上面的問題。當頻道出現短缺，其對於行動通訊服務品質的影響很大，本研究透過下列相關參數來實際執行模擬的運作：通訊使用時間，通訊頻道數量，平均的通訊產生時間和基地台服務範圍等，並嘗試將模擬所得的數據加以分析，以瞭解不同型態的通訊頻道配置機制對行動通訊的影響。

模擬一：

在第一個模擬的想定裡，針對任一特定的基地台，我們假定基地台的服務半徑為 1500 公尺，並且共有 300 個通訊頻道提供給通訊請求使用，透過卜瓦松分配 (Poisson distribution) 生成平均 0.5 秒左右一新生或交遞通訊，並透過指數分配 (Exponential distribution) 生成平均每一通訊約 180 秒的通訊服務使用時間，通訊的速度透過亂數的方式使其隨機產生在 0 60 公里/小時內並且可以自由的在基地台內外，並且模擬近乎一天的滿載通訊量。在 SIA 的機制運作下，將新生成通訊端的比率上限設置為 0.6；在 RED 的機制運作下，將最小門

檻設限設置為 0.4 且最大門檻設限設置為 0.6；在 CDR 的機制運作下，將頻道預留時段設定為 9-12 秒範圍。透過新生成通訊的生成比例對應到阻斷或中斷率下，實際執行模擬得到下列所示的圖及數據：

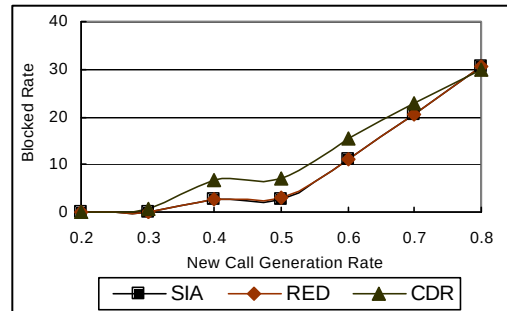


圖 4-1 模擬一之新生成通訊中斷率

表 4-1 模擬一之新生成通訊端模擬數據

	SIA	RED	CDR
0.2	0	0	0
0.3	0	0	0.79
0.4	2.73	2.80	6.76
0.5	2.67	3.05	6.90
0.6	11.12	11.18	15.35
0.7	20.39	20.49	22.80
0.8	30.43	30.50	29.90

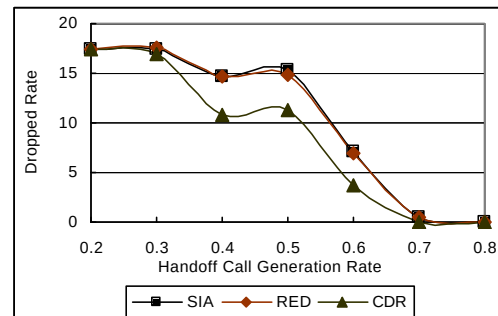


圖 4-2 模擬一之交遞通訊阻斷率

表 4-2 模擬一之交遞通訊模擬數據

	SIA	RED	CDR
0.2	17.39	17.39	17.49
0.3	17.45	17.51	16.90
0.4	14.61	14.60	10.84
0.5	15.37	14.89	11.24
0.6	7.05	6.99	3.73
0.7	0.53	0.44	0
0.8	0	0	0

在模擬一的參數假設下，得到如圖 4-1、4-2 與表 4-1、4-2 所示之結果。在新生成的通訊方面，可以明顯的看出當調高新生成通訊的產生比例時，阻斷率因通訊在新生成的數量漸增而加大；對應於交遞通訊而言，中斷率卻隨

之降低。在 SIA 與 RED 的環境下，不論新生成通訊比率如何的調整，所得的結果相差無幾；但在 CDR 情境下，因為預留區間較大之緣故，使得中斷率會隨著在預留區間裡的通訊多寡給予動態預留的機制與 SIA 或 RED 有較明顯的差異出現。又因基地台的負載處於幾乎滿載的情形，所以會犧牲給予新生成通訊資源的請求而滿足交遞通訊的資源使用的結果從圖示裡可以明顯的得知。

模擬二：

在第二個模擬的想定裡，我們提高基地台所擁的通訊頻道數量為 1000 個給予通訊請求使用但其服務半徑仍為 1500 公尺，透過卜瓦松分配生成平均 0.1 秒左右一新生或交遞通訊端，並透過指數分配生成平均每一通訊約 180 秒的通訊服務使用時間，通訊的速度透過亂數的方式使其隨機產生在 0 60 公里/小時內並且可以自由的在基地台內外模擬一天的滿載通訊量。在 SIA 的機制運作下，將新生成通訊端的比率上限設置為 0.6；在 RED 的機制運作下，將最小門檻設限設置為 0.4 且最大門檻設限設置為 0.6；在 CDR 的機制運作下，將頻道預留時段設定為 9-12 秒範圍。透過新生成通訊端的生成比例對應到阻斷或中斷率下，實際執行模擬得到下列所示的圖及數據：

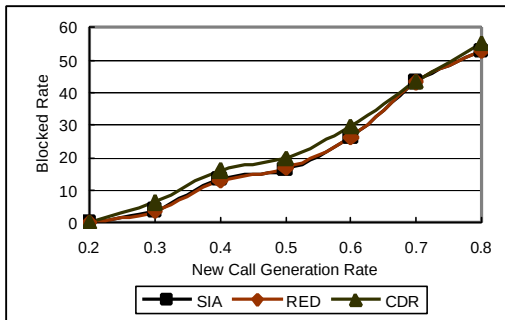


圖 4-3 模擬二之新生成通訊中斷率

表 4-3 模擬二之新生成通訊端模擬數據

	SIA	RED	CDR
0.2	0	0	0
0.3	3.7	3.4	6.3
0.4	13.45	12.76	16.10
0.5	16.29	16.77	19.89
0.6	26.18	26.24	29.75
0.7	43.20	43.23	45.59
0.8	52.86	52.84	55.17

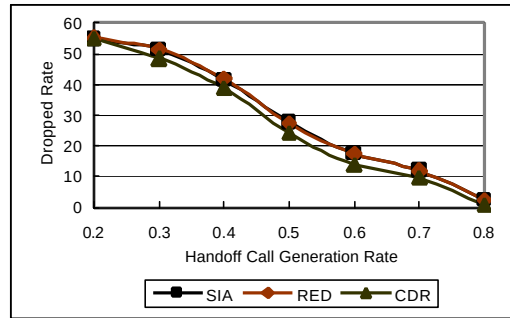


圖 4-4 模擬二之交遞通訊阻斷率

表 4-4 模擬二之交遞通訊模擬數據

	SIA	RED	CDR
0.2	54.71	55.19	55.01
0.3	51.41	51.48	48.52
0.4	41.41	41.86	38.71
0.5	27.68	27.26	24.19
0.6	17.50	17.44	13.99
0.7	12.00	12.00	9.54
0.8	2.52	2.40	0.70

在第二個模擬場景的參數假設下，得到如圖 4-3、4-4 與表 4-3、4-4 所示之結果。隨著新生成通訊比率的提升，明顯的新生成通訊端的阻斷率也隨之提升；同時交遞通訊的中斷率也隨之降低。在 SIA 與 RED 的情境下，不論新生成通訊端生成比率如何調整，所得的結果相當接近；但在 CDR 情境下，因為預留區間較大之緣故，使得中斷率會隨著在預留區間裡的通訊端多寡給予動態預留的機制與 SIA 或 RED 有較明顯的差異出現。

模擬三：

在第三個模擬的想定裡，我們假定基地台的服務半徑為 1500 公尺，並且共有 300 個通訊頻道提供給通訊請求使用，透過卜瓦松分配生成平均 0.5 秒左右一新生或交遞通訊，但透過指數分配調高生成平均每一通訊約 600 秒的通訊服務使用時間，通訊的速度透過亂數的方式使其隨機產生在 0 60 公里/小時內並且可以自由的在基地台內外模擬一天的滿載通訊量。在 SIA 的機制運作下，將新生成通訊端的比率上限設置為 0.6；在 RED 的機制運作下，將最小門檻設限設置為 0.4 且最大門檻設限設置為 0.6；在 CDR 的機制運作下，將頻道預留時段設定為 9-12 秒範圍內。透過新生成通訊的生成比例對應到阻斷或中斷率下，實際執行模擬得到下列所示的圖及數據：

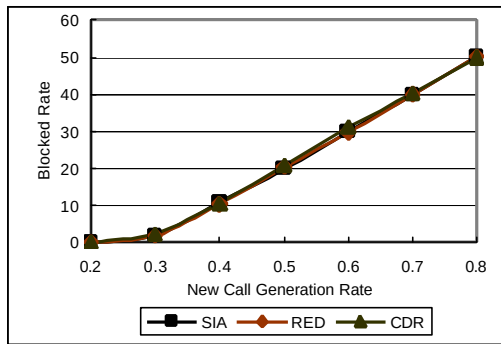


圖 4-5 模擬三之新生成通訊中斷率

表 4-5 模擬三之新生成通訊端模擬數據

	SIA	RED	CDR
0.2	0	0	0
0.3	1.80	1.72	2.34
0.4	10.92	10.28	10.55
0.5	19.87	20.30	20.85
0.6	29.96	29.78	31.15
0.7	39.88	40.06	40.26
0.8	50.11	50.14	49.99

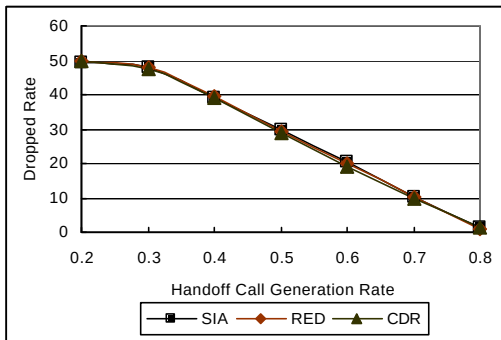


圖 4-6 模擬三之交遞通訊阻斷率

表 4-6 模擬三之交遞通訊端模擬數據

	SIA	RED	CDR
0.2	49.48	49.59	49.85
0.3	48.08	47.81	47.37
0.4	39.10	39.43	39.18
0.5	29.57	29.23	28.80
0.6	20.29	19.95	19.03
0.7	10.14	10.04	9.71
0.8	1.18	1.14	1.20

在第三個模擬想定的參數假設下，得到如圖 4-5、4-6 與表 4-5、4-6 所示之結果。此一模擬中，雖然如預期的隨著新生成通訊比率的提升，明顯的新生成通訊的阻斷率也隨之提升；同時交遞通訊的中斷率也隨之降低，但是，因為通訊使用時間從 120 秒延長至 600 秒，使得不論 SIA、RED 或是 CDR 機制所得出的結果相差無幾。所以當該區域的通訊平均

使用時間較長時，其所預留的區間應該根據需要做相對應的調整。

模擬四：

在第四個模擬的想定裡，我們加大基地台的服務半徑為 3000 公尺，並且共有 300 個通訊頻道提供給通訊請求使用，透過卜瓦松分配生成平均 0.5 秒左右一新生或交遞通訊，並透過指數分配生成平均每一通訊約 180 秒的資源使用時間，通訊的速度透過亂數的方式使其隨機產生在 0~60 公里/小時內並且可以自由地在基地台內外模擬一天的滿載通訊量。在 SIA 的機制運作下，將新生成通訊的比率上限設置為 0.6；在 RED 的機制運作下，將最小門檻設限設置為 0.4 且最大門檻設限設置為 0.6；在 CDR 的機制運作下，將頻道預留時段設定為 9-12 秒範圍內。透過新生成通訊的生成比例對應到阻斷或中斷率下，實際執行模擬得到下列所示的圖及數據：

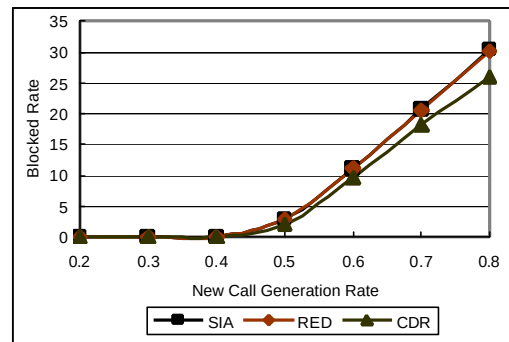


圖 4-7 模擬四之新生成通訊中斷率

表 4-7 模擬四之新生成通訊模擬數據

	SIA	RED	CDR
0.2	0	0	0
0.3	1.80	1.72	2.34
0.4	10.92	10.28	10.55
0.5	19.87	20.30	20.85
0.6	29.96	29.78	31.15
0.7	39.88	40.06	40.26
0.8	50.11	50.14	49.99

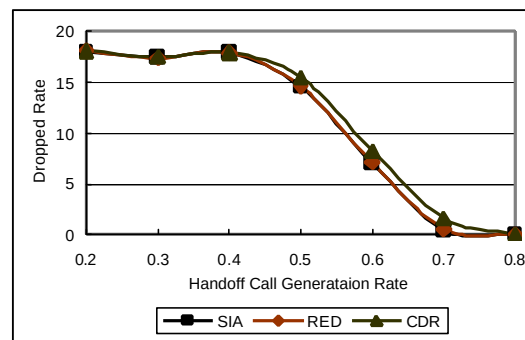


圖 4-8 模擬四之交遞通訊阻斷率

表 4-8 模擬四之交遞通訊模擬數據

	SIA	RED	CDR
0.2	49.48	49.59	49.85
0.3	48.08	47.81	47.37
0.4	39.10	39.43	39.18
0.5	29.57	29.23	28.80
0.6	20.29	19.95	19.03
0.7	10.14	10.04	9.71
0.8	1.18	1.14	1.20

在第四個模擬想定的參數假設下，得到如圖 4-7、4-8 與表 4-7、4-8 所示之結果。此一模擬中，我們將原本的 1500 公尺基地台服務範圍提高至 3000 公尺，數據如預期的隨著新生成通訊比率的提升，明顯的新生成通訊端的阻斷率也隨之提升；同時交遞通訊的中斷率也隨之降低。在此一場景中可以明顯的看當新生成比率尚低時，差異性並不明顯，但隨著新生成通訊端的提升，中斷及阻斷的比率的差異越來越明顯。

五、結論

本研究針對於基地台通訊頻道動態配置的方式，應用隨機早期偵測壅塞機制的觀念提出了隨機早期偵測壅塞通信頻道動態配置機制；此外，利用各個通訊所在的位置與其移動的方向，提出頻道動態預留機制；期望藉由上述二種通訊頻道動態配置方式與靜態通訊頻道配置方式在行動通訊環境下做一比較，藉由模擬去對應於現實環境下的基地台資源配置運作，試圖提供對於不同環境下的基地台績效做出不同參數設置之參考。透過模擬數據的比較與分析，可以得知，通訊頻道不能增加的同時，當對新生成通訊給於較大的預留時，便會犧牲交遞通訊的服務提供，反之亦然。然而，因區域性的不同，究竟多少比率的配置，便須視該區域的歷史使用狀況，透過適當的機制控制與參數調整，以提升行動通訊的整體績效。

所以，行動通訊服務業者除了廣建系統基地台，增加涵蓋行動通訊的服務範圍外，亦應考量區域行動通訊的特性，在有限的通訊頻道配置上做出適切的考量，而本研究提出的動態通訊頻道配置機制可以對通訊頻道因時因地適當地做出合理的配置，滿足行動通訊的實際運用需求。

參考文獻

- [1] AbdulRahman Aljadhai, Taieb F. Znati, "A Framework for Call Admission Control and QoS Support in Wireless Environments", IEEE 1999
- [2] Aljadhai, A.; Znati, T.F., A predictive, adaptive scheme to support QoS guarantees in multimedia wireless networks,

Communications, 1999. ICC '99. 1999 IEEE International Conference on On page(s): 221 - 225 vol.1, 6-10 June 1999

- [3] Andrew S. Tanenbaum, "Computer Networks third edition," Prentice-Hall Inc., New Jersey, 1996
- [4] David A. Levine, Ian F. Akyildiz, Mahmoud Nagshineh, "The Shadow Cluster Concept for Resource Allocation and Call Admission in ATM-Based Wireless Networks", ACM 1995
- [5] Hamling, C., "An overview of GSM data services," Roaming with Data, IEE Colloquium on , 1995 Page(s): 2/1 -2/8
- [6] Jae-Man Kim, Eui-Hoon Jeong, Jung-Wan Cho, "Call Admission Control for Non-Uniform Traffic in Wireless Networks", IEEE Electronics Letters , Volume: 36 Issue: 1 , 6 Jan. 2000 Page(s): 96 -97
- [7] Jianping Jiang; Ten-Hwang Lai, "Call admission control vs. bandwidth reservation: reducing handoff call dropping rate and providing bandwidth efficiency in mobile networks," Parallel Processing, 2000. Proceedings. 2000 International Conference on, 2000 Page(s): 581 -588
- [8] Naghshineh M., Schwartz M., "Distributed call admission control in mobile/wireless networks", Selected Areas in Communications, IEEE Journal on , Volume: 14 Issue: 4 , May 1996 Page(s): 711 -717
- [9] Sally Floyd, Van Jacobson, "Random Early Detection Gateways for Congestion Avoidance", IEEE/ACM Transactions on Networking, August 1993
- [10] Sarikaya, B., "Packet mode in wireless networks: overview of transition to third generation," IEEE Communications Magazine , Volume: 38 Issue: 9 , Sept. 2000, Page(s): 164 -172