

第三章

預測交遞與動態資源保留

第三代行動通訊網路已發展出空間座標定位(coordinate-based)及細胞定位(cell-based)等技術，可利用基地台以時間差、角度計算的方法估算使用者位置，或是利用衛星定位系統量測行動台即時位置資訊。我們以使用者位置做為交遞準則(location-aware handoff)，根據每個基地台在不同地理位置所呈現出不同的訊務特徵，提出一個在進行交遞時的資源保留機制。藉由精確預測使用者的未來走向，以滿足各種不同服務在交遞過程中 QoS 的需求，並提高系統資源的使用率。

每個基地台因所在位置的型態不同，所呈現出來的訊務特徵也將有所差異（表 3.1）。因此從用戶的確切位置及其所屬基地台的訊務特徵，便可針對不同 QoS 的需求，規劃出有效率的交遞策略。基地台的分布通常呈帶狀分佈或面狀分佈。如呈帶狀分佈，系統可快速地在下一基地台保留資源；甚至可預先在基地台間作一連串的使用者認證及資源預留動作以加速每一站交遞的進行。我們可進一步考慮用包裹標籤(Class Tag)的方法，例如當使用者進入鐵路或捷運後，就會開始進入並啟動其機制，使得在列車中的使用者在交遞時不需經過個別逐一的交遞，而用包裹的方式進行；直到使用者出站後，才脫離這套機制。如此，可大量簡化在帶狀分佈之訊務中的訊息交換，以達到快速交遞的目的。我們可藉著精確預測使用者未來的移動走向，預做交遞的前置動作，以加速交遞進行、降低預留資源、提高資源使用率及用戶的服務品質。

地理位置	平均速度	總訊務量	交遞比率	訊務特徵
捷運、 鐵路沿線	高	高	高	隨著捷運、鐵路的設施，其訊務有一定的方向性。
高速公路	高	中	高	除了在交流道會有一部份的訊務會分流出去，其它路段的訊務都限制在道路沿線。
主要幹道	中	中	中	在每個路口訊務都會有數個方向的訊務會匯集或分流出去，有一定的方向性。
非主要幹道	低	中	低	速度通常較低，但訊務方向通常較為複雜。
徒步區	低	高	低	速度低，訊務量高，無一定方向性。
車站口	低	高	低	訊務會集中在車站中，而交遞的方向是由車站放射出去。
鄉村道路	中	低	中	訊務通常不高，無一定方向性。
山區	低	低	低	訊務、交遞頻率都不高，速度也不快。

表 3.1 基地台在各種不同地理位置型態的訊務特徵

3.1 地形與位置對交遞的影響

為了解交遞與地形的關係，我們利用 NPSW 模擬在一個八公里見方的區域中（如圖 3.1），設置十九個基地台，每個基地台有三個扇區（sector）。其中有 2000 個使用者，包含 1750 個語音的使用者，235 個使用傳輸速率 64Kbps 資料傳輸的使用者及 15 個傳輸速率 384Kbps 資料傳輸的使用者。使用者散布在街道上，部份地方是所謂的 hot-spot，使用者分佈較為密集，大致會沿著道路群聚。

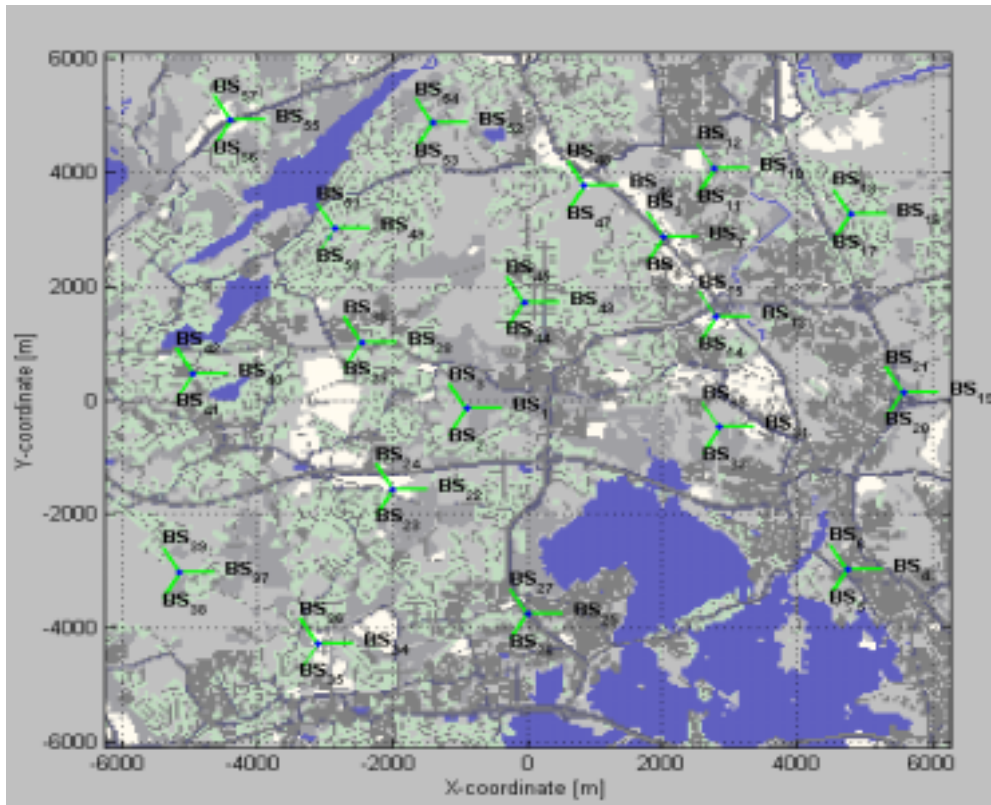


圖 3.1：以 NPSW 模擬街道地形圖

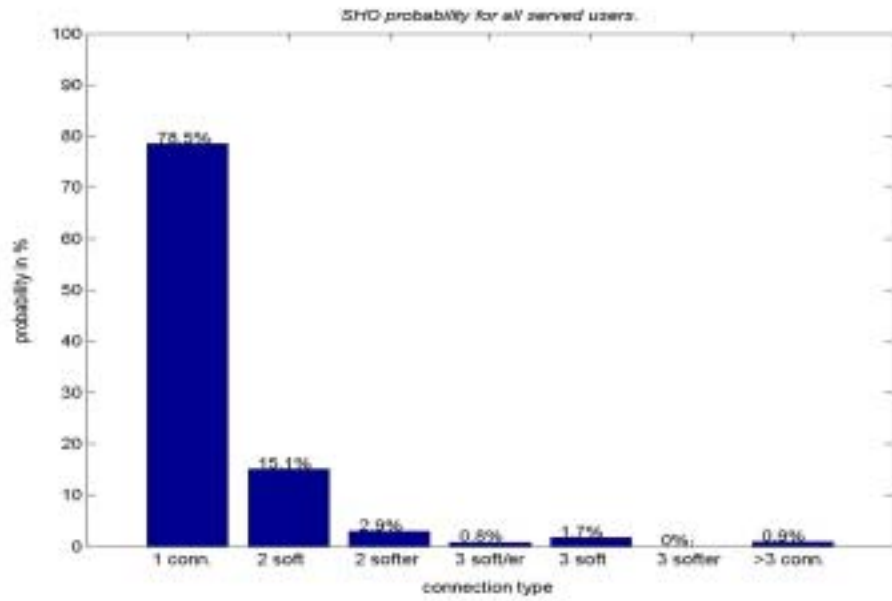


圖 3.2：進行交遞程序的比率

經過模擬實驗所得的數據（圖 3.2）顯示，有 78.5% 的使用者只接收到一個基地台的訊號，約有 21% 左右的使用者會收到兩個以上基地台的訊號並且可能會有交遞的需要（soft 表示可能在不同基地台間作交遞，softer 表示可能在同基地台中不同扇區作切換），若以一段時間來考慮，可預見交遞所產生的負荷（overhead）將會非常龐大（如圖 3.3），而且在部份 hot-spot 地區，若負荷過大，交遞失敗率也會大為提高。圖 3.4 中，每個綠點代表交遞發生的地點，依常理判斷，交遞的發生應發生在使用者移動時，因此交遞發生的地點應大多在道路周邊，但圖 3.4 顯示交遞發生的地點卻大多在基地台涵蓋範圍的重疊區域中，可知在進行交遞時，若單以通道的通訊品質來考慮是否進行交遞，會造成許多不必要的交遞，浪費系統資源，也會造成其它交遞失敗及連線中斷。因此，我們需要發展更準確的交遞預測機制，考慮更多的因素（如行動台之速度、方向、基地台交遞記錄等）進而提升資源的使用效率，並確保交遞程序的成功及連線的連續性。

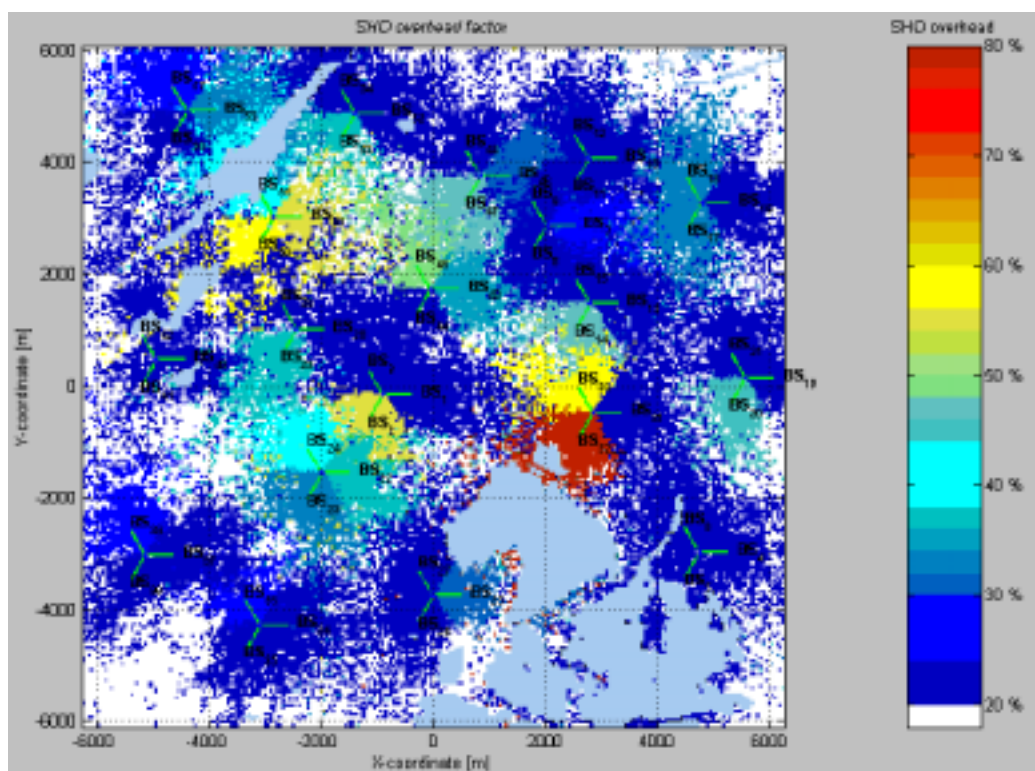


圖 3.3：各基地台進行交遞程序之負荷（overhead）

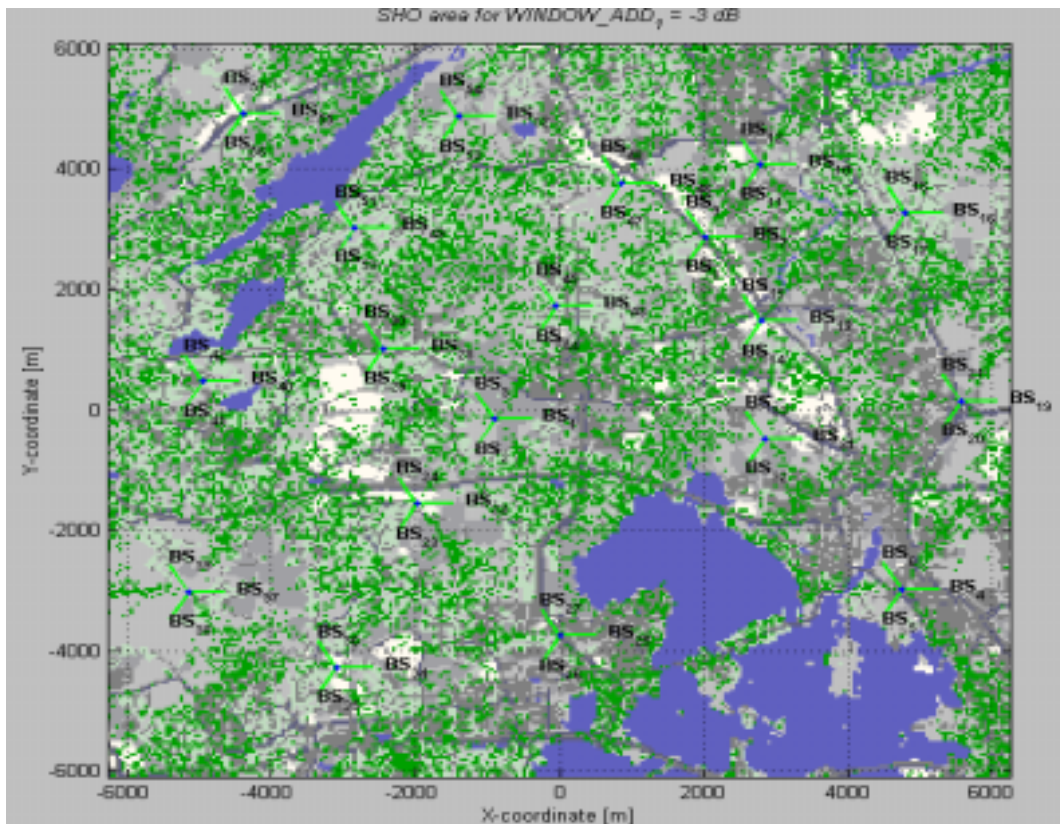


圖 3.4：進行交遞的地點分佈

3.2 交遞程序分析

交遞程序依行動台在進行交遞程序時連線的方式分成硬式交遞 (hard handoff) 及軟式交遞 (soft handoff)，在進行交遞程序時，硬式交遞會先切斷與舊基地台之連線，再與新基地台連線，行動台同時間內只能與一個基地台連線，即所謂先斷後建 (Break-before-Make)；而軟式交遞可以同時與兩個以上的基台建立連線，即先建後斷 (Make-before-Break)。使用硬式交遞時常會有通話斷訊的情形發生，造成短暫的通訊中斷，軟式交遞能提供比硬式交遞更好的通訊品質及平順 (smooth) 的暫態變化。第三代行動通訊系統使用軟式交遞的方式，一個行動台可以同時接收兩個以上基地台的訊號，基地台的涵蓋範圍互有重疊，稱為交遞區 (如圖 3.5)。

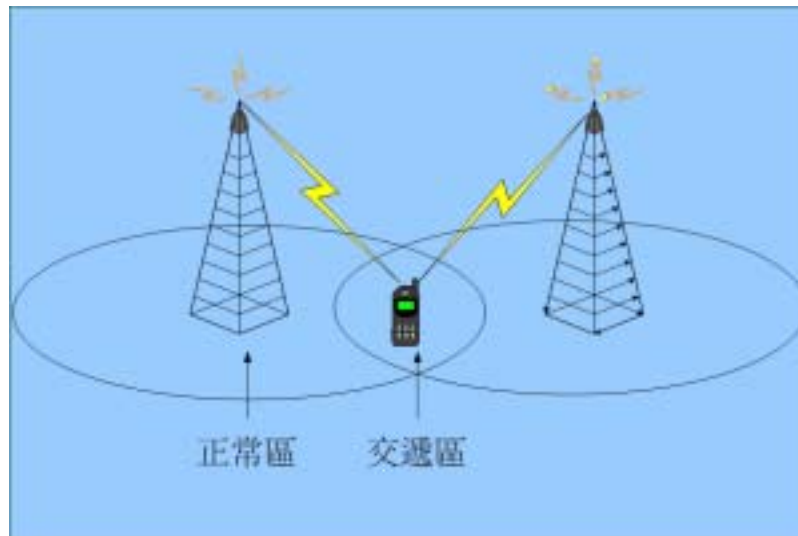


圖 3.5：正常區與交遞區

軟性交遞之時序模型[13]如圖 3.6 所示，其中

t_i ：表示行動台在 $Cell_i$ 的停留時間， $i = 0, 1, 2, 3, \dots$

$\tau_{i,j}$ ：表示行動台在 $Cell_i$ 與 $Cell_j$ 重疊區的停留時間， $i = 0, 1, 2, 3, \dots$ ， $j = 1, 2, 3, 4, \dots$

x_i ：表示行動台在 $Cell_i$ 非重疊區的停留時間， $i = 0, 1, 2, 3, \dots$

u_i ：表示行動台產生下一個連結的啟始時間， $i = 0, 1, 2, 3, \dots$

z_i ：表示行動台在 $Cell_i$ 連結的服務時間， $i = 0, 1, 2, 3, \dots$

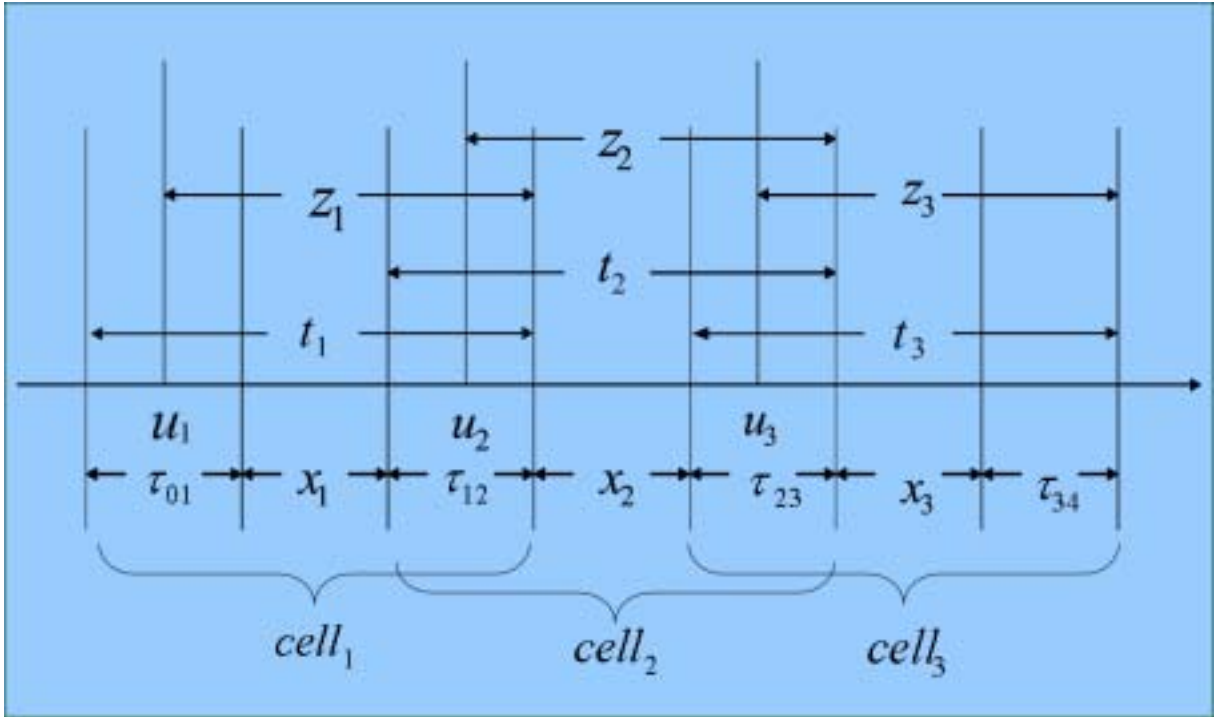


圖 3.6：軟性交遞之時序模型

假設 $E[x_i] = \frac{1}{\eta}$ ，而 $E[\tau_{ij}] = \frac{1}{\gamma}$ ，可計算出行動台平均在 *cell* 的停留時間 u_m (Residence Time)，則

$$\frac{1}{u_m} = \frac{1}{\eta} + \frac{1}{\gamma}$$

用戶從通話開始到完成，當中未曾交遞中斷，稱為無阻礙通話持續時間 (Call Holding Time, CHT)，其平均值為 $\frac{1}{u_c}$ ，交遞用戶在排隊佇候時有指數分佈的衰竭期 t_q (Degradation Interval)，平均值為 $\frac{1}{u_q}$ 。

為確保服務品質及交遞的成功，我們在正常區與交遞區之間，規畫一個預測交遞區，使用者在正常區時，系統並不會作交遞的準備，一旦使用者進入預測交遞區，系統便會依據計算結果 (詳見後續介紹)，評估使用者可能的目標基地台，對目標基地台進行資源保留的動作，確保交遞的成功。

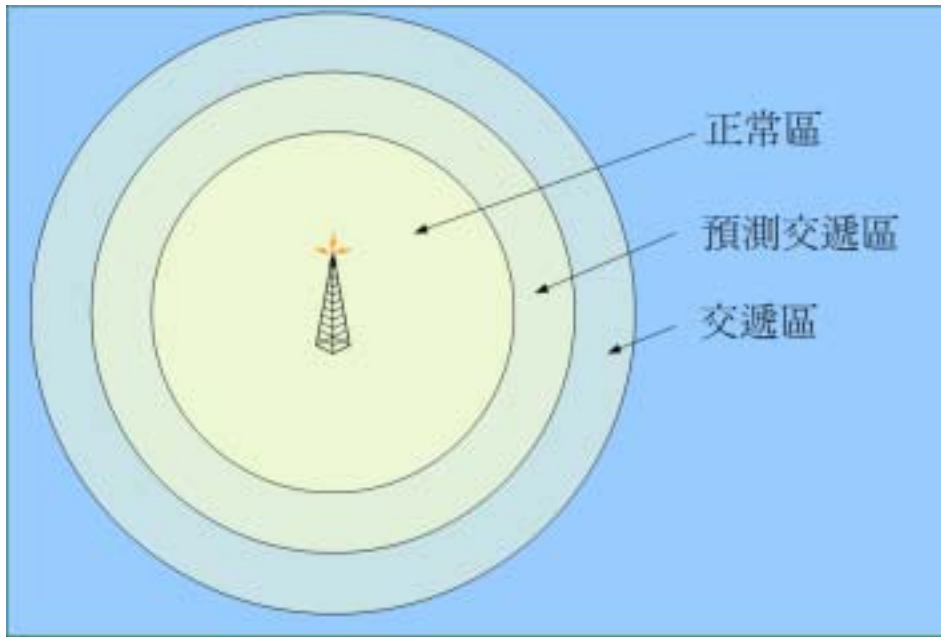


圖 3.7：預測交遞區

基地台下行動台數

假設在一個基地台的涵蓋範圍內，正常區 i 的行動台數為 N_i ，預測交遞區 j 的行動台數為 N_j ，交遞區 k 的行動台數為 N_k ，因此，此基地台的總行動台數為

$$N_{user} = N_i + N_j + N_k。$$

基地台的訊務量

在上述定義正常區 i ，預測交遞區 j 及交遞區 k 的訊務量 (traffod load) 分別為 B_i 、 B_j 及 B_k 。

$$B_i = \sum_{m=0}^i \text{bandwidth}(m, S_m)$$

$$B_j = \sum_{n=0}^j \text{bandwidth}(n, S_n)$$

$$B_k = \sum_{o=0}^k \text{bandwidth}(o, S_o)$$

$$\text{Service} = \{\text{typeA}, \text{typeB}, \text{typeC} \dots\}$$

$$S_x \in \text{Service}$$

其中 $\text{bandwidth}(m, S_m)$ 函數是計算行動台 m 使用 S_m 所需的頻寬， S_m 屬於系統所提供的服務 Service 其種類可列舉如 $\text{typeA}, \text{typeB}, \text{typeC} \dots$ 等服務種類。

基地台的資源使用

基地台的資源總量為 B_{all} ，已使用的資源總量為 $B_{user} = B_i + B_j + B_k$ ，保留給交遞行動台的資源總量為 $B_{handoff}$ 。如果行動台在進行交遞時，未能馬上取得資源，進入交遞等候佇列，設此列的最大長度為 Q_{len} 。

新呼叫堵塞 (New call blocking) 之定義

基地台可用的資源小於新呼叫 (new call) 之需求，稱為新呼叫堵塞，其機率為 P_{Block} ，

以基地台觀點分析 $P_{Block} = \sum_{Block} p(i, j, k, q)$ ，其中

$$Block = \left\{ (i, j, k, q) \mid B_{all} - B_{user} - B_{handoff} \leq \text{bandwidth}(\text{NewCall}, S_{\text{NewCall}}), 0 \leq q \leq Q_{len}, i + j + k = all \right\}$$

$p(i, j, k, q)$ 為基地台中各區之行動台數量的機率，其中正常區有 i 個行動台，預測交遞區有 j 個行動台及交遞區有 k 個行動台， q 是交遞等候佇列中的行動台個數。

交遞失敗 (Handoff dropping) 之定義

用戶結束通訊前，由舊基地台移向另一基地台時，未獲目標基地台提供可用資源，導

致斷線，稱為交遞失敗，而交遞失敗率為 P_{Drop} ， $P_{Drop} = \sum_{Drop} p(i, j, k, q)$ ，其中

$Drop = \{(i, j, k, q) | B_{all} - B_{user} \leq bandwidth(HandoffCall, Service_{HandoffCall}), 0 \leq q \leq Q_{len}, i + j + k = all\}$
 進行交遞的行動台在目標基地台無可用資源（包含交遞優先保留資源）時，進入交遞排隊佇候區，若佇候區已滿，則交遞失敗。

通訊未完成機率

通訊未完成機率表示行動台連線時被阻塞，或是在連線時未阻塞，但在進行交遞時被中斷，可表示成

$$P_{NC} = P_{Block} + (1 - P_{Block}) \cdot P_{Drop}$$

成本函數 (cost function)

若使用交遞優先保留資源的方法，可有效降低交遞失敗率，但會提高新呼叫堵塞率，因此系統業者需在兩者間取得平衡，可設定一個介於 0 與 1 之間的權重值 w ，來計算其成本函數

$$CF = w \cdot P_{Block} + (1 - w) \cdot P_{Drop}$$

新呼叫到達率 (new call arrival rate)

基地台中，行動台發出新呼叫要求的平均比率稱為新呼叫到達率 λ_n ，此項與其他系統參數如基地台位置、基地台涵蓋範圍皆有相關。

交遞要求到達率 (handoff arrival rate)

基地台中，用戶發出交遞要求的平均比率稱為交遞要求到達率 λ_h ，此項與其他系統參數如移動模式、基地台涵蓋範圍皆有相關。

負載流量

每個基地台的資源使用量，即每個基地台被佔用的資源量

$$BS_{load} = \sum_{N_i=0}^{N_{user}} \sum_{N_j=0}^{N_{user}-N_i} \sum_{N_k=0}^{N_{user}-N_i-N_j} (B_i + B_j + B_k) \cdot p(i, j, k, 0) + \sum_{N_i=0}^{N_{user}} \sum_{q=1}^Q B_{all} \cdot p(i, j, k, q)$$

$p(i, j, k, 0)$ 代表交遞等候佇列尚無行動台等候交遞的機率， $p(i, j, k, q)$ 代表交遞等候佇列中有 q 個行動台等候交遞的機率。

交遞負載流量

用戶在交遞時，同時使用兩個基地台資源的數量

$$BS_H = \sum_{N_i=0}^{N_{user}} \sum_{N_j=0}^{N_{user}-N_i} \sum_{N_k=0}^{N_{user}-N_i-N_j} B_i \cdot Rn \cdot p(i, j, k, 0) + \sum_{N_i=0}^{N_{user}} \sum_{q=1}^Q B_i \cdot Rn \cdot p(i, j, k, q)$$

其中 Rn 是進行交遞的用戶對全部用戶的比率。

3.3 利用交遞預測改善系統服務品質

衡量一個交遞機制的好壞可由下面要素觀察[16]：

等待時間 (latency)

進行交遞程序所需要的時間應愈少愈好，對於行進中行動台資料傳輸的影響也要愈小前好。

擴充性 (scalability)

交遞程序應能讓行動台在不同的基地台間交遞，或是在不同系統的基地台間交遞，稱為交遞的擴充性。

額外訊號傳送量

在測量、評估、執行交遞程序時，基地台與行動台之間的訊號傳送量不應該太多，造成太大的負擔。

預留資源及資源使用效率

系統在進行交遞資源保留時，應在能保障服務品質的情況下儘量減少資源的保留，因為保留過多的資源會造成浪費，甚至使得他人的服務品質下降，因此讓預留資源最小化，相對地也提高了資源使用的效益。

交遞失敗率及新呼叫堵塞率

在系統適應個別基地台特色之後，針對不同時段、不同基地台，變動調整所需保留給交遞的資源比例，在資源充份使用的情況下，同時可使交遞失敗率降低，而新呼叫堵塞率也不致升高。

封包漏失、延遲、跳動

在交遞期間所造成基地台與行動台間的封包漏失、延遲、跳動都會影響行動台的服務品質。

第三代行動通訊系統同時支援硬式交遞與軟式交遞，在軟式交遞的架構下，系統對於基地台分出三個集合：

(1) Active set：與行動台建立連線的基地台集合。

(2) Candidate set：行動台所接收到基地台訊號強度達到一定門檻，但是尚未列入 Active set 的基地台集合。

(3) Neighbor Set：行動台可能交遞的基地台集合，通常與行動台所在的地理位置有著密切關連。

經由實驗及觀察可知，一個行動台可能進行交遞的基地台，其實與行動台的地理位置有著很大的關連，以圖 3.8 為例，鐵路、道路上的使用者都有一定的行為模式，汽車會沿著道路行駛，火車上的使用者會沿著鐵道進行交遞。我們分析出在各種地理環境下使用者的行為模式，整理於表 3.1 中，利用現有的無線定位技術所得的行動台定位資訊，將可用來預測行動台的走向，進而保留資源，確保交遞時的服務品質。

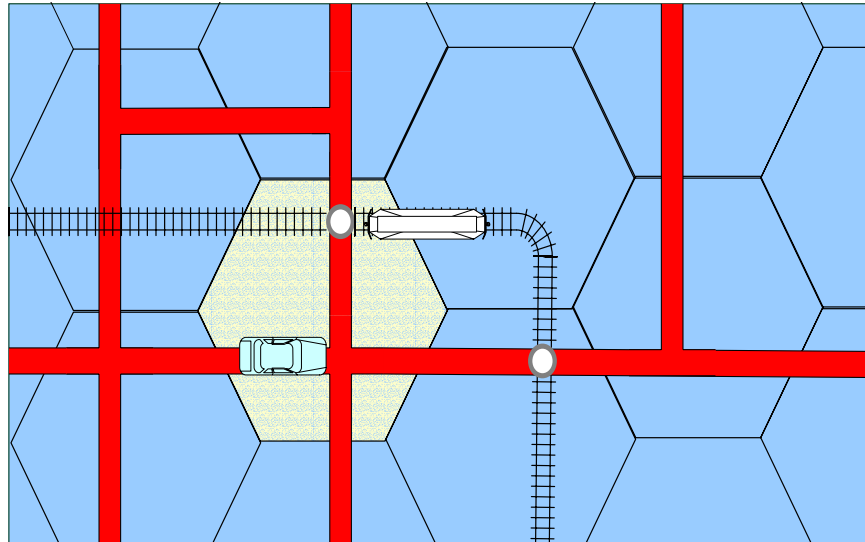


圖 3.8：行動台受地理限制產生不同特性

以圖 3.9 為例來說明根據交遞趨向來選擇交遞基地台的計算方式。假設用戶目前位於基地台 BS1 的範圍內，根據 BS1 過去統計資料顯示，分別會有 70%，20%，10% 的用戶往 BS3，BS4，BS2 的方向移動並進行交遞。我們同時計算行動台從各個基地台收到訊號的強弱或計算兩者間距離；再評估個別基地台當時的負荷量，以決定選為交遞基地台的交遞趨向順位。交遞趨向計算公式如下：

$$Tendency_{k,i,j,d,t} = C_a \times BS_{k,j,d,t} + C_b \times MH_{i,j} + C_c \times Load_{i,j,t}$$

- $Tendency_{k,i,j,d,t}$ ：在原先基地台 k 中，行動台 i 對於基地台 j 方向為 d 的趨向順位值，數值愈大則趨向順位愈高。 d 為行動台目前的行進方向，以每 30 度為一個測量方位，總共有 12 個方位。 t 為目前時間(基地台在不同時間，如尖峰時間和離峰時間的影響)。
- C_a ， C_b ， C_c ：分別為 $BS_{k,j,d,t}$ ， $MH_{i,j}$ ， $Load_{i,j,t}$ 所佔的權重，且 $C_a + C_b + C_c = 1$

- $BS_{k,j,d,t}$ ：在時間 t 時，行動台方向為 d ，基地台 k 往鄰近基地台 j 進行交遞的機率(經驗值)。在系統模擬時以基地台過去交遞的機率換算成交遞傾向。其公式如下

$$BS_{k,j,d,t} = Handoff_{k,j,d} \times 100$$

其中 $Handoff_{k,j,d}$ 為原基地台 k 中方向為 d 交遞到基地台 j 之機率。

- $MH_{i,j}$ ：行動台 i 接收到基地台 j 訊號的強弱（或用行動台與基地台的距離來換算）。在系統模擬時，以行動台與基地台間距換算成交遞傾向。其公式如下

$$MH_{i,j} = (2 \times Coverage_j - Dist_{i,j}) \times \frac{100}{2 \times Coverage_j}$$

其中 $Coverage_j$ 為基地台 j 之涵蓋範圍之半徑， $Dist_{i,j}$ 為行動台 i 與基地台 j 之距離。

- $Load_{i,j,t}$ ：在時間 t 時行動台 i 加入基地台 j 後的訊務量，在模擬時訊務量較高的基地台會有較低的交遞傾向。

$$Load_{i,j,t} = (BW_j - BWLoad_{i,j,t}) \times \frac{100}{BW_j}$$

其中 BW_j 為基地台 j 的資源總量，而 $BWLoad_{i,j,t}$ 為基地台 j 在時間 t 加入了行動台 i 的資源使用量。

假設 C_a 、 C_b 、 C_c 為 1/2、1/4、1/4，而 BS2、BS3、BS4 的資源總量皆為 10Mb、涵蓋半徑 ($Coverage_j$) 皆為 500 公尺，行動台使用的資源量為 1Mb；BS1 在行動台方向為東的情況下，往 BS2、BS3、BS4 交遞的機率 ($Handoff_{k,j,d}$) 為 10%、70%、20%；行動台的距離 ($Dist_{i,j}$) 為 600 公尺、450 公尺、500 公尺；基地台資源使用量為 3Mb、2Mb、4Mb，我們可計算個別交遞傾向如下

$$Tendency_{1,1,2,East,Sun AM 1:00} = \frac{1}{2} \times 0.1 \times 100 + \frac{1}{4} \times (2 \times 500 - 600) \times \frac{100}{2 \times 500} + \frac{1}{4} (10 - 4) \times \frac{100}{10} = 30$$

$$Tendency_{1,1,3,East,Sun AM 1:00} = \frac{1}{2} \times 0.7 \times 100 + \frac{1}{4} \times (2 \times 500 - 450) \times \frac{100}{2 \times 500} + \frac{1}{4} (10 - 3) \times \frac{100}{10} = 66.3$$

$$Tendency_{1,1,4,East,Sun AM 1:00} = \frac{1}{2} \times 0.2 \times 100 + \frac{1}{4} \times (2 \times 500 - 500) \times \frac{100}{2 \times 500} + \frac{1}{4} (10 - 5) \times \frac{100}{10} = 35$$

則所計算出 BS2、BS3、BS4 之交遞傾向為 30、66.3、35，當交遞傾向之值大於所設定交遞門檻時，系統即啟動交遞程序。

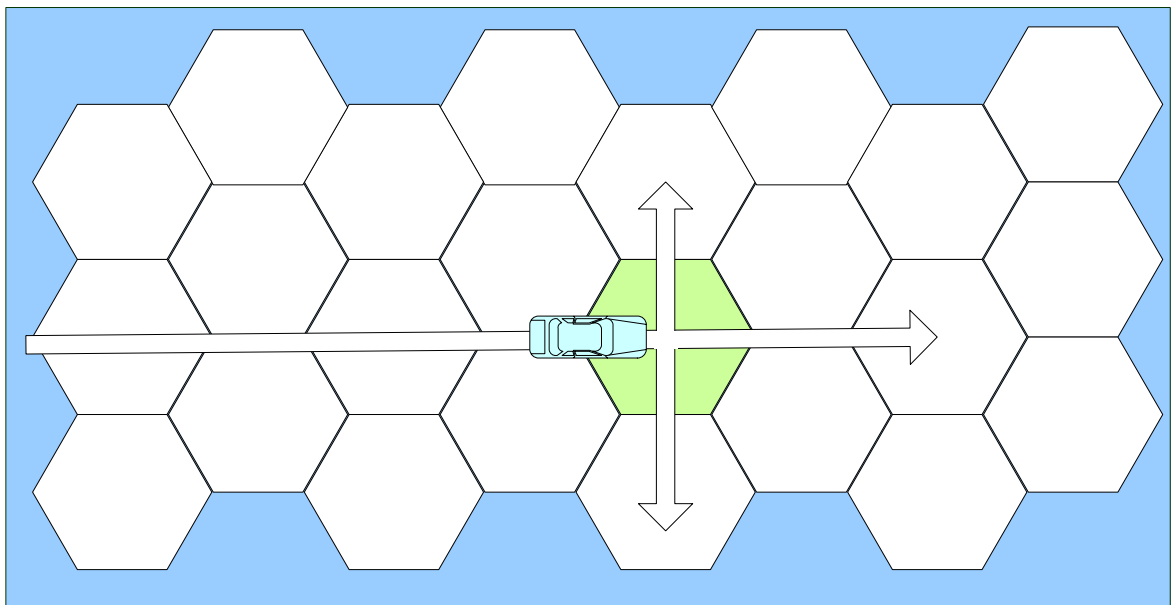


圖 3.9：在 BS1 中往各鄰近基地台進行交遞的歷史記錄

若 $BS_{k,j,d,t}$ 高過一特定門檻值時，則可判定基地台的交遞狀況呈帶狀分佈（如高速公路、鐵路、濱海公路等），系統可快速地在下一基地台保留資源；甚至可預先在基地台間作一連串的使用者認證及資源預留動作以加速每一站交遞的進行。

我們發展一套基地台系統能夠自我完成最佳化調適的機制，在使用者完成交遞後，系統會評估本次交遞的整體表現，作為爾後交遞的參考。若頻寬分配不足，對未來出現同類型交遞時，基地台會盡可能分配較大頻寬。對於行動台移動速度的問題，速度愈

快，資料就要愈早傳送到新基地台的 Buffer 中，才不致造成太多封包漏失；若在此次交遞造成過多封包漏失，在下次進行同類型交遞時，就要及早做資料傳送的動作。

評估內容包括延遲、抖動、封包漏失、頻寬、行動台移動速度及服務類別。評估後的調整包括記錄交遞頻率，根據延遲及抖動程度調整資源分配策略，估算封包漏失數量以調整多點傳送的時機，逐步最佳化基地台的優先權重，週期性觀察基地台訊務特性以動態調整保留的資源。也就是將在上面公式中的三個權重 (C_a , C_b , C_c) 做最佳化，在每個基地台中，因應本身的狀況，自動調整成適合每個環境中的最佳值。如此便能達成第一階段的交遞管理。

3.4 基地台交遞資源動態保留

在前一節，我們利用交遞預測來改善資源保留的數量，達到資源保留的最小化並同時滿足行動台在進行交遞程序時的服務品質，第二階段，我們要改善固定式資源保留機制所造成的資源浪費，在固定式資源保留機制下，基地台會保留固定資源給交遞呼叫，相對地，會增加新呼叫堵塞的發生率，為了降低新呼叫堵塞率，我們提出動態資源保留機制 (Dynamic Resource Reservation Scheme, DRRS)。如圖 3.10 所示，基地台總資源量為 50Mb，其中 10Mb 是系統保留給交遞呼叫的資源，當有一行動台欲與基地台建立連線，系統已無足夠資源提供新呼叫建立連線，但是保留給交遞呼叫的資源仍有剩餘，系統便啟動動態資源保留程序，根據此基地台過去的歷史記錄，分析過去基地台在同個使用時段下的使用量，計算系統能釋放出多少保留給交遞呼叫的資源，在不增加交遞失敗率的情況下，釋放出部份資源給新呼叫需求，便能有效降低新呼叫堵塞率。

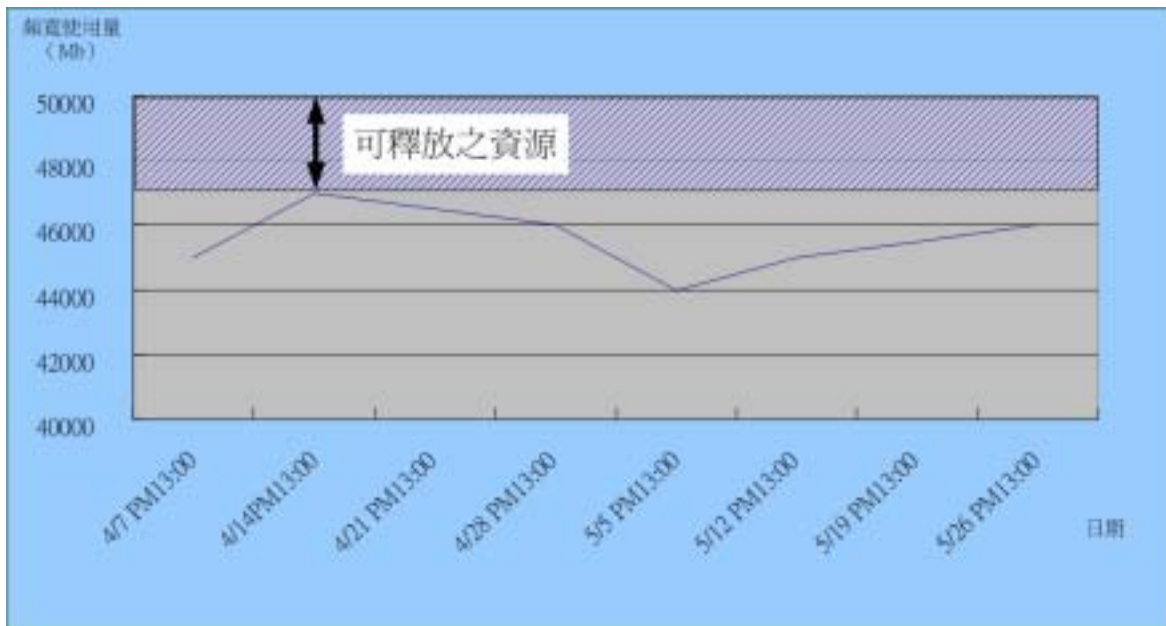


圖 3.10：動態資源保留運算

3.5 完整的交遞步驟

這套架構的營運開始於分析基地台因其所在地理位置的特殊型態所表現出不同的訊務特徵(traffic characteristics)，進而根據這些特徵設計出適當的交遞位置預測法則，以預測可能的交遞位置。此外，仍需配合具服務品質保證的資源分配機制、即時有效的封包傳送方法及完善的交遞程序。累積了一段系統經驗後，最後藉助系統回饋(feedback)資訊，讓系統做該有的調適以作為之後執行交遞時，對設定系統參數值的參考。在經過各階段的營運後，期使系統在執行無縫交遞(seamless handoff)時，能在有效控制封包漏失(packet loss)、延遲(delay)和抖動(jitter)的前提下達到系統效能及資源使用最佳化的目的。圖 3.11 為行動台與基地台建立連線的流程圖。



圖 3.11：行動台與基地台連線的流程

在本系統架構下完成一完整交遞程序，約可分為如下幾個步驟：

[初始設定]

每個基地台根據本身的訊務特色，提供一定比例的資源給由別個基地台交遞過來的訊務。要保留多少的比率，則由不同的基地台，根據其訊務特色及歷史記錄而作動態分配。

[步驟一] 交遞位置預測

利用基地台以時間差、角度計算的方法估算使用者位置或是利用衛星定位系統量測行動台即時位置資訊。以使用者位置做為交遞準則(location-aware handoff)，根據每個基地台在不同地理位置所呈現出不同的訊務特徵，進行交遞時的資源保留。精確預測使用者的未來走向，滿足各種不同服務在交遞過程中 QoS 的需求，提高系統資源的使用率。

(1) 基地台在不同地理位置的訊務特徵

因每個基地台所在位置的型態不同，所呈現出來的訊務特徵也將有所差異（如表 3.1），根據行動台的位置及其所屬基地台的訊務特徵，並考量不同 QoS 的需求，規劃出有效率的交遞策略。基地台的分布通常呈帶狀分佈或面狀分佈。如果 $Tendency_{k,i,j,d,t}$ 大於門檻值，則判斷其為帶狀分佈，系統可快速地在下一基地台保留資源；可考慮行動台速度、路徑預先在基地台間作一連串的使用者認證及資源預留動作以加速每一站交遞的進行。使用包裹標籤(Class Tag)的方法[21]，例如當使用者進入鐵路或捷運後，就會開始進入並啟動其機制，使得在列車中的使用者在交遞時不需經過個別逐一的交遞，而以包裹的方式進行，直到使用者出站後，才脫離這套機制。如此，可大量簡化在帶狀分佈之訊務中的訊息交換，以達到快速交遞的目的。所以，我們可藉著精確預測使用者未來的移動走向，預做交遞的前置動作，以加速交遞進行、降低預留資源、提高資源使用率及確保用戶的服務品質。

(2) 計算交遞傾向(Tendency)以預測交遞基地台

若 $Tendency_{k,i,j,d,t}$ 未達門檻值，則為面狀分佈，可根據交遞傾向來選擇交遞基地台的計算方式。使用基地台歷史記錄所產生之經驗值；同時計算行動台從各個基地台收到訊號的強弱或計算兩者間距離；再評估個別基地台當時的負荷量，以決定選為交遞基地台的交遞趨向順位。

[步驟二] 判斷使用者行進速度

使用者行進速度愈快，交遞過程中處理資源預留的動作也要愈早完成，將使用者移動速度分為幾種等級，不同速度會影響不同的交遞優先權及需啟動多少個數之資源保留的基地台。使用者速度可分為下列幾種等級：

- 高速 (時速 100 公里以上)：在正常區即啟始計算行動台交遞傾向，若判斷基地台為帶狀分佈，則保留沿線兩個基地台資源；若判斷為面狀分佈則保留一個基地台資源。
- 中速 (時速 60 公里 時速 100 公里)：在預測交遞區啟始計算行動台交遞傾向，若判斷基地台為帶狀分佈，則保留沿線兩個基地台資源；若判斷為面狀分佈則保留一個基地台資源。
- 低速 (時速 20 公里 時速 60 公里)：在預測交遞區啟始計算行動台交遞傾向。
- 步行 (時速 20 公里以下)：因為行動台速度不高，所以在交遞區才啟始計算行動台交遞傾向。

[步驟三] 判斷交遞的類別

判斷該交遞是 inter-domain 或 intra-domain 的交遞（圖 3.12），不同類別的交遞，會產生不同的程序（圖 3.13、圖 3.14），所費的時間也不同。因為基地台本身是固定的，我們可在進行交遞前先了解此行動台所交遞的新的基地台與原基地台間的關係，判斷此一交遞的類別為何。

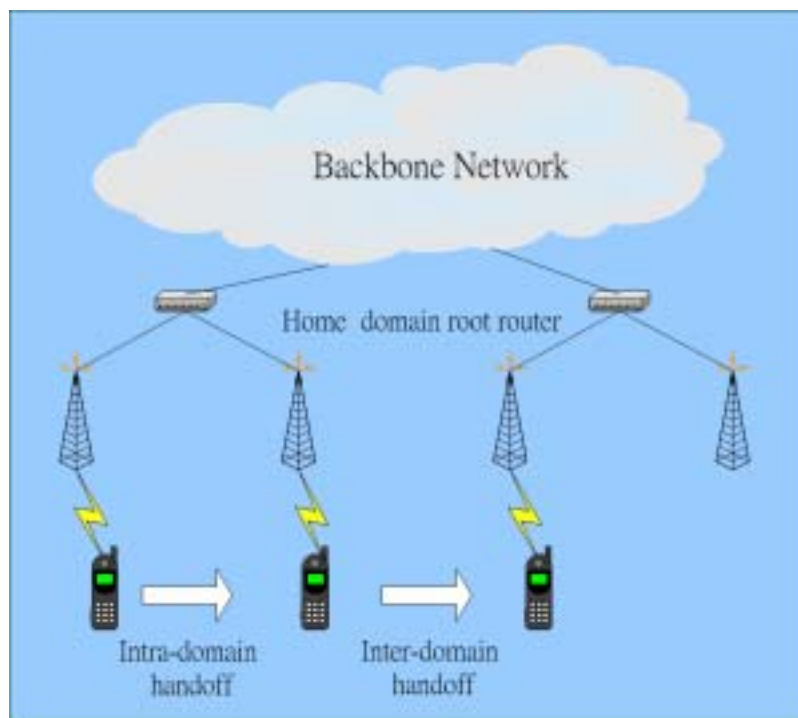


圖 3.12：Inter-domain handoff 與 Intra-domain handoff

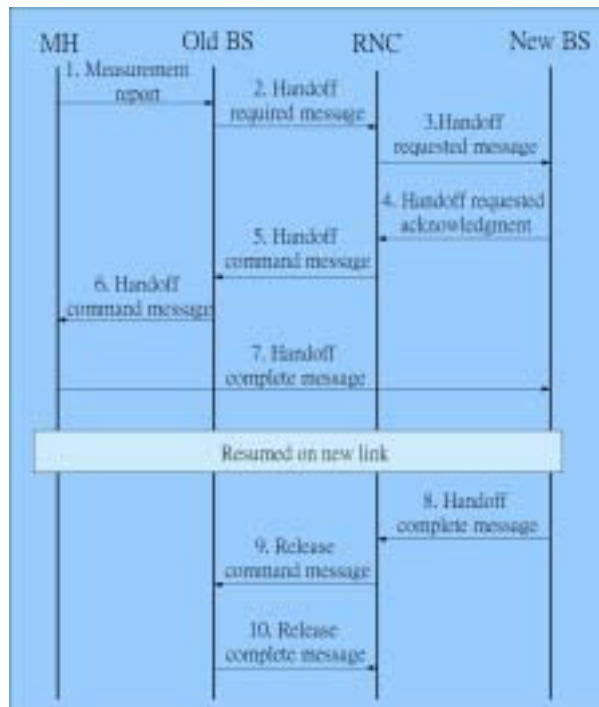


圖 3.13 : Intra-domain 交遞的訊息交換

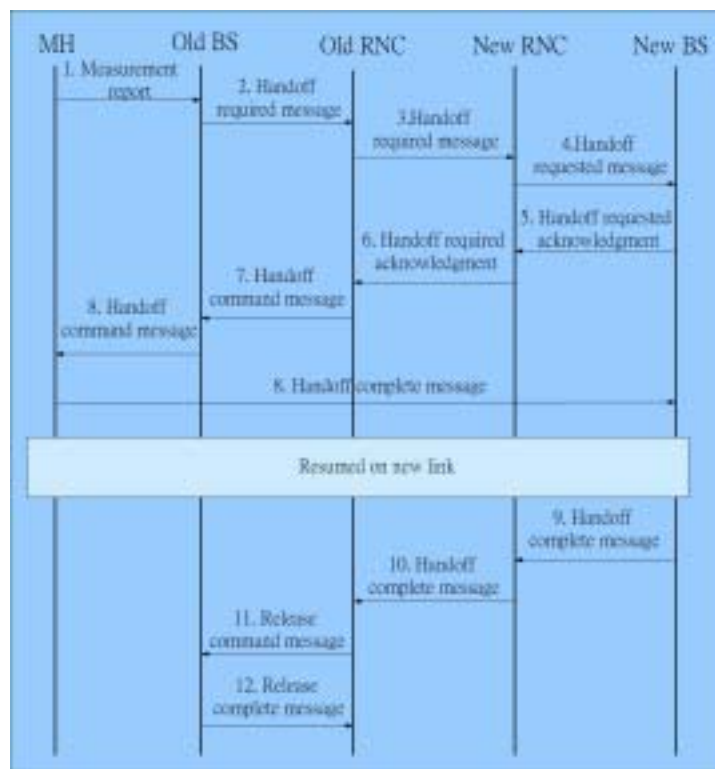


圖 3.14 : Inter-domain 交遞的訊息交換

[步驟四] 註冊並將資料傳送到新基地台的緩衝器

若交遞傾向最高之基地台其 $Tendency_{k,i,j,d,t}$ 超過門檻值，系統讓行動台開始向新基地台進行註冊，網路便可開始將原先資料，利用多點傳送(multicasting)的方式，傳送到新基地台的緩衝器中。

[步驟五] 計算需要分配給該服務的頻寬資源

新基地台根據行動台的服務類別及當時系統可用資源，透過資源分配器作最佳化的頻寬分配。此步驟之詳細內容見[10]，依照其對頻寬分配最佳化的程序計算之。

[步驟六] 將緩衝器內的資料傳送給行動台

經過資源分配後，新基地台與行動台開始建立連線，新基地台可將儲存在緩衝器內的資料傳送給行動台，如此可有效減低封包漏失、延遲及抖動等問題。

[步驟七] 釋放舊基地台的資源，由行動台回饋(feedback)交遞滿意度給基地台

由行動台在進行交遞程序後所回饋的資訊，借由調整 $Tendency_{k,i,j,d,t}$ 中 C_a , C_b , C_c 的設定值及更新行動台交遞到鄰近基地台的統計數據，基地台可逐步改進其交遞傾向以適應在各種環境下的訊務特徵，並保障服務品質。

[步驟八] 完成交遞程序