

# 在無線蜂巢式網路中以方向為基礎之規則形狀位置區域來降低位置管理成本的位置管理策略

陳宗禧 吳易展  
長榮大學資訊管理學系  
chents@mail.cju.edu.tw

## 摘要

在這篇論文中，我們提出了一種應用在無線蜂巢式網路中，利用以方向為基礎的規則形狀 (Direction-based Regular Shape) 位置區域機制來降低位置管理成本的位置管理策略，簡稱 DRS。藉由考量使用者的移動形態 (mobility pattern) 即移動方向與路徑，動態建立具有規則形狀 (regular shape) 特性的位置區域 (location area)，並以此作為位置更新程序 (location updating) 執行與否的參考依據。另一方面，位置管理中另一個重要程序 - 呼叫程序 (paging)，系統會依據使用者最近一次更新的資訊，依照動態建立的規則形狀位置區域，依序進行呼叫。由於我們是以規則形狀的位置區域為基礎，所以我們的方法具有簡單且容易計算的特性，並期許能夠藉由規則形狀的特性及考量使用者移動型態的方式，來有效降低位置管理所產生的成本。另外，在這篇論文中，我們也針對我們所提出的方法，建立馬可夫模型，供日後進一步作效能分析比較使用。

關鍵詞：位置管理、位置更新、馬可夫模型、個人通訊服務網路、無線網路。

## 一、緒論

個人通訊服務 (personal communication services, PCS) 網路是一種數位蜂巢式技術的通稱，具有提供移動中使用者服務的能力。GSM (global system for mobile communications) 就是其中一種個人通訊服務系統。蜂巢式通訊用戶在有限的頻寬資源下快速成長，一個基地台所涵蓋的服務範圍就必須縮小來容納密度愈來愈高的行動用戶。當基地台所涵蓋的服務範圍縮小後，更多的細胞與更多的行動用戶所產生的額外信號就會使有效位置管理的問題更顯嚴重，進而產生許多挑戰。因此，如何在有限的頻寬與容量上，將維護使用者位置資訊所產生的位置管理成本最小化，也就在近幾年受到注意與廣泛討論。

位置管理所關心的，是希望可以確保網路能夠維護每位已註冊用戶的位置資訊 [18]，也就是說，能夠有效的服務需要被建立的進入呼叫

(incoming calls)。這是蜂巢式網路其中一項十分重要的特性，它可以允許行動用戶在整個網路中漫遊。為了能夠路由進入呼叫到行動用戶端，網路就必須能夠找到行動用戶，所以網路就需要知道每位行動用戶的所在位置，即關於目前所存在的特定細胞。此刻行動台 (mobile stations, MS) 所存在的細胞，就是能夠接收到訊號品質最好的基地台所涵蓋的範圍，在這個範圍內當有進入呼叫到達時，行動台會判斷是不是指向它的呼叫訊息。這裡的行動台相當於是一個行動用戶、行動使用者 (mobile user, MU) 或是行動中端設備 (mobile terminal, MT)。在論文中我們會根據上下文的關係交互使用。

構成位置管理的兩個主要工作是位置更新 (location updating) 與呼叫 (paging)，位置更新主要是透過行動台，告知網路目前行動用戶的所在位置區域。呼叫則是系統找到行動台的程序，當網路試圖傳送呼叫到行動使用者時，就必須執行呼叫程序。呼叫訊息會廣播到一個或多個包含行動台目前所在位置的呼叫區域內，並告知進入呼叫的目標使用者。

一般蜂巢式網路位置資訊的最小單位，是單一基地台所涵蓋最佳訊號強度的範圍，我們稱為一個細胞 (cell)。理想上可以以一個六角形來表示。在位置管理上，細胞通常會被群組成好幾個區域，稱為位置區域 (location areas, LA) 或是呼叫區域 (paging areas)，一個位置區域就是由數個細胞所構成的一個集合。當行動台在位置區域內漫遊時，就無須執行位置更新的動作，這也是網路知道行動台所在位置的最小區域範圍。一個呼叫區域同樣是由數個細胞所構成的一個集合，主要用來傳送呼叫訊息告知目標使用者有進入呼叫。理所當然位置區域與呼叫區域必須是有關聯的。在大部分的系統與提出的位置管理策略中，通常都將群組起來的細胞集合稱為位置區域，也就是位置區域與呼叫區域是完全相同的。

我們以兩個極端的例子來說明位置更新、呼叫、位置區域與呼叫區域的關係。第一種情況，針對個別的細胞來維護行動用戶的位置資訊，也就是說一個位置區域的大小恰好等於一個細胞大小，這也是位置資訊可能知道的最小單位。每當行動台察覺到自己已離開原來的細胞到新的

細胞時，就會執行更新動作，如果行動台一直移動，執行更新動作就會非常頻繁，更新成本就會非常高，但在知道確切位置情況下，如果有呼叫訊息需要傳送，則只需要傳送一個細胞就可以找到目標的行動使用者。對於一個移動性高，被呼叫機率低的行動用戶來說，顯然這不是一個好方法。另一種極端的情況，整個網路所涵蓋的服務範圍就是一個行動台的位置區域，在這種情況下，網路只知道行動台是否有在網路中，即行動台無須執行任何更新的動作。但只要一有進入呼叫到達時，網路就必須呼叫網路中的每一個細胞，直到找到行動使用者為止。同樣地，這也不是可行的辦法。當位置更新愈頻繁，更新成本就愈高，網路愈能確切知道行動台的位置，呼叫成本也就愈低；相反的，當位置更新次數愈少，位置更新成本愈少，網路就需要花更高的呼叫成本來執行呼叫。顯而易見，位置更新成本與呼叫成本彼此是一種一個成本低另一個成本就高的關係。因此，如何在二者中取得一個平衡，找到一種有效的位置管理策略來降低位置管理所產生的成本，就成了很重要的研究議題，這也是我們這篇論文針對位置管理提出一種策略來做探討的主要原因。

在邁向下一代行動通訊網路之際，有更多細胞與更多的行動用戶，需要藉由有效的位置管理來提供更多服務，有鑑於此，我們提出一種規則形狀位置區域的位置更新策略，藉由考量使用者過去移動方向的移動型態，動態建立以移動方向為基礎，具有規則形狀特性的位置區域，並以此作為行動台執行位置更新與呼叫的參考依據。透過規則形狀所具有的簡單運算特性，在不增加過多額外的運算成本與呼叫成本的情況下，有效降低維護行動用戶位置資訊來追蹤使用者所產生的成本，進而達到降低位置管理成本的目的。

本論文其餘各節架構如下，第二節為該篇論文相關研究，介紹個人通訊服務網路架構、現行行動通訊系統的位置管理策略，與其它已提出的位置管理方法。我們所提出的應用以方向為基準之規則形狀位置區域作為更新依據的位置管理策略，會在第三節中詳細說明。在第四節，我們針對我們所提出的位置管理策略，建立可供在未來與其它已提出位置管理策略分析比較的馬可夫模型。最後，第五節為結論與未來展望。

## 二、相關研究

個人通訊服務網路管理行動使用者移動的方式，對於個人通訊服務網路的效能會有顯著影響。為了能讓大家更清楚地了解位置管理的議題，我們首先介紹構成個人通訊服務網路的基礎架構，再進一步說明現行 GSM 系統的位置管理

策略，與其它已提出的相關位置管理方法。

### (一) 個人通訊服務網路架構

圖 2.1 為個人通訊服務網路架構，個人通訊服務網路的行動服務範圍是由基地台 ( base stations, BSs ) 的集合所涵蓋組成的，基地台主要負責傳遞呼叫到所涵蓋區域範圍內的行動台，或是傳遞由範圍內行動台所發出的呼叫。在個人通訊服務網路的行動服務範圍中，行動用戶可以透過換手 ( handoff 或稱為 handover ) 的機制在不同的細胞內來回穿梭而不影響通話 [6]。基地台會經由路上的連結與行動交換中心 ( mobile switching centers, MSC ) 作溝通。這裡的行動交換中心主要是用來連結基地台和後端公眾交換電話網路 ( public switched telephone network, PSTN )，為行動台透過基地台連接公眾交換電話網路的介面。

個人通訊服務系統使用兩種資料庫來儲存用戶的位置資訊，分別為本籍位置紀錄器 ( home location register, HLR ) 和客籍位置紀錄器 ( visitor location register, VLR )。系統對於網路中的所有行動用戶，皆建立一個永久紀錄存放在本籍位置紀錄器內，這紀錄包含了行動用戶資訊 目前所在位置和核准使用期限等相關資訊。客籍位置紀錄器則是暫時儲存涵蓋服務範圍內，所有拜訪用戶的相關資訊，如訂購資訊等，相對應的行動交換中心就可以藉由這些資訊，提供相關服務。換言之，客籍位置紀錄器可以用來作為處理傳遞或接收拜訪行動用戶呼叫的查詢資訊。

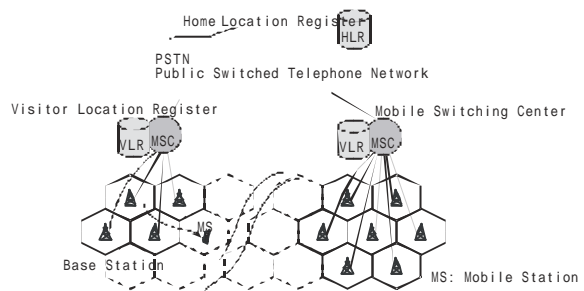


圖 2.1：個人通訊服務網路架構

### (二) 靜態位置區域的位置管理策略

目前行動通訊的標準，主要是採用位置區域 ( location areas, LAs ) 的概念，將整個網路所涵蓋的服務範圍，分割成許多位置區域，其中一個位置區域是由一個或多個基地台所涵蓋服務範圍的細胞所組成，其允許行動台在位置區域裡面漫遊而無須執行位置更新。只有當行動台跨過預先定義位置區域的邊界時，所註冊的位置才會被更新。其中網路中的一個行動交換中心，可以涵蓋一個或數個位置區域，每一個行動交換中心或數個行動交換中心，則設有一個客籍位置紀錄器來儲存相關的用戶位置資訊，對應的階層架構可

參考圖 2.1 所示。附加說明，在實際網路環境中，細胞的分配工作，是由系統業者自行定義，但有一個限制就是每一個位置區域所涵蓋的細胞，只能由一個行動交換中心所服務。

以 GSM 系統為例，當行動台從目前的位置區域移動到新的位置區域，或是行動台由舊的客籍位置紀錄器所涵蓋的範圍，移動到新的客籍位置紀錄器所涵蓋的範圍時，行動台就必須對負責新位置區域的客籍位置紀錄器作註冊的動作，新的客籍位置紀錄器就會告知該行動用戶所屬的本籍位置紀錄器更新位置紀錄。因此，當有呼叫需要傳送時，網路就可以從最後一次更新位置區域內的所有細胞進行呼叫，直到找到目標行動台確切位置。

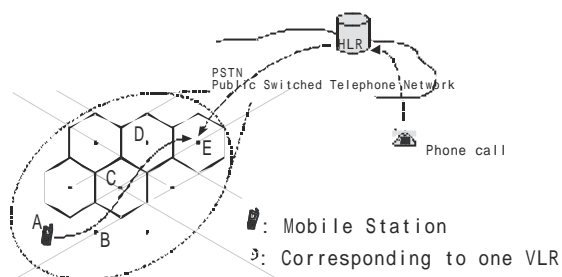


圖 2.2：現行蜂巢式網路系統位置管理策略

我們以圖 2.2 來舉例說明，圖中的一個細胞相當於一個客籍位置紀錄器所涵蓋的服務範圍，當行動台由細胞 A 移動到細胞 B 時，即行動台從一個客籍位置紀錄器跨過邊界到另一個客籍位置紀錄器時，行動台必須執行一次位置更新的動作，如果行動台再依序移動到細胞 C、D、E，則行動台必須再依序執行位置更新動作，所以在這個例子中，行動台會在細胞 B、C、D、E 執行位置更新動作，確保網路可以在需要時找到行動台。舉例來說，若行動台最後移動到細胞 E，此時有一個指向這個行動台的進入呼叫，這時候網路就可以直接對最後一次更新的位置細胞 E 進行呼叫，進而找到這個行動用戶。

從上述的敘述中我們可以發現，雖然現行的位置管理方式可以在有呼叫（call）時，保證找到行動用戶，可是當行動台被呼叫的機會不高時，行動台同樣必須依照更新策略，在跨過客籍位置紀錄器所涵蓋服務範圍的邊界時，執行更新的動作。因此，行動台在這樣的情形下，花費大量的成本在作位置更新的程序。這種永久固定細胞數目構成位置區域且應用在所有行動台的方式，我們稱這種方式為一種靜態位置區域的位置管理策略。這種靜態位置區域的位置管理策略之主要概念，是事先定義特定的細胞集合，也就是當行動台移動到這些集合中的任意一個細胞時，就必須執行更新的程序。許多第二代的蜂巢式系統，包括 GSM 和 IS-41 系統就是以這種位

置更新方式作為基礎。由於靜態的位置管理機制在某些移動特性下並不適用，所以就有一些動態位置區域的位置管理策略被提出 [3][7][8][12][15][16]。我們在底下第三節中作說明。

### (三) 動態位置區域的位置管理策略

一般位置管理策略可以分為兩大類 [5][16]，一類為在第二節已做過介紹之靜態位置區域的位置管理策略，另一類為動態位置區域的位置管理策略。動態位置區域之位置管理策略的提出，主要的目的，就是用來改善靜態位置區域的位置管理策略，可能產生過多更新成本的缺點。現在我們介紹幾種已提出的動態位置區域的位置管理策略。

動態位置區域的位置管理策略主要的概念，就是依照行動台的移動特性及被呼叫的頻率，動態調整位置區域的大小。相關位置管理策略的文獻整理如下：

文獻 [16] 描述了三種不同的位置管理策略，包含以時間為基準（time-based）以移動步數為基準（movement-based）及以距離為基準（distance-based）的位置管理策略。這三種動態位置區域的位置管理策略，其主要概念都是設定一個門檻值，只有當參考的基準值超過此門檻值的時候，行動台才需執行位置更新的動作。這三種動態位置區域的位置管理策略之門檻值概念分別說明如下：以時間為基準的位置管理策略是，每當行動台距離上一次的更新時間超過預先設定的時間門檻時，行動台就對本籍位置紀錄器，執行更新的動作。以移動步數為基準的位置管理策略是，當行動台跨過細胞邊界的次數超過預先設定的門檻值時，行動台執行更新的動作。以移動步數為基準的位置管理策略，則是當，行動台目前所在的細胞與最後一次更新細胞的距離，超過預先設定的門檻值時，行動台執行更新的動作。

另外，文獻 [14] 提出一種在判斷距離時，不需花太多的位元去紀錄細胞的編碼方式，經由這種編碼方式，提高以移動步數為基準的位置管理策略實作的可行性。這幾種更新策略的呼叫方式，一般都是採用距離最後一次更新客籍位置紀錄器之最短距離最先呼叫的環形呼叫方式。除此之外，還有選擇性的呼叫方式與直線呼叫方式 [8] 等。前述所列的位置管理策略，雖然達到了降低更新成本的目的，但也可能因為所建立的位置區域，未考量使用者移動型態，而在呼叫時，產生過多的呼叫成本。

另一種被提出的是遞轉指標位置管理策略（forwarding pointer strategy） [10]，其主要的概

念是當行動台從一個客籍位置紀錄器移動到另一個客籍位置紀錄器時，建立一個指標從舊的客籍位置紀錄器指向新的客籍位置紀錄器，藉由在客籍位置紀錄器間建立指標，來取代傳統必須對網路中的本籍位置紀錄器，執行更新的動作，達到降低網路訊號負載的目的。這種位置管理策略在呼叫方面，則是當有呼叫需要被建立時，網路沿著遞轉指標鏈（forwarding pointer chain）呼叫，直到找到行動用戶為止。為了預防遞轉指標鏈過長，這種策略會預先定義一個  $k$  值，當指標的長度等於或是超過  $k$  值時，行動台執行本籍位置紀錄器的位置更新。遞轉指標策略可能產生迴圈的問題，在文獻[10]中也有討論。另外，在文獻[2]中，探討不同移動特性的最佳  $k$  值。

區域固定點更新的位置管理策略（local anchor strategy）[7]，其主要概念是透過區域的定點的位置更新，來取代傳統必須對網路中的本籍位置紀錄器執行位置更新。當行動台在預先定義的局部區域內移動時，則只須對區域內的代理人（Agent）執行更新動作；只有跨過預先定義的局部區域，才會執行本籍位置紀錄器的更新動作。這裡的代理人即是存在本籍位置紀錄器中，最後一次更新的客籍位置紀錄器位置。在呼叫程序部分，區域固定點更新的位置管理策略可經由三個步驟找到行動台，首先網路從本籍位置紀錄器中，查詢行動台最後一次更新的客籍位置紀錄器位置，即目前行動台所在局部區域的代理人，再從代理人查訊行動台所在的客籍位置紀錄器，最後從客籍位置紀錄器中呼叫行動用戶。

以方向為基準的位置更新策略（direction-based location update, DBLU）[8]，其主要概念是當行動台察覺移動方向改變時，則執行位置更新。這種位置更新策略採用了一種適用於標準六角形蜂巢式架構的編碼方式，並以此作為行動終端設備判斷移動方向改變與否的依據。當網路要對行動台進行呼叫時，只要從行動台最後一次的更新資訊中，沿著同一直線的方向進行呼叫即可。藉由這種直線呼叫（line paging）的呼叫方式，可以解決其他位置更新策略，採用環形呼叫可能產生過多呼叫成本的問題。文獻[9]則是加強了以方向為基準的位置更新策略，使其適用於常態移動（normal walk）[13]的網路環境中，而非隨機移動（random walk）[1]的網路環境中。雖然這種方式可以經過簡單的計算就可判斷移動方向的改變與否，進而決定是否執行位置更新，但如果行動台的移動方式，不全然為筆直的朝某個方向移動，或是剛好在細胞間交界處移動，則行動台就可能需要一直執行位置更新程序，進而增加了位置更新成本。

有別於一般所採用的環形呼叫的位置管理策略，可能產生過多呼叫成本，與直線式位置區

域的位置更新策略，只適用在行動台筆直移動特性非常明顯的情況，我們提出一種具有規則形狀特性之位置區域概念的位置管理策略。我們所提出的位置管理策略，主要的概念是藉由考量使用者先前的移動型態，動態建立能捕捉行動用戶移動特性的位置區域，期許藉由這樣的方式所建立的位置區域，能涵蓋行動用戶之後可能的移動路徑，在以此作為位置更新策略準則的情形下，達到降低位置更新成本的目的。這樣的方式除了可以改善以往沒有考量行動用戶移動型態，以環形方式進行呼叫可能造成過多呼叫成本的問題外，也可以修正以方向為基準的位置更新策略，只適用於行動台筆直移動特性非常明顯的問題。我們所提出的利用以方向為基礎之規則形狀位置區域的位置管理策略，將在下一節詳細說明。

### 三、以方向為基礎之規則形狀位置管理策略

以方向為基礎之規則形狀位置區域的位置管理策略（DRS），主要包含位置更新程序，與呼叫程序這兩種主要工作。這節我們針對所提出的 DRS 位置管理策略，說明其位置更新策略與呼叫策略。

#### （一）初步探討

為了方便底下 DRS 位置管理策略的介紹與說明，這裡就先對 DRS 位置管理策略的相關議題，作一個初步探討。

我們所提出的位置管理策略主要是應用在無線蜂巢式網路環境中，根據行動台的移動型態（mobility pattern），動態建立具有規則形狀特性的位置區域。圖 3.1 代表蜂巢式網路環境，假定我們的網路是一個對稱六角形細胞所組成，其中一個六角形細胞，相當於個人通訊服務網路中一個客籍位置紀錄器所涵蓋的服務區域，或是一個微細胞的大小。行動台在蜂巢式細胞中漫遊，每跨過一個客籍位置紀錄器邊界，就有六種可能的移動方向，如圖 3.2 中所示，圖中的  $d_1$  到  $d_6$  代表行動台在這六角形的蜂巢式網路環境中，六種可能的移動方向。不同的移動方向會影響所建立的位置區域。

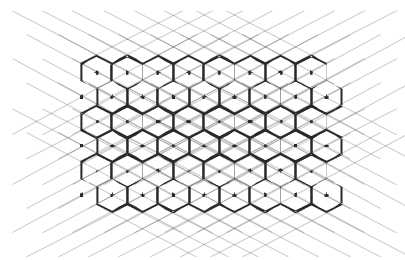


圖 3.1：蜂巢式網路示意圖

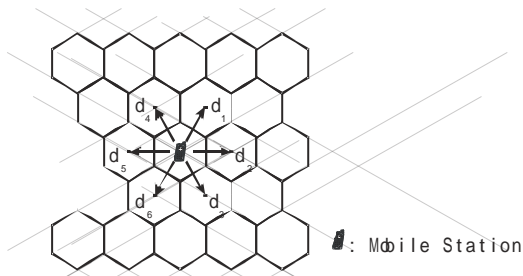


圖 3.2：行動台在蜂巢式網路六種可能移動方向

由於我們是以規則形狀來構成我們 DRS 位置管理策略中的位置區域，所以在說明位置區域的建立方式之前，我們先來說明應用在 DRS 位置管理策略中，可能成為位置區域的規則形狀。我們利用參數  $l$  (length) 和參數  $w$  (width) 來推導包含  $(1 + 2lw + w - w^2 + 1)$  個細胞的規則形狀位置區域，這裡我們是以相鄰兩個客籍位置紀錄器的距離，即從一個客籍位置紀錄器跨過邊界，到另外一個客籍位置紀錄器的距離，作為  $l$  和  $w$  的單位長度。其中  $l$  必須小於等於  $w$ ，以滿足一般行動台同方向移動機率高於不同方向移動機率的特性。圖 3.3 中，全部灰色部分所涵蓋的範圍即是一個  $l=3$  和  $w=2$  的規則形狀。當  $l=1$  和  $w=1$  時，規則形狀為一個菱形的形狀，如圖中最淺灰色的部分 (共有四個客籍位置紀錄器所涵蓋的範圍)。

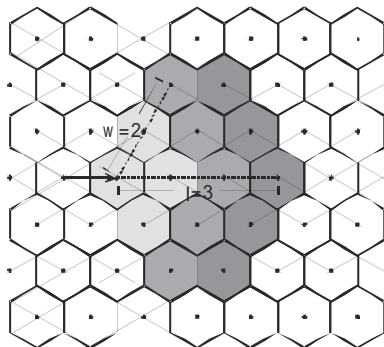


圖 3.3：規則形狀的表示方式

圖 3.4 顯示數種由不同大小  $l$  和  $w$  所組成的規則形狀位置區域，圖 3.4(a) (b) (c) (d) 分別呈現長度  $l=3$  和寬度  $w=3, 2, 1, 0$  時，幾種可能的規則形狀位置區域；圖 3.4 (e) (f) (g) 則是呈現長度  $l=2$  和寬度  $w=2, 1, 0$  時，幾種可能的規則形狀位置區域；圖 3.4 (h) (i) 則是呈現長度  $l=1$  和寬度  $w=1, 0$  時的幾種可能情況，另外，圖 3.4 (j) 則是呈現長度  $l=0$  和寬度  $w=0$  的情況。

## (二) 規則形狀位置區域的建立方式

在說明了 DRS 位置管理策略中可能採用的規則形狀位置區域之後，接下來我們進一步探討，不同移動步數的考量，其規則形狀位置區域

的建立方式。文獻[18]提出一種 TSM 模型來捕捉行動使用者的移動型態。我們的方法則是藉由考量行動用戶移動步數與移動方向，動態建立以方向為基礎的位置區域，作為維護使用者位置資訊的參考依據。圖 3.5 中顯示考量一步時，建立長度  $l=1$  和寬度  $w=1$  規則形狀位置區域的六種不同情況。在這個例子中，我們所考量的移動型態就是行動台一步移動方向的位置資訊，動態建立  $l=1$  和  $w=1$  規則形狀位置區域。圖中的箭頭，就是代表所考量的一步位置資訊。

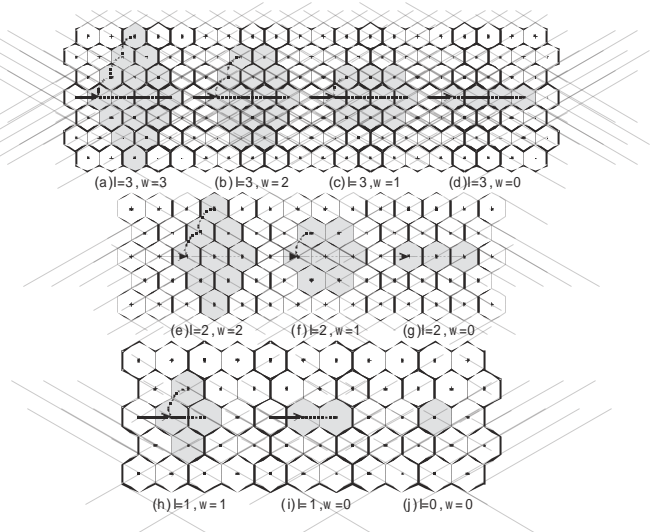


圖 3.4：不同長度  $l$  與寬度  $w$  所構成的規則形狀位置區域

考量行動使用者兩步移動型態，所建立的規則形狀位置區域如圖 3.6 所示，這裡我們是以  $l=2$  和  $w=1$  的規則形狀為例，從圖中可以看出，行動使用者在兩步移動之後的移動型態，圖中的箭頭代表這兩步的移動方向。灰色區域就是依照這兩步移動型態所建立的規則形狀位置區域。值得注意的一點，圖中 Case4 的情況，是行動用戶在移動一步之後，第二步又回到了原來的客籍位置紀錄器，在這種情況下，規則形狀位置區域尚不會建立，直到下一次有了明確的兩次移動紀錄之後才會建立。

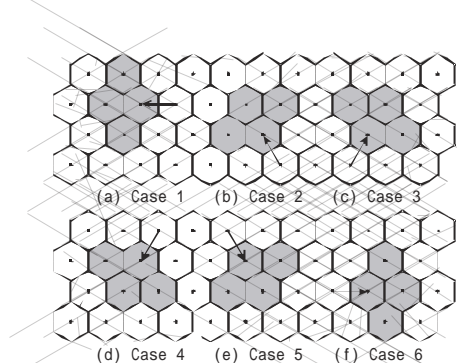


圖 3.5：一步之後可能圍成的位置區域 ( $L=1$  and  $W=1$ )

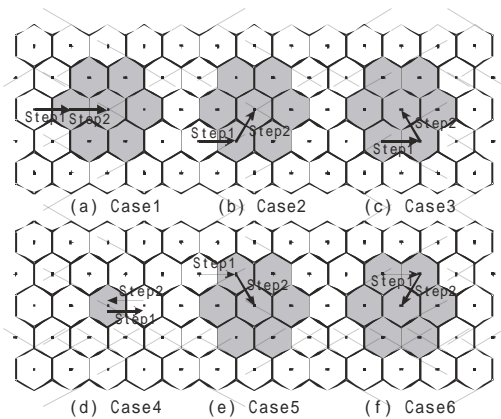


圖 3.6：兩步之後可能圍成的位置區域 ( $L=2$  and  $W=1$ )

若我們是以考量三步移動型態的方式來建立位置區域，則行動台在第三步移動之後，就會依照這三步的移動型態，建立對應的規則形狀位置區域，就是其中一種考量三步移動型態所建立的規則形狀位置區域。這裡有一點必須說明，就是在考量三步移動型態的情況下，只有當有了明確的三步移動紀錄之後，才會建立規則形狀位置區域。大體上，規則形狀位置區域的建立原則，就是無論行動使用者的移動型態，是偏向區域內隨機漫遊，或是有目標朝某方向移動，我們都希望能夠有效捕捉到行動用戶的移動型態，進而降低維護使用者位置資訊所花費的成本。至於更長步數的考量，如四步以上，我們都可以用同樣的方式以此類推。

### (三) DRS 位置區域的位置管理策略

在說明了各種規則形狀與不同移動步數考量位置區域的建立方式之後，現在就來說明我們以方向為基礎具有規則形狀特性之位置區域的位置管理策略，包含位置更新策略與呼叫策略。

#### 1. DRS 位置更新策略

DRS 位置更新策略的原則，是依據所建立的規則形狀位置區域，決定是否值位置更新程序。這裡我依據兩種不同的更新情況作說明。

第一種更新情況是行動台不在位置區域內：當行動台跨過客籍位置紀錄器邊界時，則行動台會執行客籍位置紀錄器的更新，也就是會建立遞轉指標從舊的客籍位置紀錄器指向新的客籍位置紀錄器。若此時有足夠的資訊（移動方向與步數）可以建立新的位置區域，行動台就會在這一移動之後，建立新的規則形狀位置區域。以圖 3.8 作說明，假設這裡我們是以考量兩步的方式，建立位置區域。當行動台從代理人（Agent）客籍位置紀錄器（行動台最後一次對本籍位置紀錄器執行更新的位置），移動到標示 0 的客籍位置紀錄器時，行動台會建立一個遞轉

指標，從代理人客籍位置紀錄器，指向標示 0 的客籍位置紀錄器，注意，此刻尚沒有足夠的資訊來建立新的位置區域；若此時行動台再往前移動到標示 1 的客籍位置紀錄器時，則行動台同樣會先建立一個遞轉指標，從標示 0 的客籍位置紀錄器，指向標示 1 的客籍位置紀錄器，同時因為在這一步移動之後有了足夠的資訊，所以行動台在這一步移動之後，會建立新的位置區域，並告知前一個客籍位置紀錄器已建立新的位置區域的相關資訊，以提供網路呼叫時使用。新的規則形狀位置區域，就如圖 3.8 中淺灰色的部分。

第二種更新情況是已經建立位置更新區域：當行動台在位置區域內，或是在代理人客籍位置紀錄器所涵蓋範圍內移動時，則行動台無須執行任何更新的動作，只有當行動台跨過位置區域的邊界，或是代理人客籍位置紀錄器所涵蓋的範圍，行動台才會執行本籍位置紀錄器的更新動作。如圖 3.7，若行動台在淺灰色的範圍內移動時，則無需執行任何更新動作，只有在離開位置區域後，才會執行本籍位置紀錄器的更新動作，新進入的客籍位置紀錄器就會成為行動台新的代理人。

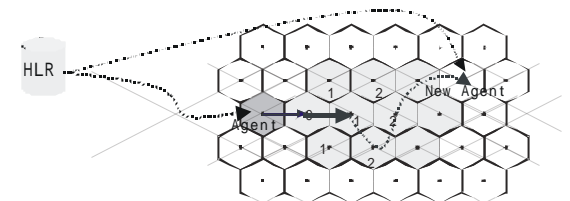


圖 3.7：DRS 位置管理策略之位置更新程序

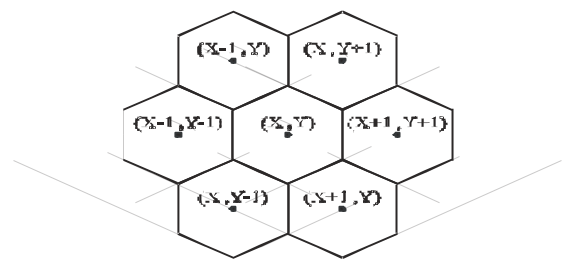


圖 3.8：可用來辨別移動方向改變與否的細胞編碼方式

另外，關於行動台移動方向的判定方式，可以藉由適當的細胞編碼方式來達成。如圖 3.8 所標示的細胞編碼方式，行動台可以藉由這樣的編碼方式，比較前後次移動座標差的值，當前後次移動座標差的值不同時，就代表行動台已經改變原來的移動方向[8]。

#### 2. DRS 呼叫策略

DRS 呼叫程序主要分為三個階段進行呼叫，底下我們就來說明這三階段的呼叫方式。第一階段是從本籍位置紀錄器所存的紀錄中，找到

行動台的代理人客籍位置紀錄器，如圖 3.10 第一步 (Step1) 的部分。當網路從本籍位置紀錄查詢到行動台最後一次更新的位置時，即行動台的代理人，網路就從代理人客籍位置紀錄器開始呼叫，若沒有找到目標行動台，網路就進入第二階段的呼叫，從行動台的代理人客籍位置紀錄器開始，沿著遞轉指標依序呼叫，如圖 3.9 第二步 (Step2) 的部分；若還是沒有找到目標行動台，則網路進入第三階段的呼叫；從遞轉指標鏈所存的行動台位置區域資訊，找到目標行動台目前的位置區域，再從位置區域中依最近距離最先呼叫的方式 (shortest-distance-first, SDF)，依序進行呼叫，直到找到行動台為止，如圖 3.9 第三步 (Step3) 的部分。當有進入呼叫到達時，網路就可經由這三個呼叫程序的步驟，找到進入呼叫的目標行動用戶。

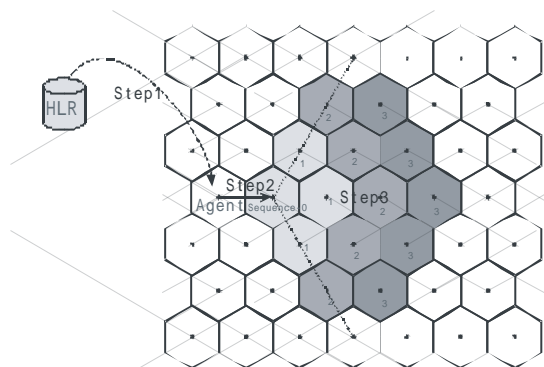


圖 3.9：DRS 位置管理策略之呼叫程序

#### 四、DRS效能分析模型

在這一節中針對我們所提出的 DRS 位置管理策略，建立 DRS 位置管理策略的馬可夫模型 (Markov model) [4][16]。我們採用類似文獻[4]中所採用的階層式分析模型，發展一個可以描繪使用者移動行為的移動模型。這個階層式分析模型主要包含兩個階層，一個階層是用來計算位置更新與呼叫成本的第一層分析模型；另外一個階層是第二層分析模型，其主要是定義相關參數，來幫助推導第一層分析模型。經由詳細推導請參閱[17]，我們就能計算出 DRS 位置管理策略，可能產生的位置管理成本，進而在日後的分析比較中使用。

#### 五、結論與未來展望

我們所提出的 DRS 位置管理策略的主要概念，是利用觀察到的資訊，決定要作更新的細胞集合。在這篇論文中，我們考量了使用者上一步所移動的路徑與方向，動態建立以方向為基準且具有規則形狀特性的位置區域，並以此作為決定下一部是否更新的參考依據。透過這樣的方式來預測使用者在移動一段距離之後，接下來可能的

移動行為，包含使用者可能在區域內隨機移動，或是有目標的朝某一個方向移動。當我們動態建立的位置區域能捕捉行動用戶的移動型態時，就能在不增加過多呼叫成本的情況下，有效降低執行位置更新所產生的成本，進而達到降低總位置管理成本的目的。

由於我們是參考使用者移動的型態，動態建立規則形狀位置區域，所以預期我們的方法能改善以往沒有考量使用者移動型態的位置管理策略，所可能產生過多更新成本的問題。除此之外，藉由規則形狀位置區域作為更新依據，除了具有簡單描述、有一定規則形狀及簡單計算的特性之外，也可以解決以方向為基準之位置管理策略僅適用特定移動型態使用者的問題。

另外，在這篇論文中，我們也針對所提出的 DRS 位置管理策略，建立可以描繪使用者移動行為的馬可夫模型，供日後計算位置管理成本，並與其它位置管理策略分析比較使用。在這篇論文中，我們提出一種新的位置區域概念，並以理論的方式，預期這樣的位置管理策略可能的改善成效。接下來在未來展望的部分，我們希望可以實際去分析比較，我們所提出的 DRS 位置管理策略與其他已提出相關的位置管理方法，藉由實際的實驗模擬與數據比較，來驗證我們所提出的 DRS 位置管理策略的改善成效。

本篇論文所探討的 DRS 位置管理策略，只有考量短時間的移動行為，這種方式的概念是藉由短時間內的移動行為來描述使用者最近的移動行為，理論上雖然可以適度的改善其它位置管理方法，但不全然能適用各種不同移動特性的使用者，所以在未來的研究工作上，我們希望能進一步以資料探勘 (data mining) 的技巧，長時間紀錄使用者的移動歷史紀錄 (mobility history)，即進一步探討延長紀錄使用者的移動步數 (最近兩步、三步甚至是過去一段時間的移動行為移動歷史紀錄)，對於效能改善、成本降低的影響，期許能確切地依據使用者不同的移動特性，建立更合適的規則形狀位置區域，進而達到降低位置管理成本的目的。另外，在規則形狀位置區域的部分，除了本篇論文所採用類似菱形的規則形狀之外，也可以進一步討論，不同類型的規則形狀位置區域對於不同移動型態使用者效能改善的影響。除此之外，如何在蒐集到移動型態中，適當的分類來簡化所立的規則形狀位置區域的程序，也是一項可以探討的議題。

#### Acknowledgements

This work is supported by the National Science Council under Grant NSC-92-2213-E-309-001 as well as by Ministry of Education under the Grant of Learning Technology 92-H-FA07-1-4, Republic

of China.

## References

- [1] Ian F. Akyildiz, Y. -B. Lin, W.-R. Lai, and R.-J. Chen, "A New Random Walk Model for PCS Networks," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 18, No. 7, pp. 1254-1260, July 2000.
- [2] I.-R. Chen, T.-M. Chen, and C. Lee, "Performance Evaluation of Forwarding Strategies for Location Management in Mobile Networks," *The Computer Journal*, Vol. 41, No. 4, pp. 243-253, August 1998.
- [3] I.-R. Chen, T.-M. Chen, and C. Lee, "Agent-Based Forwarding Strategies for Reducing Location Management Cost in Mobile Networks," *Mobile Networks and Applications*, Vol. 6, No. 2, pp. 105-115, March/April 2001.
- [4] I.-R. Chen and B. Gu, "A Comparative Cost Analysis of Degradable Location Management Algorithms in Wireless Networks," *The Computer Journal*, Volume 45, No. 3, pp. 304-319, 2002.
- [5] K.-H. Chiang and N. Shenoy, "Performance of Overlapped Macro-cell Based Location Area Scheme," *Proceedings of IEEE 2003 International Conference on Communications, Anchorage, Alaska*, Vol. 1, pp. 475-481, May 2003.
- [6] Eylem Ekici and Cem Ersoy, "Multi-Tier Cellular Network Dimensioning," *Wireless Networks*, Vol. 7, No. 4, pp. 401-411, July 2001.
- [7] Joseph S. M. Ho, and Ian F. Akyildiz, "Local Anchor Scheme for Reducing Signaling Costs in Personal Communications Networks," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, Vol. 4, No. 5, pp. 709-725, October 1996.
- [8] H.-W. Hwang, M.-F. Chang, and C.-C. Tseng, "A Direction-Based Location Update scheme with a Line-Paging strategy for PCS Networks," *IEEE Communications Letters*, Vol. 4, No. 5, pp. 149-151, May 2000.
- [9] H.-W. Hwang, C.-C. Tseng, and M.-F. Chang, "Analysis of the Direction-Based Location Update Schemes for Wireless Cellular Networks," *Proceedings of Global Telecommunications Conference*, Vol. 2, pp. 1668-1672, November 2002.
- [10] R. Jain, Y. -B. Lin, C. Lo, and S. Mohan, "A Forwarding Strategy to Reduce Network Impacts of PCS," *Proceedings of INFOCOM '95 Fourteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies*, Vol. 2, pp. 481-489, April 1995.
- [11] Thomas Kunz, Atif A. Siddiqi, and John Scourias, "The Peril of Evaluation Location Management Proposals through Simulations," *Wireless Networks*, Vol. 7, No. 6, pp. 635-643, November 2001.
- [12] Chae Y. Lee and Seon G. Chang, "Determination of the Registration Point for Location Update by Dynamic Programming in PCS," *Wireless Networks*, Vol. 7, No. 2, pp. 331-341, 2001.
- [13] I.-F. Tsai and R.-H. Jan, "The Lookahead Strategy for Distance-Based Location Tracking in Wireless Cellular Networks," *Mobile Computing and Communications Review*, Vol. 3, No. 4, October 1999.
- [14] M. Verkama, "A Simple Implementation of Distance-Based Location Updates," *Proceedings of IEEE 6th International Conference on Universal Personal Communications*, San Diego, CA, Vol. 1, pp. 163-167, October 1997.
- [15] K.-C. Wang and J.-M. Chen, "Intelligent Location Tracking Strategy in PCS," *IEE Proceedings-Communications*, Vol. 147, No. 1, pp. 63-68, February 2000.
- [16] Vincent W.-S. Wong and Victor C.-M. Leung, "Location Management for Next -Generation Personal Communications Networks," *IEEE Network*, Vol. 14, No. 5, pp. 8-14, September/October 2000.
- [17] Y.-C. Wu, "Direction-Based Regular-Shape Location Area Strategies for Reducing Location Management Costs in Wireless Cellular Networks," *Master Thesis of Institute of Business and Operations Management*, Chang Jung University, June 2003.
- [18] M.-H. Yang, L.-W. Chen, Y. -C. Tseng, and J.-P. Sheu, "A Traveling Salesman Mobility Model and Its Location Tracking in PCS Networks," *Proceedings of International Conference on Distributed Computing Systems*, pp. 517-523, 2001.