

第三代無線行動通訊 TD-SCDMA 快速頻道配置演算法

A Fast DCA Algorithm for Channel Allocation in 3G TD-SCDMA

陳瑞奇

中州技術學院資訊管理系
彰化縣員林鎮山腳路三段二巷六號
rjchen@dragon.ccut.edu.tw

陳文賢

國立中興大學資訊科學研究所
台中市國光路 250 號
echen@cs.nchu.edu.tw

摘要¹

第三代無線通訊 TD-SCDMA 系統擁有許多先進技術的優點，具有發展潛力。為確保足夠而且不浪費稀少珍貴的無線頻譜資源，使得資源單元與頻道配置方法需要能夠被快速而且有效運用，藉以提供下層使用不同資料傳輸率傳送各種不同媒體的能力。目前已有相當多第三代行動通訊頻道配置及信道碼配置的相關文章，但大都以 WCDMA 為主要研究對象，TD-SCDMA 系統在這方面的相關文章則相當少見。

基此，本文以 TD-SCDMA 系統為考量提出一個正確有效的快速動態頻道配置 (Fast DCA) 演算法，將頻率、時槽與信道碼的配置問題予以妥善處理，以最低的系統複雜度使系統的使用率提高、連線阻斷率降低。這些概念可以給予未來 TD-SCDMA 系統營運廠商實作上的一個參考。

關鍵詞：第三代無線行動網路、TD-SCDMA、正交可變展頻碼、快速動態頻道配置

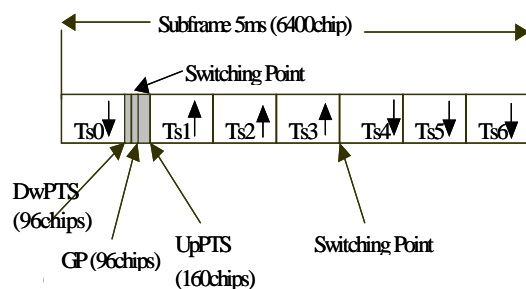
一、前言

由中國大陸資訊產業部電信科學技術研究院 (Chinese Academy of Telecommunication Technology; CATT) 所提出的 TD-SCDMA (Time Division - Synchronous Code Division Multiple Access) 系統 [1,2,8] 是為國際電信聯盟 (International Telecommunication Union; ITU) 在眾多第三代 (3G) 行動通信系統提案中所批准的三個重要推薦方案之一。2001 年 3GPP (Third Generation Partnership Project) 聯盟 TSG RAN 第 11 次全會上也正式接納 TD-SCDMA 行動通訊標準的全部技術方案，規格文件發表在 Release-4 版本中 [10]。

¹ 本計畫由行政院國家科學委員會贊助，計畫編號：NSC 92-2213-E-235-002-。

以下例舉 TD-SCDMA 系統的幾個優點：

- (1) 能有效使用頻譜：TD - SCDMA 採用 FDMA、TDMA 與 CDMA 混合多重存取方式，具有高度頻譜使用率 [20]。
- (2) 採用分時雙工 (Time Division Duplex; TDD) 技術，如圖一所示，可利用切換點 (Switching Point; SP) 動態決定上下行頻寬比例，系統可在非配對頻帶上操作，增加頻帶運用之彈性，且非常符合現行網際網路非對稱式流量與應用的需求。
- (3) 由於 TDD 的特性，還可選用智慧天線 (Smart Antenna) 及多用 檢測 (Joint Detection) 等技術，可分別降低 IPI (Inter-Path Interference) 與 MAI (Multiple Access Interference) 干擾，具有高系統容量、基地台低功率消耗及低成本特性 [21,24]。
- (4) 從第二代 GSM 網路轉移到第三代 TD-SCDMA 網路的平滑過渡與低風險：除了物理層以 TD-SCDMA 網路存取技術為全新設計之外，在第一層及第二層協定則可使用 GSM 網路做部份通訊協定的修改，即可平滑過渡到第三代行動網路，加速建置第三代網路時程，並降低系統成本 [15]。



圖一：TD-SCDMA 利用切換點的分時雙工技術 [3]

儘管 TD-SCDMA 系統擁有許多先進技術的結合與優點，無線系統頻譜 (Frequency Spectrum) 資源的稀少與珍貴性，使得資源單元 (Resource Unit; RU) 與頻道配置 (Channel Allocation; CA) 方法需要能夠被快速而且有效運用，藉以提供下層利用不同頻寬 (資料傳輸率) 傳送各種不同媒體的能力，並為確保足夠而且

不浪費資源的情況下，對無線資源做一個妥善的管理與配置。目前已有相當多第三代行動通訊動態頻道配置的相關研究[6,12,16,22]，以及相當多的 OVFS(Orthogonal Variable Spreading Factor) 信道碼配置 (Channelization Codes Allocation)文章 [7,9,11,14,25,26]，但大都以 WCDMA 頻道配置為主要研究對象。由於起步較晚，TD-SCDMA 系統在這方面的相關研究較為缺乏。

因此，本篇論文以 TD-SCDMA 系統為考量設計一個正確有效的快速動態頻道配置 (Fast DCA; Fast Dynamic Channel Allocation) 演算法，將頻率(Frequency)、時槽(Time Slot)與信道碼(Channelization Code)的配置問題加以妥善處理，並使系統的使用率提高、連線阻斷率(Call Blocking Probability; CBP)降低。以下第二節分別介紹 TD-SCDMA 頻道資源與配置的詳細事項，第三節說明一個可以應用在 TD-SCDMA 頻道配置的快速演算法，第四節對這樣的演算法做一個系統模擬，並將結果與其他幾個方法做分析比較，最後，對本篇研究做一個總結。

二、TD-SCDMA 頻道資源與配置

本節分為以下四個相關部分做說明。

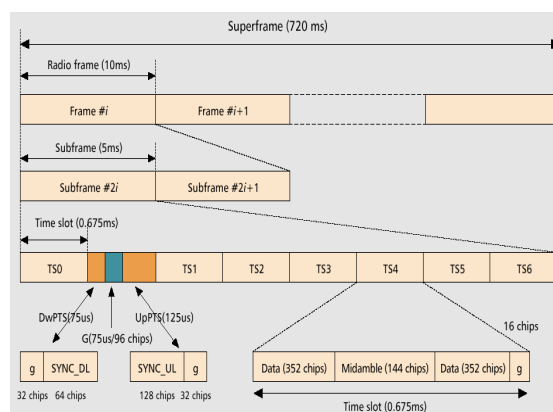
(一) TD-SCDMA 實體頻道

TD-SCDMA 載子頻寬(Carrier Bandwidth)為 1.6 MHz，展頻碼速率(Chip Rate)為 1.28 Mcps。所有實體頻道採用四層式架構[8]，如圖二所示，分成超級訊框(Superframe)、無線訊框(Radio Frames) 次訊框(Subframes)以及時槽(Time Slots; TSs)等四層，時槽就像在 TDMA(Time Division Multiple Access)系統上一樣，將不同的使用者訊號在時間領域上做不同的區別，除此，TD-SCDMA 更將每一個時槽定義編碼領域(Code Domain)，使每個時槽包含有 16 個正交編碼(Orthogonal Codes)供使用者配置使用。

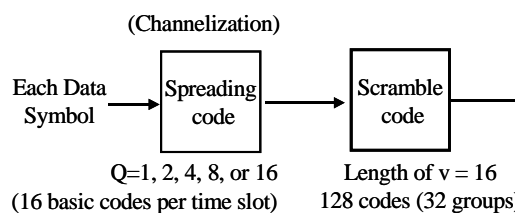
TD-SCDMA 每個 TDMA 訊框的時間長度為 10 ms，並被平分成 2 個次訊框，每個次訊框再被分成 7 個正常的時槽(Time Slots; TS)及 3 個特別的時槽，如圖一所示，3 個特別時槽包括下行導引(DwPTS; Downlink Pilot)，上行導引(UpPTS; Uplink Pilot)與保護時段(GP; Guard Period)。在 7 個正常的時槽中，TS0 總是配置給下行傳輸，而 TS1 總是配置給上行傳輸，至於上行下行佔用時槽數的多寡是由 SP 切換點所決定，第一個 SP 切換點(SP1)是在 TS0 與 TS1 之間，這是固定的，第二個 SP 切換點(SP2)則可因實際需要而加以改變或調

整，TS1 至 SP2 之間的時槽配置給上行傳輸使用，TS0 時槽與 SP2 至 TS6 之間的時槽則配置給下行傳輸使用，此即 TD-SCDMA 無線資源配置的時槽配置(Time Slots Allocation) [4]。

在 TDD 傳輸模式中，一個實體頻道被定義成在被配置的無線訊框中一個特別時槽傳送的資料單元(Burst)，其時間長度也剛好是一個時槽時間長度，許多資料單元可以在同一個時間內從一個傳送器上傳送，之所以能這麼做是因為欲傳送之資料部分可以使用不同的正交可變展頻(Orthogonal Variable Spreading Factor; OVFS)信道編碼予以展頻傳送(若 Node B 相同則使用相同之擾碼 Scrambling Code)，如此可使不同傳輸率程度的使用者得到相對應的服務。如圖三所示，欲傳送之資料部分先被 OVFS 信道碼展頻一次，再被擾碼展頻傳送，其展頻因子(Spreading Factor; SF)可以是 1, 2, 4, 8, 或 16，不同等級的展頻因子可以提供實體頻道不同的之資料傳輸率。所以，一個實體頻道可被頻率、無線訊框、時槽與信道碼配置所定義[4]。



圖二：TD-SCDMA 實體頻道四層式架構圖 [4,8]



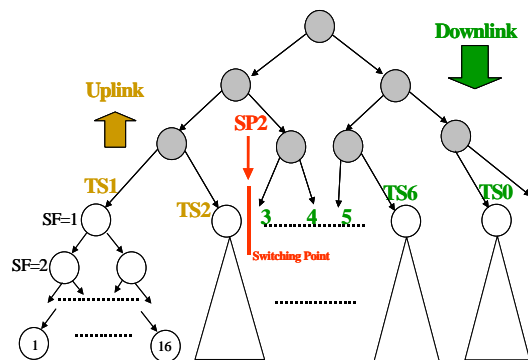
圖三：展頻傳送之方塊圖[5]

(二) 無線資源單元

TD-SCDMA 系統對無線資源單元(RU)的定義是：在一個單一頻段的一個時槽上的一個 OVFS 信道碼稱為一個 RU，如圖一顯示每一個 TDD 時間訊框與上下行時槽的使用情形，為達較高的資料傳輸率，多個 RU 被配置給同一使用者連線是可行的。有關 RU 的配置方

法,在過去對語音頻道常採用固定式的頻道配置法(Fixed Channel Allocation; FCA),但由於第三代無線通訊系統所能支援的內容型態增加在多媒體傳輸的能力,因此,FCA作法已不合乎使用,取而代之的,就是所謂的動態頻道配置(Dynamic Channel Allocation; DCA),此處的動態配置是指針對每一連線的傳輸率不再限定為單一 RU,而是可因應使用者需求彈性增加,TD-SCDMA 分為 Fast DCA 與 Slow DCA, Fast DCA 的技巧盡可能試著滿足連線傳輸品質與配置演算法的限制,藉以提供適當數量的 RUs 給使用者連線。

TD-SCDMA 無線資源 RU 邏輯資料結構如圖四所示,每一個時槽可對應的一棵 OVFSF 信道碼子樹,另新增 7 個樹根節點,使整個 RUs 的資料結構表示方式,便可以以最有利處理的二元樹(Binary Tree)來代表[13],記錄下 SP2 位置,即將上下行使用之時槽(子樹)區隔開來。在實作上,基地台(Node-B)可以記錄未使用時槽與 OVFSF 信道碼的 RU 列表,當使用者設備(User Equipment; UE)要求配置 RU 時,所需要的數量可以經由頻道配置演算法來取得,當決定最適當的 RU 後,基地台就從列表中分配出去。



圖四：RU 邏輯資料結構範例

(三) 正交可變展頻信道碼

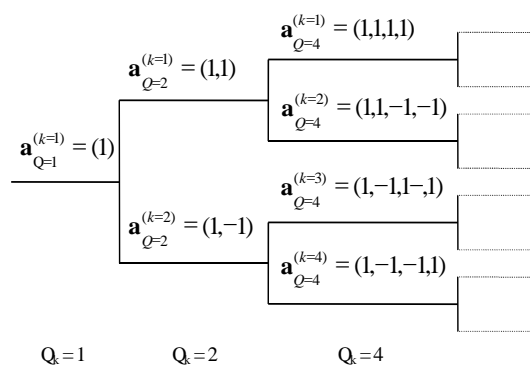
對 OVFSF 正交可變展頻編碼(又稱 OVFSF 信道碼)部分稍做解釋,如圖三,欲傳送之資料部分的每一個訊息 $d_n^{(k,i)}$ 先被碼片段長度(Chip Length)為 $Q_k \in \{1, 2, 4, 8, 16\}$ 的 OVFSF 展頻碼 $c^{(k)}$ 所展頻,其後再被一個長度為 $v=16$ 序列的擾碼展頻送出。OVFSF 正交展頻碼定義為 $c^{(k)} = (c_1^{(k)}, c_2^{(k)}, \dots, c_{Q_k}^{(k)})$, 其中 $c_q^{(k)}$ 為該碼的一個元素, $k = 1, 2, \dots, K, q = 1, 2, \dots, Q_k$ 。實際上,一個配置給第 k 個使用者的 OVFSF 碼 $c^{(k)}$ 是從圖五 OVFSF 信道碼產生樹中選取長度為 Q_k 的二進位編碼

$$\mathbf{a}_{Q_k}^{(k)} = (a_1^{(k)}, a_2^{(k)}, \dots, a_{Q_k}^{(k)})$$

$$c_q^{(k)} = (j)^q \cdot a_q^{(k)} \quad a_q^{(k)} \in \{1, -1\}; q = 1, \dots, Q_k.$$

。 $\mathbf{a}_{Q_k}^{(k)}$ 就是 OVFSF 信道碼,不同展頻因子的信道碼能夠維持正交性(Orthogonality),故在同一個時槽頻道中可以使用這些正交碼混合傳送,這些信道碼是由如圖五的 OVFSF 編碼樹所產生,樹上每一層以 Q_k 值定義為該層編碼之展頻因子,展頻因子最大可達到 $Q_{MAX} = 16$,而且在以下兩種條件都成立的情況之下,在該時槽才能使用該正交碼:(1)在該時槽該正交碼循線往樹根所經過的所有編碼都尚未被配置使用,(2)在該時槽該正交碼循線往樹葉所經過的所有編碼(即該碼子樹的所有節點)也都尚未被配置使用。如此,也意味著在一個時槽中 OVFSF 碼的數量並不是固定的,這個跟配置給實體頻道的展頻因子及資料傳輸率有關,此即 TD-SCDMA 無線資源配置的信道碼配置(Channelization Codes Allocation) [5]。

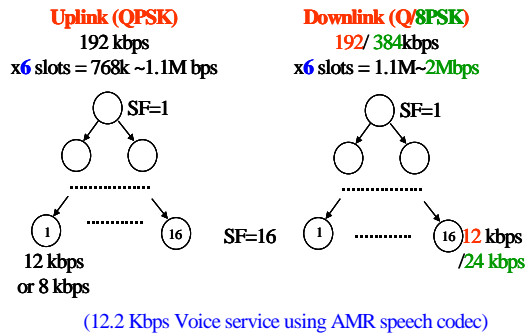
下行實體頻道可以使用最大的展頻因子 $SF = 16$ (最基本資料傳輸率),使用多個平行的實體頻道可以用來支援較高的資料傳輸率,而且這些平行實體頻道的信道碼可以是不同的,甚至最高資料傳輸率($SF = 1$)的單一編碼(Single Code)配置給下行傳輸也是可行的。同樣的,在上行實體頻道所使用展頻因子的範圍也可從 $SF=16$ 到 $SF=1$,針對上行多碼(Multicode)傳輸,一個 UE 可以在每個時槽上同時傳送多個 OVFSF 編碼,也可使用不同的展頻因子[4]。



圖五：OVFSF 正交展頻碼產生樹[5]

圖六說明 TD-SCDMA 上下行傳輸每個時槽所可能配置的 OVFSF 信道碼樹概況,連線需求的資料傳輸率與 RUs 的配置有關,嚴格來說,還與系統語音編碼(Voice Codec)壓縮率、調變(Modulation)技術的不同有關,下圖約略說明若在幾個技術能夠配合、用滿一個頻帶(頻寬 1.6MHz)六個時槽(另一個時槽必須配置

給另一方向的傳輸使用)採用最高調變技術情形下,下行資料傳輸率最高可達國際電信聯盟 IMT-2000 2Mbps 的要求。



圖六:每個時槽所可能配置的 OVSF 信道碼樹概況圖

(四) 連線允入控制(CAC)的相關策略

無線資源配置與系統的允入控制(Connection Admission Control; CAC)息息相關,系統容量(System Capacity; SC)在有限的情況下,新連線的允入請求,需視現有可用系統容量與剩餘資料傳輸率來決定是否接受,是否允許其連線要求,一般在計算 3G 無線通訊系統容量有兩種方法:一個是採用所謂干擾程度的決定方式(Interference-limited Condition),另一個是採用所謂編碼數量限制的決定方式(Code-limited Condition),分別介紹如下:

(1) 編碼數量限制的決定方式[9,12,14,25]:參考圖五的 OVSF 信道碼產生樹,設每一個樹葉節點能夠支援資料傳輸率為 R_b bps, 每顆樹包含有 N_{max} 片樹葉,則在一個理想的 Code-limited 狀況下,單一個微細胞的系統容量相當於 $N_{max} R_b$ bps, $N_{max}=2^m$,這是基本假設說在單一個微細胞而無多重存取干擾(Multiple Access Interference)的情形下,因此,系統可以最多可以有 N_{max} 個使用者頻道,每個頻道支援 R_b bps. 設 L 是一個系統中可以支援的使用者總數,且 $k_i = 2^{n_i}$, n_i 是第 i 個使用者的資料率因子(Rate Factor)為整數,第 i 個使用者被分配的資料率為 $k_i R_b$ bps, 其系統容量的測試公式如下:

$$\sum_{i=1}^L k_i \leq N_{max} \text{ 或 } \sum_{i=1}^L 2^{-r_i} \leq 1, r_i = m - n_i \quad (1)$$

則該新連線的允入請求,視現有可用系統容量與剩餘資料傳輸率(即此測試公式)來決定是否接受或拒絕。在[14]文章中提出一個 WCDMA 動態正交碼配置演算法(Dynamic Code Assignment; DCA),其所採用的允入方式是為 Code-limited 允入控制。本文也將採行此種編碼數量限制的決定方式。

(2) 干擾程度的決定方式:若在實際多重微細胞的現實無線環境中,計算如此的系統容量時應考慮來自於鄰近微細胞的多重存取干擾,如此,系統容量通常比 $N_{max} R_b$ bps 還來得少,有關容量測試則須使用 Kraft 不等式加以修改如後:

$$\sum_{i=1}^L 2^{-r_i} \leq \frac{1}{D}, \text{ 其中 } D > 1 \quad (2)$$

上式稱為多重微細胞 CDMA 系統的有效重複使用數(Effective Reuse Number)[17,19,23,25]。這方面較早的研究像[23],提出 SIR(Signal to Interference Ratio)為基礎的連線允入控制,[17]對此類系統的容量設計與效能分析,乃至[19]多重微細胞干擾考量的 SIR-Based 連線允入控制。[18]並將此類允入控制應用在 WCDMA/TDD 系統的分散式動態頻道配置(Dynamic Channel Assignment; DCA)方法中,除了須對 OVSF 信道碼予以妥當配置外,同時尚須將時槽的動態配置一併有效率管理。此種決定方式可以列入未來研究考量。

三、TDS-FDCA 頻道配置演算法

如前所述,TD-SCDMA 所有實體頻道在時間領域上及編碼領域上提出資源單元(RU)供連線者配置使用。RU 配置的目標就是在最少的複雜度下,讓系統能支援且滿足最多的使用者,實際上,不同的 UEs 可能會要求各種不同傳輸速度的服務,每一個 UE 可能會使用超過一個以上的 RUs 來達到所要求的傳輸速度,配置時可以依照一些配置準則,例如,保留愈多較大資料傳輸率的 RU 資源,愈有配置彈性,也越有較高的系統容量使用率。

在 3G WCDMA 系統上,有許多被設計提出信道碼配置演算法[9,11,12,14,26],但都有“碼碎裂”(Code-set Fragmentation)的問題,舉例來說,經過一連串信道碼配置與釋放後,使得 SF 較高(傳輸率較低)的信道碼變多而太過分散,當然, SF 較低的信道碼變得更少,此時若有一新的連線需求需要一個 SF 較低的信道碼,有可能系統無法支援而拒絕新連線的需求,但實際上系統容量的總數並非不足,只要把幾個較分散、SF 較高的信道碼加起來的容量則可支援一個 SF 較低的信道碼,像這樣有足夠系統容量又因信道碼太過分散導致不能及時支援新連線的問題,稱為“碼碎裂”,此問題會造成信道碼配置彈性上的缺乏,甚至引起連線阻斷率的提升,系統效能降低。在 WCDMA 中為了解決此一問題,碼交換(Code Exchange)與重配置(Code Reallocation)的動態最佳化的策略可以被考慮進來,[25]針對此問

題提出這樣的解決方法,以降低系統 CBP(Call Blocking Probability)並提高系統使用率,但又會因常需做碼交換與重配置工作,造成系統複雜度的增高。

本文則提出一個有效率應用在 TD-SCDMA 頻道配置的 TDS-FDCA 演算法,此演算法每個時槽的信道碼配置則採用最適最近最少使用(Best-fit Least Recently Used; BLRU)優先配置概念,可以以較小的複雜度且不用碼交換與重配置的方法來趨近最佳的配置結果。以下針對每個時槽的 BLRU 信道碼配置概念作一個詳細說明。

首先,先讓我們定義一個簡潔的資料結構,圖七代表資料結構中的一個 Code Entry,每一個 Code Entry 記錄一個 OVFSF 信道碼與相關使用訊息,並隱含 OVFSF 信道碼產生樹在此資料結構中,如此,可以節省額外儲存體及避免對 OVFSF 信道碼產生樹做搜尋的動作。欄位 Code No.代表該 Code Entry 的編號, Codeword 是二進位序列碼字,取用 Codeword 前面位元數來表示一個 OVFSF 信道碼與欄位 SF 有關。Used Flag 這個邏輯性欄位,其值若為 False 代表該信道碼尚未被使用,若為 True 代表該信道碼已被配置使用。PREV 與 NEXT 兩個欄位分別代表未使用信道碼表列(Unused OVFSF Code List)中的前指引與後指引,也分別指向未使用信道碼的上一個與下一個,如此看來,相當於把未使用信道碼表列直接註記在每個未使用的 Code Entry 中。

未被使用信道碼(the unused codes)可以採用 PREV 及 NEXT 兩個指標以 SF 為順序形成一個雙向連結串列,事實上,此串列可以藉由 PREV 及 NEXT 被嵌入 OVFSF code table 當中,並不需要另外使用串列加以儲存。另有五個指標分別指到此串列各個不同 SF 組別, $\log_2(MaxSF) + 1$, 可以使得頻道配置演算法直接透過這些指標選取最適合的碼字(code entries)。

Code No.	Code word	Used Flag	SF	PREV	NEXT
8 bits	16 bits	1 bit	8 bits	8 bits	8 bits

圖七：一個 OVFSF Code Entry 的基本資料結構

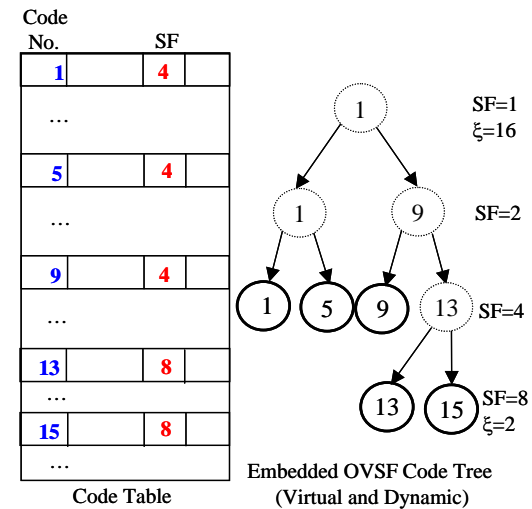
再者,OVFSF 信道碼產生樹也可嵌入於上述資料結構中,而無須再行建立,範例如圖八所示,針對每一個信道碼 k , 它的動態左子碼為信道碼 k , 右子碼為信道碼 $k + MaxSF/2 * SF$, 當一位使用者需求一信道碼的 SF=8, 則 Code 13 (SF=4)需要被再動態分割為 SF=8 的兩碼, 即為 Code 13 與 Code 15, 結構

中的 SF 欄位會隨時一致性的動態改變。若當 Code 1 與 Code 5(SF = 4)都不被釋放後,此時也會將這二碼合併為一個 SF=2 的 Code 1, 故上述資料結構仍可將 OVFSF 信道碼產生樹也動態的隱含於其中,這樣的做法同時可省去儲存 OVFSF 信道碼產生樹所需要的額外儲存空間。

當一個連線 i 需求資料傳輸率為 R_i , R_i 是基本傳輸率 R_b 的倍數, 先計算出可以分配在各時槽的傳輸率元素 $R_i^{tj} \in R_i$, 其中 $1 \leq t \leq$

$$DL_s, 1 \leq j \leq RAKE_{no}, \text{ 且 } \sum_{t=1}^{DL_s} \sum_{j=1}^{RAKE_{no}} R_i^{tj} = R_i, 1$$

(SF=16) $\leq R_i^{tj} \leq 16$ (SF=1), $RAKE_{no}$ 是手機天線接收 RAKE 電路的組數, 也就是, 同一時間手機可以同時接收信道碼的數目, 則連線 i 所在第 t 個下載時槽第 j 個被分配的信道碼為索引 $Pointer[\log_2(R_i^{tj})]$ 指定之碼字的前 $MaxSF/R_i^{tj}$ 個位元, 這種方法是為最適(Best-fit)策略, 在這 BLRU 概念中, 最適策略是一個很直接的做法, 借重幾個額外索引便可容易的每次挑選 SF 最接近最合適的 OVFSF Code Entry,



圖八：OVFSF 信道碼子樹嵌入資料結構範例

直覺上,基於信道碼先被配置出去者會被先釋放的機率較大的合理觀察與假設,類似公眾所知的 Least Recently Used(LRU)技巧便可應用在這上頭,以求取較好的系統效能。根據模擬實驗顯示,此法趨近最佳化動態信道碼配置的結果,又可使系統複雜度降低。將最適(Best-fit)策略與 LRU 技巧搭配採用,即是 TDS-FDCA 演算法每個時槽信道碼配置的主要概念。TD-SCDMA 快速動態頻道配置演算法 TDS-FDCA 如下所示,只需常數時間複雜度便可完成。若回傳 $N_i = NULL$ 則表連線阻斷(Call Blocked), 否則代表連線接受(Call Accepted)。

TDS-FDCA(R_i for call i)

- 1 $MaxSF \leftarrow$ Maximum spreading factor per time slot
- 2 $DL_s \leftarrow$ The number of time slots for downlink.
- 3 $N_i \leftarrow (N_1, N_2, \dots, N_k) = \text{NULL}$, $k = DL_s$
- 4 **if** $R_i > (MaxSF * DL_s - UsedRates)$ **then** 18
- 5 Calculating rate element $R_i^{tj} \in R_i$, $1 \leq t \leq DL_s$, $1 \leq j \leq RAKE_{no}$.
- 6 **for** $t = 1$ to DL_s
- 7 **do** ▷ Best-fit strategy
- 8 **for** $j = 1$ to $RAKE_{no}$
- 9 **do** $N_{ij} \leftarrow Pointer[\log_2 R_i^{tj}].CodeNo$
- 10 **if** $Pointer[\log_2 R_i^{tj}].SF < MaxSF / R_i^{tj}$
- 11 **then** $CSF \leftarrow Pointer[\log_2 R_i^{tj}].SF$
- 12 **while** $(CSF > MaxSF / R_i^{tj})$
- 13 ▷ Code Splitting
- 14 $CSF \leftarrow CSF / 2$.
- 15 ▷ LRU code allocation
- 16 $N_{ij} \leftarrow Pointer[\log_2 R_i^{tj}].CodeNo$
- 17 ▷ On the contrary, the code N_{ij} will be inserted into the rear position of the entry group with spreading factor $MaxSF / R_i^{tj}$ as the code is released.
- 18 **retrun** N_i

四、模擬比較

本模擬暫時只考慮靜態調整切換點(SP)的方式(Static Switching Point Approach)作為模擬比較的基準,此法在事先知道上下行資料流量比例之情形下效果較佳。本模擬使用參數如表一所示,以下行配置為觀察對象。

表一：TD-SCDMA 頻道配置模擬參數

參數說明	模擬參數值
上下行資料流量比例	UL:DL = 2:5
Call arrival (Poisson)	$\lambda = 0.004-0.052$ calls/unit time
Call duration (Expo.)	$1/\mu = 150$ units of time
每通通訊資料傳輸率	指數分布 mean= $4-24 R_b$
系統容量測試方式	Code-limited
最大展頻因子	16
手機天線 RAKE 數	$RAKE_{no} = 1-4$
OVSF 傳輸方式	Single Code Multicode

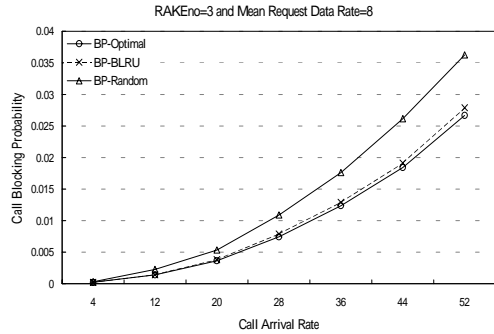
模擬比較 TD-SCDMA 動態頻道配置之三種方法簡單說明如下：

- (1) 最適 LRU 優先配置概念(BLRU)：如第三節所述。
- (2) 任意選取配置概念(Random)：在靜態信道碼配置的策略下,每次隨機選取可用時槽任一足夠可用信道碼配置給

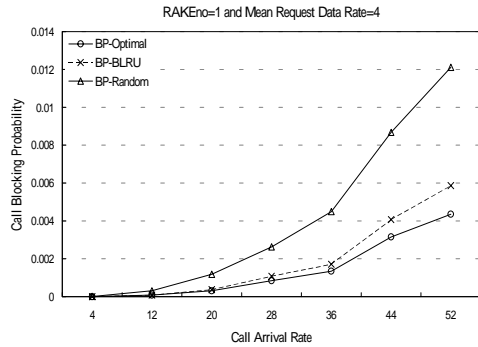
新的連線需求者。

- (3) 動態交換與重配置之最佳演算法(Optimal)：為使信道碼配置彈性提升,降低連線阻斷率,[25]中使用較佳辦法,在信道碼破裂問題嚴重無法直接分配現有信道碼時,採用動態碼交換與重配置的最佳化策略,以降低系統連線阻斷率並提高系統使用率。

模擬結果的連線阻斷率(BP)與系統使用率(UT)是經過一段長時間(至少 100000 通連線需求)的統計平均,以取得更公正的比較結果。圖九及圖十顯示上述三種不同概念所產生的連線阻斷率之比較,隨著橫軸連線需求到達率(Call Arrival Rate)的增加,每個方法所產生的阻斷率(縱軸)也跟著增加。由圖顯示,Optimal 概念具有最低的阻斷率, BLRU 概念所產生的結果則非常接近 Optimal 結果, Random 概念所產生的結果則為最差。

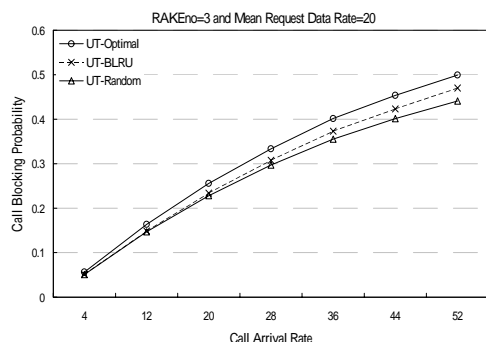


圖九：三種不同概念產生連線阻斷率之比較,其中,每時槽最多三碼(Multicode),每條連線平均資料傳輸率為 $8R_b$ 。



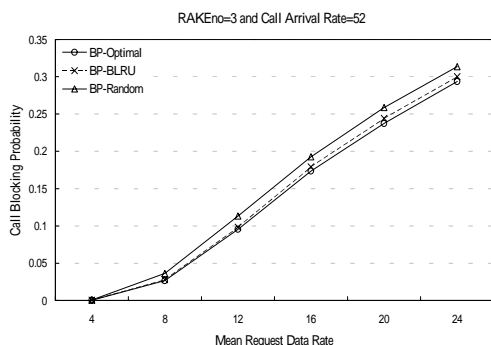
圖十：三種不同概念產生連線阻斷率之比較,其中,每時槽最多一碼(Single Code),每條連線平均資料傳輸率為 $4R_b$ 。

圖十一顯示前述三種不同概念所產生的系統使用率之比較,其中,每時槽最多三碼(Multicode),每條連線平均資料傳輸率為 $20R_b$,隨著橫軸連線需求到達率的增加,每個方法所產生的系統使用率(縱軸)也跟著增加。相似地,Optimal 概念具有最高的系統使用率, BLRU 概念則較接近 Optimal 結果。

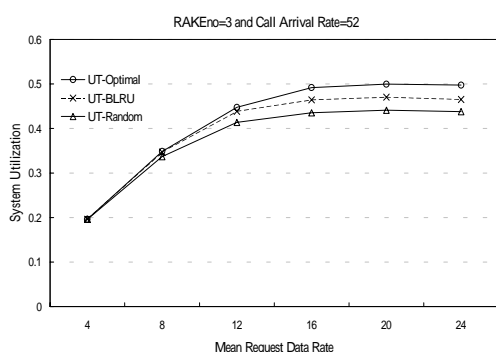


圖十一：三種不同概念產生系統使用率之比較，其中，每時槽最多三碼，每條連線平均資料傳輸率為 $20R_b$ 。

圖十二及圖十三分別顯示前述三種不同概念所產生的連線阻斷率與系統使用率之比較，其中，每時槽最多三碼，連線需求到達率為 0.052，由圖顯示，Optimal 概念具有最佳的結果，BLRU 概念產生的結果則接近 Optimal 結果，Random 概念所產生的結果則為最差。



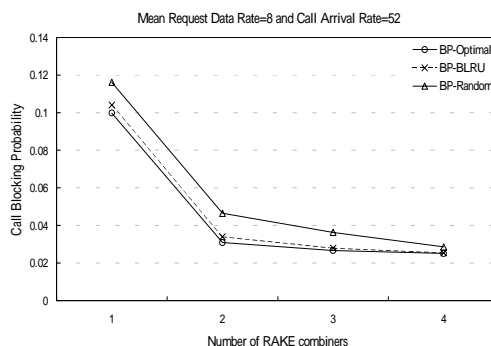
圖十二：三種不同概念產生連線阻斷率之比較，其中，每時槽最多三碼(Multicode)，連線需求到達率(Call Arrival Rate)為 0.052。



圖十三：三種不同概念產生系統使用率之比較，其中，每時槽最多三碼(Multicode)，連線需求到達率(Call Arrival Rate)為 0.052。

根據不同 RAKE 數量為橫軸比較三種不同概念所產生的連線阻斷率，如圖十四，每個時槽可使用 RAKE 數量越高則前述三種方法有越接近的結果，最主要的原因是 RAKE 數量高使碼碎裂的現象已不成為配置彈性的障

礙。



圖十四：三種不同概念針對不同 RAKE 數量產生連線阻斷率(BP)之比較，其中，每條連線平均資料傳輸率為 $8R_b$ ，連線需求到達率(Call Arrival Rate)為 0.052。

綜觀上列這些模擬結果圖來看，Optimal 演算法有最低的連線阻斷率與最佳的系統使用率，BLRU 概念則非常接近最佳演算法而且不需做碼交換與碼重配置即可有這樣的結果，因此，我們所建議採用系統複雜度低有效率 BLRU 概念的 TDS-FDCA 頻道配置演算法可以給予 TD-SCDMA 系統營運廠商實作上的一個參考。

五、結論

本文以 TD-SCDMA 系統為考量提出一個正確有效的快速動態頻道配置演算法，確保足夠而且不浪費稀少珍貴的無線頻譜資源，使得資源單元與頻道配置方法需要能夠被快速而且有效運用。

未來將繼續研究 TD-SCDMA 時間訊框架構中的切換點變換時機與變換策略，如何搭配 Fast DCA 演算法達成最妥善控制無線資源上下行的非對稱分配，因應未來類似 Internet 非對稱資料流量在第三代無線傳輸上的應用。

誌謝

本研究計畫執行所需之研究經費係由行政院國家科學委員會所提供，計畫編號：NSC 92-2213-E-235-002-。

六、參考文獻

- [1] 大唐電信科技產業集團網站：
<http://www.catt.ac.cn/>
- [2] TD-SCDMA 論壇網站：
<http://www.tdscdma-forum.org/>
- [3] CWTS WG1 Technical Specification C101, v3.1.1, Physical layer – general description,

- Sep. 2000.
- [4] CWTS WG1 Technical Specification C102, v3.3.0, Physical channels and mapping of transport channels onto physical channels, Sep. 2000.
 - [5] CWTS WG1 Technical Specification C104, v3.3.0, Spreading and modulation, Sep. 2000.
 - [6] A. Assalini, M. Borgo, and S. Pupolin, "Dynamic channel allocation optimization using a closed loop power control in CDMA TDD systems," in *Proc. of IEEE WPMC'02*, vol. 3, pp. 946-950, 2002.
 - [7] F. Adachi, "Effects of orthogonal spreading and rake combining on DS-CDMA forward link in mobile radio," *IEICE Trans. Commun.*, vol. E80-B, no. 11, pp. 1703-1712, Nov. 1997.
 - [8] H. Chen, C. Fan, and W. W. Lu, "China's perspectives on 3G mobile communications and beyond: TD-SCDMA technology," *IEEE Wireless Commun.*, vol. 9, no. 2, pp. 48-59, Apr. 2002.
 - [9] J. Chen and W. E. Chen, "Implementation of an efficient channelization code assignment algorithm in 3G WCDMA," in *Proc. of NCS'01*, pp. E237-E244, Dec. 2001.
 - [10] P. Chaudhury, W. Mohr, and S. Onoe, "The 3GPP proposal for IMT-2000," *IEEE Commun. Magazine*, Dec. 1999.
 - [11] R. G. Cheng and P. Lin, "OVSF code channel assignment for IMT-2000," in *Proc. of IEEE VTC'00*, pp. 2188-2192, 2000.
 - [12] R. Chang and H. Lu, "Predictive resource reservation in wireless cellular networks," in *Proc. of IEEE ICS'00*, pp. 130-137, Dec. 2000.
 - [13] T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. Rivest, C. Stein, et al., *Introduction to Algorithms*, MIT Press, July 2001.
 - [14] W. Chen, Y. Wu, and H. Hsiao, "A novel code assignment scheme for W-CDMA systems," in *Proc. of IEEE VTC'01*, vol. 2, pp. 1182-1186, 2001.
 - [15] G. Durastante and A. Zanella, "An efficient monitoring strategy for intersystem handover from TD-SCDMA to GSM networks," in *Proc. of IEEE PIMRC'02*, vol. 4, pp. 1555-1560, 2002.
 - [16] I. Forkel, T. Kriengchaiyapruk, B. Wegmann, and E. Schulz, "Dynamic channel allocation in UMTS terrestrial radio access TDD systems," in *Proc. of IEEE VTC'01*, vol. 2, pp. 1032-1036, Spring 2001.
 - [17] Y. Ishikawa and N. Umeda, "Capacity design and performance of call admission control in cellular CDMA systems," *IEEE Journal on Selected Areas in Commun.*, vol. 15, no. 8, pp. 1627-1635, Oct. 1997.
 - [18] D. Kwon, J. Lee, and Y. Han, "An adaptive time slot allocation strategy for W-CDMA/TDD system," in *Proc. of IEEE VTC'01*, vol. 4, pp. 2509-2513, Spring 2001.
 - [19] I. Kim, B. Shin, and D. Lee, "SIR-based call admission control by intercell interference prediction for DS-CDMA systems," *IEEE Commun. Letters*, vol. 4, no. 1, pp. 29-31, Jan. 2000.
 - [20] K. Kammerlander, "Benefits and implementation of TD-SCDMA," in *Proc. of IEEE ICCT'00*, vol. 2, pp. 1013-1016, 2000.
 - [21] S. Kang, Z. Qiu, and S. Li, "The effect of channel estimation errors on joint detection algorithms in TD-SCDMA system," in *Proc. of IEEE ICII'01*, vol. 2, pp. 303-308, 2001.
 - [22] M. A. C. Lima, A. F. R. Araujo, and A. C. Cesar, "Dynamic channel assignment in mobile communications based on genetic algorithms," in *Proc. of IEEE PIMRC'02*, vol. 5, pp. 2204-2208, 2002.
 - [23] Z. Liu and M. E. Zarki, "SIR-based call admission control for DS-CDMA cellular systems," *IEEE Journal on Selected Areas in Commun.*, vol. 12, no. 4, pp. 638-644, May 1994.
 - [24] E. Mitjana, X. Song, L. Lu, M. Haardt, C. Gessner, G. Lehmann, and M. Vollmer, "Performance of smart antenna in TD-SCDMA system," in *Proc. of IEEE ICCT'00*, vol. 1, pp. 152-155, 2000.
 - [25] T. Minn and K. Y. Siu, "Dynamic assignment of orthogonal variable-spreading-factor codes in W-CDMA," *IEEE Journal on Selected Areas in Commun.*, vol. 18, no. 8, pp. 1429-1440, Aug. 2000.
 - [26] A. N. Rouskas and D. N. Skoutas, "OVSF codes assignment and reassignment at the forward link of W-CDMA 3G systems," in *Proc. of IEEE PIMRC'02*, vol. 5, pp. 2404-2408, 2002.