



# 寬頻分碼多重進接系統中之媒介擷取控制與 連線允諾控制研究與設計 (子計畫六)

計劃編號：NSC-89-2219-E-009-014

執行期間：88年8月1日至91年7月31日

總計畫主持人：林大衛

子計畫主持人：張仲儒

## 一、中文摘要

為使寬頻無線網際網路服務延伸至無線行動網路用戶，第三代蜂巢無線通訊系統必須具備有承載多媒體訊務的能力。如此一來，第三代蜂巢無線通訊系統必須設計具備有彈性的頻寬擷取、傳送、以及允諾控制能力，以因應多媒體通訊服務之需。本子計畫將針對WCDMA系統中之媒介擷取控制及連線允諾控制予以設計分析研究。研究的內容包括：以耙狀接收器之後訊雜功率比為基礎之媒介擷取控制，以耙狀接收器之後訊雜功率比為基礎之允諾控制，以及功率控制器的設計。研究的方法除了一般之學理分析外，我們將逐漸採用適宜之模糊邏輯、適應式模糊邏輯、類神經網路，或並行類神經網路來做諸如干擾、負載等之預測及評估。

**關鍵字：**WCDMA、第三代蜂巢無線通訊系統、媒介擷取控制、允諾控制、功率控制、模糊邏輯、類神經網路。

## Abstract

In order to extend broadband Internet services to wireless mobile users, the third generation cellular radio communication systems must be capable of transporting multimedia services. Therefore, in the design of the third generation cellular radio communication system, it has to be equipped with the intelligence to do the broadband access, adaptive transmission, and admission control. This project designs and analyzes the transmission control and admission control mechanisms in the WCDMA systems. The topics of the project include medium access control, call admission control, and power control based on the Rake receiver in WCDMA systems. We study the problems via theoretical analysis. Besides, we also try to utilize the fuzzy logic, adaptive fuzzy logic, neural network, pipeline recurrent neural network to implement the functions of estimation, prediction, etc. Such an implementation would expect to have high utilization,

high throughput. All the mechanisms are expected to burn in micro-controller chips so as to increase the possibility that the industry uses them.

**Keywords:** WCDMA, third generation cellular radio communication systems, medium access control, admission control, power control, fuzzy logic, neural network.

## 二、計劃緣由及目的

隨著無線通訊技術的成熟，WCDMA系統所需的技術已逐漸完備，可支援第三代系統提供多樣化服務的基本能力。但為了要真正提供這些多樣化的服務，並達到一定的服務品質要求，我們必須進一步研究系統較高層的資源控制、與網路端的連結。IMT-2000的服務主要可分為幾個方向與特點：語音服務、數據服務、多媒體服務。為了使WCDMA系統具有承載語音、數據、多媒體訊務之能力，並控制通訊品質，一個設計良好的網路必須要能針對服務的類型，依據網路資源的使用狀況，決定是否接受或接受多少用戶進入系統。當用戶被允許進入之後，網路必須隨時決定每一用戶何時可傳送多少訊務、使用多少網路資源、並送出多少功率。如此才能有效管理、保障服務品質，並提升資源使用率，達成多元化服務之需求。

針對媒介擷取控制的問題，我們採用CDMA/FDMA之傳輸架構。在這種架構之下，在時間軸上作分割的時槽結構，讓資料封包在不同的時槽間傳送，可降低多媒體傳輸所造成干擾過量的機會。當用戶有資料要傳輸時，先透過每個框架的第一個時槽競爭系統資源，此時用戶必須依據基地台廣播的允諾機率來競爭。良好的允諾機率控制，將可幫助調節使用者同時競爭的人數，提高競爭成功率，提升系統效能。

針對限制合理的連線人數問題，因為所有的使用者都是共用同一頻譜資源，所以對於無法預測的整合性服務資料量，可能會嚴重影響數個細胞中已建立連線的使用者之服務品質。有感於此問題的嚴重性，我們更需要利用呼叫

允諾控制(call admission control),控制合理的連線人數,以滿足正進行服務中之使用者的服務品質,以及達到系統頻譜效率的最佳化。而在本研究的過程裡,我們將研究利用分碼多工擷取技術在蜂巢式整合服務網路下,設計智慧型的呼叫允諾控制器。在該控制器中,由新用戶所宣稱的訊務特性參數,綜合網路狀況資料,決定是否接受該連線,以確保已連線用戶的傳輸品質。

由於CDMA系統中有所謂的遠近問題(near-far problem),造成強波蓋掉弱波的不良效應,可導致系統容量大幅下降的結果。另一方面,由於傳輸通道的衰耗效應(fading effect),也會造成通訊品質的大幅下降。因而能解決這兩個問題的功率控制機制,對CDMA系統而言便相當的重要。

已被提出、研究過的功率控制機制計有:理想開迴路功率控制(簡稱PCO)、等強度功率控制(equal-strength power control,簡稱PCE)、等強度/限制功率式功率控制(equal-strength/power-limited power control,簡稱PCEL)[4]、[5]、改進式等強度/限制功率之可調速率功率控制(equal-strength/power-limited+rate-adaptive power control,簡稱PCELR)[4]、[6]。

WCDMA系統的特性是所謂的干擾限制(intereference-limited),意即各通信鏈結間的相互干擾越小,則系統的容量將會更好。由這個角度思考,我們提出了新的功率控制方式:equal-strength/power-suspended power control(denotes as PCEX),其方式是當通道狀況良好時(即通道增益大於預設閾值 $X_0$ 時),手機調整發射功率使得基地台端的接收功率為一定值常數;相反的,當通道狀況不好時,收機則暫時停止傳輸發射。

### 三、研究方法與成果

本子計畫配合其它計畫之研究成果,有三個問題之設計探討,其研究方法及進行步驟分別描述如下:

- WCDMA系統以靶狀接收器之後訊雜功率比為基礎之媒介擷取控制
  - (1)建立CDMA環境的模擬,先設定各種型態資料的來源模型,然後再確立無線通道的模型[1],以構成完整的CDMA環境。
  - (2)以所建立的CDMA模擬環境參數作為輸入,預測下一個時間點的干擾值,作為擷取控制的參數。在此所要採用的方法為平行列循環類神經網路的預測法。
  - (3)根據預測出的干擾值、系統效能指標,來調整預估的允諾機率,以達到良好的媒介擷取控制。

- WCDMA系統以靶狀接收器之後訊雜功率比為基礎之允諾控制器

- (1)藉由過去已發表的研究成果為基礎[2]、[3],找出精準的控制方法與干擾預測的技術,設計呼叫允諾控制器。
- (2)撰寫系統環境模擬的程式,以供驗證研究成果的正確性。並且利用電腦模擬的方式來完成驗證。

- WCDMA系統功率控制的研究

- (1)研讀WCDMA系統所適合的通道特性與功率控制機制。
- (2)根據過去發表的控制機制為基礎,進而提出更適合WCDMA通道之功率控制,並利用電腦模擬的方式,驗證所提出機制的效能。

本計畫已完成之工作項目有:

- 完成精準的WCDMA系統之媒介擷取控制器,提供做為第三代行動通訊系統的資源運用管理與穩定度控制的方法。
- 完成一可在CDMA環境下的精準允諾控制器,以作為第三代行動通訊系統的允諾控制之用。
- 完成有效的功率控制架構設計,能大幅降低輸出功率,容許更多的用戶進行傳送,提高系統使用效率。

### 四、結論與討論

在本計畫中,我們首先提出了一套CDMA/FRMA協定,並利用類神經/乏晰邏輯設計之媒介擷取控制器來增進系統的效能,該系統的架構圖如圖一所示。該控制器主要由PRNN類神經干擾預測器、乏晰系統效能指示器、以及一個乏晰/類神經允諾機率控制器所構成。該控制架構的主要目的,是調整最適化的上傳允諾機率(permission probability),藉以控制上傳訊務量,減少過量干擾發生的機率,以滿足各特定服務所需的服務品質。同時,我們也希望儘可能提高網路使用率(utilization),以達到較佳的頻寬效率。

由我們的模擬結果顯示,語音封包的遺失率、網路資源使用率、以及封包錯誤率等各方面,都較CDMA/PRMA[1]架構為佳。在語音封包遺失率上,若以系統要求的服務品質為比較基準,CDMA/FRMA可增加11%的用戶同時使用網路,如圖三(a)所示。而在封包錯誤率方面,我們可以觀察到,CDMA/FRMA有極其優越的表現,如圖三(b)所示。在網路資源使用率上(圖三(c)),當網路負荷越重時,CDMA/FRMA可提供越高的使用效率,但在低訊務量條件時,CDMA/PRMA架構能提供稍多的使用率。然而,在數據封包延遲上,CDMA/PRMA有著較佳的表現(圖三(d))。這主要是因為,在訊務負荷不重時,CDMA/PRMA能提供數據連線較多的競爭機會,因此能以較短的時間便成功的

競爭機會，因此能以較短的時間便成功的送出封包；然而，當網路負荷逐漸加重後，因封包遺失率迅速增加，使得延遲也不斷增加。因之，CDMA/FRMA 在網路訊務量重的時候，將有穩健的表現。

在另一方面，我們設計了一套提供整合語音、數據服務，並提供不同服務品質之連線允諾控制架構 (ICAC)，其架構如圖二所示。在這套架構中，我們利用 PRNN 類神經干擾預測器來預測未來的干擾量；利用乏晰等效干擾量預測器，根據新連線所宣稱的訊務特性，估算在連線所要求的服務品質下，所產生的等效干擾量；並加上對系統效能的監視，由乏晰連線允諾控制器來決定是否接受新的連線。透過這樣的控制，我們將可允許合理的用戶進入系統取得服務，並保障所有合法用戶的服務品質。

由我們的模擬結果顯示，在不同的訊務量之下，ICAC 架構確實能保障各種連線的服務品質，以往的控制架構 (SIR-based) [2]則無法保障一定的服務品質。在圖四(a)中我們可以觀察到在系統失效機率(outage probability)上，ICAC 能達到較佳的效能，並能有效保障所需要的連線品質。在系統阻塞率方面，ICAC 在系統尚未飽和之前，能有較好的表現，如圖四(b)中所示。同樣的，在系統平均人數方面，亦有相同的結果。但當系統飽和之後，SIR-based 架構雖有較低的阻塞率與較多的人數，但因為服務品質以無法保障，因此就整體來說，ICAC 具有較優越的允諾控制表現。在改變訊務源特性的模擬中，我們更發現 ICAC 之穩定度較 SIE-based 控制架構為高。

在功率控制方面，經由數學推導並配合電腦模擬結果發現，運用 PCEX 的系統效能，包括：系統容量、系統總傳輸容量、及手機功率消耗等三方面，相較於上述其他的功率控制機制，都有最佳的表現。考慮 diversity order  $L=2$ 。在系統容量方面，如圖五所示，以  $X_0=1$  為例，PCEX 的系統容量可為 PCELR 的 250%，甚至為 PCE 的 500%。由於不同功率控制機制下的平均傳輸量並不同，比系統容量更公平的比較是系統總傳輸量，如圖六所示，以  $X_0=1$  為例，PCEX 的系統總傳輸量可為 PCELR 的 141%，甚至為 PCE 的 206%。另外，手機功率消耗也是很重要的考量，圖七顯示平均每傳送一個位元所消耗的能量，以  $X_0=1$  為例，PCEX 的能量消耗為 PCELR 的 54%，甚至為 PCE 的 31%而已。

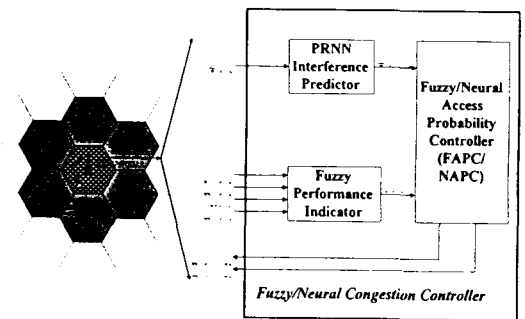
## 五、參考文獻

- [1] A. E. Brand and A. H. Aghvami, "Performance of a joint CDMA/PRMA protocol for mixed voice/data transmission for third generation mobile

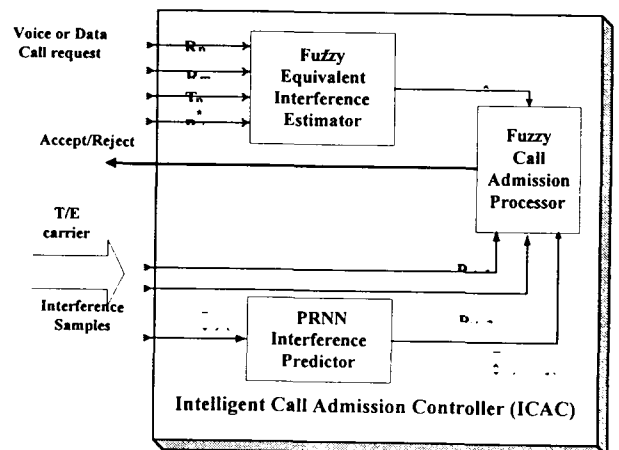
communication," *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 14, no. 9, pp. 1898-1707, Dec. 1996.

- [2] Liu and M. E. Zarki, "SIR-based call admission control for DS-CDMA cellular systems," *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 12, pp. 638-644, May 1994.
- [3] Z. Dziong, M. Jia and P. Mermelstein, "Adaptive traffic admission for integrated services in CDMA wireless-access networks," *IEEE Journal on Selected Areas in Commun.*, vol. 14, no. 9, pp. 1737-1747, Dec. 1996.
- [4] B. Hashem and E. Sousa, "A combined power/rate control scheme for data transmission over a DS/CDMA system", *IEEE VTC'98*, vol. 2, pp. 1096 -1100.
- [5] B. Hashem and E. Sousa, "Performance of cellular DS/CDMA systems employing power control under slow Rician/Rayleigh fading channels", *Proc. IEEE 5th Int'l Symposium on Spread Spectrum Techniques and Applications*, vol. 2, pp. 425-429, 1998.
- [6] D. Kim, "Rate-regulated power control for supporting flexible transmission in future CDMA mobile networks", *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 17, no. 5, pp. 968-977, May 1999.

## 六、附圖

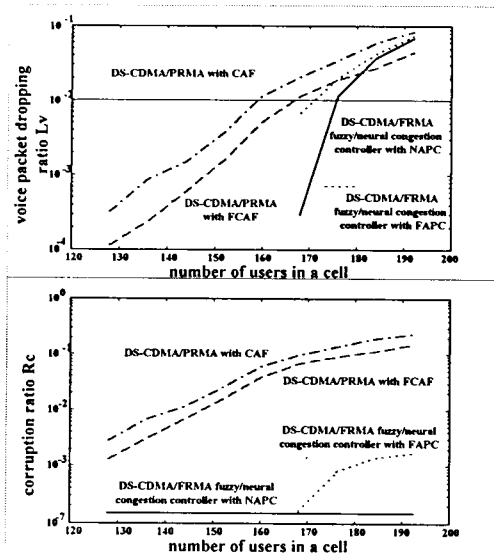


圖一：WCDMA 媒介擷取控制器系統模型

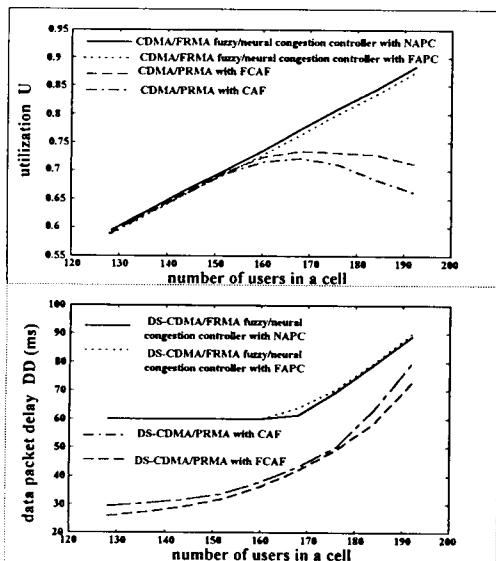


圖二：WCDMA 之智慧型允諾控制器

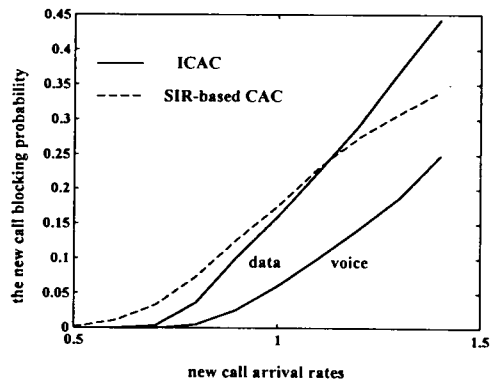
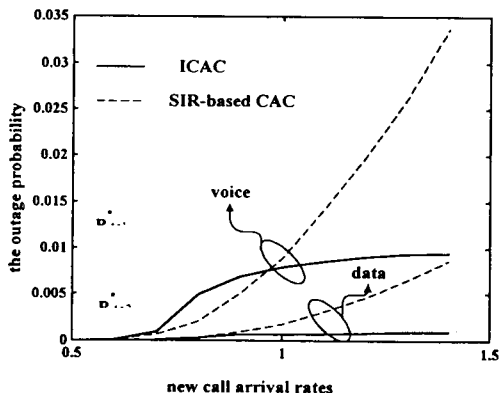
圖四：(a)系統失效機率 v.s. 新用戶到達率



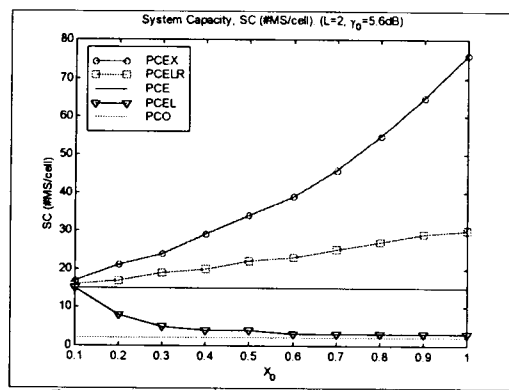
圖三：(a)語音封包遺失率 v.s. 用戶人數  
(b)封包錯誤率 v.s. 用戶人數



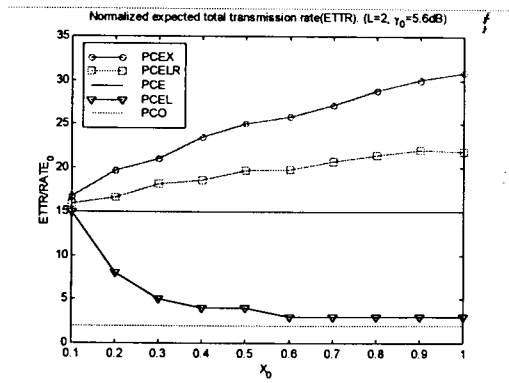
圖三：(c)使用效率 v.s. 用戶人數  
(d)數據封包延遲 v.s. 用戶人數



圖四：(b)系統阻塞率 v.s. 新用戶到達率



圖五：各種功率控制機制的系統容量



圖六：各種功率控制機制的系統容量