

混合型分時多重存取及分碼多重存取多媒體無線網路之允入控制

Admission Control for Hybrid TDMA/CDMA Multimedia Wireless Networks

計畫編號：88-2218-E-009-045

計畫期限：87/8/1 - 88/7/31

計畫主持人：李程輝 交通大學電信系 教授

共同主持人：

一、中文摘要 (關鍵詞：多媒體，無線封包網路，分時多重存取，分碼多重存取，允入控制)

在無線封包網路(wireless packet network)裏提供多媒體服務最近吸引了很多研究人員的注意，分時多重存取(TDMA)和分碼多重存取(CDMA)這兩個系統均被研究如何去提供具不同資料傳送速率及不同服務品質要求的整合性服務。

我們在這個計畫裏研究兩種混合性的分時多重存取和分碼多重存取系統以提供整合性之服務，第一個是TDMA/CDMA系統，在這個系統中時間以時框(frame)來區隔，每個時框則再被細分成若干個時槽(slot)，每一個封包正好佔據一個時槽且多個封包可以同時於一個時槽裏傳送。第二個是TDMA/SS系統，在這個系統中時間同樣以具多個時槽之時框來區隔，任何時間都只允許一個封包傳送以確保其能成功地被接收，然而一個封包可能佔據多個時槽。

我們推導出一群使用者可以被這兩個系統所允入(admitted)的(充分)必要條件，計算出並比較其允入區域(admission region)。此外，我們利

用活動力因素(activity factor)去發展有效率的存取控制(access control)策略。因為即時性的應用(譬如語音)常將最大延遲界限(delay bound)列為其服務品質要求之一，我們的存取控制策略能保證封包的延遲不會超過其時間限制。電腦模擬結果顯示我們的存取控制策略確實能改善系統的容量及滿足封包的延遲要求。

英文摘要 (keywords: Multimedia, wireless packet networks, TDMA, CDMA, admission control)

Multimedia services over wireless packet networks have recently attracted much attention from researchers. Both TDMA and CDMA systems were studied to provide integrated services with different data rates and quality of service (QoS) requirements. In this project, we investigated two hybrid TDMA and CDMA systems for providing integrated services. The first one is a TDMA/CDMA system in which time is divided into frames and each frame consists of several slots. A packet occupies exactly one slot and multiple packets can be transmitted in

the same slot. The second one is a TDMA/SS system where time is also divided into multi-slot frames. Only one packet is allowed to transmit at any time to guarantee successful reception. However, a packet can occupy multiple slots.

We derived necessary and sufficient conditions for a group of users to be admissible for both systems and compare their admission regions. In addition, we took advantage of activity factor and developed efficient access control schemes to improve system capacity. Since real-time applications (e.g., voice) often request maximum delay bound as one of their QoS requirements, our access control schemes can be able to guarantee packet delivery with time constraints. Computer simulations reveal that our access control schemes can increase the system capacity and meet the delay requirements of packets.

二、計畫源由與目的

近幾年來有不少有關 CDMA 應用在多媒體無線網路之研究，其中 Variable Spreading Gain CDMA (VSG-CDMA) 系統受到廣泛的注視。VSG-CDMA 系統的主要原理在於允許使用者具有不同的展頻增益，本研究計畫即以 VSG-CDMA 系統為基礎，研究兩個混合型的 TDMA 和 CDMA 多媒體無線網路。第一個系統為 TDMA/CDMA 系統，在此系統中，既有的每一個時框 (frame) 被細分成 m 個時槽 (time

slot)，因此對每一個使用者來說，其資料傳送速率會變為原來之 m 倍，而其展頻增益將變為原來之 $1/m$ ， m 之值若等於 1，則此系統即成為 VSG-CDMA 系統。可以預期的是，當 m 之值大於 1 時，TDMA/CDMA 系統之整體 (每一個時框) 的通訊容量會較 VSG-CDMA 為高，而當 m 之值越來越大時，TDMA/CDMA 系統之整體通訊容量會越來越高。但是最大 m 值會受到細胞外干擾、資料傳送速率及訊號品質要求的限制。

本研究計畫之第二個系統為 TDMA/SS (TDMA with Spread Spectrum) 系統，此系統的每一個時框被細分成 N 個時槽，在每一個時槽裏只允許一個使用者傳送訊息，所以此系統不具細胞內干擾，其展頻技術則僅被用於對抗細胞外干擾。每一個封包 (packet) 可能佔據多個時槽，至於需要幾個時槽則由使用者之資料傳送速率和訊號品質要求來決定。為了確保各使用者之訊號品質要求，各使用者所需時槽之總和不能超過 N ，本系統的優點在於使用者可利用較小的展頻增益去對抗較微弱的細胞外干擾，較小的展頻增益意味著使用者所需的時槽數目會較少，在固定的時框長度下，通訊容量將會獲得提升。

三、研究方法與成果

在本研究計畫中，我們首先研究這兩個系統的允入法則，並比較此二系統之通訊容量。從允入區域 (admission region) 的比較上 (參見圖一)，我們可以發現 TDMA/SS 系統比 TDMA/CDMA 和 VSG-CDMA 這兩個系統具有更高的通訊容量。此外，由於各個

連結(connection)的使用者並非一直都在傳送訊息，為了提高頻寬的使用率，我們利用使用者的活動力因素(activity factor)以實施動態之存取控制(access control)，使之既能滿足使用者的延遲要求、訊號品質要求，又能提高系統之通訊容量。本計畫所提出之存取控制策略，對封包的處理原因服務類型的不同而有所差異，主要是以截止期限導向(deadline driven)和隨機選擇(random selection)兩種方法為研究目標，每一種方法則又分為具分類(with classification)及不具分類(without classification)兩種，具分類(with classification)之方法對即時性之服務會提供較高之優先等級。我們以多媒體無線網路實例來探討各種存取控制策略之效能，包括其封包漏失機率或平均延遲時間，同時亦計算在可接受之封包漏失機率或平均延遲時間下，系統所能允許之最大連結數目。電腦模擬結果顯示我們的存取控制策略能使系統的容量提高到兩倍。

四、結論與討論

在本研究計畫中，我們推導出TDMA/SS和TDMA/CDMA這兩個系統的允入法則，同時亦發現TDMA/SS系統相對於其它系統具有較高的通訊容量。此外，我們所提出之存取控制策略，既能滿足使用者的延遲要求、訊號品質要求，又能提高系統之通訊容量。

五、參考文獻

[1] K. S. Gilhousen, I. M. Jacobs, R.

Padovani, A. J. Viterbi, L. A. Weaver, Jr., and C. E. Wheatley, III, "On the capacity of a cellular CDMA system," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 40, pp. 303-312, May 1991.

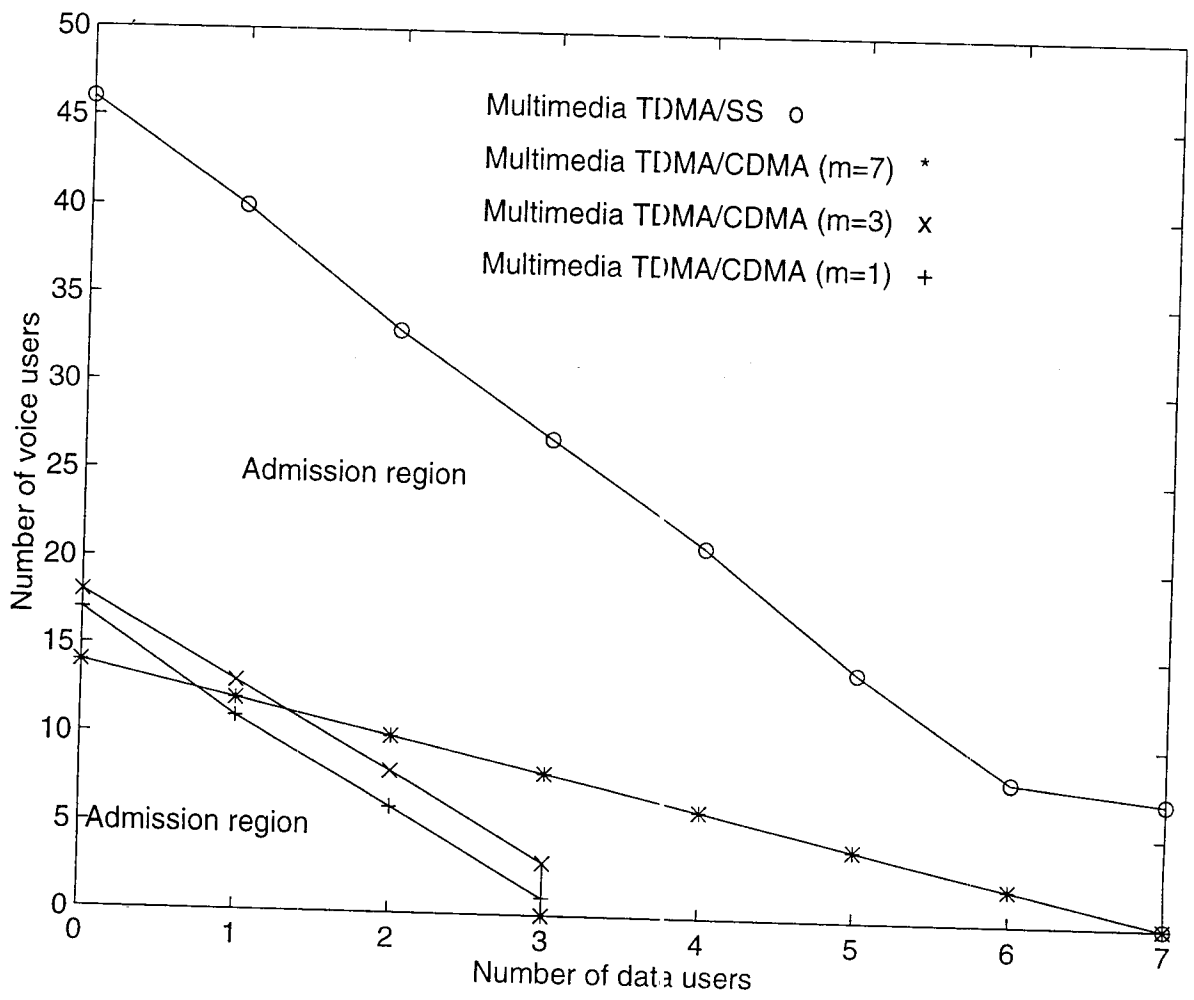
[2] A. M. Viterbi and A. J. Viterbi, "Erlang capacity of a power controlled CDMA system," *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 11, pp. 892-899, August 1993.

[3] A. J. Viterbi, A. M. Viterbi, and E. Zehavi, "Other-cell interference in cellular power-controlled CDMA," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 42, no. 2/3/4, pp. 1501-1504, February/March/April 1994.

[4] M. G. Jansen and R. Prasad, "Capacity, throughput, and delay analysis of a cellular DS CDMA system with imperfect power control and imperfect sectorization," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 44, pp. 67-75, February 1995.

[5] C-L. I and K. K. Sabnani, "Variable Spreading Gain CDMA with Adaptive Control for True Packet Switching Wireless Networks," *Proc. ICC' 95*, pp. 725-730, June 1995.

[5] C-L. I and K. K. Sabnani, "Variable Spreading Gain CDMA with Adaptive Control for Integrated Traffic in Wireless Network," *Proc. VTC' 95*, pp. 794-798, July 1995.



圖一. 允入區域的比較.