

**1997 MULTIMEDIA TECHNOLOGY  
AND  
APPLICATIONS SYMPOSIUM**

**1997多媒體技術及應用研討會**

December 8, 1997

主辦單位：義守大學電機資訊學院

協辦單位：IEEE SP Society Taipei Chapter

教育部顧問室·國科會工程中心

燁隆集團·成功大學資工所·中山大學資工所

# TABLE OF CONTENTS

## Keynote Speeches

- A. Personal Information Service (PIS) - An Application of Wideband Communications 2012 A.D.  
Victor O.K. Li..... 7
- B. Recent Developments in Multimedia Coding Standard MPEG-4  
C.-C. Jay Kuo..... 13

## Session A(1): Multimedia Network

- A(1)-1. The Real-Time Traffic Constructed on Multichannel Token Passing Network  
Jih-Hsin Ho, Jun-Yao Wang, Ling-Yang Kung, and Wen-Shyang Hwang..... 15
- A(1)-2. Group Communication of Mach IPC  
Ching-Ming Shyu, Che-Tai Lee, and Jim-Min Lin..... 20
- A(1)-3. A Secure and Novel Private-Key Cryptosystem in Networking Communication  
Long-Yeu Chung and Kao-Shing Hwang..... 32
- A(1)-4. A Network-based Movie Production System  
Herng-Yow Chen, Jen-Shin Hong, Yen-Sheng Fu, Su-Fen Wang, Wei-Shein Tso, and Ja-Ling Wu..... 42
- A(1)-5. A Dynamic Quality of Service Mechanism for Distributed Resource Management  
Sheng-Uei Guan, Jen-Shun Yang, and Chian Lin..... 58

# 架構在以權杖傳遞式多頻道網路 之即時性資料傳輸

## THE REAL-TIME TRAFFIC CONSTRUCTED ON MULTICHANNEL TOKEN PASSING NETWORK

何日新\*      王俊堯\*      孔令洋\*      黃文祥\*\*  
Jih-Hsin Ho\*    Jun-Yao Wang\*    Ling-Yang Kung\*    Wen-Shyang Hwang\*\*

\*國立成功大學 電機工程研究所

\* Institute of Electrical Engineering  
National Cheng Kung University

\*\*國立高雄科學技術學院電機工程技術系

\*\*Department of Electrical Engineering  
National Kaohsiung Institute of Technology

### 摘要

電腦與電信網路的使用愈來愈頻繁，人們透過網路來互相傳遞的資訊由單純的文字資料轉變多媒體資料。現有傳統網路無法滿足多媒體資料傳輸的需求。多頻道網路是解決網路頻寬不足的方法之一，而權杖傳遞是一個分配資源的方法；它可以保證網路的反應時間不大於一指定的時限。本論文中提出一以權杖傳遞式的多頻道網路的架構，使得具即時性的多媒體資料能在此網路架構下傳輸，及對此網路架構做其效能分析。

關鍵詞：多媒體資料、多頻道網路  
、權杖傳遞、即時性、效能分析

The employment of data and computer communication has been getting more frequent and popular, and the messages communicated through network have converted from text mode to multimedia.

The conventional network is unable to meet the demand of transmitting the multimedia information. The multichannel network is the one of solutions to provide a huge network bandwidth, and the token passing is the scheme to guarantee the response in a determinate interval. In this paper, we propose architecture on token passing multichannel network which made the real-time multimedia information transmit, the performance for the network architecture will be analyzed.

Keyword : multimedia、multichannel network、token passing、real-time、performance analysis

### 壹、簡介

由於電腦科技的進步與高速網路的發展，使得電腦之間可以共享資源使其發揮

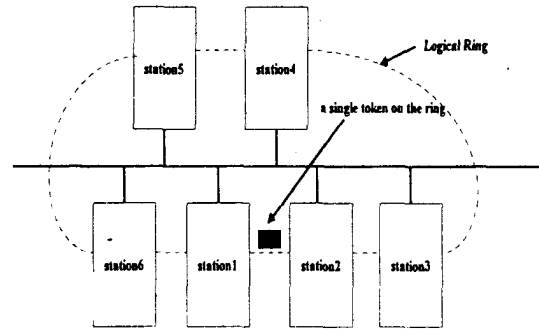
最大的功能。而網路上所提供的服務也日新月異，例如電子郵件(E-mail)、遠端載入(Remote Login)、檔案傳輸(FTP)，以及WWW (World Wide Web)等等。這些網路的發展，不但方便各種資訊的迅速流通，人們透過網路來互相傳遞的資訊由單純的文字資訊轉變為圖形、聲音、視訊、影像等多媒體資料。這些影音資料的特性對通訊型態需求的多樣化、通訊品質的要求提昇以及通訊媒體的頻寬要求，使得現有傳統網路無法滿足多媒體資料的需求。所以頻寬不足的問題以及具有即時能力的多媒體網路是現今研究人員值得探討的問題。

多頻道網路[1][2]是解決頻寬不足的方案之一。其實現的方法有 TDM、FDM 或光纖之 WDM 等，使多個頻道共存於一條電纜線中，各工作站分別地使用這些頻道。對於網路頻寬資源的控制，我們採用權杖傳遞式的方法，而這種方法已經用在很多的網路協定，如 Token Ring(IEEE 802.5)、Token Bus(IEEE 802.4) 及 FDDI-II(ANSI X3T0.5)等。這些用權杖來做資源存取控制，它可以保證網路的反應時間不大於一個指定的時限。因此我們提出權杖傳遞式的多頻道網路，並在以下的各節裡，我們分別敘述此網路的系統架構(Architecture)、模型，並用其他論文已用排隊理論(Queueing Theory)詢問式系統(Polling System)證明出的一些結果做本網路架構的理論效能分析。

## 貳、網路架構

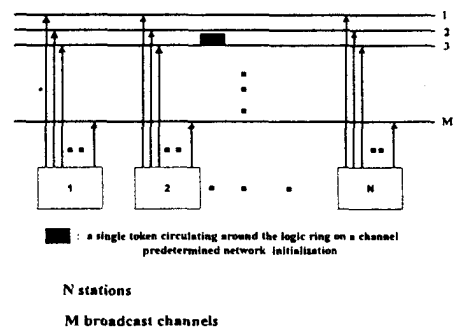
多頻道網路是解決網路頻寬不足的方法之一，而多頻道網路可以由多條的實體網路線、TDM、FDM、WDM 等的調變技術達成，所以我們就以多頻道網路為

主要的架構。圖一為實體(Physical)網路架構圖；在圖中網路的拓模(Topology)是匯流排(Bus)的架構，此外有一邏輯環(Logical Ring)上面有單一的權杖來控制資源。圖中有六個工作站分別可共享網路資源，若有新的工作站加入可隨時擴充



圖一 實體網路架構

。圖二是將圖一的匯流排畫成更實際的多頻道網路架構，在圖中有  $M$  條頻道(channel)，有  $N$  個工作站共享網路資源；而我們可以預先選一特定頻道，此頻道除當做邏輯環來傳送單一權杖，來控制頻寬的使用權；亦可當做一般頻道來傳送資料。

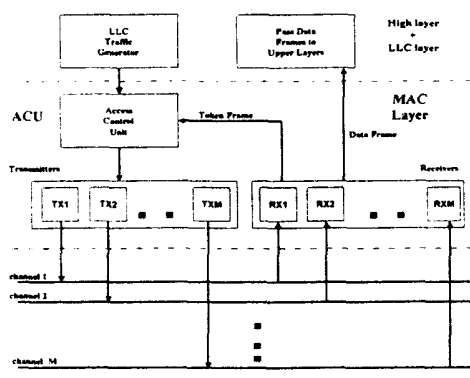


圖二 多頻道實體架構

## 參、網路協定及即時資料傳輸

根據上述的網路實體架構，我們可以設計權杖傳遞式多頻道網路的協定。圖三為此網路一個工作站媒體存取控制圖(MAC)

，圖中的實體層(Physical Layer)有 M 條頻道做資料傳輸工作；MAC 層中每一工作站對於每一個頻道分別有傳輸器(Transmitter)及接收器(Receiver)，所以總共有 M 個傳輸器及 M 個接收器，此外有一個存取控制單元(Access Control Unit)，簡稱為 ACU。



圖三 MAC 架構

ACU 有兩種功能，一是處理接收器所傳來的權杖，依照服務封包策略(Strategy)來傳送上層的封包；二是有一個頻道配置協定來配置由 LLC 層來的封包；MAC 層與 LLC 層之間，仍是維持只有一條資料流，因此對上層的軟體而言，這個變動是透明的，是相容的。

上層(LLC 層)依照頻道配置協定將封包放置在各頻道的緩衝器(Buffer)中，所以多媒體資料，尤其是即時性資料例如聲音、影像等可以同時到達；當某站擁有權杖時，此站就有權力傳送封包；所以當此站接收到權杖時，它就會根據服務封包的策略將 Buffer 中的封包利用傳輸器傳給目的工作站(Target Station)。有關於頻道配置協定及服務封包策略在下一節網路模型會加以說明。此外，工作站的接收器隨時可以接收其他工作站傳送的封包至上層處理。

有關於多媒體的種類[4]，包括了資料

(Data)、圖畫(Drawing)、圖像(Graphic)、動畫(Animation)、聲音(Voice)、音頻(Audio)、映像(Video)等等，而這些媒體大致上可分為時間相關(Time Dependent)與非時間相關(Time Independent)媒體，而大致來說網路服務下列兩種類別的封包[5]，一種為 RTC(Real-Time Cyclic)，另一種為 D(Data)；其中 RTC 封包考慮週期性資料流，亦即有時間相關的特性(如聲音、影像等)，而 D 封包就屬於非時間相關性的資料(如文字、圖畫等)。其中 RTC 封包具高優先權服務，D 封包是具低優先權服務。

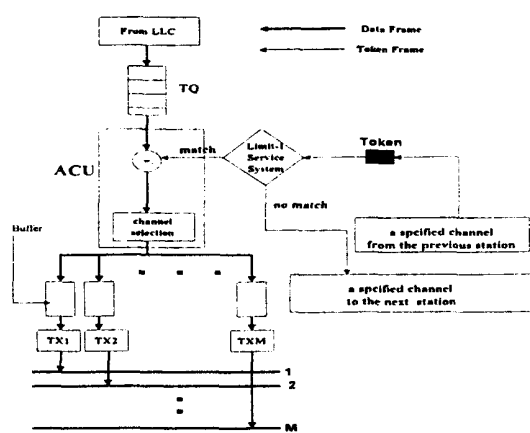
我們較關心討論的是即時性的封包，此類的封包的資料量通常比較大且以週期性產生較為穩定。以語音來說，16bit 的音質加上 44.1K 的取樣頻率所產生的資料量為  $16 \times 44.1 \times 10^3 = 705.6K \text{ bits/sec}$ ，而傳輸影像的所需要的頻寬就更驚人，以每秒 30 個畫面，加上  $640 \times 480 \times 16$  的畫面品質，需傳送影像每秒的資料量為  $640 \times 480 \times 16 \times 30 = 147.456M \text{ bits/sec}$ ，以目前使用的區域網路型態---高速乙太網路而言，其最大傳輸量也僅有 100M bits/sec，根本無法滿足需求。所以我們建構出以權杖傳遞式多頻道網路，某工作站擁有權杖它就有權力使用這些多頻道的頻寬，對於高優先權的 RTC 封包，因為此種封包是週期性產生的封包，我們可以事先做統計上的調查，調查出最大 RTC 封包的傳輸時間  $T_{RTC}$ ，假設  $T_{RTC}$  等於權杖迴轉時間(Token Rotation Time)的上限，我們可以限定每一工作站的每條頻道的封包傳輸量；亦即可限制每條頻道 Buffer 的大小，保證網路的反應時間不大於指定的時間，使即時性的封包能夠不延遲傳送；所以利用多頻道網路技術來解決網路頻寬不足的現象，並且定出服務封包的策略達到多媒

體傳輸的最大效能。

#### 肆、網路模型及分析

圖四為我們建構出網路的分析模型，圖中是以一個工作站來做分析，我們只對即時性資料做效能分析。模型中粗體線是資料流的方向，細體線是權杖傳輸的方向。

即時性資料封包，即 RTC 封包經由 LCC 層到 Access Control Unit 做頻道的配置，頻道配置的協定是採取隨機(Random)的方法，服務封包策略是採取 Limit-1 Service System 的方式，所以每個頻道分別有一個容納最大 RTC 封包的 Buffer ；



圖四 分析模型

RTC 封包隨機選擇一個空的 Buffer 存放，當權杖從前一工作站送到此站來時，此站就有權力傳送多媒體資料，因為 RTC 封包具最高優先權，所以此類封包會被先送，若還有剩餘頻寬再給 D 封包傳送。當此站沒有封包要傳送或是封包傳送完畢時，再把權杖傳給下一工作站。

假設此系統為對稱循環的排隊系統 (Symmetric Cyclic Queuing System)，假設有 N 個工作站，即有 N 個 Queues(LCC 層)；工作站是互相獨立的 (Independent)，這系統 RTC 封包總共到達速率 (Total

Arrival Rate) 為  $\lambda$ ，且每站 RTC 封包到達速率是以 Poisson Process 為分佈；RTC 封包服務時間的 first moment 及 second moment 分別為  $h, h^{(2)}$ ；從前一個 node 到下一個 node 所花費的負載 (overhead) 或 changeover time 的 first moment 及 second moment 分別為  $c, c^{(2)}$ ，且假設工作站之間的距離都相等，所以意謂著  $c^{(2)} = 0$ ；因為我們所採取的頻道服務封包策略為 Limit-1 Service System，而 Bertsekas / Gallager[6]、Fuhrmann / Cooper[7][8] 已用 M/G/1[9] Polling System Model 分別證明出 Limit-1 Service System 的封包平均等待時間 (Mean Waiting Time)，而等待時間等於排隊時間；當封包到達個數趨近於無限大時，此系統會達到穩態 (Steady-State)。他們所導出來的封包平均等待時間為下列公式：

$$E(W_{Limit-1}) = \frac{1-\rho}{1-\rho-\lambda c} \left\{ \frac{\lambda h^{(2)}}{2(1-\rho)} + \frac{(N-1)c}{2(1-\rho)} + \frac{c^{(2)}}{2c} \right\} \quad (1)$$

(1) 式是在單一頻道下的對稱系統下導出來的公式，所以公式裡的  $\rho$  等於  $\lambda h$ ，相對著每個工作站的頻道使用率 (utilization) 等於  $\rho/N$ 。

而本系統是建構在多頻道網路上 (假設有 M 條頻道)，而頻道配置策略是採取隨機方法，所以系統在穩態時 (Steady-State) 時，整個系統到達每個頻道的到達速率為  $\lambda/M$ ，所以每個頻道的  $\rho$  等於  $\lambda h/M$ ，而相對著每個工作站的每個頻道的使用率為  $\lambda h/NM$ 。將 (1) 的  $\rho$  以  $\lambda h/M$  代入； $\lambda$  以  $\lambda/M$  代入，可得在多頻道網路下封包平均等待時間可得下列公式：

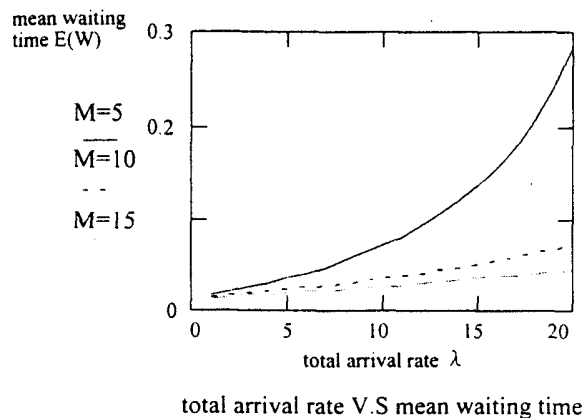
$$E(W_{Limit-1}) = \frac{1-\rho_M}{1-\rho_M-\rho_M c} \left\{ \frac{\rho_M h^{(2)}}{2(1-\rho_M)} + \frac{(N-1)c}{2(1-\rho_M)} + \frac{c^{(2)}}{2c} \right\} \quad (2)$$

根據公式 (2)，我們假設許多參數

(Parameter), 包括工作站個數、 service mean、 service variance、 overhead mean、 overhead variance、頻道個數等。所定義的參數值如下：

N=20, M=5,10,15
service mean $h=0.18$
service variance $h^{(2)}=0.033$
overhead mean $c=0.00125$
overhead variance $c^{(2)}=0$

可得 total arrival rate  $\lambda$  [packets/sec] 與 mean waiting time  $E(W_{\text{limit-1}})$  的關係圖如下：



#### 伍、結論

本篇論文提出一個符合現今大量多媒體資料傳送的一個網路架構，我們稱為權杖傳遞式多頻道網路；對於多媒體資料，我們較關心與時間相關的即時性封包資料。

我們之所以提出這網路的架構理由有二，一是多頻道網路是解決現今傳輸大量多媒體資料頻寬不足的窘境；二是以權杖傳遞的方法並配合服務的策略(Limit-1 Service System)可以保證各工作站的即時性資料可在預期的時間內傳輸，且權杖的控制特性不會造成封包碰撞情形。利用理論值的分析並畫出曲線圖可知頻道愈多，

封包的等待時間就會減少，效能就愈佳；且依權杖傳輸的特性，當負載量愈大，這種以權杖傳遞式多頻道網路就有愈佳的產能 (Throughput)；因此這網路架構是解決即時性資料傳輸的可行方法。

#### 參考文獻

- [1] M.A. Marsan and D. Roffinella, "Multichannel Local Area Network Protocols," IEEE J. Select. Area. Commun., Vol. SAC-1, NO. 5, pp. 885-897, Nov. 1983.
- [2] B. Mukherjee, "WDM-based local lightwave networks-Part I: Single-Hop system," IEEE Network Magazine, Vol. 6, NO. 3, pp. 12-27, May 1992.
- [3] Ralf Steinmetz, "Synchronization Properties in Multimedia System," IEEE Journal on Selected Areas in Communication, Vol. 8, NO. 3, April 1990
- [4] Jack Swiderski, "Approximation Performance Analysis of Real-Time Traffic Over Heavily Loaded Networks with timed Token Protocols," IEEE/ACM Transaction on networking, Vol. 4, NO. 3, June 1996.
- [5] Bertsekas/Gallager, "Data Network", Prentice Hall, 1992.
- [6] S.W. Fuhrmann and R.B. Cooper, "Stochastic decomposition in the M/G/1 queue with generalized vacations," forthcoming in Operations Research
- [7] S.W. Fuhrmann, "Symmetric Queues Served in Cyclic Order," Operations Research Letters, Vol. 4, NO. 3, October 1985
- [9] Kleinrock, L. "Queueing System." Vol I. New York: Wiley, 1975.