

# 고용량 ATM 링크에서 VBR 소스트래픽을 위한 대역할당 알고리즘

정회원 김 영 선\*, 최 진 규\*\*, 노 승 환\*\*\*

## Bandwidth Allocation on VBR Source Traffic in High Capacity ATM Link

Young-Sun Kim\*, Jin-Kyu Choe\*\*, Soong-Hwan Ro\*\*\* *Regular Members*

### 요 약

ATM 교환시스템에서 링크대역폭은 매우 중요한 자원이다. 그러므로 ATM 교환시스템은 사용자에게 대역폭을 할당하고 일정수준의 QoS를 보장해야 한다.

특히 비디오와 같은 트래픽의 QoS를 만족하기 위해서는 사용자는 UPC 파라미터를 통해 트래픽 특성과 QoS 기대치를 선언해 주어야 한다.

CAC는 사용자로부터 선언된 UPC 파라미터를 이용하여 링크 대역과 접속수에 따라 두 가지 이상의 알고리즘에 의해 이루어질 수 있다. 셀 손실없는 다중화 모델은 다중화 되는 소스 트래픽의 수가 적을 경우에 적절하나, 접속의 수가 많아지면 통계적 다중화 모델에 의해 CAC를 수행해야 한다.

본 논문은 고용량 대역의 링크에서 VBR 소스 트래픽에 적용되며, 셀 손실없는 모델과 조합하여 사용할 수 있는 통계적 다중화 모델에 대한 연구이다. 본 논문에서의 통계적 다중화 모델은 새로운 접속에 의해 선언되는 UPC 파라미터를 적절한 소스 트래픽 모델에 대응시키며, 고용량 대역폭 링크에서 접속의 수가 많을 수록 높은 다중화 이득을 보여준다.

### ABSTRACT

In ATM switching system link bandwidth is one of the important resources. Thus ATM switching system must allocate the bandwidth to the users efficiently and guarantee the QoS.

Especially to guarantee the QoS of the VBR traffic source such as video, users must declare the traffic characteristics and QoS expectations using UPC parameters. The CAC can use two multiplexing models in variation to

\* 한국전자통신 연구원

\*\* 한남대학교 전자공학과

\*\*\* 국립 공주대학교 정보통신공학과

論文番號 : 97376-1016

接受日字 : 1997年 10月 16日

link capacity and connection number. One is a loseless multiplexing model; the second is a statistical multiplexing model. The loseless multiplexing model performs best when the number of multiplexed sources is small, but as the number of multiplexed sources is increase the CAC must use the statistical multiplexing model.

In this paper, the statistical multiplexing models are studied, which are suitable for high capacity ATM link on VBR traffic sources. The statistical multiplexing model and the loseless multiplexing model are combined. In statistical model we map the UPC parameters provided by new VBR connection to appropriate source traffic model. In the high capacity ATM link, as the connection number increases, the statistical multiplexing gain increases.

### I. 서 론

ATM은 B-ISDN의 전송 메카니즘으로 ITU-T에서 제안되었다[1]. ATM 네트워크에 있어서 폭주제어(congestion control)는 크게 예방적 제어(preventive control)와 반응적 제어(reactive control)로 분류된다. 현재 ATM 네트워크에서는 효율적인 제어를 위해서 이 두 가지 방식이 모두 사용되고 있다. 예로 CBR(Constant Bit Rate)과 VBR(Variable Bit Rate) 서비스는 예방적 제어 방식을 사용하며, ABR(Available Bit Rate)과 UBR(Unspecified Bit Rate)은 반응적 제어방식을 사용하고 있다.

예방적 제어방식은 다음과 같이 두 가지 절차를 포함한다[2].

- 호 승인 제어 (CAC : Call Admission Control)
- 대역 할당

ATM 망에 있어서 핵심 문제는 비디오 소스와 같은 VBR 소스 트래픽을 얼마나 효율적으로 수용할 수 있는가 하는 것이다. 비디오와 같은 트래픽 소스는 매우 엄격한 QoS를 필요로 한다. 이 QoS를 만족하기 위해서는 사용자는 UPC(Usage Parameter Control) 파라미터를 통해 트래픽 특성과 QoS 기대치를 선언해야 한다. 호 승인 제어는 사용자로부터 선언된 정보에 따라 망은 망 자원의 사용 상태를 보아 새로운 연결 요청을 승인할 것인가 거절할 것인가를 결정한다[3].

CAC는 사용자로부터 요구되는 PCR(Peak Bit Rate)로 대역을 할당하는 것이다. PCR로 대역을 할당할 경우에는 폭주가 발생하지는 않을 것이나 통계적 다중화(statistical multiplexing) 방식이 사용되지 않기 때문에 링크자원이 효율적으로 사용되지 못할 것이다. PCM 음성, 인코딩되지 않는 비디오와 같은 고정 비

트율을 갖는 적용분야 및 매우 낮은 대역폭을 요구하는 데이터 전송과 같은 CBR 서비스에서는 PCR 대역할당이 적당하다.

또 다른 호 승인 방식은 통계적인 방식에 의한 대역할당이다. 이 방식에서 할당되는 대역폭은 트래픽 소스의 PCR 보다 낮다. 통계적인 대역할당은 버스트한 소스를 취급할 때 매우 경제적이거나, 효율적으로 수행하기가 매우 어렵다. 그 이유는 도착 프로세스를 특성화하기 어려우며, ATM 망 내부에서 도착 프로세스가 어떻게 형태를 갖게 되는지 알기가 어렵기 때문이다. 특히 비디오 인코더의 출력 프로세스는 아직도 연구중에 있는 분야이다.

트래픽 소스는 다음과 같이 UPC 파라미터에 의해 특성화 될 수 있다[4].

$$(\lambda_p, \lambda_s, B_s), \lambda_p: \text{PCR}$$

$$\lambda_s: \text{SCR(Sustainable Cell Rate)}$$

$$B_s: \text{Maximum Burst Size}$$

본 논문에서는 새로운 호를 받아들이기 위해 모델을 기반으로 하는 CAC를 개발한다. 새로운 접속에 의해 선언되는 UPC 파라미터는 적절한 소스 트래픽 모델에 대응된다. 이미 접수된 호들도 그들의 UPC 파라미터에 의해 적절한 소스 트래픽 모델에 대응되어 진다.

본 논문은 1장 서론에 이어 2장에서는 Ramamurthy et. al이 제안한 손실없는 다중화 모델과, 소스 트래픽 모델을 수정하여 수행하는 통계적 다중화 모델과 함께 CAC를 수행하는 과정을 설명하였다. 3장에서는 소스 트래픽 모델이 Maglaris의 AR(Auto-Regressive) 프로세스에 의해 MMPP 모델로 수정되어지는 경우와 각각의 트래픽 소스를 서로 독립적인 카운터 프로세

스로 간주하고 중첩된 모델로 근사화하는 과정을 설명한다. 4장에서는 각각의 모델에 대한 결과 수치를 보였으며, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 손실없는 다중화 모델과 통계적 다중화 모델에 의한 CAC

UPC 파라미터  $(\lambda_p^*, \lambda_s^*, B_s^*)$ 를 갖는 새로 도착하는 트래픽은 다음과 같은 주기를 갖는 “on/off” 프로세스로 모델되어질 수 있다.

$$T_{on}^* = \frac{B_s^*}{\lambda_p^*} \quad \text{and} \quad T_{off}^* = \frac{B_s^*}{\lambda_p^*} \frac{(\lambda_p^* - \lambda_s^*)}{\lambda_s^*} \quad (1)$$

### 2.1 셀 손실없는 다중화 모델

현재  $n$ 개의 VBR 접속이 이미 이루어진 상태에서  $i$ 번째 접속은 UPC 파라미터  $(\lambda_p^i, \lambda_s^i, B_s^i) (i=1, 2, \dots, n)$ 를 갖는 것으로 가정한다.

“on/off” 기간동안에 접속  $i$ 에 대한 최대 큐 길이를  $Q_i$ 라고 하고,  $B_{vbr}$ 를 VBR 소스에 할당된 버퍼의 크기라고 하면 셀 손실을 없애기 위해서는 다음과 같은 식 (2)를 만족해야 한다.

$$\sum_{i=1}^n Q_i \leq B_{vbr} \quad (2)$$

그러므로 UPC 파라미터  $(\lambda_p^*, \lambda_s^*, B_s^*)$ 를 갖는 새로운 접속요구가 승인되기 위해서는, CLR에 대한 QoS를 보장할 수 있는 새로운 전체 대역폭  $C_{vbr}^{new}$ 을 다시 계산해야 하며, 다음 식 (3)과 같다.

$$C_{vbr}^{new} = \max\left(\left(\lambda_p^* + \sum_{i=1}^n \lambda_p^i\right) \left(1 - \frac{B_{vbr}}{B_s^* + \sum_{i=1}^n B_s^i}\right), \lambda_s^* + \sum_{i=1}^n \lambda_s^i\right) \quad (3)$$

그러므로 새로운 접속을 위해 추가적으로 필요한 대역폭은 다음과 같이 주어진다.

$$\delta_1 = C_{vbr}^{new} - C_{vbr}^{old} \quad (4)$$

$C_{vbr}^{new}$ 를 VBR 등급에 할당함으로써 “on/off” 모델

가정하에서 시스템은 셀 손실을 발생시키지 않는다.

2.2. 통계적 다중화 모델을 위한 소스 트래픽의 수정 다중화기(multiplexer)에서 버퍼의 양  $B_{vbr}$ 을 고려하기 위해서는 “on/off” 모델을 수정한다. 다음과 같이 기본 시간간격  $T_N$ 을 버퍼의 반을 채우는 시간으로 정의한다.

$$T_N = \frac{B_{vbr}}{2 \times C_{vbr}^{max}} \quad (5)$$

다음 소스에 대하여 각각  $\lambda_H^*$ ,  $\lambda_L^*$ 를 갖는 2-state MMPP 모델을 구성한다. 이 상태는 각각  $P_{on}^*$ 과  $(1 - P_{on}^*)$ 의 확률로 나타나며, 다음 식과 같이 주어진다.

$$\begin{aligned} \lambda_H^* &= \min\left(1, \frac{T_{on}^*}{T_N}\right) \lambda_p^* + \max\left(0, 1 - \frac{T_{on}^*}{T_N}\right) \lambda_s^* \\ \lambda_L^* &= \max\left(0, \frac{1 - T_{on}^*}{T_N}\right) \lambda_s^* \end{aligned} \quad (6)$$

$M_{old}$ 와  $\sigma_{old}^2$ 가 각각 새로운 접속이 승인되기 전에 할당된 VBR 소스 트래픽에 의한 통합 도착 프로세스의 평균과 분산이고,  $M_{new}$ 와  $\sigma_{new}^2$ 가 새로 승인되는 VBR 접속에 의한 통합 도착 프로세스라고 하면 다음과 같은 식 (7)이 성립한다.

$$\begin{aligned} M_{new} &= M_{old} + \lambda_s^* \\ \sigma_{new}^2 &= \sigma_{old}^2 + (\lambda_H^* - \lambda_L^*)^2 P_{on}^* (1 - P_{on}^*) \end{aligned} \quad (7)$$

만일  $R(t)$ 가 접속된 모든 VBR 소스 트래픽의 전송율이라 하고, 평균  $M_{new}$ 와 분산  $\sigma_{new}^2$ 을 갖는 가우시안 프로세스에 의해 근사화 된다고 하면, CLR은 다음 식과 같이 정의되며 다음 부등식을 VBR에 할당된 대역  $C$ 에 대해서 풀면 식 (8)과 같은 결과를 얻는다.

$$\begin{aligned} CLR &= \frac{E[R(t) - C]}{E[R(t)]} < \epsilon \\ C_{vbr}^{new} &= M_{new} + \zeta \sigma_{new} \end{aligned} \quad (8)$$

$$\zeta = 1.8 - 0.46 \log_{10}(\eta), \quad \eta = \frac{M_{new} \sqrt{2\pi}}{\sigma_{new}} \epsilon$$

식 (8)로부터 CLR  $\epsilon$ 을 보장하는 새로운 접속을 포함하는 전체 VBR 대역폭을 계산할 수 있다.

그러므로 통계적 다중화 모델에서 추가로 필요한 대역은 다음 식 (9)와 같다.

$$\delta_2 = C_{vbr}^{new} - C_{vbr}^{old} \quad (9)$$

그러므로 셀 손실없는 다중화 모델과 통계적 다중화 모델을 조합함으로써 요구되는 추가적인 대역폭  $\Delta_{vbr}$ 은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\Delta_{vbr} = \min[\delta_1, \delta_2] \quad (10)$$

만일  $\Delta_{vbr}$ 가 할당가능한 대역폭보다 작다면(즉,  $\Delta_{vbr} \leq C_f$  and  $C_{vbr}^{new} \leq C_{vbr}^{max}$ ) 새로운 접속은 승인된다.

### III. 소스 트래픽 모델의 수정

#### 3.1 AR 프로세스에 의한 MMPP 모델

위의 모델에서는 통계적 다중화 이득을 높이기 위하여 IPP 등가 소스모델을 MMPP모델로 수정한 후에, 통합된 소스 모델의 평균과 편차를 계산하였다. 이 모델의 특징은 ATM 다중화기의 셀 손실이 버퍼에 의존하므로 버퍼의 용량을 고려했다는 데 있다.

본 모델에서는 Maglaris의 AR(Auto-Regressive) 프로세스 과정[5]과 Heffes[6] 근사화 프로세스에 의해 구한 MMPP 파라미터를 통계적 다중화 모델의 트래픽 소스 모델로 대체한다.

AR 프로세스는 autocorrelation을 고려한 모델로서 간단하지만 매우 정확하다는 특징을 가지고 있다. 우선 코더의 울을 연속 상태, 이산시간 확률적 프로세스로 모델링한다.  $\lambda(n)$ 을 한 소스에서  $n$ 번째 프레임의 비트율이라고 한다. 1 차 autoregressive 마코프 프로세스  $\lambda(n)$ 는 반복적 관계에 의해 다음과 같이 발생된다.

$$\lambda(n) = a\lambda(n-1) + b\omega(n) \quad (11)$$

위의 식에서  $\omega(n)$ 은 독립적인 가우시안 랜덤변수의 수열이며  $a$ 와  $b$ 는 상수이다.  $\omega(n)$ 가 평균  $\eta$ 이고 분산 1이라고 가정한다. 또한  $|a| < 1$ 이라고 가정하면  $n$ 값이 커짐에 따라  $\lambda(n)$ 로 평형상태에 도달하게 된다. 평형상태의 평균  $E(\lambda)$ 와 이산 autocovariance  $C(n)$ 은 다음 식과 같다.

$$E(\lambda) = \frac{b}{(1-a)} \eta \quad (12)$$

$$C(n) = \frac{b^2}{1-a^2} a^n \quad n \geq 0. \quad (13)$$

Autocovariance는 지수적 함수이며 실험적 데이터와 잘 일치한다.  $\lambda$ 의 평형상태 분포는 평균이  $E(\lambda)$ 이고 분산이  $C(0)$ 인 가우시안 분포이다.

그러므로 주어진 UPC 파라미터 ( $\lambda_b, \lambda_s, B_s$ )와 등가 IPP 모델의 "on/off" 주기를 이용하여 AR 프로세스의 파라미터  $a, b, \eta$  및 시정수  $\tau_c$ 를 구해야 한다. 식 (11)에서는 1초당 30 프레임으로 구성되었다고 하였으므로  $n = 30t$ 의 관계가 성립한다.

소스모델의 평균 비트율  $E[\lambda]$ 과 분산  $\nu$ 은 각각 다음 식 (14)와 같다.

$$E[\lambda] = \frac{\lambda_b^* T_{off}^*}{T_{on}^* + T_{off}^*} = \lambda_s^* \quad (14)$$

$$\nu = \frac{\lambda_b^{*2} T_{on}^* T_{off}^*}{(T_{on}^* + T_{off}^*)^2} = \lambda_s^* (\lambda_b^* - \lambda_s^*)$$

위의 식 (12), (13)과 (14)의 평균값과 분산값을 비교하여 상수  $a, b$  및  $\eta$ 값을 구하기 위해서는 autocovariance 함수  $C(t) = \nu e^{-t/\tau_c}$ 의 시정수  $\tau_c$  값을 먼저 구해야 한다. 이 시정수는 비디오 소스의 종류와 코딩방법에 의존하나 Maglaris가 구한 화상전환의 경우에 말을 하는 사람과 듣는 사람의 화상에 대해 차이는 있었으나 두 가지의 경우에  $\tau_c = 0.26$ 이 가장 근사한 값을 알 수 있었다[5]. 또한 Nomura et al은 [8]에서 다양한 코딩 알고리즘과 동작 종류에 따라 표 1과 같이 평균, 편차 및 최대 비트율을 측정하였다. 여기에서 코딩 알고리즘의 종류는 DPCM, MC + DPCM 및 MC + DCT 등이며 동작의 종류는 활발한

동작과 활발하지 않은 동작으로 구분된다. 이 결과 코딩알고리즘과 동작의 종류에 따라 시정수의 값이 약 0.1~0.4까지의 변화를 보이며, 대체로 활발한 동작의 시정수가 활발하지 않은 동작의 시정수보다 큰 값을 알 수 있었다[8].

표 1. 코딩 알고리즘에 따른 시정수의 변화표

알고리즘	DPCM		MC + DPCM		MC + DCT	
	활발한 동작 (동작 1)	활발하지 않은 동작 (동작 2)	(동작 1)	(동작 2)	(동작 1)	(동작 2)
시정수( $\tau_c$ )	0.192	0.1443	0.2742	0.097	0.3843	0.1443

위와 같이 시정수의 값이 정해지면 다음 식에 의하여  $a, b$  및  $\eta$  값을 구할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 a &= e^{-\frac{1}{n\tau_c}} \\
 b &= \sqrt{v(1-a^2)} \\
 \eta &= \frac{\lambda_s^*(1-a)}{b}
 \end{aligned} \tag{15}$$

위의 식에서  $n$ 은 초당 프레임 수를 나타낸다.

위 AR 프로세스의 3차 모멘트는 식 (16)과 같으며 2 state MMPP의 4 파라미터는[7] 식 (17)에 의해 구해진다.

$$\begin{aligned}
 E[\lambda^3] &= \frac{1}{(1-a^3)} \left( b^3(\eta^3 + 3\eta) + 3a^2b \left( \frac{b^2}{(1-a)^2} \eta^2 + \frac{b^2}{1-a^2} \right) \eta \right. \\
 &\quad \left. + 3ab^3 \frac{\eta}{1-a} (1+\eta^2) \right)
 \end{aligned} \tag{16}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_1 &= \frac{1}{\tau_c(1-\gamma)} \\
 \sigma_2 &= \frac{\eta}{\tau_c(1-\gamma)}
 \end{aligned} \tag{17}$$

$$\lambda_1 = m + \sqrt{v/\gamma}$$

$$\lambda_2 = m - \sqrt{v\gamma}$$

$$\gamma = 1 + \frac{\delta}{2} [\delta - \sqrt{4 + \delta^2}], \quad \delta = \frac{\mu_3}{v^{3/2}} = \frac{\mu_3 - 3mv - m^3}{v^{3/2}}$$

$m$  값은 MMPP 소스 트래픽의 평균을 나타내며 UPC

파라미터의 평균값  $\lambda_s^*$  값과 동일하다.

위에서 구한 MMPP 파라미터는 (6)에서 구한 값을 대체하여 식 (7)의 평균과 분산을 구하는데 사용되며, 이 때  $P_{om}$ 은 다음과 같이 다시 계산된다.

$$P_{om} = \frac{\sigma_1}{\sigma_1 + \sigma_2}$$

### 3.2 개별 트래픽 소스모델의 중첩에 의한 MMPP 소스 트래픽 모델

다음 모델은 각 트래픽 소스를 중첩된 트래픽 소스로 근사화하여 다중화기의 입력 트래픽으로 모델링한다. 이 모델은 각각의 트래픽 소스가 서로 독립적인 카운터 프로세스라고 간주하고, 새로운 접속요구가 도착하면 이 트래픽을 포함하는 중첩된 트래픽에 대하여 QoS를 만족하는 대역폭을 계산한 후에 필요한 대역폭이 할당가능한 대역폭을 넘지 않으면 새로운 접속요구에 대역폭을 할당한다.

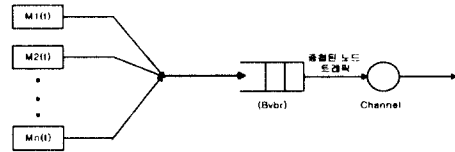


그림 1. 도착 프로세스의 중첩 모델

$M_i(t)$ 는 도착 프로세스가 각각의 파라미터 평균, 분산, 3차 모멘트 및 시정수인  $m_i, v_i, \mu_{3i}$ 와  $\tau_{ci}$  ( $i = 1, \dots, N$ )를 갖는 서로 독립적인 카운터 프로세스라고 하면 중첩된 프로세스의 파라미터는 다음 식에 의하여 근사화할 수 있다.

$$m = \sum_{i=1}^N m_i, \quad V = \sum_{i=1}^N v_i, \quad \mu_3 = \sum_{i=1}^N \mu_{3i}, \quad \tau_c = \sum_{i=1}^N \frac{v_i}{V} \tau_{ci} \tag{18}$$

이 때 중첩된 프로세스의 평균과 분산은 다음 식에 의해 구할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 M_{new} &= M_{old} + \lambda_s^* \\
 \sigma_{new}^2 &= (\lambda_H^* - \lambda_L^*)^2 P_{om}^* (1 - P_{om}^*)
 \end{aligned} \tag{19}$$

중첩된 프로세스의 MMPP 파라미터  $\lambda_H, \lambda_L$  과  $P_{on}$  은 식 (18)의 중첩된 프로세스의 소스 트래픽 파라미터를 이용하여 AR 프로세스에 의해 구할 수 있다.

#### IV. 수치결과

본 장에서는 2장과 3장에서 설명된 알고리즘에 따라 수행된 CAC의 결과를 보여준다. CAC 과정은 셀 손실없는 다중화 모델과 3가지 통계적 다중화 모델가운데 한 모델의 조합으로 구성된다. 이 예에서 사용된 VBR 소스는 MPEG-1으로 코딩된 MOBI(MPEG-1 coded sequence for a mobile)라는 절차이다[4]. 이 데이터는 8.58Mbps의 평균과 17.38Mbps의 최대 비트율을 가지며, UPC 파라미터의 값은  $\lambda_p = 17.38Mbps$ ,  $\lambda_s = 11.87Mbps$  및  $B_s = 83$ 의 값을 갖는다. ATM 다중화 모델은 단일 큐로서 500 셀의 크기를 갖는다고 가정한다. 3장에서 소스모델을 수정하여 MMPP 파라미터를 구하는 과정에서 시정수 값의 결정은 다양한 비디오 소스의 시정수를 참고로 하여 근사한 값으로 결정하였다.

한 예로 표 1의 코딩 알고리즘에 따른 시정수의 값은 0.1에서 0.4까지의 변화를 보이며 대체로 활동적인 장면의 시정수 값이 큰 것을 알 수 있다. 본 예에서는 표 1에서 나타난 값의 중간 값인  $\tau_c = 0.3$ 을 취하였으며, 시정수 값을 변화하여 계산하여도 결과에서는 큰 차이가 없음을 알 수 있었다.

본 장에서는 설명을 위해 2장의 통계적 다중화 소스 트래픽 모델을 통계적 다중화 모델 I, 3장의 두 모델을 각각 통계적 다중화 소스 모델 II 및 III으로 나타내기로 한다.

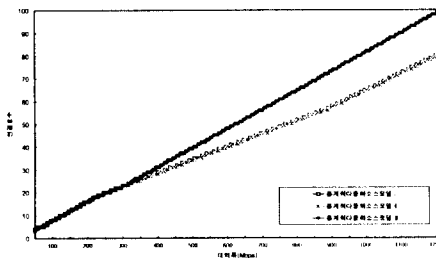


그림 2. 통계적 다중화 모델과 최대 대역폭 변화에 따른 접속 VBR 소스의 수

그림 2에는 CAC가 각 알고리즘에 의해 수행되었을 때 접속되는 수의 비고를 나타내었다. 그림 2에서 모델 I과 모델 II는 정확하게 같은 값을 나타내었다. 그러나 모델 III에서는 310Mbps에서부터 통계적 다중화 이득이 모델 I, II에 비하여 증가함을 알 수 있었다.

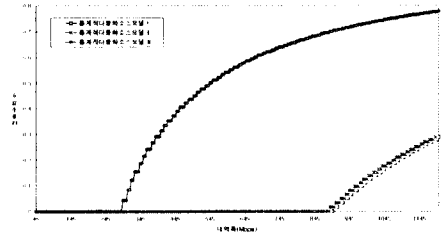


그림 3. 셀 손실없는 다중화 모델과 통계적 다중화 소스모델의 접속 비

그림 3은 전체 접속수에서 통계적 다중화 소스모델에 의한 접속수의 비를 나타낸 것이다. 그림 2에서와 마찬가지로 통계적 다중화 소스 모델 I과 II는 정확하게 같은 값을 나타내고 있음을 알 수 있으며, 모델 III에서는 대역폭이 300Mbps 이전에는 셀 손실없는 다중화 모델에 의해 대역폭이 할당되나, 그 이후에는 통계적 다중화 모델에 의해 할당됨을 알 수 있었다. 또한 모델 I, II에서는 약 900Mbps 대역폭에서부터 같은 현상을 보이고 있다. 손실없는 모델이 전체대역폭이 낮고 접속수가 많지 않을 때에는 매우 효율적이지만 대역폭이 커지고 접속수가 많아지는 경우에 크게 효율적이지 못하다는 점을 고려할 때 이 결과는 매우 타당하다고 볼 수 있다.

그러므로 그림 2에서 통계적 다중화 소스모델 III에 의한 다중화 이득이 높은 이유는 대역이 커짐에 따라 상대적으로 통계적 다중화 소스모델에 의한 접속수가 많아진다는 것을 의미한다.

#### V. 결론

본 논문은 ATM 교환시스템에서 효율적인 대역폭 할당이 이루어질 수 있도록 하는 연구이다. 특히 비디오와 같은 트래픽 소스는 매우 엄격한 QoS를 필요로 하며, 이 QoS를 만족하기 위해서는 사용자는 새

로운 호 접속을 시도할 때 UPC 파라미터와 QoS를 선언해 주어야 한다. 본 논문의 CAC에서는 새로운 호 접속에 의해 선언되는 UPC 파라미터를 적절한 소스트래픽 모델에 대응하며, 이미 접속된 호들도 그들의 UPC 파라미터에 의해 대응되어 진다. 또한 CAC는 두개의 다중화 모델을 조합하여 수행되며, 하나는 셀 손실없는 다중화 모델이며 다른 하나는 통계적 다중화 모델이다. 셀 손실없는 다중화 모델은 접속수가 많지 않은 경우에 매우 효율적인 대역할당을 수행하나, 접속수가 많아지는 경우에는 링크대역을 효율적으로 사용하기 위해 통계적 다중화 모델을 사용해야 한다.

그러므로 본 논문에서는 셀 손실없는 다중화 모델과 함께 사용하는 통계적 다중화 모델에 대한 연구를 수행하였다.

통계적 다중화 모델은 Maglaris의 Auto-Regressive 프로세스와 중첩된 소스트래픽을 근사화하는 과정을 통해 IPP 등가 소스트래픽 모델을 MMPP로 변환하여 이루어진다.

개발된 알고리즘에 따라 VBR 소스트래픽을 이용하여 CAC를 수행하였다. VBR 소스트래픽은 MPEG-1으로 코딩된 MOBI라고 하는 절차이며, UPC 파라미터 값은  $\lambda_b = 17.38Mbps$ ,  $\lambda_s = 11.87Mbps$  및  $B_s = 83$ 의 값을 갖는다.

CAC를 수행한 결과 셀 손실없는 모델과 [3]에 나타난 통계적 다중화 모델을 이용했을 때 접속되는 VBR 소스의 수와 Auto-Regressive 과정에서 구한 소스트래픽 모델을 이용했을 때 접속되는 VBR 소스의 수가 정확하게 일치하였다. 이 결과는 접속되는 소스의 수가 증가해도 손실없는 다중화모델에 의해 대역할당이 이루어지므로 통계적 다중화 이득이 높아지지 않기 때문이다. 그러나 통계적 다중화 모델에서 개별 트래픽 소스 모델의 중첩에 의한 근사화 과정을 이용했을 경우에는 접속되는 VBR 소스의 수가 많아지고 링크대역폭이 증가할 수록 통계적 다중화 이득이 높아짐을 알 수 있었다. 즉, 접속되는 VBR 소스의 수가 많아지면 셀 손실없는 다중화모델에 의해 대역할당이 이루어지지 않고, 통계적 다중화 모델에 의해 대역할당이 이루어지므로 링크를 효율적으로 이용할 수 있게된다.

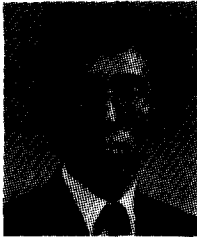
그러나 일반적으로 위의 CAC 과정의 통해 보장되는 셀 손실율은 단순히 통계적 의미만을 갖는다. 즉,

CAC 만으로는 사용자가 요구하는 QoS를 보장할 수 없다. 그러므로 소스트래픽의 정형화(shaping)등 적절한 트래픽 처리와 스케줄링(scheduling) 방식을 동시에 사용해야 하며 실제 측정을 함으로써 대역폭의 효율을 높일 수 있다.

추후 연구과제로는 CAC에 의해 이루어진 트래픽에 대해서 QoS를 보장해 줄 수 있는 방법에 대한 연구가 진행되어야 할 것으로 본다.

### 참고 문헌

1. ITU-T, "Broadband Aspects of ISDN ITU-T Recommendation I.121," 1991.
2. Harry G. Perros et al, "Call Admission Control Schemes : A Review," IEEE Comm. Magazine, Nov. 1996, pp. 82-91.
3. G. Ramamurthy and Qiang Ren, "Multi-class Connection Admission Control Policy for High Speed ATM Switches," Proc. of INFOCOM'97, Vol. 3, pp.965-974, 1997.
4. B. Mark and G. Ramamurthy, "Real-time Estimation of UPC Parameters for Arbitrary Traffic Sources in ATM Networks", Proc. INFOCOM'96, Vol. 1, pp.384-390, 1996.
5. Basil Maglaris, Dimitris Anastassiou, Prodip Sen, Gunnar Karlsson and John D. Robbins, "Performance Models of Statistical Multiplexing in Packet Video Communications", IEEE Trans. on Comm. Vol. 36, NO. 7, pp.834-844, July 1988.
6. H. Heffes, "A Class of Data Traffic Processes-Covariance Function Characterization and Related Queuing Results", BSTJ, Vol. 59, No. 6, pp.897-929, July-August, 1980.
7. Raif O. Onvural, *Asynchronous Transfer Mode Networks : Performance Issues, 2nd edition*, Artech House, 1995.
8. Mitsuru Nomura, Tetsuro Fuji, Naohisa Ohta, "Basic Characteristics of Variable Rate Video Coding in ATM Environment", IEEE JSAC, Vol. 7, NO.5, pp.752-760, June, 1989.



김 영 선(Young-Sun Kim) 정회원

1980년 : 고려대학교 전자공학과  
학사

1982년 : 고려대학교 전자공학과  
석사

1991년 : 고려대학교 전자공학과  
박사

1994년 ~ 현재 : 전북대학교 컴퓨터  
공학과 겸임교수

1991년 ~ 현재 : 한국통신학회 대전·충남지부 부지부장

1991년 ~ 현재 : 한국통신학회 학회지 편집위원, 교환연  
구회 전문위원장

1992년 ~ 현재 : 대한전자공학회 논문지 편집위원, 학술  
위원

1982년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 기술기획실장(책임  
연구원)

e-mail : sunkim@etri.re.kr

최 진 규(Jin-Kyu Choe)

정회원

한국통신학회논문지 제21권 4호 참조

e-mail : jkchoe@eve.hannam.ac.kr

노 승 환(Soong-Hwan Ro)

정회원

한국통신학회논문지 제21권 12호 참조

e-mail : rosh@comp1.kongju.ac.kr