

# Self-Similar 트래픽을 갖는 공유버퍼 메모리 스위치 네트워크 환경에서 호 수락 제어 방법

정회원 김기완\*, 김두용\*

## Call Admission Control for Shared Buffer Memory Switch Networks with Self-Similar Traffic

Ki wan Kim\*, Doo yong Kim\* *Regular Members*

### 요 약

패킷 스위치로부터 발생하는 트래픽이 전통적인 트래픽 모델인 포와송 분포와 마코비안 프로세스로 가정된 네트워크로부터 발생하는 트래픽과 상당히 차이가 나는 self-similar 현상을 보이고 있다는 것이 알려지고 있고 또한 기존에 제안된 대부분의 호 수락 제어 방법에 대한 성능 분석은 스위치가 단독으로 존재한다고 가정하여 이루어지고 있다. 그러나 실제 트래픽이 목적지에 도달하기 위해서는 라우팅을 통하여 여러 스위치들을 거쳐야하므로 호 수락 제어 방법에 대한 성능 분석은 다단으로 연결된 스위치로 확장되는 것이 필요하다. 본 논문을 통하여 기존에 제안된 호 수락 제어 방법이 단일 스위치 환경 하에서는 적절하게 동작이 이루어지나 다단으로 스위치가 연결되어 있는 환경에서는 뒤에 위치하고 있는 스위치에 필요 이상의 유효 대역폭을 할당 한다는 것을 알 수 있다. 그러므로 본 논문에서는 공유 버퍼 메모리를 갖는 다단 네트워크 스위치 환경에서 셀 손실률과 이용률 그리고 각 스위치 출력포트의 self-similarity를 분석하여 self-similar 트래픽 환경에서 효과적으로 대역폭을 할당할 수 있는 호 수락 제어 방법을 제안한다.

Key Words : ATM, call admission control, self-similarity, multistage switch, shared buffer memory

### ABSTRACT

Network traffic measurements show that the data traffic on packet switched networks has the self-similar features which is different from the traditional traffic models such as Poisson distribution or Markovian process model. Most of the call admission control researches have been done on the performance analysis of a single network switch. It is necessary to consider the performance analysis of the proposed admission control scheme under interconnected switch environment because the data traffic transmits through switches in networks. From the simulation results, it is shown that the call admission control scheme may not operate properly on the interconnected switch even though the scheme works well on a single switch. In this paper, we analyze the cell loss probability, utilization and self-similarity of output ports of the interconnected networks switch by using shared buffer memory management schemes and propose the new call admission control scheme considering the interconnected network switches under self-similar traffic environments.

\* 순천향대학교 정보기술공학부 (kkw@sch.ac.kr)

논문번호 : KICS2005-01-045, 접수일자 : 2005년 1월 25일

\*본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R05-2003-000-10203-0) 지원으로 수행되었습니다.

## I. 서론

네트워크의 성능에 중요한 영향을 미치는 호 수락 제어(call admission control)절차는 한정된 대역폭을 갖는 시스템에서 사용자가 요구하는 서비스 질(quality of service)을 스위치가 현재 서비스하고 있는 트래픽과 함께 시스템내에 수락할 수 있는지 결정한다[1]. 따라서 이러한 호 수락 제어는 ATM 망에서 VBR 트래픽과 같은 불규칙한 트래픽 소스를 다룰 때 사용자가 요구하는 성능을 보장하기 위해 사용자가 이용할 수 있는 가장 나쁜 조건을 가정하여 대역폭을 할당함으로써 실제 필요로 하는 대역폭보다 많은 양의 대역폭을 할당할 수 있다. 즉 네트워크내의 대기시간 지연, 트래픽 형태등과 같은 요인으로 원래 사용자가 요구한 UPC(user parameter control) 등이 더 이상 유효하지 않을 수 있으므로 결과적으로 필요이상의 대역폭이 할당되어 대역폭의 낭비를 가져올 수 있다. 이와 같이 모델링에 기초한 호 수락 제어 방법의 단점을 보완하기 위해 측정에 기초한 호 수락 제어 방법이 제안되고 있다 [2,3,4,5]. 이 방법은 모델에 기초한 호 수락 제어 방법에서 사용하는 트래픽 파라미터들을 요구하지 않고 대신에 네트워크를 모니터링하고 적당한 시간 간격으로 들어오는 트래픽 흐름을 측정하여 호 수락 제어 방법에 의해 해당 연결을 허락한다. Tse 등 [6,7]이 측정방법에 있어서 평가 에러(estimation error), 측정 방법, 그리고 측정 간격 등에 관한 영향을 분석한 연구결과를 발표하고 있다. 이와 같이 측정 방법으로 얻은 통계 값을 구할 때 대부분의 연구 논문에서는 가우시안 근사(Gaussian approximation) 방법을 사용하나 트래픽이 self-similar 특성을 가질 경우 분산이 무한한 값을 갖게 되므로 중심극한 정리(central limit theorem)를 적용할 수 없으므로 가우시안 근사 방법을 사용할 수 없다. Self-similar 트래픽 환경에서 호 수락 제어는 I.Norros [8]가 제안한 모델을 응용한 연구[9,10,11,12,13]들이 진행되어 왔다.

위에 언급한 대부분의 연구 논문들은 단일 스위치를 가정하여 네트워크를 모델링하고 호 수락 제어 알고리즘의 성능을 분석하였다. 이러한 단일 스위치로 가정된 모델 하에서의 호 수락 제어 성능이 원활하게 동작한다 할지라도 스위치가 다단으로 상호 연결되었을 때의 성능과 다른 결과를 나타낼 수 있다.

특히 self-similar 트래픽이 라우팅을 통해 여러

스위치를 통과 할 때 스위치의 이용률에 따라 성능에 영향을 미치는 데이터의 손실률과 Hurst 파라미터 등이 변화하게 되므로 기존의 호 수락 제어는 이러한 트래픽의 특성 변화로 인한 효과를 제대로 반영할 수 없어 본래 의도 했던 대로 동작하지 않을 수 있기 때문이다.

본 논문에서는 공유 메모리를 갖는 버퍼관리 방법인 CS(complete sharing), SMXQ(sharing with maximum queue), PO(push-out)와 CP(complete partitioning)을 이용하여 다단으로 연결된 스위치의 입력포트에 self-similar 성질을 갖는 트래픽이 들어올 때 여러 스위치를 거치면서 나타나는 출력포트의 self-similarity 정도를 분석하고 각 스위치의 셀 손실률과 이용률(utilization)을 사용하여 스위치를 통과하면서 나타나는 트래픽의 특성변화에 적응할 수 있는 효과적인 대역폭을 할당할 수 있는 호 수락 제어 방식을 제안할 것이다. 제안된 대역폭 제어 방식을 이용하면 기존에 제안된 일반적인 스위치 대역폭 할당 방식으로 낭비되는 대역폭을 감소시킬 수 있으므로 제한된 자원을 보다 효율적으로 이용할 수 있을 것이다.

## II. 모델링

### 2.1 유효 대역폭

FBM(fractional brownian motion)은 Hurst 파라미터 H를 갖는 self-similar 프로세스이며, 시간 t에서 버퍼에 도착하는 데이터양을 식 (1)과 같이 가정한다[8].

$$A(t) = \mu t + \sqrt{a\mu} Z(t) \quad (1)$$

여기서,  $\mu$ 는 평균 도착률을 나타내고 a는 A(t)의 분산과 관련 있는 파라미터이며 Z(t)는 Hurst 파라미터 H를 갖는 FBM 프로세스이다.

Norros's 분석에 의한 버퍼 초과 확률은 식 (2)와 같다[8].

$$\max P(B > b) \sim \exp\left(-\frac{(C-\mu)^{2H}}{2a\mu[(1-H)^{1-H}H^H]^2} b^{2-2H}\right) \quad (2)$$

여기서, B는 큐의 길이를 나타내고 b는 버퍼 크기를 나타낸다. 그리고 C는 채널 용량을 나타낸다.

식 (2)로부터 식 (3)과 같은 하나의 소스를 갖는 시스템에서 요구하는 유효 대역폭을 구할 수 있다 [14].

$$C = \mu + [-2\alpha\mu \ln(\epsilon)(1-H)^{(1-H)}H^H] 2^b b^{2H-2} \frac{1}{2H} \quad (3)$$

여기서,  $\epsilon$ 은 버퍼초과 확률을 나타낸다.

또한, N개의 독립적인 동일한 특성의 소스를 갖는 시스템에서 요구하는 유효 대역폭은 다음 식 (4)로부터 구할 수 있다[14].

$$C = N\mu + N \frac{1}{2H} [-2\alpha\mu \ln(\epsilon)(1-H)^{(1-H)}H^H] 2^b b^{2H-2} \frac{1}{2H} \quad (4)$$

따라서 새로운 사용자가 서비스를 요구 할 때 시스템은 필요한 대역폭을 계산하기 위해 위의 식을 이용하여 만약 계산된 유효 대역폭이 채널 용량보다 작다면 사용자는 서비스를 받게 된다.

정상시간 시리즈  $X_i$ 는 중복되지 않는 길이가 m인 구간으로 구성되어 있다면 식 (5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$X^{(m)} = \frac{X_i + X_{i+1} + \dots + X_{i+m-1}}{m} \quad (5)$$

만약 FBM 프로세스로 도착한다고 가정하여 T시간 간격으로 표본화하면 식(1)은 식(6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$X(nT) = A(nT) - A((n-1)T) \quad (6)$$

그러므로 식 (1)로부터 식(7)을 얻을 수 있다[14].

$$\begin{aligned} E[X] &= \mu T \\ \text{Var}[X] &= \alpha\mu T^{2H} \end{aligned} \quad (7)$$

식 (7)로부터 구간 평균의 분산값을 얻을 수 있다.

$$\text{Var}[X^{(m)}] = \frac{\alpha\mu(mT)^{2H}}{(mT)^2} \quad (8)$$

식 (8)로부터 H 값을 계산하기 위해 variance-time plot 상에서 기울기를 구할 때 y축과 접하는 점을  $Y_0$ 라 하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$Y_0 = \log(\alpha\mu) \quad (9)$$

그러므로

$$\alpha = \frac{10^{Y_0}}{\mu} \quad (10)$$

이다.

### 2.2 다단 스위치 모델링

공유 메모리를 갖는 다단으로 구성된 스위치 모델을 시뮬레이션하기 위하여 그림1과 같이 3개의 스위치와 두 개의 입력 포트를 갖는 네트워크 모델로 가정한다. 네트워크 모델에 도착하는 트래픽( $\lambda_i, i=1,2$ )은 self-similar 성질을 갖는다고 가정하고, 각 단의 스위치들은 지수분포 서비스 시간( $=1/\mu_{ij}, \mu_{ij}$ : 스위치의 서비스율,  $i,j=1,2$ )을 갖는다고 가정한다. 또한 각각의 공유 버퍼의 개수를 150이라고 가정하고 포트 i를 위해 할당된 버퍼 개수를  $k_i$ 라고 가정한다. 각 스위치의 출력단에서 트래픽은 라우팅 확률  $p=0.5, q=0.5$ 의 확률로 랜덤하게 나뉘어 다음 스위치로 들어간다고 가정한다.

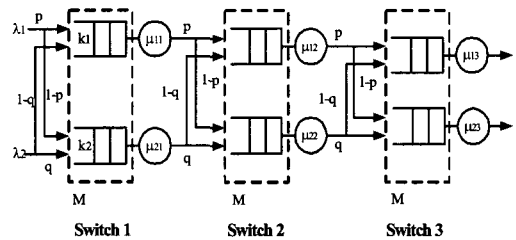


그림 1. Self-Similar 특성을 갖는 트래픽  $\lambda_1, \lambda_2$ 를 갖는 공유 메모리 스위치 모델

그림 1에서 CP방식은 각 포트에서 서버가 독립적인 버퍼를 사용하는 방식으로 각 포트에서 사용할 수 있는 버퍼 개수의 합은 전체 버퍼수와 같다. CS방식은 각 포트에서 서버가 모든 버퍼를 공동으로 사용하고 SMXQ방식은 각 서버사이에 버퍼를 공유하는 정도를 나타내는 파라미터를 설정하여 버퍼의 일부는 각 서버가 독립적으로 사용할 수 있으며 나머지 버퍼에 대해 서로 공유하는 방식이다. PO방식은 셀이 새롭게 도착할 때 공유하고 있는 모든 버퍼가 이미 모두 사용 중이어서 셀을 받아들일 수 없을 경우 새로운 셀을 받아들이고 기존에 버퍼를 점유하고 있는 셀 중에 하나를 블로킹하는 방식이다. 이때 블로킹하는 셀의 결정은 시스템의 상태에 따라서 혹은 셀의 우선순위 클래스에 따라서 결정될 수 있다. 본 논문에서는 셀이 도착할 때 모든 버퍼가 사용 중이어서 셀을 받아들일 수 없을 경우 새로운 셀을 위하여 버퍼에서 서비스를 기다리는 셀 중 가장 뒤에 있는 셀을 블로킹 시킨다고 가정한다.

### III. 성능분석

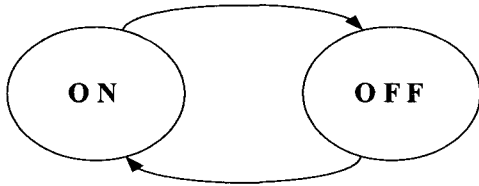


그림 2. ON/OFF 상태도

먼저 self-similar 특성을 갖는 트래픽[15,16,17]을 발생시키기 위하여 그림 2와 같은 on/off 두 가지 상태를 갖는 트래픽 모델을 가정한다. 그림 3에서 on 상태일 때 발생률이  $\lambda_p$ 인 지수분포의 트래픽이 발생하고, off 상태일 때는 트래픽이 발생하지 않는다고 가정하고 on/off 상태의 변화는 pareto 분포를 따른다고 가정한다.

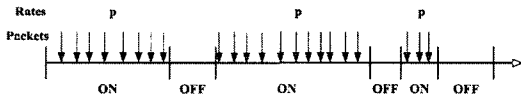


그림 3. ON/OFF 트래픽 모델

표 1. 두 개의 입력소스를 갖는 다단 스위치 모델의 대역폭을 할당하기 위한 파라미터

버퍼공유방식	스위치	스위치	스위치	
	11	12	13	
CP	H	0.6181	0.6219	0.6319
	$\alpha$	39495	37742	29818
	SU	0.51	0.73	0.73
	DA	25.3195	25.1710	25.1524
	BP	$1.1 \times 10^{-6}$	$7.3 \times 10^{-3}$	$3.5 \times 10^{-4}$
CS	H	0.6200	0.6238	0.6357
	$\alpha$	39400	37658	29801
	SU	0.51	0.73	0.73
	DA	25.3805	25.2269	25.1669
	BP	$5.3 \times 10^{-6}$	$6.6 \times 10^{-3}$	$1.4 \times 10^{-4}$
SM XQ	H	0.6131	0.6169	0.6336
	$\alpha$	39394	37739	29784
	SU	0.51	0.73	0.73
	DA	25.3845	25.1731	25.1810
	BP	$5.3 \times 10^{-6}$	$6.6 \times 10^{-3}$	$1.2 \times 10^{-4}$
PO	H	0.6098	0.6135	0.6420
	$\alpha$	39417	37690	29733
	SU	0.51	0.73	0.73
	DA	25.3695	25.2055	25.2241
	BP	$3.2 \times 10^{-6}$	$6.5 \times 10^{-3}$	$1.5 \times 10^{-4}$

H : Hurst parameter,  $\alpha$  : bits\*secs, SU : 스위치의 이용률, DA : 데이터의 도착률, BP : 블로킹 확률

표 1은 Self-similar 트래픽을 갖는 다단으로 이루어져 있는 스위치 환경에서 효과적인 대역폭 할당 방법을 분석하기 위해 각 스위치에 들어오는 self-similar 트래픽의 H값과  $\alpha$ 값, 데이터의 평균 도착률 그리고 시뮬레이션을 수행 후 얻은 스위치의 이용률과 블로킹 확률을 나타내고 있다.

표의 각 성분을 구하기 위하여 on/off 트래픽 모델로 가정하여 발생시킨 200만개의 self-similar 트래픽을 그림 1에 제안된 63600bits의 공유메모리를 갖는 다단 스위치 모델의 입력 데이터  $\lambda_1, \lambda_2$ 로 하여 시뮬레이션을 수행하였다. 각 스위치에서 필요한 유효 대역폭을 계산하기 위하여 variance-time plot 방법을 이용하여 H값과 식 (10)을 이용하여  $\alpha$  값을 계산하였다[18]. 또한, 각 스위치의 입력단에서 H값의 변화를 보면 스위치의 이용률이 51%에서 73%로 증가할 때 약 2~5%정도 H값이 증가하는 것을 알 수 있고 시뮬레이션 결과로부터 뒤에 연결된 스위치의 self-similarity는 앞에 위치하는 스위치의 영향을 받는다는 것을 알 수 있다. 즉, 스위치 11의 출력단의 H 값은 스위치 12의 입력단의 H 값과 동일하며 마찬가지로 스위치 12 출력단의 H 값은 스위치 13 입력단의 H 값과 같다. 그리고 위 표에는 나타나고 있지 않지만 시뮬레이션으로부터 스위치13의 출력단에서의 H 값은 버퍼 관리 방법에 관계없이 모두 스위치 13의 입력단의 H 값과 동일한 값을 얻을 수 있었으므로 각 출력단의 self-similarity는 뒤에 위치한 스위치의 이용률이 앞 스위치의 이용률과 같거나 작으면 뒤에 오는 스위치의 H값은 앞에 위치한 스위치의 H 값과 같은 결과를 얻을 수 있다[19]. 또한, 표에서 CP, CS, SMXQ 그리고 PO 방식 모두 두 번째 단과 세 번째 단의 스위치의 이용률이 73%로 같지만 스위치12보다 스위치13의 블로킹 확률이 상대적으로 적은 것을 알 수 있는데 이러한 현상은 앞에 위치한 스위치가 버퍼로서 역할을 수행하기 때문으로 판단된다.

표 2는 다단 스위치로 이루어진 모델의 유효대역폭 할당 방법에 대한 효과를 단일 스위치로 이루어진 모델과 비교하기 위하여 표 1에서 사용한 방법과 동일한 방법으로 시뮬레이션을 수행하여 얻은 값을 나타내고 있다. 표 1의 스위치13과 표 2를 비교해보면 스위치의 이용률이 73%로 같을 때 단일 스위치로 가정된 모델의 블로킹 확률이 앞단의 영향을 받는 다단 스위치로 이루어진 모델보다 상대적으로 블로킹 확률이 큰 것을 알 수 있다. 이런 현상은 위에서 언급한 바와 같이 앞단의 스위치가 뒤

표 2. 두 개의 입력소스를 갖는 단일 스위치 모델의 대역폭을 할당하기 위한 파라미터

버퍼공유 방식	CP	CS	SMXQ	PO
H	0.6240	0.6129	0.6164	0.6101
$\alpha$	39758	39698	39707	39692
SU	73	73	73	73
DA	25.15	25.19	25.18	25.19
BP	$8.0 \times 10^{-3}$	$7.4 \times 10^{-3}$	$7.0 \times 10^{-3}$	$7.0 \times 10^{-3}$
B(bits)	63600	63600	63600	63600

H : Hurst parameter,  $\alpha$  : bits\*secs, SU : 스위치의 이용률, DA : 데이터의 도착률, BP : 블로킹 확률, B : 버퍼크기

에 오는 스위치에 일종의 버퍼 역할을 수행함으로써 다단으로 이루어진 모델이 같은 스위치 이용률에도 불구하고 블로킹 확률이 작게 발생하는 것을 알 수 있다. 따라서 이러한 효과를 고려하지 않고 식 (4)를 이용하여 호 수락 제어 알고리즘을 적용한다면 다단으로 이루어진 스위치들에 실제 필요한 대역폭보다 많은 대역폭을 할당하게 되므로 대역폭의 낭비를 가져올 수 있다.

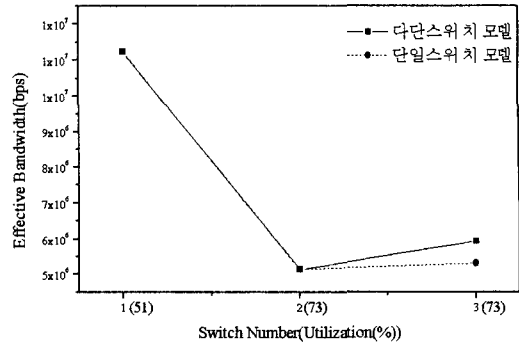


그림 6. 두개의 소스를 갖는 SMXQ의 대역폭 할당

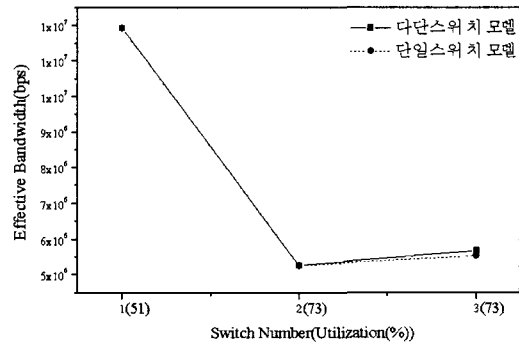


그림 7. 두개의 소스를 갖는 PO의 대역폭 할당

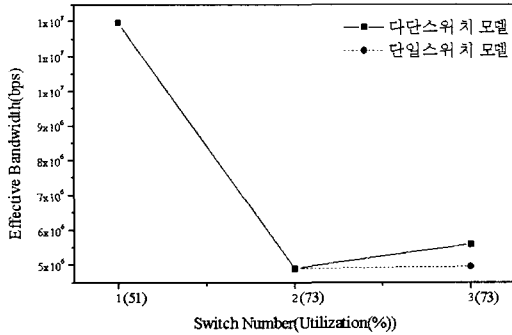


그림 4. 두개의 소스를 갖는 CP의 대역폭 할당

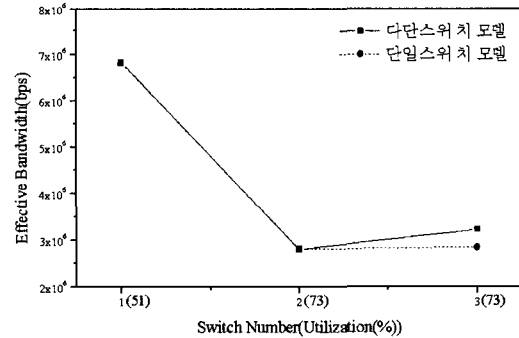


그림 8. 단일 소스를 갖는 CP의 대역폭 할당

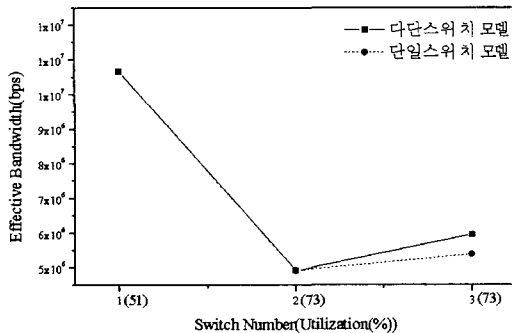


그림 5. 두개의 소스를 갖는 CS의 대역폭 할당

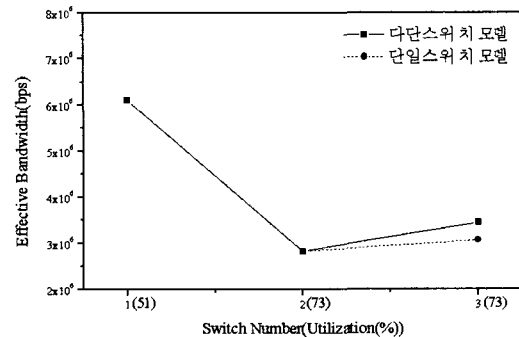


그림 9. 단일 소스를 갖는 CS의 대역폭 할당

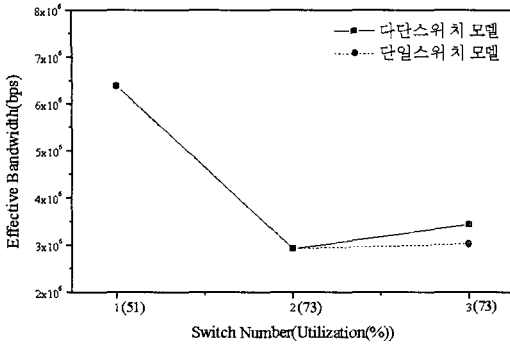


그림 10. 단일 소스를 갖는 SMXQ의 대역폭 할당

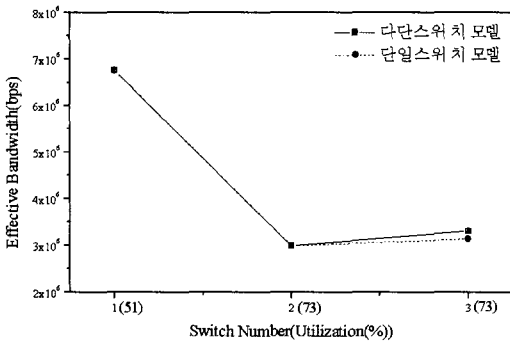


그림 11. 단일 소스를 갖는 PO의 대역폭 할당

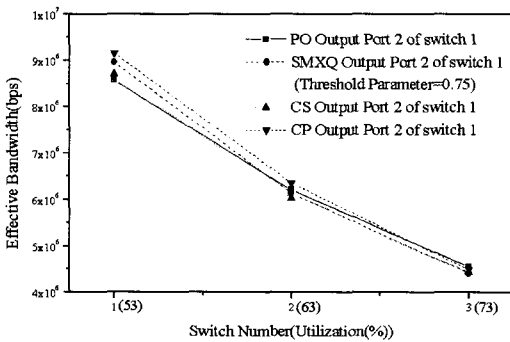


그림 12. 이용률이 증가할 때의 대역폭 할당

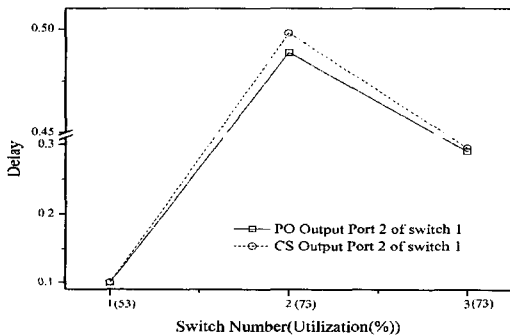


그림 13. 두개의 소스를 갖는 다단 스위치의 지연시간

이러한 현상을 구체적으로 설명하기 위해 그림 4-7은 표 1과 2의 값을 식 (4)에 대입하여 구한 CP, CS, SMXQ 그리고 PO 방식에서 각 스위치에 할당되는 유효 대역폭을 나타낸다.

그림 4는 CP 방식으로 구현된 다단으로 이루어진 모델의 첫 번째 스위치에 들어오는 트래픽이  $\lambda_1$  ( $H=0.6181$ ),  $\lambda_2(H=0.6230)$ 라 가정한다. 두 번째 스위치와 세 번째 스위치를 비교해 보면 이용률이 73%로 같지만 표 1에 나타난 것과 같이 블로킹 확률이 세 번째 스위치가 상대적으로 작으므로 스위치에 할당된 대역폭이  $5.58 \times 10^6 \text{bits/s}$ 로 두 번째 스위치에 할당된 대역폭  $4.89 \times 10^6 \text{bits/s}$ 보다 상대적으로 많은 대역폭을 할당함으로써 대역폭의 낭비를 가져온다.

그림 5는 CS 방식으로  $\lambda_1(H=0.6200)$ ,  $\lambda_2(H=0.6213)$ 라 가정하고 그림 6은 SMXQ 방식으로  $\lambda_1(H=0.6131)$ ,  $\lambda_2(H=0.6255)$ 라 가정하고 그림 7은 PO방식으로  $\lambda_1(H=0.6098)$ ,  $\lambda_2(H=0.6267)$ 라고 가정하여 시뮬레이션을 수행하였다. 세 번째 스위치에 단일 스위치로 존재할 경우의 유효 대역폭  $5.39 \times 10^6 \text{bits/s}$ ,  $5.31 \times 10^6 \text{bits/s}$ ,  $5.53 \times 10^6 \text{bits/s}$  등을 각각 할당함으로써 대역폭의 낭비를 줄일 수 있을 것이다.

따라서 위의 4가지 방식 모두 두 번째 스위치와 세 번째 스위치를 비교해 보면 이용률이 73%로 같지만 표 1에 나타난 것과 같이 블로킹 확률이 세 번째 스위치가 상대적으로 작게 나타나는 데 이것은 두 번째 스위치가 세 번째 스위치를 위한 버퍼 역할을 수행하므로 블로킹 확률이 작게 발생하는 것으로 볼 수 있다. 그러므로 식 (4)를 이용하여 유효 대역폭을 계산한다면 앞에 위치한 스위치의 버퍼 효과로 인한 세 번째 스위치에서의 블로킹 확률의 감소를 식(4)에 반영할 수 없으므로 이로 인해 세 번째 스위치에서는 실제 필요한 대역폭 보다 많은 대역폭을 할당하게 되므로 대역폭의 낭비를 가져온다. 그림에 나타난 것과 같이 CP, CS, SMXQ, PO 방식 모두 단일 스위치와 비교할 경우보다 최대 10% 이상의 대역폭 낭비가 있음을 알 수 있다. 단일 입력 소스를 나타내는 위의 그림 8-11의 경우에도 유사한 결과를 얻을 수 있음을 볼 수 있다.

한편, 그림 12와 같이 이용률이 스위치를 통과하면서 계속 증가할 경우 세 번째 스위치의 유효대역폭 할당을 살펴보면 단일 스위치의 경우보다도 작은 유효 대역폭을 할당하고 있으므로 이러한 경우에는 필요한 유효 대역폭 이상으로 할당 되지 않음을 알 수 있다. 그러므로 위의 결과로부터 데이터

트래픽 소스가 라우팅을 통해 중간 경유지의 여러 스위치를 거쳐 목적지에 도달할 경우에 각 스위치에서 필요한 유효 대역폭을 할당하기 위해서는 앞에 위치하고 있는 스위치의 이용률을 고려하는 것이 필요하다. 즉, 앞선 스위치의 이용률과 같거나 작을 때는 최대 필요 대역폭이 단일스위치로 이루어진 스위치의 대역폭을 초과하지 않으므로 스위치가 목적지까지 단독으로 존재할 때에 필요한 유효 대역폭을 할당함으로써 대역폭의 낭비를 방지할 수 있을 것이다.

그림 13은 그림 5와 동일한 모델과 입력 데이터를 사용하여 각 스위치에서의 지연 시간을 나타낸다. 그림에서와 같이 각각의 스위치에서 CS방식보다 PO방식의 지연시간이 상대적으로 더 짧은 것을 알 수 있다. 또한 같은 이용률을 가지는 두 번째 스위치와 세 번째 스위치를 비교해 보면 기대한 바와 같이 상대적으로 블록킹으로 인한 데이터의 손실이 많은 두 번째 스위치가 세 번째 스위치의 평균 지연시간보다 더 긴 것을 알 수 있다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 self-similar 트래픽 환경에서 공유 메모리를 갖는 버퍼관리 방법을 적용하여 고속 스위치망의 효과적인 대역폭 할당 방법을 제안하였다. 기존에 self-similar 환경에서 제안된 호 수락 알고리즘에 대한 성능 분석은 스위치가 단독으로 존재할 경우에만 이루어지고 있는 실정이다. 그러나 실제 트래픽은 소스에서 목적지까지 여러 스위치를 거쳐야 하므로 호 수락 알고리즘에 대한 성능 분석은 다단으로 연결된 스위치로 확장시키는 것이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 기존에 제안된 호 수락 알고리즘을 이용하여 스위치가 다단으로 연결되어 있을 경우의 성능 분석을 통하여 뒤에 위치하고 있는 스위치에 필요 이상의 유효 대역폭을 할당할 수 있음을 알 수 있었다. 즉, 대역폭 할당에 상당한 영향을 미치는 블록킹 확률은 앞단에 위치한 스위치가 버퍼 역할을 수행하므로 감소될 수 있다는 현상을 간과하고 있다. 그러므로 필요한 대역폭을 할당하기 위해서는 주변의 스위치 중에서 앞에 위치하고 있는 스위치의 이용률을 고려하는 것이 요구된다. 앞선 스위치의 이용률과 같거나 혹은 작을 때는 최대 필요 대역폭이 단일스위치로 이루어진 스위치의 대역폭을 초과하지 않으므로 스위치가 목적지까지 단독으로 존재할 때에 필요한 유효 대역

폭을 할당함으로써 대역폭의 낭비를 방지할 수 있을 것이다.

제안된 방법을 실제 ATM망에 적용함으로써 self-similar 현상으로 인한 시스템의 성능저하를 극복할 수 있고 대역폭의 효율적인 관리로 한정된 자원을 보다 효율적으로 사용할 수 있을 것이다.

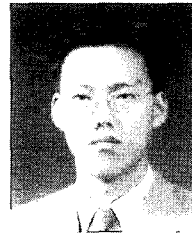
#### 참고 문헌

- [1] Sathaya. S, *ATM forum traffic management specification*. ver. 4.0, *ATM Forum*, Feb, 1996.
- [2] R. Gibbens and F. Kelly, "Measurement-based connection admission control," *15th International Teletraffic Congress*, pp. 879-888, Jun. 1997.
- [3] S. Jamin, P. B. Danizig, S. J. Shenker, and L. Zhang, "A measurement-based admission control algorithm for integrated services packet networks," *IEEE/ACM Trans. on Networking*, vol. 5, no. 1, pp. 56-70, Feb. 1997.
- [4] S. Jamin, S. Shenker and P. Danzig, "Comparison of measurement-based admission control algorithms for controlled-load service," *IEEE INFOCOM '97*, pp. 973-980, Apr. 1997.
- [5] W. W. Knightly and J. Qiu, "Measurement-based admission control with aggregate traffic envelope," *IEEE ITWDC '98*, Sep. 1998.
- [6] Tse, D. and Grossglauser, M, "Measurement-based call admission: analysis and simulations," *Proc. IEEE INFOCOM*, Japan, Apr, 1997.
- [7] Grossglauser, M and Tse, D, "A framework for robust measurement-based admission control," *Proc. ACM SIGCOMM*, France, Aug, 1997.
- [8] I. Norros, "A storage model with self-similar input," *Queueing Systems*, vol. 16, no. 2, pp. 387-396, 1994.
- [9] F. H. M. Chen, J. Mellor and P. Mar, "A hybrid approach for generating fractional Brownian motion," *IEEE GLOBECOM '96*, pp. 591-595, 1996.
- [10] A. Elwalid and D. Mitra, "Effective band-

- width of general markovian traffic sources admission control of high speed networks," *IEEE/ACM Trans. on Networking*, vol. 1, no. 3, pp.329-343, Jun. 1993.
- [11] B. B. Mandelbrot and J. W. Van Ness, "Fractional brownian motions," *fractional noises and applications. SIAM Rev.*, vol. 10, pp. 422-437, 1968.
- [12] J. R. M. Hosking. "Modeling persistence in hydrological time series using fractional differencing," *Water Resources Research*, vol. 20, no. 12, pp. 1898-1908, 1984.
- [13] A. Neidhardt and A. Erramilli, "Shaping and policing of fractal traffic," *ITC Specialists Seminar on Control in Communication*, pp. 253-264, 1996.
- [14] Stathis, Ch. and B. Maglaris, "Modeling the self-similar behavior of network traffic," *In the Proceedings of the 6th IFIP Workshop of Performance Modeling and Evaluation of ATM Networks*, 1998.
- [15] H. D. J. Jeong, D. McNickle and K. Pawlikowski, "A comparative study of three self-similar teletraffic generators," *Proc. European Simulation Multiconference ESM'99*, pp. 356-362, Jun. 1999.
- [16] H. D. J. Jeong, D. McNickle and K. Pawlikowski. "Fast self-similar teletraffic generation based on FGN and wavelets". *Proc. IEEE International Conference on Networks ICON'99*, Brisbane, IEEE Computer Society, pp. 75-82, Sep, 1999.
- [17] F. Bricchet, J. Roberts, A. Simonian, and D. Veitch, "Heavy traffic analysis of a storage model with long range dependent on/off sources," *Queueing Systems*, vol. 23, no. 2, pp. 197-215, 1996.
- [18] Droz. P, Le Boudec, *A high-speed self-similar ATM traffic generator including traffic parameter*, Technical Report RZ2854.
- [19] 김기완, 김두용, "다중 ATM 스위치의 Self-similar 트래픽 영향분석," *한국정보과학회 가을학술대회 논문집(III)*, 제30권, 2호, pp. 136-138, 2003.10.

김 기 완 (Ki wan Kim)

정회원



1996년 2월 순천향대학교 전자공학과 공학사

1998년 2월 순천향대학교 전자공학과 공학석사

2004년 2월 순천향대학교 전자공학과 공학박사

<관심분야> 이동통신, 컴퓨터통신, 트래픽 분석, 큐잉시스템

김 두 용 (Doo yong Kim)

정회원



1983년 2월 한양대학교 전자공학과 공학사

1987년 6월 미국 플로리다 공과대학 전기공학과 공학석사

1991년 12월 미국 미주리 주립대학 공학박사

1991년 삼성전자 선임 연구원  
1992년~현재 순천향대학교 정보기술공학부 교수  
2001년 9월~2002년 8월 USC(남기주대) 교환교수  
<관심분야> 이동통신, 컴퓨터통신 및 멀티미디어통신