

# 두개의 임계치를 갖는 부분 버퍼공유 우선도 방식의 성능 분석에 관한 연구

正會員 朴 光 塚\* 正會員 李 在 昊\*\*

## A Study on the Performance Analysis for Partial Buffer Sharing Priority Mechanism with Two Thresholds

Kwang-Chae Park\*, Jae-Ho Lee\*\* *Regular Members*

※ 본 논문은 조선대학교 학술연구 조성비에 의한 연구임

### 要 約

고품질 음성, 고속의 데이터 및 영상 등과 같은 멀티미디어 서비스는 통신망에서 기존에 제공하는 서비스에 추가될 것이다. 이와같은 서비스는 통신망에 대해서 새로운 요구를 발생시킨다. 우선순위 제어 메카니즘은 많은 통신 시스템에서 발생된 멀티미디어 서비스를 제어하는데 사용될 수 있다. 우선순위 메카니즘은 서비스 품질에 따라 발생된 정보에 우선순위를 부여하는 트래픽 제어 방식중의 하나로서 우선순위의 할당은 손실 민감도와 지연 민감도등과 같은 트래픽 특성에 대한 우선순위 기준에 의해서 나누어질 수 있다.

본 논문에서는 손실을 줄이는 트래픽 제어로서 부분버퍼 공유(PBS: Partial Buffer Sharing) 방식을 이용하고 Markov Chain을 이용한 해석 방법을 제안한다. 제안한 해석 방법을 검증하기 위해서 시뮬레이션 전용 언어인 SIMSCRIPT II.5를 이용해서 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 결과 제안한 해석방법이 타당함을 검증하였다. 또한 ATM 망에 결과를 적용했을때 ATM 망의 셀(Cell) 손실 확률을 구하였다.

### ABSTRACT

In the communication network, multimedia service such as high quality voice, high speed data, image etc. will be added to the existing service. This service generates new requirements for the communication networks. The priority control mechanism can be used to control multimedia traffics generated by many communication systems. The priority mechanism which assigns priorities to generated cells according to service quality is one of the traffic control. The priority assignment can be divided by priority criterion for each traffic characteristics such as loss sensitivity and delay sensitivity.

In this paper, we analyzed the partial buffer sharing(PBS) mechanism as a traffic control reduc-

\* 朝鮮大學校 電子工學科

Dept. of Elec. Eng. Chosun Univ.

\*\* 光云大學校 電子通信工學科

Dept. of Telecommunication Engineering Kwang Woon Univ.

論文番號: 94-38

ing the cell loss, and proposed analysis method. We analyzed the PBS mechanism using classical approach as a Markov chain.

In order to validate proposed analysis method, simulation is performed using simulation package, SIMSCRIPT II.5. From this results, we confirmed that proposed analysis method can be verified. Also, we presented cell loss probability of ATM networks when this results are to be applied to ATM networks.

## I. 서 론

통신기술의 발전에 힘입어 컴퓨터 네트워크는 급속한 발전을 이루어왔다. B-ISDN 구축의 근간이 되는 LAN에서 시작한 초보적인 통신 기술은 데이터, 영상, 음성 등의 다양한 특성의 통신 미디어(Media)들로 다중화됨에 따라 멀티미디어 트래픽(Multimedia Traffic)을 수용하기 위해서 각 미디어의 트래픽을 정확하게 파악해야만 한다.<sup>1</sup> 또한 정보의 전송시 네트워크에서 발생하는 혼잡에 따라서 서비스의 품질이 좌우되기 때문에 전송되는 트래픽을 효과적으로 처리하기 위해서 트래픽 제어를 위한 방법 등이 사용되어져야만 한다.

기존의 데이터 통신망이나 컴퓨터 통신망에서는 전송되는 패킷의 시간 지연에 의해서 네트워크의 성능이 좌우되었으나 ISDN을 지향하는 네트워크에서는 전송 지연보다는 전송 손실에 의해서 망의 성능이 크게 좌우된다. 이에 따라 망의 성능을 향상시키기 위해서는 우선도 방식(Priority Mechanism)을 사용한 트래픽 제어를 수행하여 전송 손실을 줄일 필요가 있다.

우선도에 대한 성능 분석은 G. L. Fultz<sup>2)</sup>가 고정 우선도 방식을 해석한 이래 C. McCoy<sup>3)</sup>, A. Livine<sup>4)</sup> 등이 우선도가 망에 끼치는 영향등을 해석하였다. 최근에는 B-ISDN의 전송 방식으로 사용되어지는 ATM에서 H. Kroner<sup>5)</sup>, G. Hebuterne<sup>6)</sup> 등이 우선도 방식을 해석하였다. ATM 망에서의 우선도 방식은 Push-Out 방식과 Partial Buffer 방식이 해석되고 있다. 그러나 해석 방법이 복잡하고 사용자 파라메타(Parameter)를 직접 운용하는데 어려운 점이 있다. 기존의 우선도 방식의 해석 방법에는 Transform, Matrix 등을 이용하여 계산하는 시간이 길어지고 결과를 구하는 과정 등이 복잡하고 어려워 직접 사용자 파라메타를 이용하는데 어려운 점이 따른다. 또한 시스템의 해석 방법이 복잡하여 해석 방법을 다른 환경에 응용하는데 어려움이 노출되었다.

본 논문에서는 기존의 복잡한 해석 방법을 지양하는 새로운 해석 방법으로 기본 부분 비퍼 공유방식(Partial Buffer Sharing Mechanism)을 Classical Approach인 Markov Chain을 이용하여 해석하는 방법을 제안한다. 또한 한개의 임계치를 확장하여 두개가 되었을 때의 부분 비퍼 공유 방식의 성능과 두개의 임계치가 갖는 효과를 분석하고 트래픽의 세기, 비퍼의 크기, 임계치의 크기 등을 변화시키면서 패킷의 손실확률을 구하였다. 또한 제한한 해석 방법의 타당성을 검증하기 위해서 SIMSCRIPT II.5<sup>7)</sup>를 이용하여 시뮬레이션을 수행하였으며 시뮬레이션 수행결과 제안한 해석 방법이 타당성이 있음을 확인하였다.

또한 제한한 해석 방법을 이용하여 해석한 우선순위 기법의 결과를 ATM 망에 적용하였을때 발생하는 셀(Cell) 손실 확률도 구하였다. 본 논문은 2장에서 우선도 방식에 대해서 설명하고 3장에서는 시스템의 모델링 및 해석 방법을 제안하며 4장에서는 시뮬레이션과 성능 분석 결과를 나타내고 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 우선도 제어 방식

네트워크에서는 각각의 서비스의 등급을 여러 종류로 분류하고 각 등급에 대해서 고유의 트래픽 특성을 부여한다. 이 서비스의 특성을 만족하는 트래픽은 지연에 민감한 것과 손실에 민감한 것으로 구분된다. 그러므로 이러한 트래픽 특성을 만족시키기 위해서 지연 우선도와 손실 우선도를 사용하여 트래픽을 제어한다.

우선도 제어 방식은 시간 우선도(Time Priority) 제어 방식과 공간 우선도(Space Priority) 제어 방식으로 구분 할 수 있다. 공간 우선도 제어 방식은 제한된 비퍼의 사용에 대한 우선 순위이며 시간 우선도 제어 방식은 대기 시간에서의 우선 순위를 결정하는 것이다. 또한 우선 순위의 패킷이 서비스 받을때 발생하는 환경에 따라서 Non-preemptive 우선도와

Preemptive 우선도의 두가지로 구분할 수 있다. Non-preemptive 우선도는 고 우선도 메시지가 버퍼에 도착하였을때 저 우선도 메시지가 서비스중에 있을 경우 저 우선도 메시지의 서비스가 끝날때 까지 기다렸다가 도착된 고 우선도 메시지에 대해서 서비스 하는 것을 말하며, Preemptive 우선도는 Non-preemptive 우선도와는 다르게 고 우선도 메시지가 도착하였을때 저 우선도 메시지가 서비스중 일지라도 저 우선도 메시지를 폐기시키고 도착된 고 우선도 메시지에 대해서 먼저 서비스를 행하는 방식이다.

2.1 시간 우선도 방식 (Time Priority Mechanism)

시간 우선도 방식은 고 우선도 메시지가 저 우선도 메시지에 비해서 적은 대기 시간을 갖고 서비스 되어지는 방식을 의미한다. 이러한 시간 우선도 방식에는 H. Cobham<sup>1)</sup>이 제안한 HOL(Head of-Line) 방식이 있다. HOL 우선도 방식은 고 우선도 메시지가 도착하였을 경우 저 우선도 메시지의 앞에서 대기하게 되는 방식이다. 같은 우선도 메시지인 경우에는 같은 우선도 메시지의 끝에서 대기하게 되고 FCFS(First Come First Service) 방식으로 서비스 받게 된다.

2.2 공간 우선도 방식 (Space Priority Mechanism)

공간 우선도 방식에는 경로 분리(Route Separation), Push Out 방식, 부분 버퍼공유 방식(Partial Buffer Sharing)의 세가지 방식이 있다. 이 세가지 방법중 성능면에서는 Push-Out 방법이 가장 우수한 성능을 갖지만 메시지의 축출과 교체 방식이 복잡하고 어려움이 있으며 또한 ATM 망에서는 셀의 Sequence 유지를 위한 버퍼 관리가 복잡한 단점이 발생하므로 유용한 방식이 아닌것으로 알려져 있다.<sup>2)</sup> 그러므로 효율이 다소 떨어지지만 버퍼 관리가 쉬운 부분 버퍼 공유 방식이 많이 쓰이고 있다. 경로 분리 방식은 위의 두 방식에 비해 성능이 우수하지 못하므로 많이 사용되지 않는다.

본 논문에서는 버퍼를 두개의 임계치를 갖는 부분 버퍼공유 방식으로 모델링하고 서비스 측면에서는 Non-preemptive 우선도를 고려하여 우선도 방식의 성능을 분석한다. 버퍼의 메시지의 점유는 첫번째 임계치까지는 고 우선도 메시지, 중간 우선도 메시지, 저 우선도 메시지가 모두 공유할 수 있도록 하였으며 첫번째 임계치를 넘어서면 두번째 임계치까지는 고 우선도 메시지와 중간 우선도 메시지가 버퍼를 점유하고 두번째 임계치 이상에서는 고 우선도 메시지만

버퍼를 점유할 수 있도록 부분 버퍼공유 방식을 모델링하고 메시지의 손실 확률을 구하였다.

III. 시스템 모델링과 해석

전체 버퍼의 크기를 N으로 제한하고 첫번째 임계치 n1까지는 모든 우선도 메시지가 버퍼를 점유하고 첫번째 임계치를 지나 두번째 임계치 n2까지는 첫번째 우선도와 두번째 우선도 메시지가 버퍼를 점유한다고 가정하였으며 두번째 임계치를 지나서는 고 우선도 메시지만이 버퍼를 점유한다. 각 우선도 메시지의 도착 과정은 서로 독립이며 Poisson 분포를 이룬다고 가정하여 M/M/1/K 큐잉 모델로 해석하였다. 각 우선도 메시지의 도착률 관계는 다음 식 (1)과 같이 정의한다.

$$\lambda_t = \lambda_H + \lambda_M + \lambda_L \tag{1}$$

- $\lambda_t$  : 세가지 우선도 메시지의 전체 도착률
- $\lambda_H$  : 고 우선도 메시지의 도착률
- $\lambda_M$  : 중간 우선도 메시지의 도착률
- $\lambda_L$  : 저 우선도 메시지의 도착률

고 우선도 메시지와 중간 우선도 메시지의 도착률은 식 (2)와 같이 정의 한다.

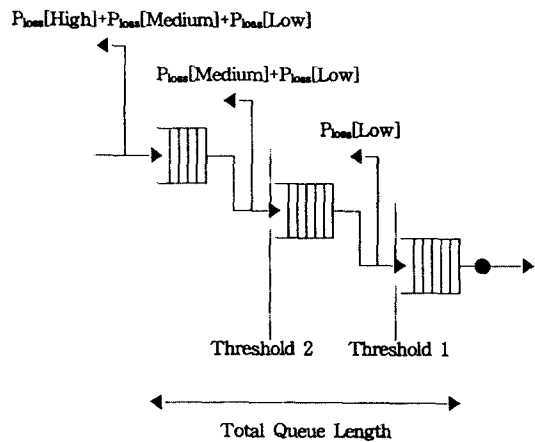


그림 2. 두개의 임계치를 갖는 부분 버퍼공유 방식의 큐잉 모델  
Fig. 2. The queuing model of partial buffer sharing mechanism with two thresholds

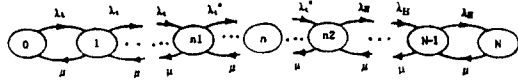


그림 3. 두개의 임계치를 갖는 부분 버퍼공유 방식의 상태 전이도

Fig. 3. The state transition diagram of partial buffer sharing mechanism with two thresholds

$$\lambda_i^* = \lambda_{H1} + \lambda_{M1} \quad (2)$$

식 (1)과 식 (2)에서 정의한 세개의 우선도 메시지가 버퍼에 도착해서 점유하는 부분으로 버퍼를 보직화하기 위해서 그림 2와 같이 버퍼를 모델링 한다.

그림 2에서 고려한 버퍼 모델을 Markov Chain을 이용하여 해석하기 위해서 그림 3과 같은 상태 전이 다이어그램을 그릴 수 있다.

그림 3의 상태 전이도로부터 각 상태에 대한 평형 방정식(Balance Equation)을 세워 각 상태에서의 전이 확률을 구하면 식 (3)과 같은 상태 전이 확률을 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} P_1 &= (\lambda_1/\mu) P_0 \\ P_2 &= (\lambda_1/\mu)^2 P_0 \\ P_3 &= (\lambda_1/\mu)^3 P_0 \\ &\vdots \\ P_{n1} &= (\lambda_1/\mu)^{n1} P_0 \\ P_{n1+1} &= (\lambda_1/\mu)^{n1} (\lambda_i^*/\mu) P_0 \\ &\vdots \\ P_{n2} &= (\lambda_1/\mu)^{n1} (\lambda_i^*/\mu)^{n2-n1} P_0 \\ P_{n2+1} &= (\lambda_1/\mu)^{n1} (\lambda_i^*/\mu)^{n2-n1} (\lambda_{H1}/\mu) P_0 \\ &\vdots \\ P_N &= (\lambda_1/\mu)^{n1} (\lambda_i^*/\mu)^{n2-n1} (\lambda_{H1}/\mu)^{N-n2} P_0 \end{aligned} \quad (3)$$

식 (3)은 일반적인 Birth-Death 프로세스이지만 그림 3에서 나타낸 상태 전이 다이어그램의 임계치를 나타내는 경계면에서는 도착 메시지의 우선도에 따라 버퍼 점유 상태가 바뀌므로 버퍼내의 메시지 손재 확률인  $P_N$ 이 바뀌게 된다. 그리고 확률의 합이 "1"이라는 사실을 이용하면 식 (4)에서와 같이  $P_N$ 을 확률의 합으로 나타낼 수 있다.

$$\sum_{i=0}^N P_i = 1 \quad (4)$$

(4)식에서 초기 확률  $P_0$ 를 구하기 위해서 식 (4)를 식 (5)와 같이 바꾸고 임계치에서의 확률값을 흐름 보존의 법칙(Flow Conservation Law)을 적용하여 평형 방정식을 풀면 식 (5)로부터 식 (6)과 같이 초기 확률값  $P_0$ 를 구할 수 있다.

$$P_0 + \sum_{i=1}^N P_i = 1 \quad (5)$$

$$\begin{aligned} P_0 &= 1 + \sum_{i=1}^{n1} (\rho_{H1} + \rho_{M1} + \rho_{L1})^i + (\rho_{H1} + \rho_{M1} + \rho_{L1})^{n1} \\ &\quad + \sum_{i=n1+1}^{n2} (\rho_{H1} + \rho_{M1})^{i-n1} + (\rho_{H1} + \rho_{M1} + \rho_{L1})^{n1} \\ &\quad + (\rho_{H1} + \rho_{M1})^{n2-n1} + \sum_{i=n2+1}^N \rho_{H1}^{i-n2} \end{aligned} \quad (6)$$

- $\rho_{H1} (= \lambda_{H1}/\mu)$  : 고 우선도 메시지의 트래픽 세기
- $\rho_{M1} (= \lambda_{M1}/\mu)$  : 중간 우선도 메시지의 트래픽 세기
- $\rho_{L1} (= \lambda_{L1}/\mu)$  : 저 우선도 메시지의 트래픽 세기
- $n1$  : 첫번째 임계치     $n2$  : 두번째 임계치
- $N$  : 전체 버퍼의 크기

세가지 우선도의 메시지가 제한된 버퍼를 공유하고 각 우선도 메시지에 대한 임계치가 다르므로 각 우선도 메시지에 대한 손실률이 각각의 임계치에서 발생할 수 있다. 저 우선도 메시지는 첫번째 임계치까지는 손실이 없지만 첫번째 임계치를 넘어서 도착할때는 메시지 손실이 발생하게 된다. 따라서 저 우선도 메시지의 손실 확률은 식 (7)과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} P_{Loss|Low} &= \sum_{i=n2+1}^N P_i \\ &= \sum_{i=n2+1}^{n2} \rho_{H1}^{i-n2} (\rho_{H1} + \rho_{M1})^{i-n1} P_0 \\ &\quad + \sum_{i=n2+1}^N \rho_{H1}^{i-n2} (\rho_{H1} + \rho_{M1})^{n2-n1} \rho_{H1}^{i-n2} P_0 \end{aligned} \quad (7)$$

중간 우선도 메시지는 두번째 임계치까지는 손실이 발생하지 않지만 고 이상에서는 중간 우선도 메시지에 대한 버퍼의 점유권이 제한되므로 손실이 발생

한다. 그러므로 중간 우선도 메시지의 손실 확률은 저 우선도 메시지의 손실 확률을 구할때와 마찬가지로 식 (8)과 같이 구할 수 있다.

$$P_{Loss}[Medium] = \sum_{i=n_2+1}^{\infty} P_i$$

$$= \sum_{i=n_2+1}^{\infty} \rho_i^{n_1} (\rho_H + \rho_M)^{n_2-n_1} \rho_H^{i-n_2} P_0 \quad (8)$$

고 우선도 메시지의 손실은 제한된 버퍼가 포화(Saturation)된 이후에 도착하는 메시지에 대해서 발생할 것이다. 따라서 고 우선도 메시지의 손실 확률은 식 (9)와 같이 전체 버퍼 점유 확률로서 나타낼 수 있다.

$$P_{Loss}[High] = \rho_i^{n_1} (\rho_H + \rho_M)^{n_2-n_1} \rho_H^{N-n_2} P_0 \quad (9)$$

세가지 우선도를 갖는 메시지의 전체 손실 확률은 각 우선도 메시지의 손실 확률의 합으로 식 (10)과 같이 구할 수 있다.

$$P_{Loss}[Total] = \frac{\lambda_L}{\lambda_t} P_{Loss}[Low]$$

$$+ \frac{\lambda_M}{\lambda_t} P_{Loss}[Medium]$$

$$+ \frac{\lambda_H}{\lambda_t} P_{Loss}[High] \quad (10)$$

#### IV. 성능 분석

본 장에서는 제안한 해석방법의 타당성을 검증하기 위하여 수행한 시뮬레이션 결과와 해석 결과를 비교하고 각각의 버퍼의 메시지 손실률과 ATM 망에 응용했을때의 셀 손실 확률을 나타낸다.

시뮬레이션은 SIMSCRIPT II.5를 이용하여 수행하였다. 메시지를 약 80만개 이상을 발생시켜서 시스템의 정상 상태(Steady state)에서 결과를 구하였다. 약 80만개의 메시지를 발생시키는데 PC 386에서 약 2시간 정도가 소요되었다. 시뮬레이션 시간은 적용한 트래픽 세기(Traffic Intensity)에 따라 차이를 보인다. 고 트래픽 세기일 수록 80만개의 메시지를 발생시키는 시뮬레이션의 수행시간이 적다. 시뮬레이션의 각각의 모듈(Module)은 Preamble, Main, In-

itial, Arrival, Departure, Stop.sim의 6개로 구성하였다. 메시지의 발생은 포아송(Poisson) 프로세스를 이용하여 수행하였으며 발생시킨 메시지의 서비스는 지수(Exponential) 분포 프로세스를 이용하여 처리하였다. 메시지의 발생 즉, 난수(Seed)의 발생은 논문에서 고려한 환경을 그대로 서술하였다. SIMSCRIPT II.5는 English likely 프로그래밍 방식을 이용하는 것으로서 일반 범용 프로그램 언어와는 다른 특성을 갖는다. 본 논문에서는 SIMSCRIPT II.5에서 제공하는 방식중 Event Scheduling 방식을 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다.

그림 4에서는 전체 버퍼의 크기가 7, 첫번째 임계치 n1이 3, 두번째 임계치 n2가 5일때 각 트래픽 세기(Traffic Intensity)에 따른 메시지의 손실 확률을 나타내고 있다. 저 우선도와 중간 우선도의 손실 확률은 시뮬레이션 결과와 수학적 해석 방법의 결과가 거의 일치함을 알 수 있다. 그러나 고 우선도 메시지의 손실률은 트래픽 세기가 작을수록 오차가 커짐을 알 수 있다.

그림 5에서는 그림 4에서의 조건과 일치시키고 단지 버퍼의 크기와 각각의 임계치를 변화시켰을 때의 결과를 나타낸 것이다. 그림 4와는 달리 고, 중간, 저

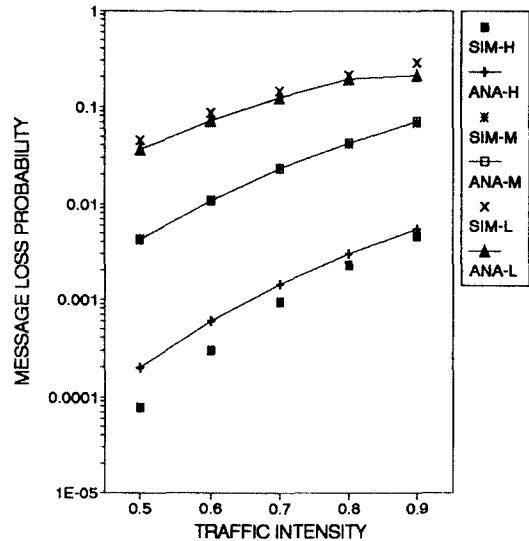


그림 4. 시뮬레이션과 제안한 해석방법의 메시지 손실확률의 비교

Fig. 4. Comparison of message loss probability of simulation and proposed analysis method (Buffer : 7, Th-1 : 3, Th-2 : 5)

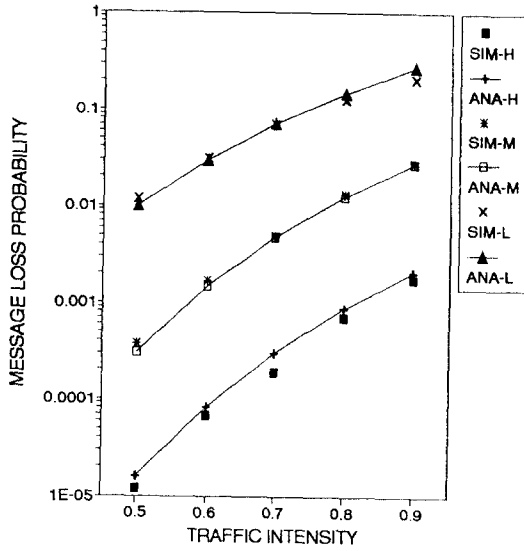


그림 5. 시뮬레이션과 제안된 해석방법의 배제지 손실확률의 비교

Fig. 5. Comparison of message loss probability of simulation and proposed analysis method (Buffer:10, Th-1:5, Th-2:8)

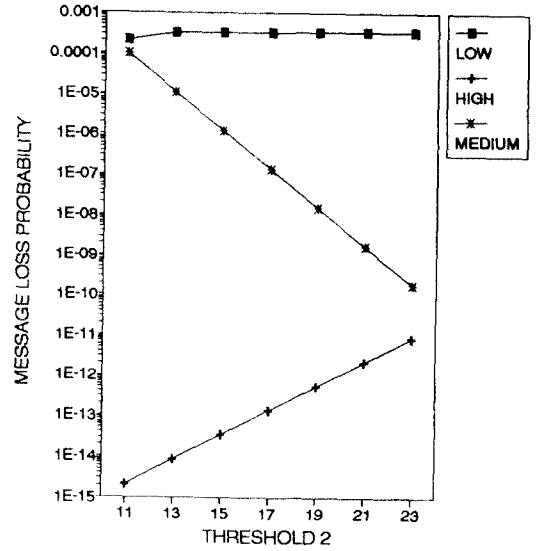


그림 7. 두번째 임계치의 변화에 따른 배제지 손실 확률

Fig. 7. The message loss probability according to 2nd threshold variation (Buffer:25, Th-1:10, Traffic Intensity:0.5)

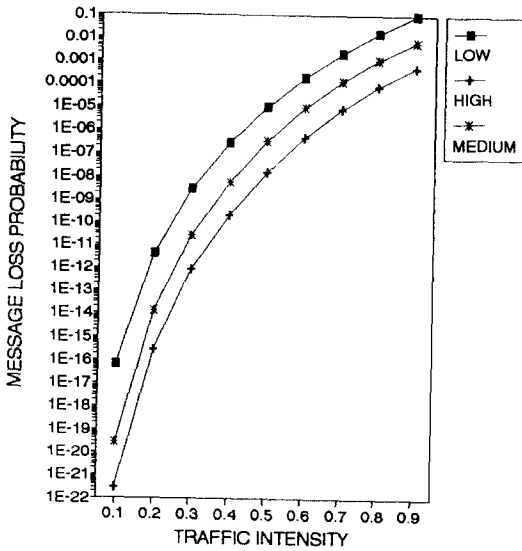


그림 6. 두개의 임계치를 갖는 부분비교공유방식의 배제지 손실확률

Fig. 6. The message loss probability of PBS mechanism with two thresholds (Buffer:20, Th-1:15, Th-2:18)

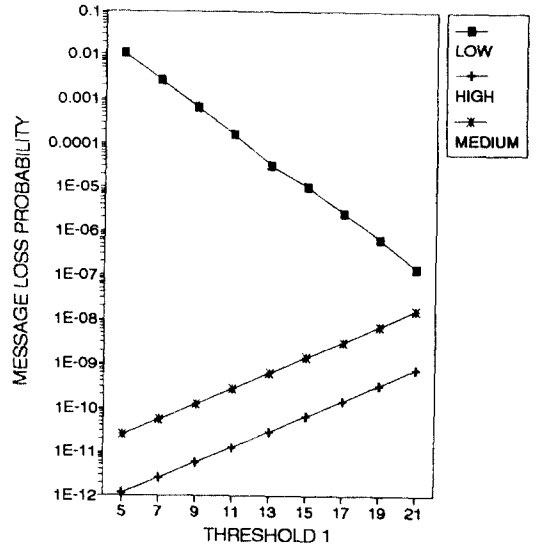


그림 8. 첫번째 임계치의 변화에 따른 배제지 손실 확률

Fig. 8. The message loss probability according to 1st threshold variation (Buffer:25, Th-1:23, Traffic Intensity:0.5)

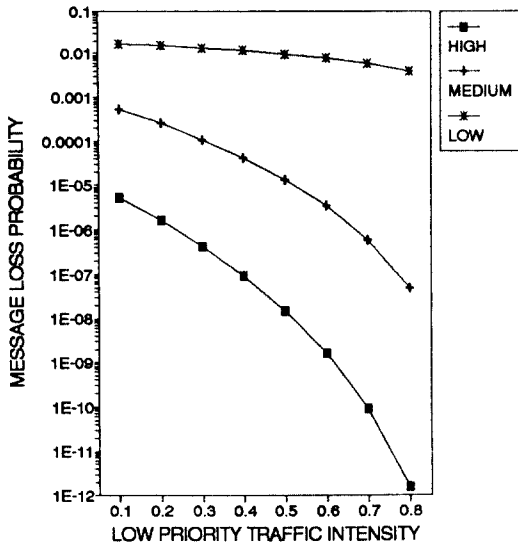


그림 9. 저 우선도 메세지 트래픽 양의 변화에 따른 메세지 손실 확률

Fig. 9. The message loss probability according to variation of low priority message traffic intensity (Buffer : 20, Th-1 : 10, Th-2 : 16)

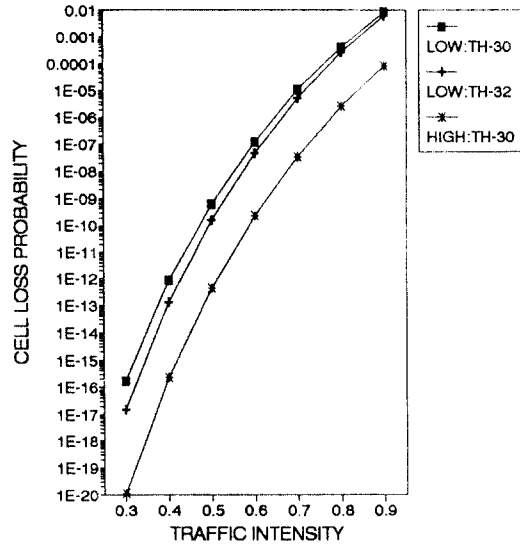


그림 11. 트래픽 세기에 따른 ATM 망의 셀 손실 확률

Fig. 11. The cell loss probability of ATM network according to traffic intensity (Buffer : 35, Th : 30, Th : 32)

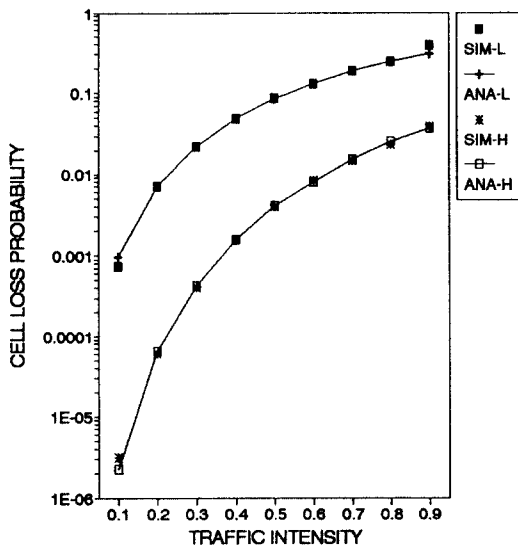


그림 10. ATM 망에서의 제안한 해석 방법과 시뮬레이션의 셀 손실확률의 비교

Fig. 10. Comparison of cell loss probability of proposed analysis method and simulation in ATM network. (Buffer : 5, Th-1 : 3)

우선도 메세지의 손실확률이 시뮬레이션과 결과와 제한한 해석방법의 결과가 거의 일치함을 알 수 있다. 그림 4와 5에서 트래픽 세기를 0.5 이상으로 제한한 것은 시뮬레이션 특성상 0.5 이하에서의 메세지 손실확률을 구하는것이 매우 어렵기 때문에 제한하였다.

그림 4와 5에서 해석방법의 타당성을 입증하였으므로 수학적 분석을 통하여 메세지의 손실확률을 광범위하게 나타낸다.

그림 6에서는 버퍼가 20, 첫번째 임계치 n1이 15, 두번째 임계치 n2가 18일때의 메세지 손실확률을 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 트래픽 세기에 절대적으로 메세지의 손실이 영향을 받음을 알 수 있다.

부분비파괴용방식의 성능에는 임계치의 한당이 각각의 우선도 메세지의 손실에 큰 영향을 미친다.

그림 7에서는 트래픽 세기가 0.5, 버퍼 크기가 25, 첫번째 임계치가 10일때 두번째 임계치 n2의 변화에 따른 메세지 손실확률을 나타내고 있다. 그림 7에서 알 수 있듯이 두번째 임계치가 증가할 수록 고 우선도 메세지의 손실은 증가하고 중간 우선도 메세지의 손

실은 감소하지만 저 우선도 메시지의 손실은 두번째 임계치의 변화에 따라 변함이 없음을 알 수 있다.

그림 8에서는 첫번째 임계치의 변화에 따른 메시지 손실 확률을 나타내고 있다. 첫번째 임계치  $n_1$ 이 증가함에 따라 고 우선도와 중간 우선도 메시지의 손실 확률은 증가하고 저 우선도 메시지의 손실 확률은 감소함을 알 수 있다.

그림 9에서는 세개의 우선순위를 갖는 메시지의 입력 트래픽 세기의 비를 달리 했을때의 손실 확률을 나타내고 있다. 전체 트래픽의 세기를 0.7로 고정하고 우선도 메시지의 트래픽 세기를 전체 트래픽 세기의 10%~80%까지 변화시켰을 때의 손실확률을 나타낸 것이다. 이때 고 우선도와 중간 우선도 메시지의 입력비는 1:1로 유지하였다. 그림 9에서 알 수 있듯이 저 우선도의 메시지는 저 우선도 메시지의 트래픽 양보다는 고 우선도와 중간 우선도 메시지의 양에 많은 영향을 받음을 알 수 있다.

이와 같이 분석한 결과를 ATM 망에 적용하기 위해서는 ATM 망에서 허용하는 셀 우선순위에 따라 임계치를 한개로 축소하여야 한다. ATM 셀의 CLP (Cell Loss Probability) 비트가 1비트 이므로 셀의 우선순위를 고 우선도와 저 우선도로 나눈다.

그림 10에서는 본 논문에서 제안한 두개의 임계치에 대한 해석을 한개의 임계치로 변화시켰을때의 시뮬레이션과 해석 방법의 결과를 비교한 것이다. 두개의 임계치를 고려했을때 보다 더욱 정밀하게 두개의 결과가 일치함을 알 수 있다. 그림 10은 버퍼의 크기가 5, 임계치가 3일때의 결과를 나타낸 것이다. 그림 10에서도 마찬가지로 버퍼의 크기가 증가하면 시뮬레이션 결과 추출이 어려워지므로 버퍼의 크기를 최소로 하여 결과를 나타냈다.

ATM 망에서 보장해야 하는 고 우선도 셀과 저 우선도 셀의 손실확률을 만족시키는 버퍼의 크기와 임계치를 그림 11에서 나타냈다.

고 우선도의 셀은  $10^{-6}$ 의 셀 손실확률을 보장해야 하고 저 우선도 셀은  $10^{-3}$  정도의 셀 손실확률을 보장해야만 한다. 그림 11에서는 버퍼의 크기를 35, 임계치를 30과 32로 했을때의 결과를 나타낸 것이다. Medium 트래픽 세기라고 할 수 있는 0.4~0.7의 트래픽 세기에서 셀의 손실확률을 충분히 보장할 수 있음을 알 수 있다.

## V. 결 론

본 논문에서는 우선도 방식으로 부분 버퍼공유방식을 적용하고 Classical Approach인 Markov chain을 이용하여 해석하는 방법을 제안하였다. 기존의 해석 방법은 Transform을 이용하거나 Matrix 형태로 결과를 유추하였으므로 직접 사용자 파라메타를 적용하는데 많은 문제점이 발생하였다. 본 논문에서 제시한 해석 방법은 전이 확률을 이용한 평형 방정식 (Balanced Equation)을 유도하여 메시지 존재 확률을 구하였는데 이러한 해석 결과는 매우 간단하면서도 비교적 정확한 결과를 얻을 수 있었다. 제안한 해석 방법은 시뮬레이션을 수행하여 결과의 타당성을 입증하였다. 시뮬레이션은 SIMSCRIPT II.5를 이용하여 IBM PC 386에서 수행하였다.

제안한 해석 방법을 이용하여 여러개의 우선도를 허용하는 네트워크에서의 적용을 위하여 기존의 한개의 임계치를 갖는 PBS 메카니즘을 두개의 임계치로 확장하여 성능을 분석하였다. 임계치 확장에 따라 각각의 우선도 메시지의 손실 확률을 어느 정도 줄일 수 있음을 알 수 있었다. 또한 전체 버퍼의 크기와 각각의 우선도에 할당된 임계치의 값의 크기가 성능에 절대적인 영향을 미친다는 것도 알 수 있었다.

성능 분석 파라메타를 트래픽 세기, 버퍼의 크기, 각각의 우선도에 할당된 임계치등을 사용하여 메시지 손실 확률을 구하였다. 또한 ATM 망의 스위칭 노드(Switching Node)와 멀티플렉서(Multiplexer)에서 폭주 현상이 발생했을때 트래픽 제어를 위해 적용하는 경우를 고려하여 두개의 우선순위를 허용하는 PBS 기법의 셀 손실 확률에 대한 결과를 시뮬레이션을 이용하여 구하였다.

두개의 우선순위를 허용하는 ATM 망에서 PBS 기법을 이용하였을때 고 우선도 셀과 저 우선도 셀의 손실 확률을 구한 결과 ATM 망에서는 버퍼의 크기를 약 35, 임계치의 기준을 약 30~32 정도로 하면 Medium 트래픽 세기인 0.4~0.7 정도의 트래픽을 처리할때 고 우선도 셀과 저 우선도 셀의 품질을 만족할 수 있는 셀의 손실을 보장함을 알 수 있었다.

본 논문에서 제안한 해석 방법은 매우 간단한 형태이므로 기존의 네트워크의 성능을 분석하거나 B-ISDN 등의 트래픽 제어 기술을 개발하는데 유용하게 사용될 수 있을 것이다. 그러나 본 논문에서 제안한 해석 방법은 Markov Chain의 전이 확률을 이용하였으므로 일반적인 트래픽 특성을 표현하는데 제한이 많이 따른다. 이러한 문제점을 보완하여 간단하면서도 정확한 결과를 얻을 수 있는 해석 방법을 개발하는 것



이 앞으로 과제가 될 것이다.

### 참 고 문 헌

1. Gillian M. Woodruff, "Multimedia Traffic Management Principles for Guranteed ATM Network Performance," IEEE JSAC, Vol. 8, No. 3, pp. 437-446, April, 1990.
2. G. L. Fultz, "Adaptive Routing Techniques for Message Switching Computer Communication Networks," UCLA, ENG-7252, July, 1972.
3. C. McCoy, "Effects of a Priority Discipline in Routing for Packet Switched Networks," IEEE Trans. on Comm, Vol. COM-24, No. 5, pp. 506-516, May, 1976.
4. A. Livine, "Dynamic Routing in Computer Communication Networks," Ph. D. disseration, Dep. of E. Polytechnic Institute of New York.
5. H. Kroner, "Priority Management in ATM Switching Node," IEEE JSAC, Vol. 9, No. 3, pp. 418-427, April, 1991.
6. G. Hebuterne, "Analysis of Priority Queue with Delay and/or Loss Sensitive Customer," Proceeding 7th ITC Seminar, 1990.
7. G. Hebuterne, "A Space Priority Queueing Mechanism for Multiplexing ATM Channel," Computer Networks and ISDN Systems, (20) 1990, pp. 37-43.
8. CACI, SIMSCRIP II.5 Reference Manual, Los Angeles, 1983.
9. H. Cobham, "Priority Assignment in Waiting Line Problems," Operation Research, No. 2, pp. 70-76, 1964.



朴 光 塚(Kwang Chae Park) 正會員  
 1951년 2월 27일생  
 1975년 2월 : 조선대학교 전자공학과(공학사)  
 1980년 2월 : 조선대학교 대학원 전자공학과(공학석사)  
 1988년 9월 ~ 현재 : 광운대학교 대학원 전자통신공학과(박사과정 수료)

1975년 3월 ~ 현재 : 조선대학교 공과대학 전자공학과 교수  
 ※주관심분야 : 데이터 통신과 프로토콜, 광대역 정보통신, ATM Network



李 在 昊(Jae Ho Lee) 正會員  
 1934년 5월 26일생  
 1968년 2월 : 광운대학교 통신공학과(공학사)  
 1978년 2월 : 단국대학교 대학원 전자공학과(공학석사)  
 1988년 8월 : 경희대학교 대학원 전자공학과(공학박사)

1970년 ~ 현재 : 광운대학교 전자통신공학과 교수  
 1985년 ~ 현재 : 광운대학교 통신과학 연구소 소장  
 1980년 ~ 1992년 : 한국통신학회 이사 역임  
 1990년 ~ 현재 : 한국전산원 전자통신표준화 연구위원회 위원  
 1980년 ~ 현재 : 한국전기통신공사 협회 하도급 분쟁조정위원  
 ※주관심분야 : 데이터 통신, 통신망 제어, 디지털 교환기