

## ATM 망에서 우선순위를 갖는 이산시간 큐잉시스템의 분석

正會員 金承煥\*

### Analysis for the Discrete-Time Queueing System with Priority in ATM Networks

Seung Hwan Kim\* Regular Members

---

본 논문은 94년도 충청전문대학 교내연구과제의 수행결과임

---

#### 要 約

고정길이의 패킷전송 구조로 이루어진 ATM은 B-ISDN을 실현할 수 있는 방식으로 주목되고 있으며, 패킷길이가 고정되어 있기 때문에 사용자에게 다양한 서비스의 제공이 가능할 수 있다. 본 논문에서는 CBR과 ON/OFF의 두 종류의 트래픽원이 ATM 망에 가해지는 경우 CBR에 우선순위를 주어 각 종류마다 유한 크기의 큐를 갖도록 하는 이산시간 큐잉모델을 분석하였다. ON/OFF와 CBR에 대한 각 셀손실률의 계산식을 유도하였고, 수치 계산예를 통해 셀손실률을 분석하였다. 그 결과, 트래픽량이 적은 부분에서는 큐의 크기에 따라 CBR의 셀손실률이 급격히 감소되기 때문에 큐의 크기를 조금만 크게 해주어도 높은 GOS의 셀손실률을 만족할 수 있었다. 또한, ON/OFF는 CBR보다 우선순위가 낮기 때문에 주어진 GOS내에서 되도록 많은 수의 ON/OFF 입력원을 수용하기 위해서는 CBR의 트래픽량을 적게 수용하거나, 버스트지수가 큰 ON/OFF 입력원을 다중화시킬때 가능하였다.

#### ABSTRACT

Asynchronous Transfer Mode(ATM) has a fixed-length packet transport scheme. It is one of promising proposals in Broadband ISDN(B-ISDN). Since the packet length is fixed, it can be potentially to perform the various service to users. In this paper, a discrete-time queueing model in ATM networks which input sources have CBR and ON/OFF that CBR cells have higher priority than ON/OFF is considered, and the two-queue system which each type of input sources has a finite queue size is analyzed. The cell loss probabilities for each type of the CBR and ON/OFF are derived, and are also analyzed through some numerical examples. As a result, since the CBR cell loss probability is rapidly decreased according to queue size in the low traffic load, the high GOS is realized in small queue size. And, since ON/OFF cells have lower priority than CBR cells, lower traffic load of the CBR must be accommodated and higher bursty ON/OFF sources must be multiplexed so that larger number of ON/OFF sources can be accommodated in given GOS.

---

\* 충청전문대학 전자통신과  
Dept. of Electronic Communication Eng.,  
Chung Cheong College  
論文番號 : 95202-0601  
接受日字 : 1995年 6月 1日

## I. 서론

음성, 데이터, 화상등 여러종류의 통신 서비스를 효율적으로 제공하는 광대역 통신망에 대한 요구가 높아졌고, 이것을 실현하는 통신방식으로서 비동기 전달모드(ATM) 방식이 제안되고 있다. ATM 기술은 다양한 트래픽 특성을 가진 사용자 정보를 셀(cell)이라 불리는 동일 형식의 고정길이의 패킷으로 분할해서 고속 디지털 회선으로 다중화해서 전송되기 때문에 셀 전송을 위한 시간슬롯들이 사용자들의 트래픽 요구량에 따라 비동기식으로 할당되어 실제로 정보가 흐를 경우에만 대역폭을 할당해 주게 됨으로서 버스트(burst) 특성을 갖는 다중매체(multi-media) 서비스의 트래픽 환경에서는 통계적 다중화를 통해서 회선의 용량을 가장 효율적으로 이용할 수 있기 때문에 기존의 회선교환이나 패킷교환 기술에 비해 광대역 서비스의 수용시 이에 대한 융통성과 회선사용의 효율성 및 고속정보의 처리능력 면에서 많은 이점을 갖고 있다. 따라서 ATM 기술을 광대역 종합정보 통신망(B-ISDN) 구축을 위한 최적 기술로 정하여 전 세계적으로 활발히 연구되고 있다.

ATM 트래픽은 일반적으로 연속 비트속도(Continuous Bit Rate : CBR) 트래픽과 가변 비트속도(Variable Bit Rate : VBR) 트래픽으로 나누어진다. CBR 트래픽원은 셀을 주기적으로 발생시키며 셀들간의 간격은 입력원의 비트속도에 따라 결정되며, VBR 트래픽원으로는 많은 모델들<sup>(1-3)</sup>이 제안되고 있으나 비교적 수학적 해석이 용이한 ON/OFF 모델이 많이 사용되고 있다<sup>(1-4)</sup>. ON/OFF 모델은 정보가 송출되는 ON 구간과 송출되지 않는 OFF 구간으로 구성되며 각 구간의 길이는 지수분포를 갖게 되고 ON 구간내에서는 일정한 간격으로 셀이 발생된다.

ATM 망에서 다양한 트래픽 특성을 가진 호의 셀들은 어떤 주어진 셀레벨의 GOS(Grade Of Service)의 범위내에서 전송로의 용량을 최대한으로 활용하기 위해 통계적으로 다중화되며, 셀지연과 셀손실률을 GOS의 변수로 사용하게 된다. 그러나 셀지연은 버퍼크기의 제한등에 의해 주어진 GOS의 기준치를 만족시킬 수 있으므로 연결수락제어(connection admission control)등의 트래픽제어시 주로 셀손실률만을 GOS의 변수로 고려하는 경우가 많다.

본 논문에서는 CBR과 ON/OFF의 두 종류의 트래픽

원이 ATM 망에서 다중화되는 경우 CBR에 우선순위를 두어 각 종류마다 유한 크기의 큐를 갖도록 하는 이산시간 큐잉모델을 분석하여, 다중화되는 각 트래픽원에 대한 셀손실률의 계산식을 유도하고, 수치 계산예를 통해 셀손실률의 특성을 살펴본다.

## II. 큐잉모델 해석

ATM 망에서 다중화되는 큐잉시스템을 본 논문에서는 그림1과 같이 두개의 큐로 구성하고, 시스템의 출력은 출력 비트속도에 의해 하나의 셀을 전송할 수 있는 단위시간 길이로 셀을 처리한다고 가정하면 시스템은 출력의 한 타임슬롯 동안에 입력원으로 부터 하나의 셀을 전송할 수 있으므로 이산시간 단일서버 큐잉시스템으로 모델링할 수 있으며, 시스템의 상태는 단위시간 길이를 기본(basis)으로 하는 시간 배수로서 동작하게 된다<sup>(1,2)</sup>.

한편, 시스템의 큐 동작을 살펴보면 두개의 큐중 하나는  $S_1$ 의 크기로 하여 M개의 랜덤한 CBR 트래픽원이 입력에 가해지며, 다른 하나는  $S_2$ 의 크기를 갖고 N개의 동일한 형태의 ON/OFF 트래픽원이 입력에 가해진다. 여기서 CBR 셀들은 ITU-T가 제안한 AAL(ATM Adaptation Layer) 규정 서비스등급에 따라 ON/OFF 셀들보다 우선순위를 갖게되며, 각 큐는 출력버퍼로서 FCFS(First Come First Served)로서 동작한다.

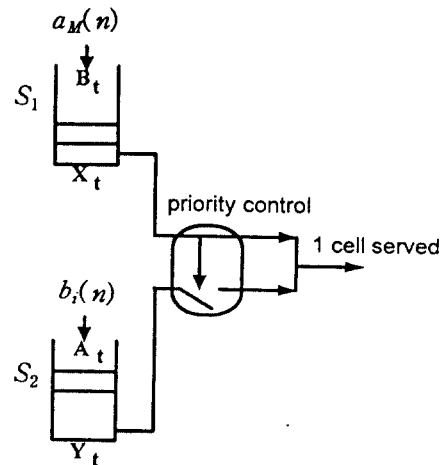


그림 1. 큐잉 모델  
Fig. 1. Queueing model.

따라서, 시스템의 서버(server)는 슬롯의 끝에서 동작하며, CBR 셀과 ON/OFF 셀이 출력측의 같은 타임슬롯에 동시에 도착할 때에는 CBR 셀은 서버가 가용하면 언제나 전송될 수 있으나, ON/OFF 셀은 서버가 가용하더라도 CBR 셀이 도착되지 않을 경우에만 전송될 수 있다. 또한, 입력원으로 부터 도착된 셀들은 전송될 수 없으면 각각의 큐에 저장되며 각 큐에서는 최대용량을 초과하면 도착된 셀들을 폐기된다.

입력측의 도착과정과 출력측의 서비스 과정은 서로 동기되었다고 가정한다. 따라서, CBR 셀의 발생간격은 출력측의 셀 전송시간의 배수로 주어지게 되므로 하나의 출력 타임슬롯에 도착되는 셀수는 셀의 발생확률에 따른 이항분포를 갖게 되며, ON/OFF 셀에 대한 출력의 링크용량(c)은 ON상태에서의 셀발생 간격시간과 출력측의 셀 전송시간과의 비에 의해 결정된다(여기서 c는 정수를 취함). 그리고, 하나의 타임슬롯에 도착되는 셀수는 c와 관련된 이항분포(binomial distribution)로 주어지게 된다<sup>(1,2)</sup>.

입력 트래픽중에서 CBR은 입력 비트속도에 따라 1/λ의 주기로 셀이 발생하게 되며, M개의 입력원중 n개의 랜덤 입력원으로 부터 n개의 셀이 출력회선의 한 타임슬롯에 도착될 정상상태의 확률은 다음식과 같이 주어진다<sup>(1,10)</sup>.

$$a_M(n) = \binom{M}{n} \lambda^n (1-\lambda)^{M-n}, \quad 0 \leq n \leq M \quad (1)$$

입력 트래픽중에서 ON/OFF 입력원은 ON상태에서의 지속시간을 평균  $E\{T_{on}\}=1/\alpha$ 로서 지수분포(exponential distribution)하고, OFF 상태에서의 지속시간도 평균  $E\{T_{off}\}=1/\beta$ 로써 지수분포한다. 또한 ON/OFF 입력원은 한 호에 대해 두 상태의 마르코프사슬(two-state Markov chain)로 모델링한다. 따라서, 한 호가 ON상태에 있을 확률은  $\beta/(\alpha+\beta)$ 가 되고 OFF상태에 있을 확률은  $\alpha/(\alpha+\beta)$ 가 되며, 생성소멸 과정(birth-death process)으로 부터 총 N개의 호중 i개가 ON상태에 있을 확률을 다음식과 같이 구할 수 있다.

$$\phi_i = \binom{N}{i} \sigma^i (1-\sigma)^{N-i}, \quad 0 \leq i \leq N$$

그리고  $\sum_{i=0}^N \phi_i = 1 \quad (2)$

여기서  $\sigma = \beta/(\alpha+\beta)$ 이다.

ON상태인 호의 수가 바뀌는 주기는 출력측의 셀 전송주기보다 느리게 변하며, ON상태인 호의 수가 바뀐 후 다음 변화가 있기 전에 시스템은 정상상태에 도달된다고 가정하면 i개의 호가 ON상태에서 출력회선에서 c개의 타임슬롯중 한개의 타임슬롯에 n개의 셀이 도착될 정상상태의 확률은 다음식과 같이 쓸 수 있다<sup>(1,9)</sup>.

$$b_i(n) = \begin{cases} \binom{i}{n} \left(\frac{1}{c}\right)^n \left(1-\frac{1}{c}\right)^{i-n}, & 0 \leq i \leq N, 0 \leq n \leq i \\ 1, & i = n = 0; \\ 0, & o. w. \end{cases} \quad (3)$$

CBR 셀이 ON/OFF 셀보다 우선 순위가 있으며, CBR 셀의 도착과정이 서비스과정과 서로 동기되었기 때문에 CBR 셀에 대한 큐의 분포는 ON/OFF 셀의 도착과정과는 무관하게 된다. 따라서 M개의 CBR 입력원에 대한 큐에서 n개 ( $1 \leq n \leq S_1$ )의 셀이 큐에 존재할 정상상태 확률 q(n)은 다음식과 같다<sup>(11)</sup>.

i)  $S_1 \geq M$  인 경우

$$\begin{cases} q(n) = [ a_M(0)\delta(n=0) + a_M(n+1) ] q(0) \\ \quad + \sum_{k=0}^n a_M(n-k) q(k+1), \quad 0 \leq n < M; \\ q(n) = \sum_{k=n-i}^M a_M(n-k) q(k+1), \quad M \leq n < S_1; \\ q(n) = \sum_{k=0}^M q(n-k) \sum_{j=i+1}^M a_M(j), \quad n = S_1. \end{cases} \quad (4)$$

ii)  $S_1 < M$  인 경우

$$\begin{cases} q(n) = [ a_M(0)\delta(n=0) + a_M(n+1) ] q(0) \\ \quad + \sum_{k=0}^n a_M(n-k) q(k+1), \quad 0 \leq n < S_1; \\ q(n) = \sum_{k=0}^n q(n-k) \sum_{j=i+1}^M a_M(j), \quad n = S_1 \end{cases} \quad (5)$$

여기서  $\sum_{n=0}^{S_1} q(n) = 1$ 이 되고,  $q(n) = 0, (0 > n, S_1 < n)$ 의 경계 조건을 갖는다.

또한,  $q(0), q(1), \dots, q(S_1)$ 을 구하기 위해  $q'(n) = q(n)/q(0)$ 으로 정의하면  $q'(0)=1$ 이 되고 다음식을 얻을 수 있다<sup>(12)</sup>.

$$\begin{cases} q'(0) = 1; \\ q'(1) = \frac{1-a_M(0)-a_M(1)}{a_M(0)} q'(0); \\ \quad (1-a_M(1))q'(n-1) - a_M(n)q'(n) \\ \quad - \sum_{m=1}^{n-2} a_M(n-m)q'(m) \\ q'(n) = \frac{\quad}{a_M(0)}, \quad 2 \leq n \leq S_1 \end{cases} \quad (6)$$

여기서, 정규화 조건에 의해  $q(0) = \frac{q'(0)}{\sum_{n=0}^{S_1} q'(n)}$   
 $= \frac{1}{\sum_{n=0}^{S_1} q'(n)}$  이며,  $1 \leq n \leq S_1$ 에 대한  $q(n)$ 은  
 $q(n) = q'(n)q(0)$ 에 따라 구해진다.

따라서 CBR 입력원에 대한 셀손실률  $CL_{CBR}$ 은 다음  
 식과 같이 쓸 수 있다.

$$CL_{CBR} = \sum_{i=0}^{S_1} \alpha(S_1 - i) \sum_{j=i+2}^M a_M(j) \quad (7)$$

다음에는 ON/OFF 입력원에 대한 셀손실률을 구해  
 본다. 출력의 타임슬롯  $t$ 에서 CBR 입력원에 대한 큐의  
 셀점유수를  $X_t$ 로, ON/OFF 입력원에 대한 큐의 셀점  
 유수를  $Y_t$ 로 놓으며, 타임슬롯  $t$ 에서 ON/OFF 입력원  
 의 셀도착수를  $A_t$ 로, CBR 입력원의 셀도착수를  $B_t$ 로  
 정의한다. 또한,  $X_t=0, Y_t=0$ 인 상태를 표시하기 위해  
 다음과 같이 나타낸다.

$$\delta(X_t=0, Y_t=0) = \begin{cases} 1, & X_t=0 \text{ and } Y_t=0; \\ 0, & o.w. \end{cases} \quad (8)$$

$M$ 개의 CBR 입력원에 대한 큐의 점유상태가  $m$ 에서  
 $n$ 으로 천이할 확률  $p_{m,n} (1 \leq m, n \leq S_1)$ 은 다음식과 같다  
 (13)

$$\begin{cases} p_{m,n} = \begin{cases} 1, & m=n=0 \text{ and } n=m-1 \text{ for } 1 \leq m < S_1, \\ 0, & o.w.; \end{cases} \\ p_{0,0} = a_M(0) + a_M(1); \\ p_{m,n} = \begin{cases} a_M(n-m+1), & m-1 \leq n < S_1 \text{ (} m=0 \text{ 인} \\ \text{경우 } n>0), \\ \sum_{k=S_1-m+1}^M a_M(k), & n=S_1, \\ 0, & n < m-1 \end{cases} \end{cases} \quad (9)$$

한개의 타임슬롯상에서 CBR 셀이 큐에 존재하지 않  
 더라도 CBR 셀이 도착되면 먼저 전송되므로, 타임슬롯  
 $t+1$ 에서 ON/OFF 셀은  $X_t=0, B_{t+1}=0$  일 경우에만 셀  
 을 전송할 수 있으므로 두 인접 타임슬롯사이에서  
 ON/OFF 입력원에 대한 큐의 점유수는 다음과 같은  
 관계가 있다.

$$Y_{t+1} = \min\{[Y_t - \delta(X_t=0, B_{t+1}=0) + A_{t+1}]^+, S_2\} \quad (10)$$

$(Y_t, X_t)$ 는 2차원의 마르코프사슬로 이루어지게 되고  
 $(Y, X)$ 의  $(k, m)$  상태에서  $(l, n)$  상태로의 천이확률  
 $p^{(k,m),(l,n)}$ 은 다음식과 같이 주어진다.

$$p^{(k,m),(l,n)} = \begin{cases} p_{0,0} \sum_{i=0}^N \phi_i [ b_i(0) + b_i(1) \frac{a_M(0)}{a_M(0)+a_M(1)} ], & m=0, k=0, \\ & l=0, n=0; \\ p_{0,0} \sum_{i=0}^N \phi_i [ b_i(l-k+1) \frac{a_M(0)}{a_M(0)+a_M(1)} \\ + b_i(l-k) \frac{a_M(1)}{a_M(0)+a_M(1)} ], & m=0, 0 \leq k \leq l, \\ & 1 \leq l \leq S_2, n=0; \\ p_{0,0} \frac{a_M(1)}{a_M(0)+a_M(1)} \sum_{i=0}^N \phi_i b_i(0), & m=0, k=l+1, \\ & 0 \leq l < S_2, n=0; \\ p_{m,n} \sum_{i=0}^N \phi_i b_i(l-k), & 0 \leq m \leq n+1, 0 \leq k \leq l, \\ & 0 \leq l < S_2, 0 \leq n < S_1, \\ & \text{and } (m, n) \neq (0, 0); \\ p_{0,0} [ \sum_{j=m-1}^{S_1-1-k, M} \sum_{i=0}^N \phi_i b_i(j) \\ + \sum_{i=0}^N \phi_i b_i(S_2) \frac{a_M(1)}{a_M(0)+a_M(1)} ], & m=0, 0 \leq k \leq S_2, \\ & l=S_2, n=0; \\ p_{m,n} [ \sum_{j=m-1}^{S_1-1-k, M} \sum_{i=0}^N \phi_i b_i(j) ], & 0 \leq m \leq n \\ & +1, 0 \leq k \leq S_2, l=S_2, 0 \leq n < S_1, \\ & \text{and } (m, n) \neq (0, 0); \\ p_{m,S_2} \sum_{i=0}^N \phi_i b_i(l-k), & 0 \leq m \leq S_1, 0 \leq k \leq l, \\ & 0 \leq l < S_2, n=S_2; \\ p_{m,S_2} [ \sum_{j=m-1}^{S_1-1-k, M} \sum_{i=0}^N \phi_i b_i(j) ], & 0 \leq m \leq S_1, 0 \leq k \leq S_2, \\ & l=S_2, n=S_2; \\ 0, & o.w. \end{cases} \quad (11)$$

(11)식에 의해서 상태천이 행렬(matrix)  $Q_{YX}$ 를 구  
 할 수 있으며  $0 \leq l \leq S_2, 0 \leq n \leq S_1$ 에 대한 정상상태의  
 동시점속 확률  $p_{YX}(l, n) \Pr\{Y=l, X=n\}$ 는 다음식과 같  
 은 벡터행렬로 계산되어 얻어진다.

$$P_{YX} = P_{YX} Q_{YX}; P_{YX} e = 1 \quad (12)$$

여기서  $P_{YX} = (p_{YX}(0,0), p_{YX}(0,1), \dots, p_{YX}(S_2, S_1))$ ,  $e = (1, 1, \dots, 1)^T$ 이다.

따라서  $N$ 개의 ON/OFF 입력원이 가해질때  $l$ 개 ( $1 \leq l \leq S_2$ )의 셀이 큐에 존재할 정상상태 확률  $p(l)$ 은 다음식  
 과 같다.

$$p(l) = \sum_{n=0}^{S_1} p_{YX}(l, n) \quad (13)$$

따라서 ON/OFF 입력원에 대한 큐의 셀 손실률  $CL_{ON/OFF}$ 는 다음식과 같다.

$$\begin{aligned}
 CL_{ON/OFF} &= \left[ \sum_{n=0}^{S_1} \sum_{l=0}^{S_2} p_{YX}(l, n) \sum_{i=0}^n \phi_i \sum_{k=0}^i (l+k-\delta) X=0, \right. \\
 &\quad \left. B=0) - S_2) + b_s(k) \right] / \sum_{i=0}^n \phi_i \sum_{k=0}^i k b_s(k) \\
 &= \left[ \sum_{l=0}^{S_1} p(l) \sum_{i=\min\{S_1-l+1, M\}}^n \phi_i \right. \\
 &\quad \left. \sum_{k=\min\{S_1-l+1, M\}}^i k b_s(k) - \sum_{l=0}^{S_1} p'(S_2-l+1) \right. \\
 &\quad \left. \phi_{S_1-l+1} \cdot (S_2-l+1) \cdot b_{S_1-l+1}(S_2-l+1) \right. \\
 &\quad \left. a_M(0) \right] / \sum_{i=0}^n \phi_i \sum_{k=0}^i k b_s(k) \tag{14}
 \end{aligned}$$

III. 계산결과 및 고찰

III 장에서는 II 장에서 유도된 계산식을 사용하여 몇가지의 예를 들어 셀손실률을 계산해 보고 그 결과들을 검토해 본다. 먼저 CBR의 셀손실률을 분석해 보면, CBR의 셀이 ON/OFF의 셀보다 우선순위를 갖게되어 CBR에 대한 큐의 분포나 셀손실률은 ON/OFF의 트래

픽변수와는 무관하게 된다. 따라서, 셀발생율( $\lambda$ )을 0.02으로 설정하여 CBR의 큐 크기( $S_1$ )를 5와 10인 경우에 대해 CBR의 입력원수(M)에 따른 셀손실률( $CL_{CBR}$ )을 나타내면 그림2와 같다. 이 그림에서 M이 커짐에 따라 가해진 트래픽양이 증가하게 되어 CBR의 셀손실률은 크게 변화됨을 살펴볼 수 있으며, 가해진 트래픽양이 작을수록(M이 작을수록) 큐 크기의 증가로서 셀손실률을 크게 줄일 수 있으나 가해진 트래픽양이 큰 곳에서는 큐 크기의 증가에 따라 셀손실률의 변화가 없게됨을 관찰할 수 있다. 그림3은 셀발생율을 0.02로 설정하여 가해진 트래픽량 ( $\rho_0 = M \cdot \lambda$ )이 0.6, 0.8, 1인 경우에 큐 크기에 대한 셀손실률을 구한것이다. 이 그림에서는 가해진 트래픽양이 작은 경우( $\lambda_0=0.6$ )에는 큐 크기가 커질수록 큐 크기를 조금만 크게 해주어도 높은 서비스품질의 셀손실률(예를들면  $10^{-6}$ )을 만족할 수 있으나 가해진 트래픽양이 큰 경우( $\rho_0=1$ )에는 주어진 셀손실률을 만족시키기 위해서는 큐의 크기를 매우 크게 해주어야 함을 살펴볼 수 있다. 또한 SLAM의 시뮬레이션에 의한 셀손실률도 계산식에 의한 셀손실률에 근접해서 나타나는것을 살펴볼 수 있다.

다음에는 ON/OFF의 셀손실률을 계산해 본다. ON/OFF의 셀이 CBR의 셀보다 낮은 우선순위를 갖게되어 ON/OFF의 셀손실률은 CBR 트래픽의 변수값에

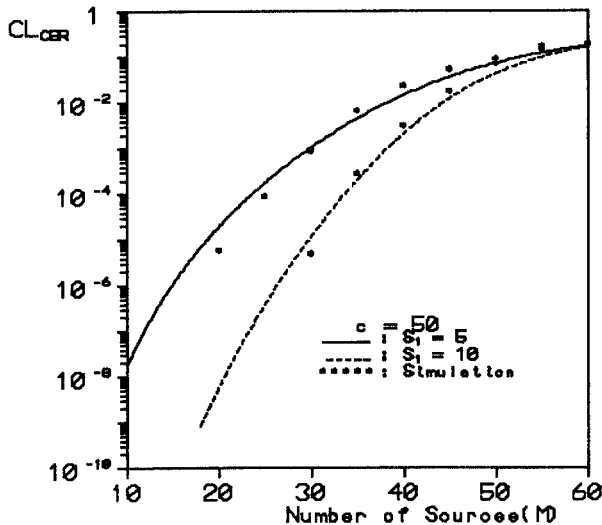


그림 2. M에 대한 CBR의 셀손실률.  
Fig. 2. Cell loss probabilities versus M for CBR.

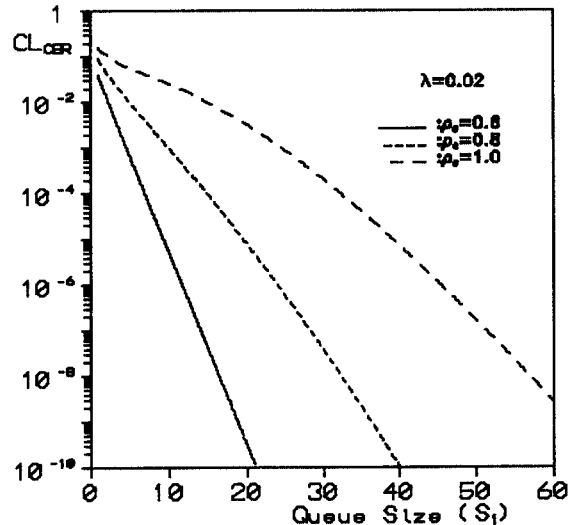


그림 3. 큐 크기에 대한 CBR의 셀손실률  
Fig. 3. Cell loss probabilities versus queue size for CBR.

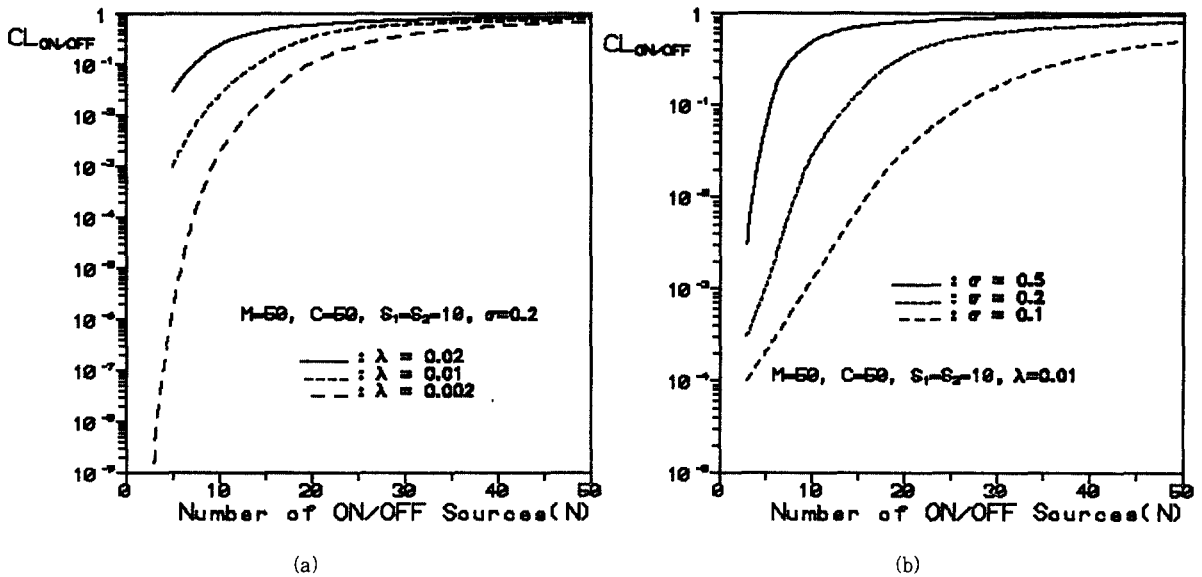


그림 4. N에 대한 ON/OFF의 셀손실률.  
 Fig. 4. Cell loss probabilities versus N for ON/OFF.

도 영향을 받고 ON/OFF의 트래픽 변수값에도 영향을 받게된다. 그림4는 ON/OFF의 입력원수(N)에 대한 셀손실( $CL_{ON/OFF}$ )을 나타낸것으로서, 그림4(a)는  $M=50, S_1=S_2=10, \sigma=0.2, c=50$ 으로 설정하여 CBR의 셀도착율( $\lambda$ )의 변화에 따라 N에 대한 셀손실률을 나타낸 것이다. 이 그림에서는 ON/OFF의 셀이 CBR의 셀보다 낮은 우선순위를 갖게 되어 CBR의 셀도착율이 상대적으로 큰 경우( $\lambda=0.02$ )에는 N이 작아도  $CL_{ON/OFF}$ 가 높게 나타나고 있다. 그러나, CBR 입력원의 셀도착율이 비교적 작은 경우( $\lambda=0.002$ )에는 N이 20이하에서는 N의 감소에 따라  $CL_{ON/OFF}$ 가 크게 감소됨을 살펴볼 수 있다. 또한, 그림4(b)는  $M=50, \lambda=0.01, S_1=S_2=10, c=50$ 으로 설정하여 ON/OFF의 ON상태에 있을 확률( $\lambda$ )의 변화에 따라 N에 대한  $CL_{ON/OFF}$ 을 나타낸 것이다. 이 그림에서는 가 클때(버스트지수가 작을 때)에는 N이 증가함에 따라  $CL_{ON/OFF}$ 가 갑자기 증가되어 변화가 없게된다. 즉,  $\sigma=0.5$ (버스트지수=2)일 경우  $CL_{ON/OFF}$ 은 갑자기 증가되나 N이 10이상에서는 변화없이 1에 접근해서 나타남을 볼 수 있다. 그러나 버스트지수가 클때에는 N이 증가함에 따라  $CL_{ON/OFF}$ 가 서서히 증가된다. 즉,  $\sigma=0.1$ (버스트지수=10)일 경우  $CL_{ON/OFF}$

은 N이 커짐에 따라  $\sigma=0.5$ 일 경우와는 달리 서서히 증가됨을 살펴볼 수 있다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 CBR과 ON/OFF의 두 종류의 트래픽원이 ATM 망에서 다중화되는 경우 CBR 트래픽에 우선순위를 두어 각 종류마다 유한 크기의 큐를 갖도록 하는 ATM 망에서의 이산시간 큐잉모델을 분석하여 각 셀손실률의 계산식을 유도하였다. 이러한 계산식을 사용하여 몇가지의 트래픽변수에 따른 수치 계산예를 통해 셀손실률의 특성을 조사해 보았다. 그 결과, CBR 트래픽의 특성을 살펴보면 가해진 트래픽량이 적을 경우에는 큐 크기의 증가에 따라 셀손실률이 크게 감소되어 큐 크기를 조금만 크게 해주어도 높은 서비스품질의 셀손실률을 만족할 수 있으나 가해진 트래픽량이 큰 경우에는 주어진 셀손실률을 만족시키기 위해서는 큐 크기를 매우 크게 해주어야 한다. 또한, ON/OFF 트래픽의 특성을 살펴보면 CBR 트래픽보다 우선순위를 낮게 했기 때문에 가해진 CBR 트래픽량에 따라 N이 증가되어 ON/OFF 트래픽량이 조금만 증가되어도 셀손실률은

갑자가 증가된다. 따라서 주어진 셀손실률을 만족시키는 범위내에서 되도록 많은 수의 ON/OFF 입력원을 수용하기 위해서는 CBR의 트래픽량을 적게 수용하거나, 버스트지수가 큰 ON/OFF 입력원을 다중화시킬때 가능하였다.

### 참고문헌

1. F. Hübner, P. Tran-gia, "Quasi-Stationary Analysis of a Finite Capacity Asynchronous Multiplexer with Modulated Deterministic Input," 13th ITC-Semina, pp.723-729, 1991.
2. Hans Kröner, "Statistical Multiplexing of Sporadic Sources - Exact and Approximate Performance Analysis," 13th ITC-Semina, pp.787-793, 1991.
3. H. Saito, M. Kawarasaki, H. Yamada, "An Analysis of Statistical Multiplexing in an ATM Transport Network," IEEE J SAC, Vol. 9, No. 3, pp.359-367, April, 1991.
4. A. Baiocchi, N. Bléfari Melazzi, M. Listanti, A. Roveri, "Buffer Dimensioning Criteria for an ATM Multiplexer Loaded with Homogeneous ON-OFF Sources," 13th ITC-Semina, pp.13-18, 1991.
5. H. Heffes and D. M. Lucantoni, "A Markov Modulated Characterization of Packetized Voice and Data Traffic and Related Statistical Multiplexer Performance," IEEE J SAC, Vol. 4, No. 6, pp.856-868, 1986.
6. H. Arai, M. Kawarasaki, S. Nogami, "An Analysis of Call Admission Control in the ATM Network," IEICE Trans. Comm. B-I, Vol. J72-B-1, No. 11, pp.1000-1007, 1989.
7. Jun Won Lee, Byeong Gi Lee, "Performance Analysis of ATM Cell Multiplexer with MMPP Input," IEICE Trans. Comm. E75-B, No. 8, pp.709-714, 1992.
8. E. D Sykas, K. M Vlakos and N. G Anerousis, "Performance Evaluation of Statistical Multiplexing Schemes in ATM Networks," Computer Communications, Vol 14, No. 5, pp.273-286, 1991.
9. K. H. Tseng, M. T. Hsiao, "Admission Control of Voice/Data Integration in an ATM Network," ICC'91, 6.2, pp.0188-0192, 1991.
10. T. Hou, A. K. Wong, "Queueing Analysis for ATM Switching of Mixed Continuous-Bit-Rate and Bursty Traffic," INFOCOM '90, pp.660-667, 1990.
11. S. H. Kim, J. S. Park, S. M. Kang, W. Y. Han, "Performance Analysis for a Finite Capacity Asynchronous Multiplexer," JTC-CSCC '92, D3-6, pp.584-588, 1992.
12. H. B. Kekre, C. L. Saxena, M. Khalid, "Buffer Behavior for Mixed Arrival and Single Server with Random Interruptions," IEEE Trans. on Comm., Vol. COM-28, No. 1, pp.59-64, Jan. 1980.
13. T. Kamitake, T. Suda, "Evaluation of an Admission Control Scheme for an ATM Network Considering Fluctuations in Cell Loss Rate," GLOBECOM '89, 49.4, pp.1774-1780, 1989.



金承煥(Seung Hwan Kim) 정회원

1959年 8月 29日

1983年 2月 : 忠南大學校 工科大学  
電子工學科(工學士)

1988年 8月 : 忠南大學校 大學院 電  
子工學科(工學碩士)

1994年 2月 : 清州大學校 大學院 電  
子工學科(工學博士)

1987年 7月~1989年 6月 : 忠南大學校 工科大学 電子工學科  
助教

1989年 7月~1990年 2月 : 韓國電子通信研究所 研究員

1990年 3月~現在 : 忠清專門大學 電子通信科 助教授

※주관심 분야 : B-ISDN, ATM 트래픽制御, 디지털交換시  
스템, 高速情報通信網等임