
ATM망의 트래픽 특성과 적응모델 분석

김 영 진*, 김 동 일**

Traffic Characteristics and Adaptive model analysis
in ATM Network

Yung-Jin Kim*, Dong-Il Kim**

이 논문은 1998학년도 동의대학교 자체 학술연구 조성비의 지원에 의해 이루어 졌음

요 약

본 논문은 비동기 전송모드에서 중첩 입력하는 서로 다른 속도의 트래픽에 대한 데이터 처리를 셀의 손실 면에서 분석한 것이다.

멀티미디어 데이터를 대상으로 한 중첩 입력 프로세서의 트래픽 제어로서 사용감시제어를 대상으로 하였으며 Leaky-Bucket 알고리즘의 발생-소멸 프로세서를 이용 셀 손실률을 계산하였다. 해석결과는 버퍼용량의 증가에 대하여 셀 손실률이 현격하게 감소하는 결과를 보였으며 셀 손실률은 유한용량 버퍼에 대한 토큰풀의 특성을 고려하여 2-state MMPP(Markov Modulated Poisson Process) 입력 프로세서를 가정하였다. 해석 값을 검증하기 위해 SIMSCRIPT II.5를 사용하여 시뮬레이션을 하였으며 on/off 입력소스와 비교하였다.

Abstract

In this paper, the cell loss rate is analyzed in terms of the input traffic stream of different speed in ATM network.

The cell loss rate is calculated by birth-death process of Leaky-Bucket mechanism as the representative algorithm of usage parameter control.

The cell loss rate assumed 2-state MMPP input process to be birth-death process by considering the character

* 동의대학교 전자공학과 교수

** 동의대학교 전자통신공학과 부교수

접수일자 : 1998년 11월 17일

of token pool about finite capacity queue.

The results from numerical analysis show that the cell loss rate decreases abruptly according to the buffer size increase.

The computer simulation by SIMSCRIPT II.5 has been done and compared with on/off input source case to verify the analysis results.

I. 서 론

ATM망은 다양한 비트율의 트래픽과 일정한 QOS(Quality of Service)요구를 갖는 고속의 다중매체를 운용하며 음성, 데이터, 정지화상 및 동화상(비디오)과 같은 모든 정보를 셀(cell)이란 고정된 길이의 블럭으로 전송하는 것이다. 셀은 트래픽 전송요구에 따라 그 수가 결정되며 셀을 구성하는 정보는 버스트(burst:돌발성)하게 발생하여 통계적으로 다중화 된다. 이는 망에 좀 더 융통성을 부여하게 되고 요구되는 서비스의 질을 만족시키면서 다양한 서비스를 지원할 수 있게된다. 그러나 ATM망에서 아직도 call/cell 도착 프로세서의 모델링이나 트래픽 제어상의 많은 문제점들이 남아 있다.

ATM망의 트래픽 소스는 CBR(Continuous Bit Rate)소스, on/off 소스와 비디오 codec과 같은 VBR(Variable Bit Rate)소스[1] 등이 있으며 입력 트래픽 모델링은 on/off 소스모델과 Markov 프로세서에 관계된 MMPP(Markov Modulated Poisson Process)모델 그리고 파라메타를 사용한 일반적 모델링 방법등이 있다[2].

ATM망의 트래픽제어는 CCITT에서 연결승인제어(Connection Admission Control), 사용감시제어(Usage Parameter Control), 우선순위제어(Priority Control), 과밀제어(Congestion Control)등의 여러가지 형태의 제어방법을 제시하고 있다.

이중에 사용감시제어는 연결승인제어를 거친 트래픽에 대해 셀들의 폭주를 제어하거나 망과 협상된 트래픽 특성 파라메타를 위반하는지 여부를 감시하여 위반한 호에 대해 적절한 조치를 취하는 제어장치이며 다른 서비스의 품질저하를 방지하고 망 자원을 보호하기 위한 것이다. 사용감시제어를 흔히 대역강제(Bandwidth Enforcement)라고도 하며 이러한 알고리즘으로 Jumping & Moving Windows,

Leaky Bucket, Peak Counters등이 제안[3]되고 있으며 Turner[4]가 제안한 Leaky Bucket 알고리즘이 일 반화되고 있는데 이 Leaky Bucket 알고리즘은 시스템이 주기적으로 토큰을 생성시키고 시스템에 도착된 셀은 토큰을 받은 경우만 망으로 진입을 하게 되고 토큰이 없으면 버퍼에 대기하며 토큰은 돌발성 트래픽 입력에 대비해 토큰풀에 저장한다. 이때 버퍼가 비어있지 않으면 셀손실을 가져올 수 있으며 또 토큰생성 주기에 따라 평균 비트율을 제어할 수 있고, 버퍼 및 토큰풀의 크기에 따라 어느 정도 피크 비트율을 제어할 수 있다. 이것은 자원의 효율적 이용에 필요하며 망에서의 트래픽 과밀현상을 제어하게 된다.

이러한 Leaky Bucket 알고리즘에는 여러 방법이 제안되고 다양하게 적용되고 있다[5, 6, 7, 8, 9].

본 논문에서는 입력단에 유한용량의 버퍼가 있고 토큰풀이 존재하는 Leaky Bucket 알고리즘을 적용하였다. 이때 입력 프로세서로는 실제의 트래픽 입력에 근사한 MMPP 모델로 가정하였고[10, 11], 토큰 생성률은 평균 커넥션률에 상응하게 고정된 시간 간격으로 발생하며 소스의 도착률 보다는 조금 작게 고려하였다. 이때 입력 버퍼에서의 셀 손실률을 해석하며 버퍼의 용량, 토큰 생성률, 소스의 이용도 등을 파라메타로 사용하였다.

모델의 해석은 2-state MMPP 입력 프로세서를 발생-소멸 (birth-death) 프로세서로 가정[12]하고, 이때 MMPP 입력은 도착률 λ 를 갖는 포아송 도착이 중첩된 입력으로 도착률 λ_1, λ_2 와 평균체류시간 r_1^{-1} 의 파라메타를 갖는다고 가정했다.

셀 손실은 버퍼의 크기가 일정한 크기가 될 때까지 로그 함수적으로 감소하다가 임의의 크기가 되었을 때 아주 급격하게 감소함을 보았다. 해석결과를 검증하기 위하여 SIMSCRIPT II.5를 사용하여 시뮬레이션을 하였고, on/off 입력의 경우와 비교하였다.

II. ATM망의 트래픽 특성

광대역 ISDN 실현을 위한 ATM망은 데이터, 음성, 영상등과 같은 다양한 트래픽 특성의 멀티미디어 서비스를 수용해야 하므로 수 Kbps에서 수백 Mbps에 이르는 둘발성이 강한 VBR 및 CBR 트래픽등 다양한 특성의 각 서비스들의 서비스 품질에 관한 요구사항을 충족시켜야 한다. ATM망에서는 고속전송 통신을 전제로 하므로 여러가지 측면에서 트래픽 제어가 요구된다. 그러므로, 가장 먼저 고려되어야 할 것이 트래픽 특성을 파악하고 그것을 모델링하는 것이다. 모델링에는 평균비트율, 피크비트율, 둘발성, 비트율 분포의 분산, 밴드폭 할당, 서비스의 종류 등 입력 트래픽의 다양한 측면이 고려된다.

기존의 패킷교환망 성능 연구에서는 단일 소스로부터의 입력 트래픽을 연속-시간인 경우 포아송 프로세서로, 이산-시간인 경우는 기하(geometric) 프로세서를 따른다고 가정하였다. 그러나 다중서비스를 수용하는 망에서의 트래픽 흐름은 다중구조에 의한 분석이 세기 되고 있다[14]. 하나의 호가 발생을 하면 여러 개의 버스트가 발생을 하고 이것은 셀의 전송 구간과 전송되지 않는 구간으로 구분이 된다. 이것을 셀 레벨에서 보았을 때 셀 전송구간을 on-상태, 비전송구간을 off-상태로 나타낸다.

on/off 상태의 트래픽을 좀더 자세히 나타내면 그림 1의 (a), (b)와 같다. 고속의 매체인 경우 이를 IPP(Interrupted poisson process) 모델이라 하고 단일 음성소스의 경우 그림 1의 (a)와 같이 나타낸다. 이때 off-상태를 silence라고도 한다. 만일 고속과 저속의 트래픽이 공존하는 경우 고속은 IPP로 저속은 포아송으로 중첩된 트래픽 상태로 표현할 수 있고 이를 MMPP라 한다. MMPP의 특성을 나타내는 파라메타는 그림 1의 (c)와 같이 4개의 파라메타로 나타낸다.

이러한 여러 트래픽이 혼합된 도착 프로세서에 대한 근사방법이 제시되고 있으며 이를 증첩은 통계적 특성으로 다루어진다[10]. 또 다른 방법으로 다음에서 언급하는 3개의 파라메타를 사용한 트래픽소스의 일반적 모델링 방법이 제안되고 있다[2].

1. 평균 CELL RATE $m = E[N(t)] / t$

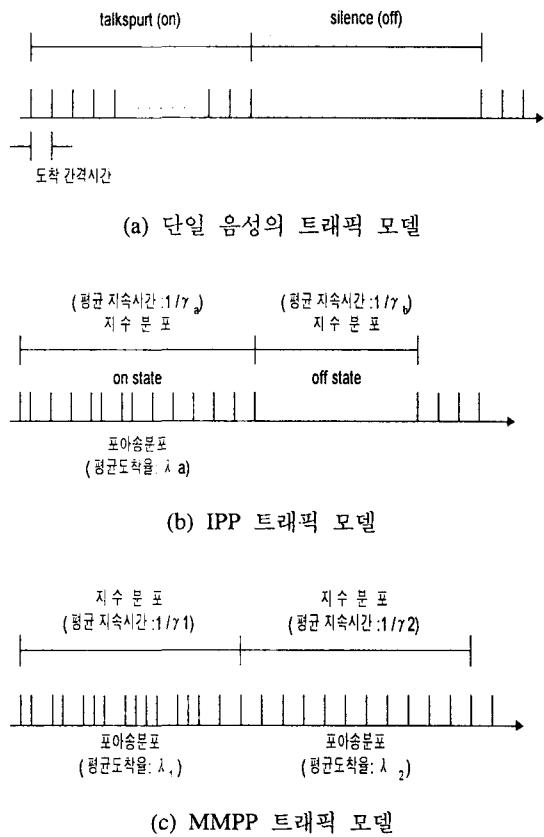


그림 1. 트래픽 소스의 모델

Fig. 1 Model of Traffic source

2. 평균 도착 간격시간에 도착하는 셀 수의 분산
 $V(1/m) = E[N(t) - mt]$
3. 최대 분산 /평균
 - $E[N(t)]$: 임의의 시간 t 에서 도착된 평균 셀 수
 - $V(t)$: 평균 도착 셀 수의 분산
 - $M(t)$: 도착 셀 수의 평균

III. Leaky - Bucket 모델

접수가 허용된 호는 망내에서 주어진 서비스 품질을 보장하기 위해 호설정시 규정된 트래픽 파라메타에 따라야 하고, 이를 위반하는지 여부를 감시하고 제어하여야 한다. 이러한 시행 메카니즘의 하

나가 Leaky Bucket 알고리즘이다. Leaky Bucket 메카니즘에서 셀의 도착간격이 할당된 밴드폭의 도착 간격 보다 작을 때 이것을 폐기시키고, 평균 대역폭이나 돌발성 특성, 평균 돌발성 길이 등은 채널용량에 따른 가상 대기 큐 메카니즘에 의해 제어된다. 이와 같은 메카니즘은 그림 2와 같이 4 가지 형태로 고려된다[5].

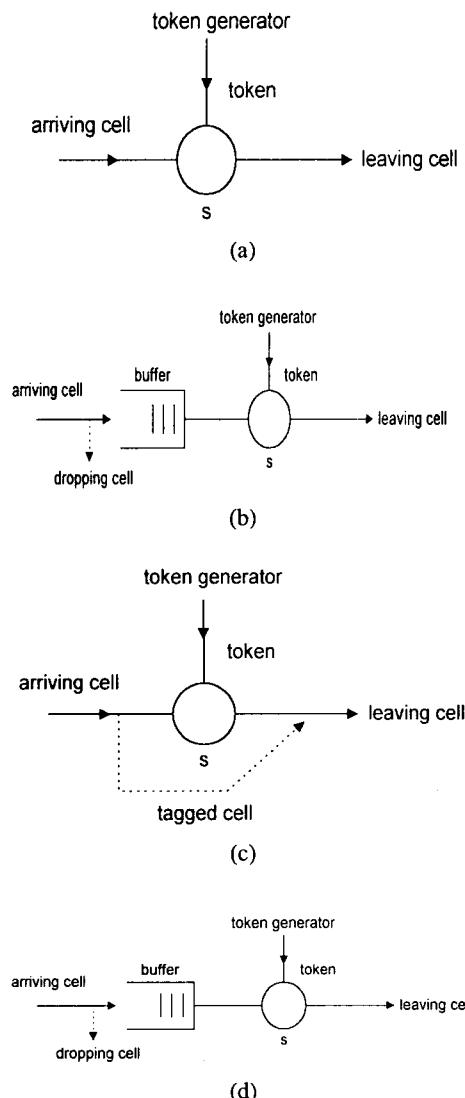


그림 2. Leaky Bucket의 4가지 형태
Fig. 2 Four types of Leaky Bucket scheme

- 제안된 Leaky Bucket 모델링

본 논문의 Leaky Bucket 메카니즘에 대한 모델은 그림 3과 같다.

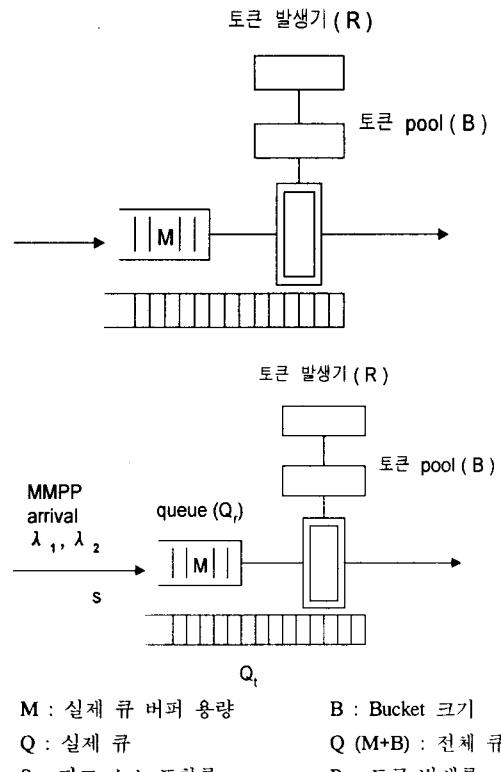


그림 3. 토큰풀이 갖는 Leaky Bucket
Fig. 3 Leaky Bucket with token pool

소스의 입력은 각각 λ_1, λ_2 의 도착률을 갖는 MMPP 입력 프로세서로 가정한다. 이때 소스의 피크 도착률은 S 라 하고 (S 는 λ_1 또는 λ_2 가 될 수도 있다) 토큰풀의 용량은 B 개로 가정하고, 토큰 발생은 R 로 일정하다면 발생 토큰은 토큰풀에서 토큰 수가 유한용량 B 개를 넘지 않으면 저장되고 초과되는 토큰은 손실 된다. 실제 큐의 크기를 M 으로 제한하여 Leaky Bucket 시스템 전체 큐 크기를 $Q_t = (M + B)$ 로 가정한다 (즉, 토큰풀도 하나의 큐로

간주). 버퍼에 도착하는 셀은 토큰풀에 토큰이 있을 때 토큰을 받아 즉시 시스템을 떠나며(이때 프로세싱 시간은 고려하지 않는다.) 토큰풀의 토큰은 하나씩 감소하고 윈도우 알고리즘과 달리 시스템을 떠난 토큰은 다시 돌아오지 않는다. 토큰풀이 비어 있을 때 도착셀은 큐에서 대기하고 이때 셀수가 큐의 용량은 초과하면 셀은 손실 된다. 여기서 도착되는 셀의 입력률은 토큰 발생에 따라 조절되고 셀은 일정하게 망으로 전송된다.

$Q_t \leq B$ 라면 큐 서비스율은 피크 소스도착률 S 가 되고, $Q_t > B$ 라면 모든 토큰이 사용되어 토큰풀은 비어 있게 되고 큐의 서비스율은 토큰 발생률 R 과 같게 된다. 이때 피크 비트율로 도착하는 셀들은 일정한 서비스율로 제어되어 호 성립시 협상된 대역폭을 초과하지 못한다.

버퍼 전체가 점유될 확률은 전체 큐와 실제 큐가 같고 이때 셀 손실이 발생하며 버퍼가 없는 Leaky Bucket의 경우 $N=0$ 가 된다. 본 논문의 모델에서는 셀 손실률은 $B+M$ 의 합에만 의존하고 B 나 M 각각에 대해서는 독립이라 가정한다. $B+M$ 은 소스의 돌발성 정도로 생각할 수 있고, B 는 망으로 진입하는 셀의 돌발성을 관계 된다.

본 논문에서는 n개의 서로 다른 서비스를 요구하는 트래픽에 대해 연속-시간 발생-소멸 프로세서를 적용하여 2-state MMPP 마르코프 체인으로 셀 손실률을 해석하였다. 입력에 대한 프로세서는 λ_1 , λ_2 를 갖는 2-state MMPP로 모델링되고 state {1, 2}의 상태 공간을 갖는다. 이 프로세서는 평균 r_1^{-1} 의 지수분포를 갖는 시간 길이로 state 1에 머물고 이때 도착률은 평균 λ_1 을 갖는다. state 1이 완료되면 state 2로 천이하고 state 2의 평균 체류시간은 r_2^{-1} 이고 평균 도착률은 λ_2 가 된다. 이 프로세서의 천이 매트릭스는 M' 가 되고 도착률의 매트릭스는 λ 가 된다.

$$M' = \begin{vmatrix} -r_1 & r_1 \\ r_2 & -r_2 \end{vmatrix} \quad \lambda = \begin{vmatrix} \lambda_1 & 0 \\ 0 & \lambda_2 \end{vmatrix}$$

IV. 모델 해석

그림 4와 같이 입력 소스 트래픽은 각각 λ_1 , λ_2

의 입력을 갖는 MMPP입력 프로세서로 state 1, state 2 의 2-state 마르코프 체인으로 모델링할 수 있다. 이때 평균 체류시간을 각각 r_1^{-1} , r_2^{-1} 라면 천 이상태도는 그림 4 의 (b)와 같고 상태 발생 매트릭스에 의해 천이율은 각각 r_1 , r_2 가 된다. 임의의 시간에서 λ_1 과 λ_2 의 평형상태 확률을 구하고 λ_1 과 λ_2 의 발생 확률을 구했다. 이때 대기 큐는 3가지 조건으로 고려된다. 즉, 입력이 출력 보다 작을 때 큐의 길이는 감소하여 0이 된다. 입출력이 같으면 큐는 변화가 없고 입력이 출력보다 크면 큐는 증가하여 큐 길이는 임계치에 도달하여 결국 도착셀은 손실되게 된다.

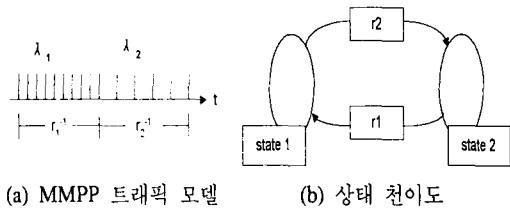


그림 4. MMPP 트래픽 모델과 상태 천이도
Fig. 4 MMPP traffic model and state transition diagram

제안된 모델에서 큐의 길이분포 확률은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$P\{Q_t \leq q\} = P\{Q_t \leq (B+q)\}, P\{Q_t = 0\} = P\{Q_t \leq B\}$$

..... (1)

즉, 실제 큐의 길이가 임의의 크기 q 를 가질 확률 $P\{Q_r \leq q\}$ 는 토큰풀도 일종의 베파로 가정하였으므로 B 를 합친 전체 큐의 길이분포 확률로 나타낼 수 있고, $0 \leq q \leq 1$ 될 확률은 전체 큐의 길이가 토큰풀의 크기 B 를 초과하지 못할 확률과 같다.

소스 트래픽의 피크비트율을 S , 평균비트율 $a = (\lambda_1 r_1 + \lambda_2 r_2) / (r_1 + r_2)$, 평균비트 발생수 $N = a (r_1^{-1} + r_2^{-1})$ 라면 다음과 같이 표현할 수 있다.

- 소스의 이용률 $\gamma = a / S$
 - Leaky bucket load $\rho = a / R$

$P(t, q)$ 를 임의 시간 t 에서 i state의 큐 길이가 q 를 초과하지 못할 확률이라 하고, i 가 무한히 길어질 때 $P(t, q)$ 를 $F_i(q)$ 라 하면 이것은 큐의 길이분포를 나타내는 평형상태 확률이 된다.

Leaky Bucket 큐 길이분포는 조인트 확률 분포에 따라 다음과 같다.

$$\begin{aligned} P \{ \text{state 1일 때} : Q_i \leq q \} &= F_1(q) \\ P \{ \text{state 2일 때} : Q_i \leq q \} &= F_2(q) \end{aligned} \quad \dots (2)$$

이때 큐의 상태는 U_i 를 베피의 길이가 최대일 확률이라면 경계치조건에 의해 $U_i = b_i - F_i(q)$ 가 되고 큐의 길이 상태는 다음으로 생각할 수 있다. 여기서 b_i 는 λ_1, λ_2 가 안정상태일 확률이다.

- $a > R$ 경우 큐는 항상 증가 하므로 큐 길이는 0이 될 수 없다.

$$F(0) = 0 \quad \dots (3)$$

- $a < R$ 경우 큐는 항상 감소하므로 큐 길이가 임계치에 도달할 수 없다. 그러므로 $U_i=0$, $F_i(q)=b_i$ 가 되며 $q \rightarrow Q_{\max}$ 가 될 때 즉, $F_i(Q_{\max}) = F(B+M)$ 을 다음과 같이 얻을 수 있다.

$$F(B+M) = 1 - \gamma \quad \dots (4)$$

Leaky Bucket 전체 큐의 길이 분포는 λ_1 과 λ_2 각각의 길이분포 합으로 주어진다.

$$P_t(q) = P \{ Q_i \leq q \} = F_1(q) + F_2(q) \quad \dots (5)$$

$F_1(q), F_2(q)$ 를 얻기 위해 평형상태 확률 분포 $F(q)$ 를 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$dF(q)/dt = AF(q) \quad \dots (6)$$

이 때 $F(q) = (F_1(q), F_2(q))^T$, $A = MD^{-1}$, $D = \text{diag}(\lambda_1 - R, \lambda_2 - R)$ 가 된다. M' 를 MMPP의 천이 발생률로 구할 수 있고, D 는 도착과 서비스를 나타내는 천이 매트릭스이다.

$$M' = \begin{vmatrix} -r_1 & r_1 \\ r_2 & -r_2 \end{vmatrix}, D = \begin{vmatrix} \lambda_1 - R & 0 \\ 0 & \lambda_2 - R \end{vmatrix} \quad \dots (7)$$

수식 유도의 편의를 위해 $1/(\lambda_1 - R), 1/(\lambda_2 - R)$ 를 각

각 b_1, b_2 라고 하면 다음 매트릭스를 얻을 수 있다.

$$D^{-1} = \begin{vmatrix} b_1 & 0 \\ 0 & b_2 \end{vmatrix}, A = MD^{-1} = \begin{vmatrix} -b_1r_1 & b_2r_1 \\ b_1r_2 & -b_2r_2 \end{vmatrix}. \quad \dots (8)$$

큐의 길이 분포식은 다시 $F(q) = e^{Aq} C$ 로 표현 가능하며, 여기서 C 는 일정한 컬럼 벡터를 나타낸다. 그러므로 식(9)를 얻을 수 있다.

$$F(q) = \sum_{k=1}^2 e^{Z_k} \phi_k C_k, \quad (0 < q < B+M) \quad \dots (9)$$

Z 와 ϕ 는 각각 고유치와 고유벡터를 나타내며 매트릭스 A 로부터 다음과 같이 각각 구해진다.

$$Z_1 = 0, Z_2 = -(b_1r_1 + b_2r_2)$$

$$\phi_1 = \begin{bmatrix} b_2 \\ b_1 \end{bmatrix}, \phi_2 = \begin{bmatrix} -r_1 \\ r_2 \end{bmatrix} \quad \dots (10)$$

C 값은 앞에서 구한 경계조건을 이용하여 Z 와 ϕ 를 식(9)에 대입하여 구하면 다음과 같다.

$$C_1 = \frac{(1-\gamma)r_2}{(b_2r_2 + b_1r_1 e^{Z(B+M)})} \quad \dots (11)$$

$$C_2 = \frac{(1-\gamma) - b_1}{(b_2r_2 + b_1r_1 e^{Z(B+M)})}$$

위에서 구한 Z, ϕ, C 를 식(9)에 대입하여 $F_1(q), F_2(q)$ 를 구하면 다음과 같다.

$$F_1(q) = \frac{(1-\gamma)[b_2r_2 + b_1r_1 e^{Z(q)}]}{(b_2r_2 + b_1r_1 e^{Z(B+M)})} \quad \dots (12)$$

$$F_2(q) = \frac{(1 - e^{Zq})r_2 b_1 (1 - \gamma)}{(b_2r_2 + b_1r_1 e^{Z(B+M)})} \quad \dots (13)$$

식(5)의 Leaky Bucket 전체 큐의 길이 분포는 식(14)와 같아 $F_1(q)$ 과 $F_2(q)$ 의 합으로 구해진다.

$$\begin{aligned} P_t(q) &= P \{ Q_i \leq q \} \\ &= F_1(q) + F_2(q) \\ &= \frac{(1-\gamma)((b_2 + b_1)r_2 + b_1(r_1 - r_2)e^{Zq})}{(b_2r_2 + b_1r_1 e^{Z(B+M)})} \end{aligned} \quad \dots (14)$$

Leaky bucket 실제 큐의 길이 분포는 식(1)에서 정의된 바와 같이 식(15)와 같아 구해진다.

$$\begin{aligned} \Pr(q) &= P\{Q_t \leq q\} \\ &= P_t(B+Q) \\ &= \frac{(1-r) ((b_2 + b_1)r_2 + b_1(r_1 - r_2)e^{2(B+M)})}{(b_2r_2 + b_1r_1e^{2(B+M)})} \end{aligned} \quad (15)$$

버퍼가 최대일 확률은 실제 큐의 길이가 버퍼용량 M이될 확률이므로 식(1)에 따라 토큰풀의 크기 B와 버퍼용량 M을 합한 전체 큐의 길이분포 확률로 얻어진다.

$$\begin{aligned} P\{Q_t = B+M\} &= 1 - P\{Q_t < B+M\} \\ &= 1 - \frac{(1-r) ((b_2 + b_1)r_2 + b_1(r_1 - r_2)e^{2(B+M)})}{(b_2r_2 + b_1r_1e^{2(B+M)})} \end{aligned} \quad (16)$$

V. 실험 및 결과 분석

5.1 제안된 모델의 해석결과

MMPP 입력은 멀티미디어 입력 트래픽이므로 결과를 음성과 협대역, 광대역 트래픽으로 구분하였다. 각 소스의 이용률을 $y = 0.6$ 으로 하고 토큰 발생률에 따른 셀 손실의 변화를 고찰하기 위해 평균 도착률에 대한 서비스율의 변화를 0.7에서 0.9까지 변화 시켰다.

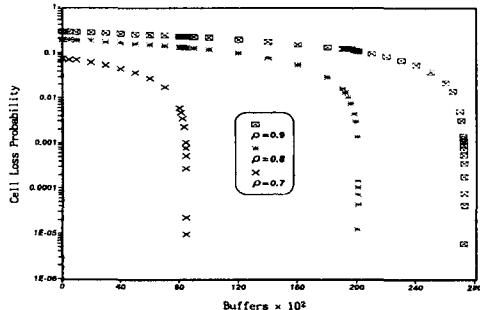


그림 5. 음성에 대한 셀 손실 확률
Fig. 5 Cell loss probability for voice

그림 5는 단일 음성소스에 대한 결과로 피크 도착률을 64 Kbps, λ_1 과 λ_2 의 평균체류시간 r_1^{-1} 과 r_2^{-1} 352ms 와 650ms의 측정된 값으로 주었으며, 단

일 on/off 소스와 동일 환경을 만들기 위해 λ_1 을 64 Kbps의 피크치로 주고, Leaky Bucket load ρ = 0.648702594(약 0.65)로 하여 $\lambda_2 = 0$ 이 되게 하였다. 그럼 6은 협대역 트래픽의 경우로 피크도착률을 2 Mbps, 평균체류시간을 r_1^{-1} 과 r_2^{-1} 를 각각 25ms로 하였다. 그럼 7은 광대역 트래픽으로 피크치를 10 Mbps, 평균체류시간을 각각 5ms, 20ms로 가정 하였다.

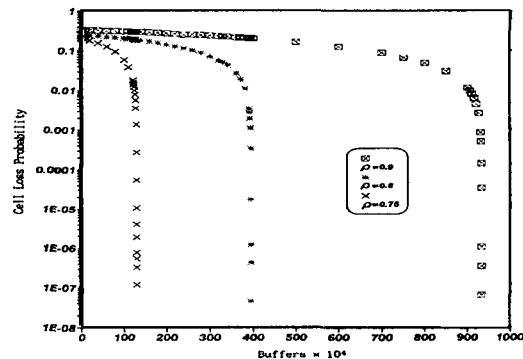


그림 6. 협대역에서의 셀 손실 확률
Fig. 6 Cell loss probability for narrowband

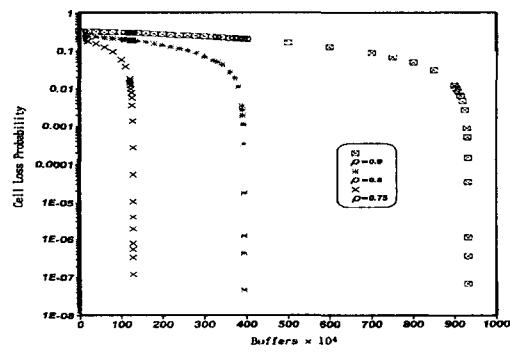


그림 7. 광대역에서의 셀 손실 확률
Fig. 7 Cell loss probability for broadband

그림 5에서 볼 수 있듯이 음성의 경우 셀 손실률은 로그함수로 감소함을 볼 수 있으며, ρ 가 감소함(토큰 발생률 R이 증가)으로써 낮은 버퍼용량에서도 셀 손실이 민감하게 줄어듬을 볼 수 있다. 이것은 그림 5부터 그림 7까지 알 수 있듯이 각 트래픽(음성, 협대역, 광대역) 특성에 따른 버퍼의 임계치

를 얻는 결과를 가져 왔으며, 고속 트래픽의 경우 동일한 셀 손실에 대한 요구를 만족해야 하는 경우 큰 버퍼용량을 요구하고 있다. 이러한 결과는 실제 시스템 구현에 있어 유용한 결과치라 할 수 있다.

또한 각 트래픽의 서비스 품질요구(표 1 참조)를 만족하는 셀 손실률을 얻을 수 있었고, 셀 손실을 최대한 줄이기 위해서 가장 적절한 ρ 값(서비스율을 결정할 수 있는)과 버퍼크기를 결정할 수 있었다. 예를 들어 그림 7의 광대역 트래픽의 경우 셀 손실을 최소한으로 하기 위해 $\rho=0.8$, 버퍼수 = 200 근처에서 가장 적절한 서비스율과 버퍼수를 결정할 수 있다.

표 1. 각 트래픽이 요구하는 서비스 품질 (셀 손실률)

Table 1. Quality of service requirement for each traffic (cell loss probability)

통신 트래픽		셀 손실률
데이터	계산기 간의 통신	$10^{-9} \sim 10^{-12}$
	파일 전송	
화상	차분 압축	$< 10^{-2}$
	부호 압축	
음성	PCM, ADPCM	

5.2 on/off 소스 및 시뮬레이션 결과

시뮬레이션은 SIMSCRIPT II.5를 사용하였다. 하나의 큐에 단일 서버를 갖는 모델에서 입력 트래픽은 0.5로, 서비스는 0.3으로 난수를 발생시켰다. 난수 발생 루틴에서 버퍼의 임계치를 2000으로 설정하고 버퍼수를 하나씩 감소 시켜 2000회를 반복하여 셀 손실률을 구했으며 표 2와 같은 결과를 얻었다.

그림 8은 on/off와 MMPP의 협대역, 광대역, 시뮬레이션 결과를 비교한 것이다.

on/off의 경우 버퍼크기가 202에서 10^{-12} 을 얻을 수 있었고 10^{-2} 까지는 log함수적으로 감소함을 알 수 있다. 시뮬레이션의 경우 버퍼수가 증가함에 따라 지수함수로 감소하여 셀손실은 1900 근처에서 현격한 감소를 보였다. 해석의 결과는 시뮬레이션과 유사한 결과를 얻을 수 있었다. 그림 9는 버퍼수에 따른 셀손실의 시뮬레이션을 자세히 나타낸 것이다.

표 2. 버퍼수 변화에 대한 셀 손실률 시뮬레이션 값
Table 2. Simulation value of cell loss probability for buffer

버퍼수	0	100	200	300	400	500
셀손실	1	0.9803	0.9801	0.9788	0.9796	0.9792
버퍼수	600	700	800	900	1000	1100
셀손실	0.9790	0.9785	0.9776	0.9770	0.9760	0.9750
버퍼수	1200	1300	1400	1500	1600	1700
셀손실	0.0973	0.9710	0.9680	0.9640	0.9520	0.9113
버퍼수	1880	1900	1920	1930	1940	1950
셀손실	0.8615	0.8452	0.8061	0.7018	0.6548	0.6494
버퍼수	1955	1960	1965	1970	1975	1992
셀손실	0.6310	0.6086	0.5772	0.5017	0.3217	0.2703
버퍼수	1933	1994	1995	1996	1997	1998
셀손실	0.2548	0.2472	0.2145	0.1676	0.0860	0

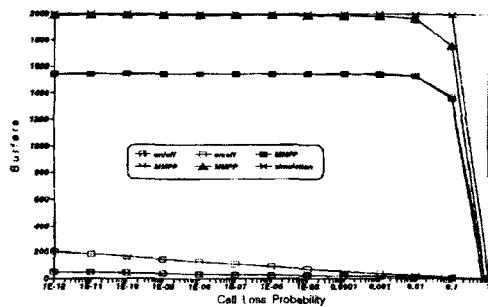


그림 8. On/off 및 MMPP의 시뮬레이션 결과

Fig. 8 Result of simulation for MMPP and on/off

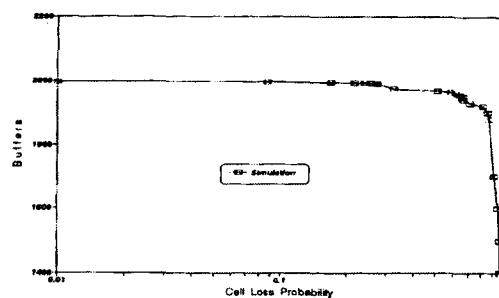


그림 9. 시뮬레이션에 대한 셀 손실률

Fig. 9 Cell loss probability for simulation

5.1절에서 알 수 있었듯이 고속 입력의 경우 임의의 버퍼수에서 셀 손실률은 현저한 감소를 보였고 요구하는 서비스의 품질을 만족하기 위해서는 큰 버퍼의 용량을 요구하고 있음을 알 수 있다. 즉 일정한 크기의 버퍼수에서 아주 민감하게 셀 손실률이 감소하므로 요구하는 서비스 품질을 만족하는 셀 손실률을 얻기 위해서는 버퍼수가 매우 중요한 파라메타로 작용하고 있음을 알 수 있다.

IV. 결 론

본 논문은 B-ISDN의 ATM망에서 멀티미디어 입력을 수용하는 경우, 정보전달 단계에서 Leaky Bucket 메커니즘을 파라메타의 감시기능으로 한 셀 손실률을 구한 것이다.

입력 트래픽을 음성, 협대역, 광대역으로 구분하였고, 입력 도착률 보다 토큰 발생률이 작은 범위에서 Leaky Bucket 로드 ρ 를 변화시켰다. 이것은 토큰발생 변화에 따른 셀 손실률을 고찰한 것이다. 특히 on/off 입력 트래픽은 트래픽 로드의 변화에 따른 버퍼수의 변화가 현저하게 나타났으나 MMPP의 경우 거의 차이를 볼 수 없었다. 이것은 토큰 발생에 따른 셀 손실률이 고속 트래픽의 경우 거의 차이가 없으나 저속의 경우 같은 버퍼수에 대해 많은 차이를 보이고 있다. 이것은 저속 트래픽의 경우 토큰 발생이 셀 손실률에 중요한 파라메타로 작용함을 나타내고 있다.

버퍼용량에 따른 셀 손실률은 버퍼용량이 증가함에 따라서 셀 손실률이 로그함수로 감소함을 볼 수 있었고 셀 손실률은 버퍼의 임계치에서 민감하게 감소했고 각 트래픽이 요구하는 서비스의 품질을 만족하는 셀 손실률이 협대역의 경우 10^{-8} , 광대역의 경우 10^{-11} 을 얻을 수 있었고 이것을 만족하는 적절한 버퍼수와 서비스율을 얻을 수 있었다. 이것은 일반적인 트래픽이 요구하는 서비스 품질(표 1)을 만족하였고 이러한 해석 결과는 시뮬레이션과 근사한 결과를 얻었다. on/off 입력의 경우는 버퍼수에서 상당한 차이를 볼 수 있었다. 그러므로 본 논문의 결과는 실제 시스템 구현에 참고자료로 활용할 수 있을 것이라고 생각된다. 단 이 실험 데이터는 MMPP의 입력 트래픽 특성 파라메타 값을 임

의의 실험치로 계산 하였으므로 좀 더 폭넓게 이용하기 위해서는 다양한 실험치에 대한 해석결과를 얻어야 하며 또한 실제의 입력 트래픽에 좀 더 근접하는 시뮬레이션으로 검증을 필요로 한다.

참고논문

- [1] J.W.Roberts and A.Gravey, " Recent result on B-ISDN/ATM traffic modeling and performance analysis - A review of ITC 13th papers, " GLOBECOM 91, PP1325-1330. 1991
- [2] J.Andrade, W. Burakowski, M.V-altamirano, " Characterization of cell traffic generated by an ATM source, " ITC 13th, PP.545-550,1991.
- [3] J.A.Monterio, M.Gerla, L.Fratta, " Input rate control for ATM networks, " 13th ITC, PP117-122, 1991.
- [4] J.S. Turner, " New directions in communications " IEEE Comm. magazine, October, 1986.
- [5] H. J. Chao, " Design of Leaky Bucket access control scheme in ATM networks, " ICC 91, PP180-187, 1991.
- [6] K. Sohraby, M. Sidi, " On the performance of bursty and correlated sources subject to leaky bucket rate-based access control schemes, " IEEE INFOCOM 91. April, 1991.
- [7] H. Ahmadi, R. Guerin, K. Sohraby, " Analysis of Leaky Bucket access control mechanism with batch arrival process, " IEEE GLOBECOM 90, PP344-349, 1990.
- [8] A.W.Berger, " Performance analysis of a rate-control throttle where token and jobs queue, " IEEE J.S. A. C, February, 1991.
- [9] M. Sidi, W.Z.Liu, " Congestion control through input rate regulation," IEEE GLOBECOM, PP1764-1768, 1989.
- [10] H.Heffes, D.M.Lucantoni, " A markov modulated characterization of packetized voice and data traffic and related statistical multiplexer performance,'IEEE J.S.A.C, Sep., 1986.

- [11] E.S. Sykas, K. M. Vlakos, E. N. Pronotarios, "Mathmetical tools for analysis of ATM systems," ITC 13th, PP781-786, 1991.
- [12] R.C.F.Tucker , " Accurate method for analysis of a packet-speech multiplexer with limited delay," IEEE trans. on Comm. ,April 1, 1988.
- [13] H.Suzuki, T.Murase, S.Sato, T.Takeuchi, " A burst traffic control strategy for ATM network," IEEE GLOBECOM 90, PP874-878, 1990.
- [14] O.Gihr, P.T.Gia," A layed description of ATM cell traffic stream and correlation analysis," IEEE INFOCOM 91, pp137-144,1991.



김 영 진(金永珍)

1968년 2월 : 광운대학교 응용

전자공학과 (공학사)

1980년 10월 : 전국대학교 대

학원 전자공학과 (공학석사)

1997년 8월 : 경남대학교 대학

원 전자공학과 (공학박사)

1971년 9월~1972년 8월 : 주월한국군 사령부 방송국
(국방부 : 3급을)

1972년 9월~1972년 12월 : 월남보건성 의료정비창
(USAID : 전자담당)

1976년 3월~1979년 2월 : 경동공업전문대학 전자학과
조교수

1979년 3월~현재 : 동의대학교 전자공학과 교수

*관심분야 : 회로 및 시스템, 이동통신망



김 동 일(金東逸)

1981년 2월 : 광운대학교 전
자통신공학과(공학사)

1983년 2월 : 광운대학교 전
자통신공학과(공학석사)

1992년 2월 : 광운대학교 전
자통신공학과(공학박사)

1983년 3월~1991년 8월 : 금성정보통신(現LG정보
통신)연구소 연구실장

1991년 9월~현재 : 동의대학교 전자통신공학과
부교수

* 관심분야 : 데이터통신, 교환망 성능분석, 무선망
프로토콜 등.