

## 이질적인 트래픽을 이용한 ATM 연결수락제어에 관한 연구

전 원 구\* 이 명 호\*\*

### A Study on the ATM Connection Admission Control using heterogeneous traffics

Won-Goo, Jeon\*, Lee, Myung-Ho\*\*

#### 요 약

ATM 트래픽 제어의 다중화 구조에서 셀 도착 프로세스에 대한 가정없이 실시간 연결수락제어에 대한 트래픽 클래스 관계식을 이용하여 연결수락제어 방법을 제안했다. 트래픽 클래스 관계식은 각 클래스의 요구된 서비스 품질을 보장하기 위해서 기대된 순간 버퍼 요구를 고려한 연결 수락 가능 범위로부터 3개 또는 4개의 일차 부등식에 의해서 구현하였다.

#### Abstract

The method of connection admission control is presented by using the equations related with traffic classes for real-time connection admission control, without assuming the cell arrival processes in the multi-level structure of ATM traffic control. The equations related with traffic classes are obtained by 3 or 4 of first order inequalities from the admissible ranges of connection considering the expected total instantaneous demand to guarantee the required quality of services of each class.

---

\* 대원과학대학 전산정보처리과 겸임교수

\*\* 청주대학교 첨단공학부 교수

## I. 서론

오늘날 컴퓨터 통신을 위한 사용자가 급격히 증가함에 따라 고속인 광대역 네트워크가 요구되며, 음성뿐만 아니라 고속 데이터 통신이나 영상에 의한 멀티미디어 통신에 대한 기대 또한 한층 높아져 가고 있다. 이와 같은, 고속 대용량 통신 기술의 발달을 배경으로 탄생된 것이 ATM 기술이다. ATM은 모든 정보를 크기가 53바이트인 셀들의 연속적인 흐름으로 전송하며, 연결중인 각 채널에 전송할 정보가 발생할 경우, 망의 자원을 할당하여 셀들을 시분할 다중화시키는 통계적 다중화 방식이다(1). 대부분의 트래픽은 간헐적인 특성을 갖고 있기 때문에 통계적 다중화 방식을 사용하는 ATM망에서 많은 수의 트래픽원이 동시에 활성화 되었을 때에 발생할 수 있는 폭주로 인한 전송 지연 및 셀 손실이 발생할 수 있다. 따라서 각 트래픽 원들이 요구하는 서비스 품질을 보장하면서 망의 성능을 최대화할 수 있는 효율적인 트래픽 제어의 필요성이 대두된다.

ATM망의 효율적인 폭주제어를 위해서는 연결수락제어 등의 예방제어가 고려되어야 한다(2,3,4). 연결수락제어에 대한 기존 연구의 대부분은 연결중인 트래픽 원과 연결을 요청한 새로운 트래픽 원의 요구된 서비스 품질에 대한 보장 여부를 위해 많은 양의 계산을 필요로 하고 있기 때문에 빠른 응답을 요하는 멀티미디어 서비스(5,6)의 실시간 연결 수락제어를 위해서는 문제점이 있다.

본 연구에서는 클래스가 2개인 이질 ON-OFF 트래픽 모델을 가정하고, 망의 버퍼를 고려하여 셀 도착 프로세스에 대한 가정없이 각 클래스의 요구 셀 손실율이  $10^{-2}$ 일 때 망의 버퍼용량, 클래스의 활성화 확률, 활성화 시의 버퍼 요구량등의 값을 변화시켜 다중화되는 호들의 순간 버퍼 요구량으로부터 연결수락 가능범위를 구한 후, 트래픽 유도식을 이용하여 연결수락제어를 연구하고자 한다.

## II. 트래픽 모델

본 연구에서 연결수락 제어의 성능 분석을 위하여 사용한 트래픽 모델은 ON-OFF모델로서 다음의 그림1과 같다.

ON-OFF 트래픽 모델은 ON상태에 있을 때는 피크비트율로 셀을 생성하고, OFF 상태에 있을 때는 셀을 생성하지 않으며, 이러한 ON과 OFF의 두 상태를 교대로 갖는 모델이다. 각 호가 독립적으로 ON에서 OFF 상태로 전이할 확률은 B이고 OFF에서 ON상태로 전이할 확률은 A이다. 즉, ON과 OFF 상태의 지속시간은 각각  $1/B$ 와  $1/A$ 의 평균을 갖는 기하상태분포를 따른다.

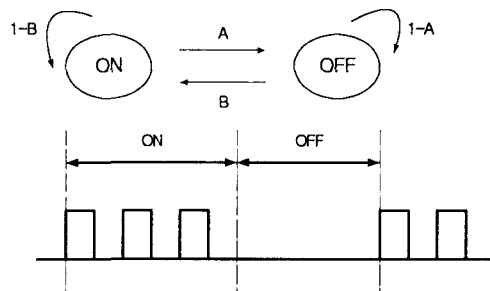


그림 1. ON-OFF 트래픽 모델  
Fig 1. ON-OFF traffic model

N개의 독립적인 호들이 다중화될 때 전체 도착 셀 수는 ON상태에 있는 호의 수에 의해서 결정된다. 이산 시간의 경우 N개의 호들로부터 n개가 ON상태일 확률을  $P_n$ 이라 하면,  $P_n$ 은 다음과 같은 이항분포식으로 나타낼 수 있다.

$$P_n = \binom{M}{n} \left(\frac{A}{A+B}\right)^n \left(\frac{B}{A+B}\right)^{M-n}$$

셀 손실은 다중화되는 K개의 트래픽 클래스를 갖는 N개의 호가 요구하는 순간 버퍼 요구량이 망의 버퍼 용량을 초과 하였을 때 발생한다.

여기서 전체 평균 셀손실율  $p$ 는 다음과 같이 유도된다.

$$p = \frac{OF}{\rho}$$

$$OF = \sum_{n_1=0}^{N_1} \dots \sum_{n_k=0}^{N_k} [A]$$

$$A = \prod_{j=1}^K P_j(n_j) \left( \left( \sum_{j=1}^k n_j \cdot B_j \right) - L \right)$$

$$\rho = \sum_{j=1}^k N_j \left( ABR_j \cdot \frac{L}{C} \right)$$

여기서

- $k$  : 트래픽 클래스의 수
- $N_j$  : 트래픽 클래스  $j$ 의 다중화된 호의 수
- $B_j$  : 트래픽 클래스  $j$ 의 버퍼 요구량
- $L$  : 망의 버퍼 용량
- $n_j$  : 트래픽 클래스  $j$ 의 활성화된 호의 수
- $ABR_j$  : 트래픽 클래스  $j$ 의 평균비트율

전체 평균 셀손실율에 기초한 연결수락제어는 각 클래스의 요구 서비스품질을 보장하지 못하므로 개별 셀손실율에 의한 연결수락제어가 고려되어야 한다.

다중화된 트래픽 클래스들의 순간 전체 버퍼요구량이 망의 버퍼용량을 초과할 때, 망의 버퍼 용량을 넘어선 클래스  $j$ 의 초과 요구버퍼량  $OF_j$ 는 클래스  $j$ 에서 요구한 버퍼의 양  $n_j$ ,  $B_j$ 와 트래픽 클래스들이 요구한 전체 버퍼요구량  $\sum n_j B_j$ 의 비를 이용하여 구할 수 있다. 따라서 클래스  $j$ 의 개별 셀손실율  $P_j$ 는 다음과 같다.

$$p_j = \frac{OF_j}{\rho_j}$$

$$OF_j = \sum_{n_j=0}^{N_j} \dots \sum_{n_k=0}^{N_k} [A]$$

$$A = \prod_{i=1}^K P_i(n_i) \left( \left( \sum_{i=1}^k n_i \cdot B_i \right) - L \right) \times n_j \cdot B_j / \left( \sum_{i=1}^k n_i \cdot B_i \right)$$

$$\rho_j = N_j \left( ABR_j \cdot \frac{L}{C} \right)$$

여기서, 2개의 트래픽 클래스를 가지고 이질적 환경하에서 각 클래스의 요구 서비스품질이  $10^{-2}$ 이하의 셀손실율일 때, 망의 버퍼용량( $B$ ), 각 클래스의 활성화 확률( $P_a$ ), 활성화시의 버퍼 요구량( $B_a$ )등을 변화시켜 연결수락가능 범위에 대한  $N_1, N_2$ 간의 관계식을 구할 수 있다. 트래픽 특성의 차가 큰 클래스들을 다중화 할 경우, 클래스의 요구 셀손실율을 보장할 수 있는 연결수락 가능범위를 대부분 포함하며,  $P_a$ 와  $B_a$ 의 값이 클수록 더욱 근사화된다. 이에 반해 트래픽 특성차가 적은 클래스들을 다중화할 경우, 개별 셀손실율에 기초하여 연결 수락 가능범위를 직선으로 근사화 할 때에는 제어 알고리즘의 간단함, 구현의 용이성, 망 자원의 이용률 등이 고려되어야 한다.

또한 작은 활성화 확률값을 갖는 클래스 또는 활성화 확률이 같을 때 작은 활성시 버퍼 요구값을 갖는 클래스 내의 호들이 다중화가 많이 될수록 전체 평균 셀손실율과 개별 셀손실율에 의한 연결 수락 가능범위의 차이는 커진다.

### III. 실험 및 결과

클래스 1과 2의 요구 셀손실율을 보장할 수 있는 연결수락 가능범위를 일차 부등식으로 나타내어 트래픽 클래스 관계식을 구하였다. 따라서 호 연결 요청은 망내 다중화된 클래스 1과 2의 호 수에 따른 해당 일차 부등식에 의해 실시간으로 제어된다.

표 1. 트래픽 파라미터 값

클래스종류	1	2
링크용량 (cell/s)	1000	
호 지속 시간(s)	50	
호 도착간 시간(s)	5	
버퍼용량(cell)	80	
피크셀전송율 (cell/s)	25	125
평균셀전송율 (cell/s)	6.25	12.5
활성상태 지속시간(s)	1.33	1.11
휴지상태 지속시간(s)	4	10
활성시 버퍼요구량 (cell)	2	10

트래픽 파라미터로는 피크 셀전송율, 평균 셀전송율, 활성시의 버퍼요구량, 전송링크용량, 활성상태 지속시간, 휴지상태 지속시간, 호 지속시간, 호 도착시간등을 이용하였고 QoS로  $10^{-2}$ 이하의 순간 셀손실율만 고려하였다.

개별 셀손실율에 기초한 연결수락 가능 범위를 근사화한 직선은 트래픽 특성의 차가 큰 클래스들을 다중화할 경우, 클래스 1과 클래스 2의 요구 셀손실율을 보장할 수 있는 연결수락 가능범위를 대부분 포함하며, 트래픽 특성의 차가 적은 클래스들을 다중화할 경우에는, 실제 연결수락 가능범위보다 다소 과소평가됨을 알 수 있다. 또한 작은 활성화 확률값을 갖는 클래스 또는 같은 때 작은 활성화 버퍼 요구값을 갖는 클래스내의 호들이 다중화가 많이 될 수록 전체 평균 셀손실율과 개별 셀손실율에 의한 연결수락 가능범위의 차이는 커짐을 알 수 있다.

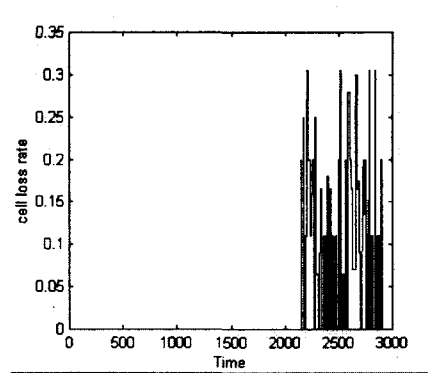


그림 1. 시간당 셀손실율(클래스 1)  
Fig 1. The cell loss rate per time (class 1)

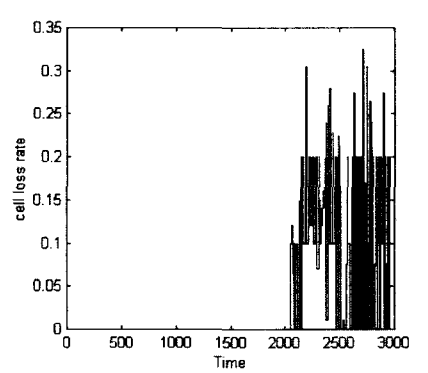


그림 2. 시간당 셀손실율(클래스 2)  
Fig 2. The cell loss rate per time (class 2)

그림 1과 그림 2에서 보는바와 같이 셀손실율은 요구 셀손실율을 크게 벗어남을 볼 수 있다. 이는 순간 셀손실율만을 서비스 품질 요소로 고려한 것과 표1에서 보는 바와 같이 연결수락 가능범위내에서 다중화될 수 있는 각각의 호 수가 작기 때문이다. 따라서 순간 셀손실율을 서비스품질 요소로 고려할 때는 관측될 수 있는 셀손실율이 요구 셀손실율보다 작게 되도록 연결수락 가능범위에 대한 호의 수가 커야 된다.

그림 1과 그림 2에서 나타난 셀손실의 빈도수는 클래스 1보다 클래스 2가 더 많음을 볼 수 있다. 이로부터 피크 셀전송율이 큰 호를 갖는 클래스가 망의 성능에 보다 크게 영향을 미치고 있음을 확인할 수 있다.

클래스종류	1	2
링크용량 (cell/s)	1500	
호 지속 시간(s)	50	
호 도착간 시간(s)	5	
버퍼용량(cell)	150	
피크셀전송율 (cell/s)	30	50
평균셀전송율 (cell/s)	18	20
활성상태 지속시간(s)	2.50	1.67
휴지상태 지속시간(s)	1.67	2.50
활성시 버퍼요구량 (cell)	3	5

표 2. 트래픽 파라미터 값

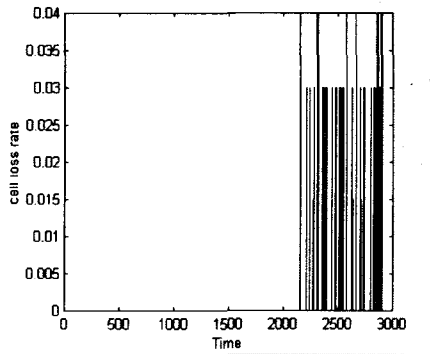


그림 3. 시간당 셀손실율(클래스 1)  
Fig 3. The cell loss rate per time (class 1)

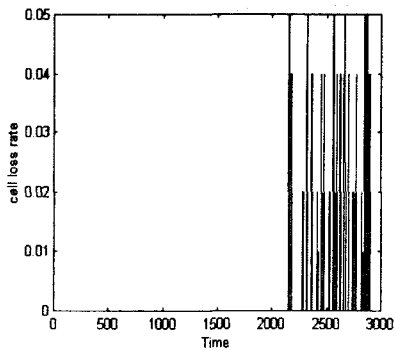


그림 4. 시간당 셀손실율(클래스 2)  
Fig 4. The cell loss rate per time (class 2)

마찬가지로 표1에 나타난 파라미터 값보다 큰 연결수  
락 가능범위를 갖는 표2를 가지고 실험한 결과, 그림 3과  
그림 4에서 관측된 셀손실율은 요구 셀손실율로 점차 접  
근함을 알 수 있다. 따라서 순간 셀손실율을 서비스품질  
요소로 고려할 때는 관측될 수 있는 셀 손실율이 요구 셀  
손실율보다 작게 되도록 연결수락 가능범위에 대한 각각  
의 호 수가 커야 된다.

#### IV. 결 론

본 논문은 망의 버퍼를 고려하여 셀 도착프로세스에  
대한 가정없이, 다중화되는 호들의 순간 버퍼요구량으로  
연결수락 가능범위를 구한 다음, 연결수락제어를 연구하  
였다.

각 실험에서 관측된 셀손실율은 요구 셀손실율을 벗어  
난 결과를 나타냈으나, 관측될 수 있는 셀손실율이 요구  
셀손실율보다 작게 되도록하는 연결수락 가능범위에 대한  
각각의 호 수가 큰 실험일수록 요구 셀손실율로 접근함을  
알 수 있다. 이로부터 피크 셀전송율이 큰 호를 갖는 클  
래스가 망의 성능에 보다 크게 영향을 미친다는 것을 확  
인할 수 있다.

#### 참고문헌

- [1] CCITT SG X VIII-Report of working party VIII, Geneva, May 1990.
- [2] Atsushi Hiramatsu, "ATM Commuicati-  
ons Network Control by Neural  
Networks," IEEE translations on  
neural networks, Vol. 1, No. 1, pp.  
122-130, Mar. 1990.

- [3] Jonathan S. Turner, "Managing Band-width in ATM Networks with Bursty Traffic". IEEE Networks, pp. 50-58, Sep. 1992.
- [4] Tutomu Murase, Hiroshi Suzuki Sato, and Takao Takeuchi, "A Call Admission Control Scheme for ATM Networks Using a Simple Quality Estimate", IEEE J-SAC, Vol. 9, No. 9, pp. 1461-1470, Dec. 1991.
- [5] Paul Ferguson and Geoff Huston, Quality of Service: Delivering QoS on The Internet and in Corporate Networks, John Wiley & Sons, pp. 104-106, 1998
- [6] Rainer Handel, Manfred N. Huber, Integrated Broadband Networks, Addison-Wesley Publishing Company, 1991.

**저자 소개**



**전 원 구**  
 2001.9 청주대학교 전자공학과  
 박사과정  
 현재 : 제천대원과학대학 겸임  
 교수



**이 명 호**  
 1981.2 연세대학교 대학원 전  
 자공학과 졸업  
 (공학석사)  
 1991.8 연세대학교 대학원 전  
 자공학과 졸업  
 (공학박사)  
 현재 : 청주대학교 첨단공학부  
 교수