

# ATM망에서 측정 기반 적응적 연결 수락 제어

正會員 尹智映\*, 金順子\*\*

## An Adaptive Connection Admission Control Method Based on the Measurement in ATM Networks

Ji-Young Yun\*, Soon-Ja Kim\*\* *Regular Members*

\*이 논문은 '97년도 경북대학교 공모과제 연구비지원에 의한 결과임.

### 要約

본 논문은 측정에 근거한 연결 수락 제어에서 입력 트래픽에 따라 측정 반영 비율을 적응적으로 변화시키는 방식을 제안한다. 측정 반영 비율은 다음 갱신 기간에서 발생될 셀의 확률분포를 추정하는데 사용되는 파라미터이며 추정치와 측정치의 오차를 줄여 줄 수 있다. 만약 측정 반영 비율이 고정적인 값이라면 다양한 서비스 품질을 요구하는 트래픽에 적용하기가 어렵다. 그러므로 본 논문에서는 추정치와 측정치의 차의 비율로 측정 반영 비율을 변화시켜서 추정 오차를 줄여 주었다.

또한, 다양한 특성을 가진 트래픽이 다중화된 경우 각 트래픽 클래스에 대해서 개별 버퍼를 두어 다음 갱신 기간에서의 등가 대역을 적응적으로 추정하였다. 트래픽 클래스별 추정 등가 대역비에 따라 서비스를 수행하여 링크 효율을 높일 수 있었다.

### ABSTRACT

This paper proposes the adaptive connection admission control using the variable MRR(measurement reflection ratio) and the distribution of the number of cells arriving during the fixed interval. This distribution is estimated from the measured number of cells arriving at the output buffer during the fixed interval and traffic parameters specified by user. MRR is varied by the difference of estimated distribution and measurement distribution. As MRR is adaptively varied by estimated distribution error of accepted connections, it quickly reduces estimation error.

Also, the scheduling scheme is proposed for multiplexed traffic with various traffic characteristics. For each traffic class, this scheme estimates adaptively equivalent bandwidth and schedules according to equivalent bandwidth ratio of each traffic class, so it improves cell loss rate and link utilization.

\* 한국컴퓨터통신

\*\* 경북대학교 전자전기공학부

論文番號 : 97240-0721

接受日字 : 1997年 7月 21日

## I. 서 론

ATM망에서는 고속으로 데이터를 전송하며 다양한 특성의 트래픽들이 서로 다른 서비스품질을 요구하고 불확실한 트래픽이 생성됨으로써 망에 폭주 현상이 발생할 수 있으므로 적절한 트래픽 제어가 필요하다. ATM 망에서 이루어지는 트래픽 제어 중에서 대표적인 것이 연결 수락 제어이다. 연결 수락 제어는 가상 채널 또는 가상 경로의 접속 요청이 수락될 수 있는 지를 결정하기 위해 호 설정 기간에 망에 의해서 취해지는 일련의 활동으로 정의된다. 즉 새로운 호들의 서비스 품질에 대한 요구 조건이 모두 만족되면 새로운 호의 접속 요청을 수락하고 그렇지 않으면 연결 요청을 거부한다<sup>[1]</sup>.

연결 수락 제어 방법으로는 등가 대역폭을 이용한 방법, 버스트 모델을 사용한 방법, 트래픽 측정을 이용한 방법 등이 있다. 등가 대역폭을 이용한 방법은 호의 등가 대역폭이 주어진 경우에 링크 상에서 이용 가능한 대역폭을 가지고 빠르게 연결 수락 제어를 수행하지만 트래픽 클래스의 수가 증가하면 등가 대역폭 계산이 복잡해지며 링크의 효율이 떨어진다<sup>[2]</sup>. 버스트 모델을 사용한 방법은 최대 비트 율과 평균 비트 율을 사용하여 연결 수락 제어를 행하므로 간편하지만 트래픽 클래스가 증가하면 역시 계산이 복잡해진다<sup>[3]</sup>. 트래픽 측정을 이용한 방법은 각 트래픽 클래스의 트래픽을 실제 측정을 통해 추정된 셀 분포 함수를 이용하여 등가 대역폭을 구하며, 새로운 호의 연결 요청시 요청 호의 최대 셀률과 전체 트래픽 클래스의 등가 대역폭의 합이 링크 용량보다 적으면 연결 요청을 수락하고, 그렇지 않으면 거절한다<sup>[4][6]</sup>.

트래픽 측정에 의한 연결 수락 제어는 일정한 측정 기간 동안에 도착한 셀 수의 확률 분포 함수가 얻어지면 실제 트래픽에 대한 많은 정보를 가지므로 정확한 제어를 할 수 있다. 그러나 셀 발생 확률을 추정하는데 따른 오차로 호 수락 율과 대역폭 낭비의 단점이 있다. 본 논문에서는 트래픽 측정을 이용한 방법에서 셀 분포 함수 추정 시 실측에 의한 셀 분포 함수 반영 요소를 추정에 따른 오차의 비율로 변화시킴으로써 신속히 추정 오차를 줄여 주고자 한다. 즉 기존의 고정적인 측정 반영 비율(static measurement reflection ratio)의 경우보다 적응적인 방법을 사용하여 정확한 등가 대역폭을 추정해 줌으로써 새로운 연

결 요청하는 호가 있으면 서비스 품질을 만족하는 범위 내에서 빠른 시간 내에 연결 요청하는 호를 수락해 주고자 하였다. 적응적인 방법으로 연결 설정 혹은 해제 후의 경과 시간에 따라 측정 반영 비율을 변화시키는 방식이 있지만<sup>[7]</sup> 본 논문에서는 매 갱신기간마다 추정 오차에 따라 측정 반영 비율을 적응적으로 변화시키는 방안을 제안한다.

또한 다양한 특성을 가진 트래픽을 서비스 요구 조건과 트래픽 특성에 따라서 트래픽 클래스로 구분하였으며 각 트래픽 클래스 마다 개별 버퍼를 두었다. 트래픽 클래스별로 적응적 방법으로 등가 대역을 구하고 등가 대역비에 따라 스케줄링을 수행하여 각 트래픽 클래스의 서비스 요구 조건을 만족시키며 링크 효율을 높이고자 하였다.

## II. 기존의 연결 수락 제어

서비스 품질을 보장하면서 접속 시 필요한 대역폭을 할당하는 방법은 크게 두 가지가 있다. 첫째로 결정적 다중화(deterministic multiplexing)방법으로 개개의 접속 시 최대 셀률로 대역폭을 할당하게 된다. 이렇게 하면 간단히 셀 준위의 폭주를 방지할 수 있으며 서비스 품질을 보장해 줄 수 있지만 버스트 정도가 큰 경우에는 대역 이용률이 떨어지게 된다. 둘째로는 통계적 다중화(statistical multiplexing) 이득을 고려한 방법으로써 가변 비트 율 트래픽에 대역폭 할당할 때 사용한다. 최대 셀률보다는 작게 평균 셀률보다는 큰 값으로 대역을 할당한다. 이는 대역 할당값이 평균 셀률에 접근할수록 대역효율이 증가하며 최대 셀률로 접근할수록 대역 효율은 떨어지게 되고 서비스 품질은 보장된다. 그러므로 항상 대역 효율과 서비스 품질은 상반관계에 있다.

트래픽의 특성을 나타내는 방법에는 통계적 모델링 방법과 측정에 근거한 방법으로 나눌 수 있으며 통계적 모델링에 근거한 방법은 트래픽 특성을 사용자가 선언한 트래픽 파라미터에 의해서 나타내는 방법으로, on-off모델, 가우스 분포<sup>[8]</sup>, AR(autoregressive)모델<sup>[9]</sup>, MMPP(Markov modulated Poisson process)모델에 근거한 방법<sup>[10]</sup> 등이 있다. on-off모델은 on기간에는 최대 셀률로 off기간에는 셀을 전송하지 않으며 on-off기간은 지수 분포에 따른다. 이 모델은 최대 셀률, 평균 셀률, 평균 버스트 길이가 주어진 경우 최악의 트래

픽 특성을 나타낸다. 가우스 분포에 의한 모델은 다중화된 트래픽의 근사화에 사용되며 AR모델은 장면 변화가 적은 단일 비디오원에 대한 좋은 모델링 방법이다. 그리고 MMPP모델은 중첩된 비디오원의 모델링 방법으로써 많이 이용된다.

측정에 의한 방법은 사용자가 선언한 트래픽 파라미터 이외에 실제 측정을 통해서 필요한 정보를 얻는 방법으로써 트래픽 파라미터는 일반적으로 선언하기 쉬운 최대 셀률을 주로 사용하며 트래픽 측정에 의해서 일정한 측정기간 동안에 도착한 셀 수의 확률 분포 함수가 얻어지면 실제 트래픽에 대한 많은 정보를 가지므로 트래픽 파라미터에 근거한 연결 수락 제어 방법보다 훨씬 더 정확한 연결 수락 제어를 할 수 있다.

기존의 연결 수락 제어 방안에는 등가 대역폭에 의한 방법, 버스트 모델을 사용한 방법 그리고 측정에 의한 방법 등이 있다.

등가 대역폭에 의한 연결 수락 제어는 두 가지 알고리즘을 혼합하여 호 수락 여부를 결정한다. 간단한 방식으로 유체 흐름(fluid-flow)모델에 의한 근사화 방법이 있으며 이는 개별 호의 정확한 등가 대역폭을 미리 구하는 것이 어렵고 트래픽 클래스의 수가 많고 트래픽 소스의 수가 적은 경우 링크의 효율이 떨어진다는 단점이 있다. 또한 다중화된 트래픽의 전체 등가 대역폭을 구하는데 개별 트래픽의 등가 대역폭의 합으로 구하므로 다중화 이득이 고려되지 않는다. 개별 트래픽의 상호 간섭으로 인한 다중화 이득을 고려하기 위해서 가우시안 근사화 방식을 사용하기도 한다<sup>[2]</sup>.

버스트 모델을 사용한 방법은 다중화 비트 율과 평균 비트 율만을 사용하여 직접 평가하는 방식이다<sup>[3]</sup>.

위에서 언급한 등가 대역폭에 의한 연결 수락 제어와 버스트 모델을 사용한 연결 수락 제어는 통계적 모델링 방법에서 제공되는 트래픽 파라미터를 근거로 연결 수락 제어를 수행한다. 트래픽 파라미터에 근거해서 할당된 등가 대역폭은 실제 트래픽의 등가 대역폭과는 차이가 있을 수 있으며 이로 인해서 링크 효율이 떨어질 수 있다 특히 버스트 정도가 강한 트래픽의 경우 대역 낭비는 더욱 심해진다. 이러한 대역 낭비를 줄이기 위해 매 일정기간동안 실제 셀 발생을 측정하여 반영하는 측정에 의한 연결 수락 제어가 있다.

### III. 측정 기반 적응적 연결 수락 제어

#### 1. 측정에 근거한 연결 수락 제어

측정에 근거한 연결 수락 제어 방식은 일정한 측정 기간 동안에 도착한 셀 수를 측정하여 확률 분포 함수를 구하며, 이전 갱신 기간 동안에 얻어낸 확률 분포 함수에 근거하여 다음 갱신 기간에 발생할 셀 확률 분포 함수를 추정한다. 측정에 근거한 연결 수락 제어 방식에서는 트래픽에 따라서 측정 간격과 갱신 기간을 적절히 정하는 것이 중요한 문제가 되며 또한 다음 갱신 구간에 발생할 셀 확률 분포 함수를 추정하는데 있어서 이전 갱신 구간에서 측정 셀 확률 분포 함수를 반영하는 비율을 최적화시키는 것이 문제로 남아 있다<sup>[4]-[6]</sup>.

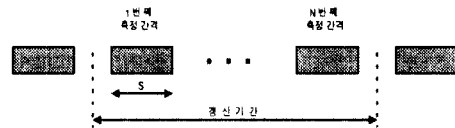


그림 1. 트래픽 측정 방법  
Fig. 1 Traffic measurement scheme

본 논문에서 수행하는 발생 셀의 측정은 그림 1에서 보는 바와 같이 한 갱신 기간 내 N개의 측정 간격에서 행해진다. n번째 갱신 기간에서 측정 간격 s 동안에 도착한 셀 수가 k개일 확률을  $p(k:n)$ 이라고 정의하며, 측정에 의한 확률을  $q(k:n)$ , 추정에 의한 확률을  $\hat{p}(k:n)$ 으로 정의한다. n번째 갱신기간 셀 도착 확률  $q(k:n)$ 와  $\hat{p}(k:n)$ 로써 n+1번째 갱신기간에 셀 발생 추정확률  $\hat{p}(k:n+1)$ 을 다음 식으로 구할 수 있다.

$$\hat{p}(k:n+1) = \alpha q(k:n) + (1-\alpha)\hat{p}(k:n) \quad (1)$$

여기서  $\alpha$ 는 다음 갱신 기간의 셀 도착 확률을 추정하는데 현재 측정 셀 도착 확률을 반영하는 비율로써 0과 1사이의 값을 가진다.

위 식에서 추정한 셀 도착 확률을 바탕으로 한 측정 간격 내에서 평균 셀 발생 개수는  $\sum_{k=0}^{\infty} k\hat{p}(k:n+1)$ 로 주어진다.

그리고, 갱신 기간 동안 최대 셀 율이  $R_p$ 인 호가

연결 수락되었다면 다음 갱신 기간 동안 발생할 셀 확률 분포 함수는 다음 식으로 구한다.

$$\hat{p}(k:n+1) = \begin{cases} \hat{p}(k-R;n), & k \geq R \\ 0, & k < R \end{cases} \quad (2)$$

$$R = sR_p$$

여기서 R은 측정 기간 s동안에 새로운 호로부터 도착할 수 있는 최대 셀 개수이다. 이는 새로운 호로부터 정확한 셀 발생 확률을 알 수 없으므로 최악의 경우로 가정한다. 그러나 새로운 호의 트래픽은 몇차례 갱신 기간을 지나면서  $\alpha$  값에 따라서 실제 값에 가까워 진다.

반대로 호가 해제되는 경우에는 해제되는 호가 속해있던 트래픽 클래스의 평균 셀률  $R_a$ 로써 다음 갱신 구간의 셀 발생 확률을 추정한다.

$$p(0;n+1) = \sum_{k=0}^{R_a} \hat{p}(k;n) \quad (3)$$

$$p(k;n+1) = \hat{p}(k+R_a;n) \quad (k \geq 1)$$

연결 수락 제어기는 등가 대역폭을 바탕으로 서비스 요구 조건인 셀 손실률과 전송 지연 한계를 만족 시키면서 연결 수락 제어를 수행하여야 한다.

먼저 전송 지연 한계는 버퍼 크기으로써 요구 조건을 만족 시킬 수 있다. 즉 트래픽 클래스의 전송 지연이 T, 셀의 크기 L 그리고 등가 대역이  $C_e$ 라면 이를 만족하는 버퍼 크기 K는  $C_e T/L$ 로 주어진다. 이렇게 함으로써 지연에 대한 요구조건은 만족 시킬 수 있으며 다음 식으로 셀 손실률을 구할 수 있다<sup>5)</sup>.

$$\hat{B} = \frac{\sum_{k=0}^{\infty} [k - sC_e/L]^+ \hat{p} * \theta_{n+1}(k)}{\sum_{k=0}^{\infty} k \hat{p}(k) + sR_{a,n+1}/L} \quad (4)$$

여기서,

$$[x]^+ = \begin{cases} x, & x > 0 \\ 0, & x \leq 0 \end{cases} \text{이다.}$$

이렇게 구한 셀 손실률이 셀 손실률 한계를 넘어

서지 않으면 호를 수락하게 되며 그렇지 않으면 거절한다.

## 2. 적응적 측정 반영 비율

새로운 호에 대한 연결 수락 제어에서 실제 측정을 통해서 각 트래픽에 대한 등가 대역폭을 구하였으며 이렇게 구한 등가 대역폭과 새로운 연결 요청호의 최대 셀률의 합이 링크 용량을 넘어서지 않으면 연결 요청을 수락하고 그렇지 않으면 거절한다. 그러므로 등가 대역폭을 구하는데 바탕이 되는 셀 발생 확률을 얼마나 실제 트래픽과 가깝게 추정하느냐가 상당히 중요한 문제가 되고 있다.

식(1)과 같이 다음 갱신 구간에 대한 셀 발생 확률  $\hat{p}(k:n+1)$ 은 현재 측정에 의한 셀 발생 확률  $q(k:n)$ 을 측정 반영 비율  $\alpha$ 만큼 반영하여 구하였다. 버스트성이 강한 트래픽의 경우 연결 설정 이후 실제 등가 대역폭보다 훨씬 큰 대역폭이 할당되며 여러 갱신기간을 거치면서 실제 등가 대역폭에 가까워진다. 이 측정 반영 비율이 고정적이고 낮은 값이라면 초기에 할당된 대역폭에서 실제 등가 대역폭으로 낮추는데 상당한 시간이 걸리게 된다. 결국 여러 종류의 트래픽이 유입되는 ATM망에서는 측정 반영 비율을 고정적인 값으로 두게 되면 망에 유입되는 트래픽에 적절히 대응하지 못하게 된다.

본 논문에서는 측정 반영 비율을 다음 식에서와 같이 측정치와 추정치의 차에 따라서 변화시켜주고 있다.

$$\alpha(n) = \alpha(n-1) + \alpha(n-1) \times \frac{a_e(n) - a_m(n)}{a_e(n)} \quad (5)$$

여기서,

$$a_m(n) = \sum_{k=0}^{\infty} kq(k:n), \quad a_e(n) = \sum_{k=0}^{\infty} k\hat{p}(k:n)$$

$a_m(n)$ 은 측정에 의한 측정 간격내의 평균 셀 수이며  $a_e(n)$ 은 추정에 의한 측정 간격내의 평균 셀 수이다.

측정 반영 비율은 추정 등가 대역이 실측치보다 과도하게 추정되면 크기가 증가하여 실측 셀 발생 확률을 더 많이 반영하게 되며 추정치가 실측치와 같게 되면  $\alpha$  값은 변하지 않는다.

3. 적응적 연결 수락 제어에 기반한 스케줄링 방안  
 논문에서는 각 트래픽의 트래픽 파라미터와 서비스 품질 요구조건에 따라서 트래픽을 구별하며 그림 2와 같이 각 트래픽 클래스별로 개별 버퍼를 두어서 버퍼링을 한다<sup>[11]</sup>. 또한 각 트래픽 클래스별로 등가 대역폭을 계산하며 각 트래픽의 등가 대역폭 비에 따라서 식(6)에 의해 링크용량이 할당된다.

새로운 연결 요청 호가 있으면 연결 요청 호의 트래픽 클래스에 할당된 링크용량에 따른 셀 손실률이 셀 손실률 한계를 넘어 서지 않으면 이를 수락하고 그렇지 않으면 거절한다. 호 수락 후 연결된 호가 속하는 트래픽 클래스의 셀손실률은 식(4)와 같이 구하며 식(5)에 의해 측정 반영 비율의 값은 변화한다.

$$L_i(n) = \frac{C_e^i(n)}{\sum_{i=1}^M C_e^i(n)} \cdot C, \quad i=1,2,\dots,M \quad (6)$$

여기서, C는 링크 용량이며 n 갱신기간에 트래픽 클래스 i의 등가 대역폭이  $C_e^i(n)$ 이며 할당된 링크 용량은  $L_i(n)$ 이다.

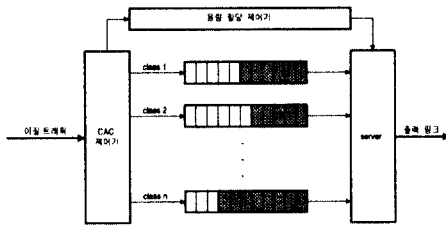


그림 2. 연결 수락 제어기 구조  
 Fig. 2 Structure of connection admission controller

각 트래픽 클래스에 적절히 링크용량을 할당해 주는 것이 중요한 문제가 되며 링크용량 크기를 정하는데 중요한 요소인 등가 대역폭은 적응적 측정 반영 비율을 사용하였다.

또한 다양한 특성을 가진 트래픽이 다중화된 경우 각 트래픽 클래스의 등가 대역에 관계없이 동일한 비율로 스케줄링을 수행하게 되면 전송 지연한계가 짧은 트래픽, 낮은 셀손실률을 요구하는 트래픽 그리고 평균 셀률이 높은 트래픽 클래스는 서비스 요구 조건

을 만족시키지 못할 뿐만 아니라 링크 효율 또한 나빠지게 된다. 이러한 문제 해결을 위해 등가 대역폭 비율에 따라 스케줄링하는 방법을 사용하였다. 즉 현재 갱신 기간에서 구한 각 트래픽 클래스의 등가 대역폭의 비에 따라서 다음 갱신 기간에서 각 트래픽 클래스별로 스케줄링한다.

두 트래픽 클래스의 경우, 다음 갱신 구간에서의 각 트래픽 클래스의 추정 등가 대역폭은  $C_e^1(n+1)$ ,  $C_e^2(n+1)$ 로 주어지면 다음 식에 따라서 스케줄링이 이루어진다.

$$\begin{aligned} & \lfloor \frac{C_e^1(n+1)}{C_e^2(n+1)} \rfloor : 1, \quad C_e^1 > C_e^2 \\ & 1 : \lfloor \frac{C_e^2(n+1)}{C_e^1(n+1)} \rfloor, \quad C_e^1 < C_e^2 \end{aligned} \quad (7)$$

만약 트래픽 클래스 1의 등가 대역이 클래스2의 등가대역 보다 크다면 트래픽 클래스 1과 2의 서비스 비는  $\lfloor \frac{C_e^1(n+1)}{C_e^2(n+1)} \rfloor$  대 1로 서비스하고, 그렇지 않으면 대응하는 값으로 서비스한다.

#### IV. 시뮬레이션을 통한 분석

본 장에서는 시뮬레이션을 통하여 측정 반영 비율에 따른 추정 오차에 대하여 알아본다. 시뮬레이션에 사용된 트래픽 모델은 on-off 모델을 사용하였다. 여러 트래픽 모델 중 on-off 모델은 활성 영역에서는 최대 셀률로 셀을 발생시키며 휴지 영역에서는 셀을 발생시키지 않는다. 또한 이 모델은 최악의 트래픽 조건을 만들어 주며 트래픽 발생 형태는 그림 3과 같다.

위 그림에서 on-off 트래픽 모델은 활성 영역의 평균 지속 시간은  $1/a$  msec이며 휴지 상태의 평균 지속 시간은  $1/b$  msec이며 두 상태 지속 시간은 지수 분포를 따른다. 또한 활성 영역에서의 셀 발생 간격은 최대 셀률의 역수이다.

본 시뮬레이션에 사용된 트래픽 파라미터는 표 1과 같다.

측정 간격이나 갱신 기간이 길어지면 좀더 정확한 트래픽 특성을 파악할 수 있으며 다음 갱신 기간에서의 추정 오차를 줄일 수 있어서 셀 손실률을 낮출 수

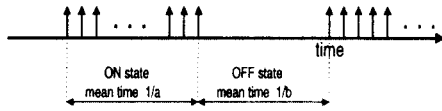


그림 3. On-off 트래픽 모델  
Fig. 3 On-off traffic model

표 1. 트래픽 파라미터 I  
Table 1. Traffic parameter I

최대셀률	평균셀률	평균활성시간	평균휴지시간
25000 cell/sec	7500 cell/sec	30 msec	70 msec

있다. 하지만 반응 시간이 길어지는 단점이 있다. 또한 정확한 셀 발생 확률을 추정하기 위한 최소의 갱신기간은 on-off 트래픽의 특성상 평균 활성 구간과 평균 휴지 구간의 합이 된다. 본 논문에서는 표 1의 트래픽 파라미터를 가지는 트래픽에 대해 갱신 기간을 최대 셀률로 10000셀 도착시간으로 두었으며 측정 간격은 50셀시간으로 두었다.

측정 반영 비율을 고정적인 값과 동적인 값에 따른 추정 오차는 그림 4와 같으며 추정오차는 측정 간격 내에서의 추정에 의한 평균 도착 셀 수와 측정에 의한 평균 도착 셀 수의 차이로 나타난다. 동적 측정 반영 비율의 경우 초기치를 정하는 것이 문제로 남아 있으며 여기에서는 초기치를 0.2와 0.4로 두고 시뮬레이션을 수행하였다.

측정 반영 비율이 커지면 추정 오차는 좀 더 빨리 작아짐을 알 수 있으며 동일한 초기치에 대해 동적인

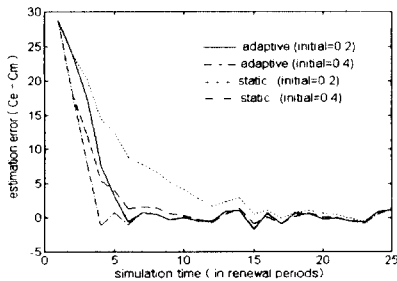


그림 4. 측정 반영 비율에 따른 추정 오차  
Fig. 4 Estimation error for MRR

측정 반영 비율을 사용한 쪽이 유동적인 실제 트래픽에서 오차가 적음을 알 수 있다.

갱신 기간에 따른 추정 오차의 변화를 나타내면 그림 5와 같다. 적응적 측정 반영 비율의 초기값으로 0.2를 두었으며 갱신 기간은 각각 2초, 1초, 0.2초로 두었다.

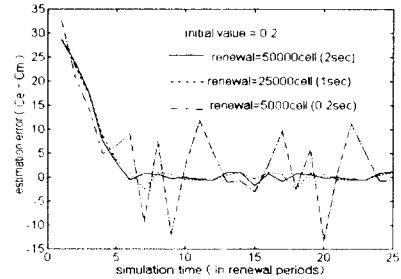


그림 5. 갱신 기간에 따른 추정 오차  
Fig. 5 Estimation error for the renewal period

그림에서 알 수 있듯이 갱신 기간이 길어지면 다음 갱신 기간에서의 셀 발생분포 함수를 좀 더 정확히 추정하였다. 하지만 셀 발생 분포 함수를 바탕으로 구하는 다음 갱신 기간에서의 등가 대역과 새로운 연결 요청 호에 대한 셀손실률의 적용시간은 길어진다.

적응적 방법에서의 연결 수락된 호의 수를 조사하면 그림 6과 같다. 여기서 출력 링크 용량은 초당 25000셀이며 최대 셀률은 초당 2500셀로 두었으며 셀 손실률 한계는  $10^{-3}$ 으로 두었다. 갱신기간은 100 msec로 두었으며 측정 간격은 0.4 msec로 두었다. 매 갱신 기간마다 연결 요청호가 발생하며 연결 수락 제어를 통하여 수락 여부를 판정한다.

적응적 측정 반영 비율에서 추정 오차를 신속히 감소 시켜줌으로써 연결 요청 호에 대해서 수락 허용률이 높았으며 셀 손실률 한계를 초과하지 않는 한계 내에서의 최대 연결 호의 개수는 22개이다.

표 2. 트래픽 파라미터 II  
Table 2. Traffic parameter II

	최대셀률	평균셀률	평균 활성시간	평균 휴지시간
트래픽1	25000 cell/sec	7500 cell/sec	30 msec	70 msec
트래픽2	2500 cell/sec	750 cell/sec	30 msec	70 msec

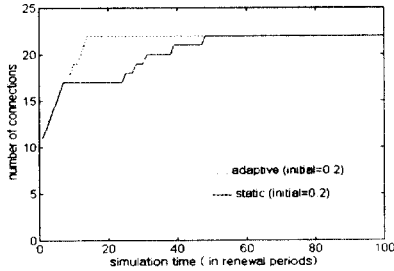


그림 6. 측정 반영 비율에 따른 연결수  
Fig. 6 Total connections vs. MRR

트래픽 특성이 다양한 경우, 각 트래픽 클래스의 대역폭 비에 따라 스케줄링하였을 때의 전체 연결수와 링크 효율을 나타내면 그림 7 및 그림 8과 같다. 사용된 트래픽 파라미터는 표 2에 나타나 있으며 출력 링크 용량은 초당 250000셀로 두었으며 셀손실률 한계는  $10^{-3}$ 로 두었다.

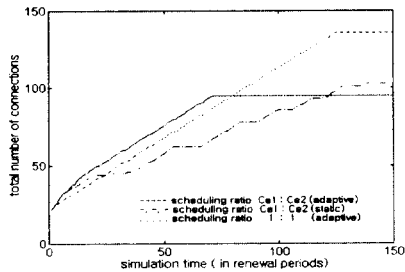


그림 7. 스케줄링 방식에 따른 전체 연결수  
Fig. 7 Total connections vs. scheduling scheme

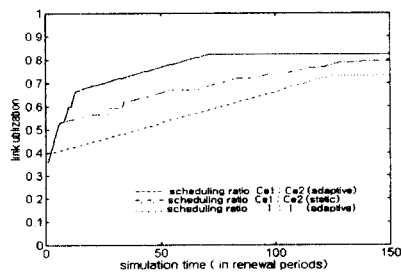


그림 8. 스케줄링 방식에 따른 링크 효율  
Fig. 8 Link utilization vs. scheduling scheme

그림 7에서 전체 연결된 호의 수는 제안된 방식이 가장 낮지만 그림 8에서 처럼 링크 효율은 제안된 방식이 가장 좋다. 이는 제안된 방식과 비교된 다른 두 방식의 경우 최대 셀률이 낮은 트래픽 2의 호를 많이 연결 수락해주고 최대 셀률이 높은 트래픽 1의 호는 상대적으로 적게 연결 수락해 주었기 때문이다. 실제 의미있는 것은 링크효율 측면이다.

## V. 결 론

본 논문에서는 측정에 근거한 연결 수락 제어에 있어서 측정 반영 비율을 입력 트래픽에 적응적으로 변화시키는 방식을 제안하였다. 측정 반영 비율은 다음 갱신 기간에 대한 셀 발생 확률을 추정하는데 현재 갱신 기간에서 구한 측정 셀 발생 확률을 반영하는 비율이 되며 추정치와 측정치의 오차를 줄여준다. 하지만 다양한 서비스 품질을 요구하는 트래픽들에 대해서 이를 고정적인 값으로 두면 다양한 트래픽에 적절히 대응하지 못한다. 이에 본 논문에서는 연결 수락된 트래픽의 측정치와 추정치의 오차에 따라서 측정 반영 비율을 적응적으로 변화시켜서 신속히 추정 오차를 줄였다. 이 추정 오차는 호수락 여부 판정에서 중요한 요소인 셀손실률을 구하는데 정확성을 나타내며 추정 오차가 낮음으로 해서 호 수락률이 높음을 보여주었다.

다양한 특성을 가진 트래픽이 다중화된 경우에는 적응적 방식으로 각 트래픽 클래스별로 등가 대역을 추정하여 등가대역폭 비에 따라서 링크 용량을 할당하고 이에 따라 스케줄링을 수행하였다. 이 수행과정을 통해서 기존의 고정적인 방법에서 최대 셀률이 높은 트래픽의 호가 수락될 확률이 낮은 단점을 보완할 수 있었다.

시뮬레이션을 통하여 측정 반영 비율이 입력 트래픽에 대해 적응적으로 변화하는 것이 고정적인 값일 때보다 신속히 추정 오차를 감소시켜서 호 수락률이 높여줌을 알 수 있었다. 또한 제한된 스케줄링 방안을 통해 대역 효율을 개선시켰다.

## 참 고 문 헌

1. ITU-T Recommendation I.371, "Traffic Control and Congestion Control in B-ISDN," Geneva, May 1996.

2. R. Gerin, "Equivalent Capacity and Its Application to Bandwidth Allocation High-speed Networks", *IEEE J. Select. Areas. Comm.* vol. 9, no. 7, pp. 968-981, Sep. 1991.
3. H. Saito and K. Sato, "Traffic Control Technologies in ATM Networks," *IEICE Trans.* vol. E 74, no. 4, Apr. 1991.
4. T. Murase, Hiroshi Suzuki, "A call admission control scheme in ATM networks using a simple quality estimate", *IEEE J. Select. Areas Comm.* vol. 9, no. 9, pp.1461-1470, Dec. 1991.
5. H. Saito and K. Shiimoto, "Dynamic Call Admission Control in ATM Networks", *IEEE J. Select. Areas. Comm.* vol. 9, no. 9, pp. 982-989, Dec. 1991.
6. S. Jamin, S. J. Shenker, P. B. Danzig, "Comparison of Measurement-based Admission Control Algorithms for Controlled-Load Service", *IEEE INFOCOM*, pp. 975-982, 1997.
7. W. Y. Han, S. J. Lee, S. R. Cho and C. H. Yim, "Adaptive Connection Admission Control in ATM Networks," *KICS*, pp. 1719-1729, Sep. 1994.
8. P. Joos and W. Verbiest, "A statistical bandwidth allocation and usage monitoring algorithm for ATM networks," *Proc. ICC'89*, 1989, pp. 415-422.
9. B. Maglaris, D. Anastassiou, P. Sen, G. Karlsson and J. D. Robbins, "Performance models of statistical multiplexing in packet video communication," *IEEE Trans. Comm.* vol. 36, no. 7, pp. 834-844, July 1988.
10. H. Hefes and D. M. Lucantoni, "A markov modulated characterization of packetized voice and data traffic and related statistical multiplexer performance," *IEEE J. Select. Areas Comm.* pp. 856-867, Sep. 1986.
11. R. Bolla, F. Davoli, M. Marchese, "Complete Partitioning Schemes for Call Access Control in ATM Networks", *ICC*, pp. 751-756, 1996



尹智映(Ji-young Yun)정회원  
1972년 11월 22일생  
1995년 2월: 경북대학교 전자공학  
졸업(공학사)  
1997년 8월: 경북대학교 대학원 전  
자공학과졸업(공학  
석사)  
1997년 8월~현재: 한국컴퓨터통  
신 연구원

※주관심분야: ATM망 트래픽 제어, 멀티미디어 통신등



金順子(Soon-Ja Kim)정회원  
1975년 2월: 경북대학교 수학교육  
학과졸업(이학사)  
1977년 2월: 경북대학교 교육대학  
원 수학과 졸업(이  
학석사)  
1988년 2월: 계명대학교 대학원  
수학과 졸업(이학  
박사)

※주관심분야: ATM망 트래픽제어, Teletraffic Systems  
해석, 전자상거래등.

e-mail : snjkim@ce.kyungpook.ac.kr