ATM 망에서 재귀 연산에 의한 연결 수락 제어

남 재 현[†] · 박 찬 정[††] · 이 기 현[†††]

요 약

본 논문은 사용자로부터 신고된 트래픽 파라메터를 이용하여 연결요구 및 연결해제가 일어나는 시점마다 실시간 계산이 가능한 재귀 연산 방법에 의해 트래픽을 예측하고 접속된 호의 갯수가 없는 동안은 측정 반영 주기마다 도착되는 셀 흐름을 측정하여 트래픽을 예측하는 새로운 연결 수락 제어 알고리즘을 제안한다. 제안된 방법은 동질 및 이질 버스트 트래픽의 경우에 대해 여러 가지 측면에서 성능을 평가 하였고 버스트모델에 기반한 기존의 방법에 비해 이용률 및 서비스 품질의 측면에서 기존 방식보다 더 개선되었음을 확인하였다.

A Connection Admission Control with Recursive Formula in ATM Networks

Jae Hyun Nam[†] · Chan Jung Park[††] · Kee Hyun Lee[†††]

ABSTRACT

In this paper, we propose a new connection admission control(CAC) algorithm for traffic control in ATM network in which traffic estimation is performed based on user-specified parameters at every moment of connection request or connection release by recursive formula which makes real-time calculation possible. And traffic estimation using cell flow measurement is carried out when the number of connectioned calls does not change during a measurement reflection period. Performance analysis of the proposed method is carried out using several aspects for homogeneous and heterogeneous bursty traffic. The results showed that the proposed CAC method revealed better performance, than conventional CAC method for burst model in both utilization and QoS point of view.

1. 서 론

BISDN은 그 기본 목적이 원격검침, 데이터 단말, 전화, 팩시밀리 등 협대역 서비스(NISDN : Narrowband ISDN)로 부터 영상전화, 영상회의, 정밀화면 전송, 고속 데이터 전송, 영상 신호 전송 등의 광대역 서비스에 이르기까지 넓은 대역 분포를 갖는 연속성의 실시간 신호들과 군집성의 데이터 신호들을 모두 통합하는데 있었다. 따라서 다양한 서비스들을 공통적으로 취급할 수 있는 효과적인 처리방식이 필요하게 되었고, 이를 위해 제안된 것이 ATM(Asynchronous Transfer Mode) 통신방식이다[1].

ATM은 다양한 서비스 신호들을 셀(cell) 이라는 고정된 크기의 형태를 갖도록 통일시키고, 이러한 셀들을 모아서 통계적 다중화(statistical multiplexing)방식에 의해 다중화하므로 다양한 서비스들을 유연하게

† 정 회 원 : 영월공업전문대학 사무자동화과 전임강사
†† 정 회 원 : 강릉대학교 전자계산학과 부교수
††† 종신회원 : 명지대학교 컴퓨터공학과 교수
논문접수 : 1996년 11월 13일, 심사완료 : 1997년 5월 22일

수용할 수 있을뿐 아니라, 망 자원을 효율적으로 사용할 수 있다. 그러나 ATM에서는 통계적 다중화로 인해 요구대역(demand bandwidth)이나 요구된 서비스 질(QoS : Quality of Service)이 다른 다양한 호(call)들이 망 자원을 공유하여야 하고, 또 고속의 셀 전송 특성으로 인해 망 차원에서의 폭주(congestion)가 발생할 수도 있고, 예측할 수 없는 트래픽의 변화로 인한 셀 지연, 셀 손실 등이 발생할 수도 있다. 그러므로 사용자가 요구하는 서비스의 질을 만족시키고 망 자원을 효과적으로 공유하기 위해서는 연결설정 단계나 정보전송 단계에서의 적극적인 트래픽 제어기법이 요구되고 있다[2].

지금까지 제안된 트래픽 제어 방법에는 연결수락제어(CAC : Connection Admission Control), 사용자/망 파라메터제어(UPC/NPC : Usage Parameter Control/Network Parameter Control), 우선순위 제어(PC : Priority Control), 폭주제어(Congestion control) 등이 있으며 ITU-T에서는 이러한 일련의 트래픽 제어에 대한 내용들을 I.371을 통하여 권고하고 있다[3].

연결수락제어란 새로운 호의 연결이 요구되었을 때 정보의 전달과정에서 발생할 수 있는 폭주상태를 미리 예방하기 위해 망이 호 설정 단계나 재협상 단계에서 새로운 호의 요구 서비스의 질과 트래픽 파라메터를 파악하고 현재의 망 상황을 고려하여 새로운 호의 수용 여부를 결정하는 행위로 정의된다[4]. 즉, 연결 수락 제어 기능은 연결 단계에서 호의 수락여부를 결정하는 행위이므로 트래픽에 근본적인 영향을 주는 중요한 제어기능이며 새로운 호의 접수과정에서 접속으로 인해 망으로 유입되는 트래픽이 망에 미치는 영향을 예측하여 호 설정 요구의 수락을 결정함으로서 새로운 연결에 의해 기존에 연결된 호들의 서비스의 질이 저하되지 않도록 하는데 그 목적이 있다. 연결 수락 제어 기능은 다중화된 트래픽의 특성을 분석하는 관점과 호의 연결이 수락된 이후 망의 서비스의 질을 예측하는 관점에 따라 많은 연구들이 진행되어 왔으나, 실제의 망에 적용하기에는 아직 많은 문제점을 갖고 있다. 따라서 연결수락제어 기법에 관한 연구는 BISDN의 실제 전개에 앞서 우선적으로 확보해야 할 기반 기술이다.

본 논문에서는 버스트모델의 간편성을 이용하면서 버스트모델의 단점인 계산의 복잡성을 개선하기 위해 재귀연산(recursive operation) 방법을 사용하여 출력 링크에 도착하는 셀들의 분포가 실시간적으로 변화하는 점을 감안하여 출력 링크 상에서 도착셀들을 측정하여 트래픽 예측에 이용함으로 링크의 효율을 향상시킬 수 있도록 하였다. 또한 측정치를 트래픽 예측에 반영하여 측정치 반영율과 측정치 반영주기를 현재 트래픽 흐름의 변화에 따라 적절하게 조정하여 기존의 측정에 근거한 방법을 개선하였다. 한편 제안된 기법의 타당성을 검증하기 위해 수학적 분석(analytical analysis) 결과와 모의실험(simulation) 결과들을 상호 비교 분석한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 제 2장에서는 본 논문의 배경과 기존 연결수락제어 기법에 관하여 간단하게 논하고, 제 3장에서는 본 논문에서 제안한 시스템 모델과 재귀연산에 의한 연결수락제어 기법을 제시한다. 제 4장에서는 제안된 연결수락제어 기법의 성능을 기존의 모델과 비교 평가하고, 마지막으로 제 5장에서 결론을 맺는다.

2. 연결수락제어 기법

ATM은 효과적인 망 자원의 이용을 위해 다양한 전송속도를 갖는 트래픽들을 통계적으로 다중화 한다. 그러나 동시에 많은 트래픽이 최대 전송률(peak bit rate)로 데이터 전송을 행할 경우에 망은 심각한 폭주(congestion)상태를 유발한다. 따라서 사용자의 관점에서 서비스의 질의 보장과 망 관점에서의 이용효율의 극대화라는 상반된 입장을 만족시키기 위해 다양한 특성의 트래픽들에 대한 효과적인 제어가 요구된다[5].

지금까지 제안된 연결수락제어 기법에는 등가대역에 의한 방법[5, 6], 버스트모델을 이용한 방법[7], 측정에 기초한 방법[8] 등이 있다.

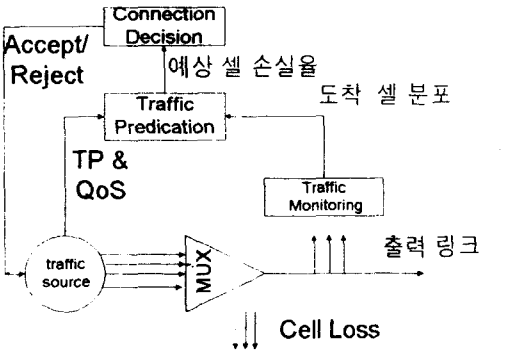
등가 대역에 의한 방법은 같은 트래픽 특성을 갖는 트래픽 소스를 같은 클래스로 분류하고, 필요한 대역을 클래스별로 미리 할당한 후 연결 요구가 있을 때 해당 클래스의 필요대역이 잔여 대역을 초과하는지의 여부를 조사하여 연결을 수락하는 방법이다. 이 방법은 다양한 클래스에 대해 필요한 대역을 미리 구하여 할당하는 것이 어렵고 트래픽의 수가 많고 각 클래스별 트래픽 소스의 수가 적을 경우 대역 사용

효율이 나빠지는 단점이 있다.

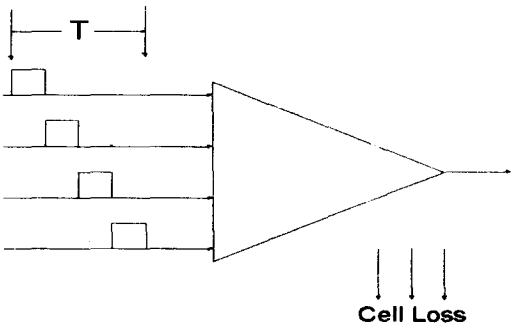
버스트 모델 사용방법은 다중화된 버스트 양을 셀 도착 프로세스의 ON-OFF 구간의 분포와는 관계없이 최대 비트율과 평균 비트율만을 사용하여 직접 평가할 수 있는 간편성이 있으나 반면에 이질트래픽(heterogeneous)의 상황에서 계산이 복잡해 지는 단점이 있다.

측정에 의한 방법은 실제 출력 버퍼에 도착하는 셀의 갯수를 측정하고 이를 근거로하여 연결수락을 결정하는 방법으로서 실제 트래픽을 파악하여 이를 예측에 반영하기 때문에 링크 효율을 높일수 있고 개념이 간단하여 실시간 응용이 용이하다는 장점이 있다.

측정에 의한 방법에는 측정에만 의존하는 방법과 수학적 분석 및 측정을 모두 이용하는 방법이 있다. 측정에만 의존하는 방법은 계산에 의한 부하는 없는 반면 측정 오차에 의한 예측 오류가 심각할 수 있는 단점이 있고, 수학적 분석 및 측정을 모두 이용한 방법의 경우에는 요구되는 서비스 품질을 만족시키면서 최대의 링크 이용률을 얻을 수 있도록 측정 반영률 및 측정 반영 주기를 적절히 설정하는 것이 주요 문제로 대두되고 있다. 이 문제에 관한 연구에서는 파라메터를 단순히 고정시키고 성능을 분석하였다. 그러나 다양한 트래픽 특성을 갖는 모든 트래픽에 대해 측정 반영률 및 측정 반영 주기를 고정 시킬 경우 서비스 질을 만족시키지 못하는 경우가 발생하게 된다.



(그림 1) 시스템 구성도
(Fig. 1) System configuration



(그림 2) 연결 수락 제어 모델
(Fig. 2) CAC model

3. 제안된 연결수락제어 기법

이 장에서는 본논문에서 제안한 연결수락제어 알고리즘을 (그림 1)과 같이 연결 요구 및 연결 해제시 신고된 트래픽 파라메터에 의해 트래픽을 예측하고 연결개수의 변화가 없는 동안에는 출력 링크에 도착하는 셀 분포에 대한 측정결과를 이용하여 트래픽을 예측한다. 제안한 기법은 버스트 모델의 간편성을 이용하면서 버스트 모델의 단점인 계산의 복잡성을 재귀연산 방법에 의해 줄여 실시간 처리가 가능하도록 하고 실시간적으로 변화하는 셀 도착 분포를 추적하기 위해 측정결과를 트래픽 예측에 반영한다.

3.1 모델링

(그림 2)와 같이 입력 트래픽 소스들 중에서 최대 셀 전송율이 가장 높은 트래픽 소스의 최대 셀 전송률을 VP_{max}로 하고, VP_{max}의 역수인 최소 셀 간격을 T로 정의 한다. 따라서 다중화된 개별적인 트래픽 소스로부터 측정구간 T동안 발생 가능한 최대 셀 수는 1개이므로 출력 링크는 T 동안에 최대 T개의 셀을 전송할 수 있다.

버퍼가 없는 bufferless model을 가정할 경우, 임의의 구간 T 동안에 당시 연결된 모든 트래픽 소스로부터 T개를 초과한 셀이 발생한 경우는 출력 링크의 용량 T를 넘게되어 셀 손실이 발생하게 되며 이때의 셀 손실률은 아래의 식과 같이 표현된다.

$$CLR = \frac{1}{\rho T} \sum_{k>T} (k-T)\,P(k) \qquad (1)$$

여기서,

$$P(k)=\sum_{(n_1,n_2,\cdots,n_L)\in A}\prod_{j=0}^{L}\binom{N_j}{n_j}\varphi_j^{n_j}(1-\varphi_j)^{N_j-n_j} \quad (2)$$

$$A=\left\{(n_1,n_2,\cdots,n_i,\cdots,n_L)\,|\,\sum_{i=0}^{L}n_i=k\right\} \quad (3)$$

$$\rho=\sum_{i=0}^{L}N_iV_{ai} \quad (4)$$

$$\varphi_j=\frac{V_{aj}}{V_{pj}} \quad (5)$$

(단, T : 최소 셀 간격, K : 발생 셀 수
L : 트래픽 클래스 수,
N : 각 트래픽 클래스에 속한 트래픽 전체 개수,
n : 각 트래픽 클래스에 속한 트래픽 소스 전체 개수 중 현재 연결된 트래픽 소스의 수)

식 1에서 산출되는 셀 손실률은 버퍼가 없는 모델의 경우이므로 산출된 셀 손실률은 실제 다중화 시스템의 경우에서는 최악의 경우에 해당되는 최대 셀 손실률의 상한(upper bound)이 된다. 즉, 셀 손실률을 예측하는데 있어서 최악의 셀 손실률을 고려하여 예측하므로서 연결 수락제어의 기본적 요구사항인 안전 여유분(safety margin)을 제공하게 된다. 또한 식 1은 구간 T 내에서의 셀 도착과정의 변화를 고려하지 않기 때문에 셀 도착과정의 변화에 따른 영향을 흡수하기 위해서는 최소 (T−1)개의 버퍼가 존재하여야 한다[9].

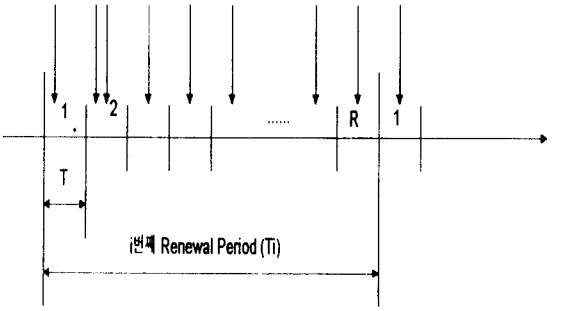
식 2는 L개의 클래스가 존재하고 각 클래스에 속한 트래픽 소스의 수가 N_j(j=1, 2, ···, L)일 때, 연결된 전체 트래픽 소스로부터 구간 T동안 k개의 셀이 발생할 확률을 계산하는 식이다.

이것은 식 3을 만족시키는 각 클래스의 트래픽 소스의 개수들 (n_1, n_2, ···, n_L)의 조합들에 의해 계산된다. 식 2에서 각 트래픽 소스가 구간 T동안에 하나의 셀을 발생할 확률은 식 5에서와 같이 버스트 지수의 역수인 회선 활용 계수 φ가 되며, 식 4의 ρ는 단위시간당 허용되는 평균 셀 수가 된다. 제안된 연결수락 제어기법에서는 버스트 모델의 셀 손실률을 예측하는 식 1을 기본으로하여 연결 수락 및 해제시 셀 도착 확률 P(k)를 재귀적 연산을 통해 실시간 처리가 가능하도록 갱신 하였다. 즉, 연결 갯수의 변화가 없는 동안에는 측정 반영 주기와 측정 결과의 반영 비율을 가변적으로 조정하면서 P(k)에 반영되도록 하였다.

3.2 트래픽 측정과 셀 도착 예측 방법

(그림 3)과 같이 구간 T를 하나의 측정 구간으로 하고 R개의 측정 구간을 하나의 Renewal period로 정의한다.

Renewal period는 연결이 수락되거나 해제된 직후부터 시작되어 연결 갯수의 변화가 없을 때까지 RT 단위로 반복되는 측정치의 반영주기가 된다. 즉, 전체 트래픽 소스로부터 도착하는 셀들을 i번째 Renewal period에서 각 측정 구간(T) 단위로 측정하여 마지막 R번째 측정 구간까지 도착한 셀들에 대해 산출한 도수분포를 $m_i(k)$ (k=0, 1, 2, ···)로 정의한다.



(그림 3) 측정방법
(Fig. 3) Measurement scheme

도착되는 셀들의 갯수는 연결 갯수에 따라 좌우되므로 다음과 같은 셀 도착 분포 P(k)를 예측할 수 있다.

연결 요구시에는 사용자로부터 신고된 트래픽 파라메터를 근거로 식 5로부터 회선 활용 계수 φ를 구하고 P(k)의 예측치를 식 6으로부터 구한다. 식 6은 계산의 복잡도를 줄여 실시간 처리가 가능하도록 식 2를 재귀방정식 형태로 변형한 것이다.

$$P_{t+1}(k)=(1-\varphi_j)\,P_t(0), \qquad (k=0) \quad (6)$$

$$P_{t+1}(k)=(1-\varphi_j)\,P_t(k)+\varphi_j\,P_{t(k-1)}, \quad (k\geq 1)$$

$$\rho_{t+1}=\rho_t+V_{aj}$$

연결 요구시에는 연결후의 측정 데이터가 없기 때

문에 최악의 상황을 고려하여 셀 손실률을 상한(upper bound)으로 유지한다.

연결 해제시 측정 결과를 예측치에 반영하는 방법은 이전에 도착된 셀들의 분포를 반영한 것이다. 호 연결 수락시 상한치로 P(k)에 반영되었던 만큼을 연결 해제시 P(k)에 역으로 반영하는 것은 실제의 트래픽을 과소평가하는 결과를 낳을 수 있다.

Saito[8]는 연결 해제 시점에서 이전의 Renewal period로 부터 측정해온 전체 트래픽 소스의 평균 셀 도착 갯수로부터 현재 해제되는 호가 평균적으로 발생했던 양을 추정하여 이를 근거로 P(k)의 예측치를 구하였다. 그러나 제안된 연결수락제어 기법에서는 연결 해제 당시의 모든 연결 트래픽 소스들을 동질 트래픽 소스로 단순화하여 계산의 복잡도를 줄였다. 전체 트래픽 소스의 동질화로 인해 야기되는 순간 오차는 측정에 의해 실제 값으로 수렴된다.

특히 연결 해제시 P(k)는 예측치의 영향을 받지 않는다. 따라서 연결 해제시 예측되는 셀 분포의 순간 변화량을 고려하면 실제 측정 값으로의 수렴 속도는 빨라질 수 있다. 식 7은 연결 해제시 P(k)를 갱신하는 식이다.

연결 해제 전의 경우

$$P_t(k) = \binom{N}{k} \varphi^k (1-\varphi)^{N-k} \tag{7}$$

연결 해제 후의 경우

$$P_{t+1}(k) = \binom{N-1}{k} \varphi^k (1-\varphi)^{N-1-k} \tag{8}$$

식 7과 식 8 사이의 관계식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} P_{t+1}(k) &= \binom{N-1}{k} \varphi^k (1-\varphi)^{N-k} \\ &= \frac{N-1}{k} \binom{N}{k} \varphi^k (1-\varphi)^{N-k} \frac{1}{1-\varphi} \\ &= \frac{1}{1-\varphi} \left(1 - \frac{k}{N}\right) P_{t(k)} \end{aligned} \tag{9}$$

식 9를 만족하는 $P_{t+1}(k)$는 $\sum_{k=0}^{\infty} P_{t+1}(k) = 1$이 되도록 정규화시켜야 한다.

측정 구간 동안 연결 갯수의 변화가 없을 때는 측정치와 이전까지 계산된 예측치를 토대로 식 10에 의해 Renewal period에서의 예측치가 계산된다.

$$\begin{aligned} P_{t+1}(k) &= \alpha\, m_t(k) + (1-\alpha)\, P_t(k) \\ &= \alpha\, m_t(k) + (1-\alpha)\,[\alpha\, m_{t_1}(k) + (1-\alpha)\, P_{t-1}(k)] \\ &= \alpha\, m_t(k) + \alpha(1-\alpha)\, m_t(k) + (1-\alpha)^2\, P_{t-1}(k) \\ &= \alpha\, m_t(k) + \alpha(1-\alpha)\, m_t(k) + \alpha(1-\alpha)^2\, m_{t-2}(k) \end{aligned} \tag{10}$$

식 10은 single exponential smoothing을 이용한 것이며 측정치의 가중치를 과거로 갈수록 지수함수의 형태로 감소시키는 방법이다[10]. 식 10에서 α는 측정치의 반영 비율(MRR : Measurement Reflection Ratio)이며 셀 손실률을 예측하는데 있어서 매우 중요한 파라메터가 된다. 현재까지 측정치를 반영하는 대부분의 연구에서는 Renewal period 및 측정치의 반영 비율을 고정시켜 성능을 평가하였기 때문에 셀 도착 분포의 변화를 고려하지 못했다.

측정 구간 및 측정치 반영율 조정 방안에서는 측정치 반영 주기인 renewal period를 짧게하면 측정 반영 횟수가 많아지고 순간적 셀 도착 분포의 변화까지 추적이 가능하다. 그러나 예측 손실률이 짧은 순간에도 큰 폭으로 변하게 되고 짧은 순간의 측정 오차가 그대로 반영되어 예측 오류가 심각해질 가능성이 있다. 반대로 측정 구간이 큰 경우에는 측정 반영 횟수가 감소하여 순간 셀 도착 분포의 변화를 추적하기에 어려움이 있으나, 장시간의 측정 결과에 근거한 통계적 평균치를 측정치로 반영하게 되므로 측정 오류를 줄일 수 있는 장점이 있다.

측정 구간 T 동안 하나의 트래픽 소스로부터 최대 1개의 셀이 발생 가능하므로 전체 측정 구간동안 도착되는 셀 수의 경우의 수는 (현재 연결된 트래픽 소스의 개수 +1)이 됨을 감안하여 식 11과 같이 측정치 반영 주기를 설정 하였다.

$$Renewal\ Period = (N+1)T \tag{11}$$

N : 현재 연결된 트래픽 소스의 전체 개수

측정치 반영 비율을 결정하는 가장 큰 요소는 셀 도착 분포의 변화이다. 특히, 연결 수락 및 해제 직후

에 일어나는 짧은 측정 주기 동안 측정된 도착 셀 수의 분포는 측정 오류를 범하게 되는 주된 이유이다.

$$\alpha(\Delta t)=\frac{1}{4T_0^2}(\Delta t)^2 \qquad (0\le\Delta t<T_0)$$

$$=0.25+\frac{1}{2T_0}(\Delta t-T_0)$$

$$-\frac{1}{4T_0^2}(\Delta t-T_0)^2 \qquad (T_0\le\Delta t<2T_0)$$

$$=0.5 \qquad (\Delta t\ge 2T_0)$$

$$F_T(T_0)=P(t\le T_0)$$

$$=1-e^{\frac{-T_0}{E[T_{on}]+E[T_{off}]}} \qquad (12)$$

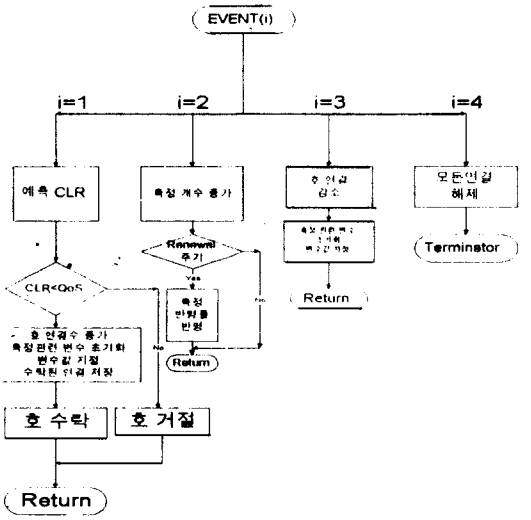
이러한 문제의 개선은 식 12를 이용하여 해결할 수 있다. 즉, 버스트 모델의 특성 파라메터인 평균 ON-OFF 지속 시간으로 구성된 $F_T(T0)$를 이용하여 연결 수락과 해제 시점을 기준한 경과시간에 따라 차등적으로 측정치를 반영한다.

재귀 연산을 이용한 연결수락제어 기법은 연결 요구와 연결 해제시 신고된 트래픽 파라메터에 의해 트래픽을 예측하고 연결 갯수의 변화가 없는 동안에는 출력 링크에 일정 주기로 도착하는 셀들의 분포를 측정하여 트래픽을 예측한다.

이 방법은 버스트 모델의 간편성과 버스트 모델의 단점인 계산의 복잡성을 재귀연산 방법에 의해 줄임으로서 실시간 처리가 가능하도록 하였다.

따라서 실제 출력 링크상에서 도착하는 셀들의 분포를 측정하여 현재의 망 상황을 파악할 수 있도록 하였다. 측정 반영 주기를 renewal period로 설정하고 측정된 셀 도착 분포의 반영 비율을 연결 갯수의 변화 및 이에 따른 셀 도착 분포의 변화에 따라 가변적으로 조정함으로서 기존 방법들에서의 측정 오차 문제를 개선하고 있다.

(그림 4)는 제안된 연결수락제어 기법의 흐름도이다.



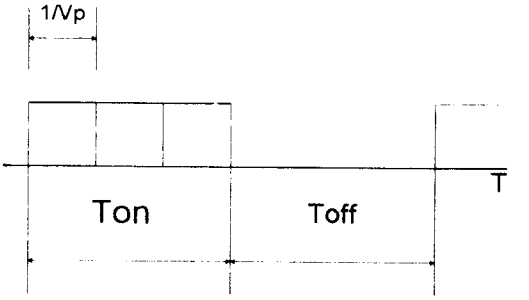
(그림 4) 제안된 연결 수락 제어 기법 흐름도
(Fig. 4) The flow chart for proposed CAC

4. 시뮬레이션 및 결과분석

4.1 결과분석

제안한 연결 수락 제어 기법에 대한 성능 평가를 위해 동질 트래픽 소스 및 이질 트래픽 소스의 환경에서 SLAM II를 이용하여 모의실험을 수행하여 기존 방법들과 비교 평가하였다.

각 트래픽 소스는 (그림 5)와 같이 셀간의 최소 간격이 1/VP가 되는 ON-OFF 모델로 가정하고, 동질 트래픽의 경우와 이질 트래픽의 경우로 나누어 실험하였다.

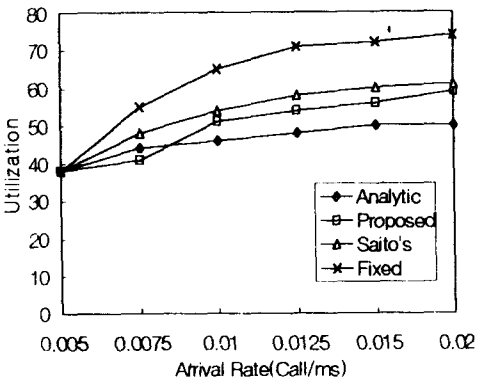


(그림 5) 트래픽 소스 모델
(Fig. 5) Traffic source model

4.2 동질 트래픽

호 지속 시간이 2000 단위시간, 최대 셀 전송률이 0.1 셀/단위시간, 평균 셀 전송률이 0.05 셀/단위시간, 평균 ON 구간과 평균 OFF 구간이 각각 40 단위 시간이 되도록 파라메터를 설정하였다.

트래픽의 도착률에 따르는 망의 이용률과 셀 손실률을 산출한 결과는 (그림 6)와 (그림 7)에 제시 되었다. (그림 6)에서 이용률이 가장 높은 Fixed 방법은 실제 트래픽 소스의 특성을 알고 있다고 가정하고, 서비스 질을 만족하면서 최대 연결 가능한 소스의 갯수를 모의실험을 통해 미리 구하여 이 값을 기준으로 현재 연결 갯수가 이 값보다 작은 경우 새로운 연결 요구를 수락하고, 큰 경우에는 거절하는 방식을 적용한 것이다. 그리고 가장 낮은 이용률을 나타낸것은 버스트 모델에 기반을 둔 해석적(analytic) 분석에 의한 방법만을 적용한 것이다. 다른 곡선들은 측정치 반영률 α를 0.4로 고정시킨 Saito의 방법과 제안된 방법의 이용률이다.



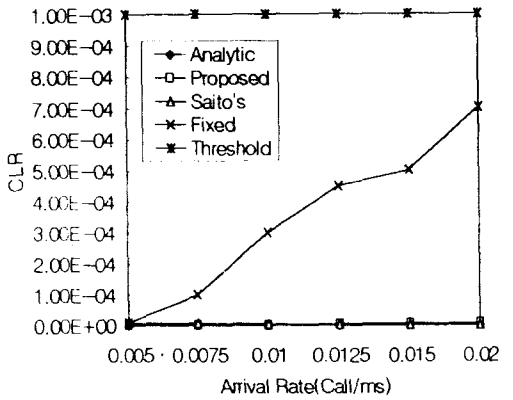
(그림 6) 도착률에 따른 링크 이용률
(Fig. 6) Link utilization rate according to the cell arrival rate

그래프의 시작 부분은 연결 요구 도착률이 작기 때문에 실험에 적용한 모든 방법들이 대부분의 연결 요구를 수락하지만 호의 도착률이 증가함에따라 이용률이 증가하여 일정값에 수렴하게 된다. 그렇지만 Fixed 방법 이외의 방법들은 이용률면에서 떨어지는 경향을 보인다. 이것은 기본적으로 수학적 계산에서 상한을 이용하기 때문이며, 제안된 방법은 이 상한에 측정치를 반영함으로서 Fixed 방법보다는 이용률이 다소 떨어지지만 해석적(analytic) 방법을 적용한 모델보다 나은 경우를 나타낸다.

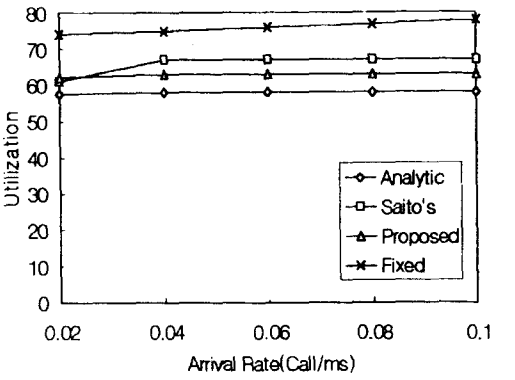
이 평가에서 제시된 방법은 셀 손실률에서 다른 방법에 비해 우수한 결과를 얻었다. 이는 제안한 기법이 트래픽의 도착률의 변화에 적절히 대처할 수 있음을 반영한다. 반면 링크 사용 효율은 반영률을 고정한 경우보다 다소 떨어지는 결과를 보여주고 있다.

(그림 7)은 서비스 질의 만족도를 알기위해 셀 손실률을 나타낸 것이다.

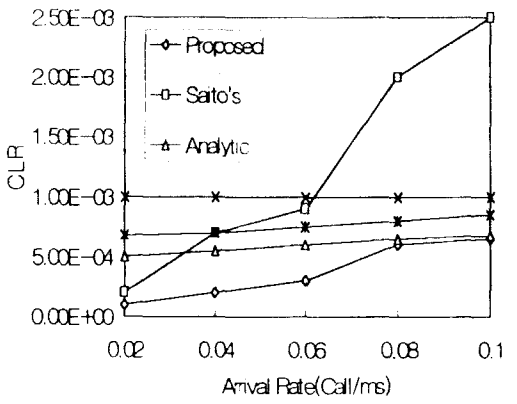
(그림 8)과 9는 트래픽 소스를 ON-OFF 모델로 가정하고 호 지속시간을 평균 2000 단위시간, ON 구간 및 OFF 구간은 각각 40 단위시간으로 파라메터 값을 변경하였다. 이 경우 Saito 방법은 이용률면에서 Fixed 방법과 거의 유사하지만 서비스 질을 초과하는 경우가 발생한다. 제안된 방법은 트래픽의 양이 크게 변화하는 연결 수락 후, 또는 연결 해제 후로부터 시간이 경과됨에 따라 측정치 반영률을 적절하게 반영함으로서 링크의 이용률과 서비스 질을 만족시키는 것을 알 수 있다.



(그림 7) 도착률에 따른 셀 손실률
(Fig. 7) Cell loss rate according to the cell arrival rate



(그림 8) 호 지속시간의 이용률
(Fig. 8) Utilization rate of call duration time



(그림 9) 호 지속시간의 셀 손실률
(Fig. 9) Cell loss rate of call duration time

4.3 이질 트래픽

실험에서 사용한 이질 트래픽에 대한 특성 파라메터는 〈표 1〉과 같다.

〈표 1〉 이질 트래픽 특성 파라메터
〈Table 1〉 Traffic characteristic parameters for heterogeneous traffic

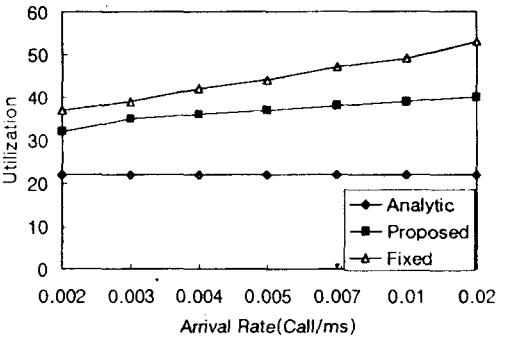
	Class 1	Class 2
호 지속 시간	∞	2000
최대 셀 전송률	0.2	0.05
평균 셀 전송률	0.04	0.025
평균 ON 구간	100	100
평균 OFF 구간	400	100

단위 : 셀/단위시간

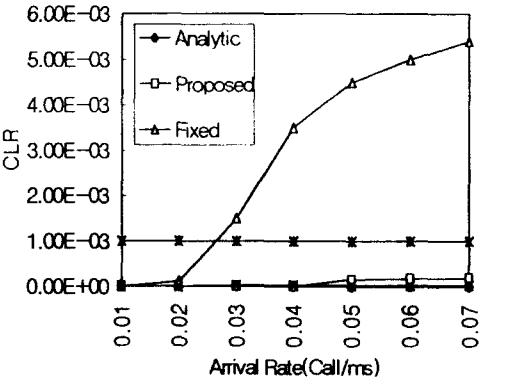
이질 트래픽에서도 (그림 10)과 (그림 11)에서 보는 바와 같이 이질 트래픽 소스 환경에서는 두 개의 트래픽 소스를 혼합한 경우이다. 두 트래픽 소스 모두 최소 셀 간격이 1/Vp이 되는 ON-OFF 모델로 가정하였다. 클래스 I의 트래픽 소스의 개수는 5개로 고정하였고, 클래스 II 트래픽 소스는 100개까지 연결 가능하도록 구성하였다.

이 경우에도 이용률의 측면에서 제안된 방법이 수학적 방법보다는 좋지만 Fixed 방법에 비해 떨어진다. 셀 손실률의 측면에서 Saito 방법은 반영률이 0.4일 경우 Fixed 방법보다 서비스 질을 초과하는 현상이 발생하지만 다른 방법들은 모두 임계값을 초과하지 않는 범위에서 요구된 서비스 질을 만족하고 있다.

본 논문에서 제안된 연결수락제어 기법은 연결의 수락 및 해제 후, 경과시간에 따라 측정치 반영률을 적절히 조절함으로서 다른 방법들에 비해 이용률의 측면에서는 Fixed 방법과 유사한 결과를 보이며 셀 손실률 측면에서는 다른 방법들 보다 나은 결과를 보여주고 있다.



(그림 10) 이질 트래픽 이용률
(Fig. 10) Utilization rate of heterogeneous traffic



(그림 11) 이질 트래픽 셀 손실률
(Fig. 11) Cell loss rate of heterogeneous traffic

4. 결 론

기존의 연결수락제어 기법에서는 불규칙하게 변화하는 셀들로 인하여 측정 오차의 문제가 제기되었다. 제안된 연결수락제어 기법에서는 실시간 적으로 변

화하는 셀 도착 분포에 대한 개선 방안으로 측정된 데이터의 반영률을 현재 연결된 트래픽 소스의 갯수 및 도착하는 셀 분포의 변화에 따라 가변적으로 조절하였다. 실험을 통하여 제안된 기법은 동질 트래픽이나 이질 트래픽 모두에서 서비스 질을 만족 시킬 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] S. E. Minzer, "Broadband ISDN and Asynchronous Transfer Mode(ATM)", IEEE Commun. Mag., pp17-24, Sep., 1989.

[2] K. Nakamaki, M. Kawakatsu, A. Notoya, "Traffic Control for ATM Network", Proceeding IEEE GLOBECOM '89, pp. 713-717, 1989.

[3] ITU-T Recommendation I.371, "Traffic Control and Congestion Control in B-ISDN", White Book, 1992.

[4] J. J. Bae, T. Suda, "Survey of Traffic Control Scheme and Protocols in ATM Networks", IEEE Proceedings, Vol. 79, No. 2, Feb. 1991.

[5] G. Gallassi, G. Rigolio, L. Fratta, "ATM : Bandwidth Assignment and Bandwidth Enforcement Policies", GLOBECOM'89, pp. 1788-1793, 1989.

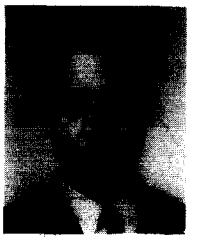
[6] G. Gallassi, G. Rigolio and L. Verri, "Resource Management and Dimensioning in ATM Networks", IEEE Network Mag., pp. 8-17, May. 1990.

[7] H. Saito, K. Kawashima and Kenichi Sato, "Traffic Control Technologies in ATM Networks", IEICE Trans., Vol. E47, No. 4, pp. 761-771, Apr. 1991.

[8] H. Saito, K. Shiomoto, "Dynamic Call Admission Control in ATM Networks", IEEE JSAC., Vol. 9, No. 7, pp. 982-989, Sep. 1991.

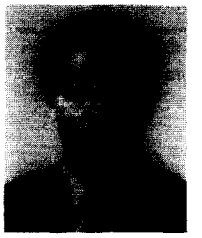
[9] H. Esaki, K. Iwamura and T. Kodama, "A Simple and Effective Admission Control Method for an ATM Networks", GLOBECOM'90, pp. 28-33, 1990.

[10] Y. Miyao, "A Call Admission Control scheme in ATM Networks", Proc. ICC'91, pp. 391-396, 1991.



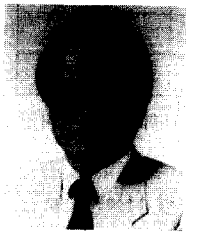
남 재 현

1986년 관동대학교 전자공학과 졸업(학사)
1988년 명지대학교 대학원 전자계산학과 졸업(공학석사)
1993년~현재 명지대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정
1995년~현재 영월공업전문대학 사무자동화과 전임강사
관심분야 : 데이터 통신, 컴퓨터 통신, 초고속 통신망



박 찬 정

1966년 3월~1970년 2월 서울대학교 수학과(이학사)
1982년 2월~1984년 2월 단국대학교 전자공학과(공학석사)
1984년 3월~1991년 2월 단국대학교 전자공학과(공학박사)
1988년 3월~1990년 3월 강릉대학교 전자계산학과 전임강사
1990년 4월~1994년 3월 강릉대학교 전자계산학과 조교수
1994년 4월~현재 강릉대학교 전자계산학과 부교수
1993년 3월~현재 강릉대학교 전자계산소 소장
관심분야 : 컴퓨터 시스템 분산 및 병렬처리 멀티미디어



이 기 현

1965년 2월 성균관대학교 경상대학 경제학과 졸업
1972년 2월 성균관대학교 경영대학원 졸업(정보처리전공 : 경영학 석사)
1983년 2월 광운대학교 대학원 전자계산학과 졸업 (전산학 전공 : 이학석사)/(컴퓨터 네트워크 전공 : 이학박사)
1972년 5월 총무처 행정전산계획실 전산처리관
1976년 2월 대한손해보험협회 전산실장
1983년 4월 데이콤(주) 자문위원
1991년 6월~현재 한국정보처리전문가협회(IPAK) 회원
1993년 4월~현재 한국정보처리학회 자문위원
1989년 10월~현재 한국정보과학회 이사
1982년 4월~현재 명지대학교 공과대학 컴퓨터공학과 교수