

셀 지연 변이 측정에 의한 연결 수락 제어 알고리즘

正會員 郭東鎔*, 朴弘植*

A Connection Admission Control Algorithm Using CDV Measurement

Dong Yong Kwak*, Hong Shik Park* Regular Members

要 約

본 논문은 측정 구간 단위로 리킷 버킷 메카니즘으로 부터 최대 셀 지연 변이 톨러런스 τ 를 측정하고, 이 정보를 근거로 셀 손실 확률을 구해 연결 요구의 수락 여부를 결정하는 새로운 연결 수락 제어 알고리즘을 제안한다. 이 방법은 셀 지연 변이 톨러런스 τ 의 사전 설정의 어려움을 해결하였으며, 대역의 경제성도 향상시켜준다. 그리고, 1-포인트 셀 지연 변이 톨러런스 τ 의 특성을 분석하기 위해 세개의 시나리오를 설정하여 시뮬레이션을 수행하였다. 또한, 제안된 연결 수락 제어 알고리즘의 성능 분석을 위해 사전에 망에서 설정한 셀 지연 변이 톨러런스 τ 를 이용하여 연결 수락 제어를 수행하는 방법과 시뮬레이션을 통해 대역 이용률에 대한 성능 분석을 수행하였다. 그 결과 제안 알고리즘이 대역 이용률에서 기존 방식 보다 더 개선되었음을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a new connection admission control(CAC) algorithm for traffic control in ATM networks which is based on a monitoring of the cell delay variation(CDV) tolerance τ from the modified leaky bucket algorithm and uses a cell loss probability to decide whether a connection can be accepted or not. The proposed method can manage difficulty in deciding CDV tolerance τ before a connection establishment phase and improve bandwidth utilization. We analyze characteristics of 1-point CDV tolerance τ through the simulation studies with three traffic scenarios. We also compare bandwidth utilization of the proposed method using the measured CDV tolerance τ with the CAC method using the declared CDV tolerance τ . Simulation show that the proposed method yields better performance than the CAC method using the declared CDV tolerance τ .

* 한국전자통신연구소
 論文番號 : 95316-0912
 接受日字 : 1995年 9月 12日

I. 서 론

ATM (Asynchronous Transfer Mode)망에 들어오는 입력 트래픽은 ATM 계층의 셀 다중화, OAM(Operation And Maintenance) 셀 및 물리 계층의 overhead 삽입으로 인한 지연때문에 ATM 단말에서 발생한 원래의 셀 흐름과 매우 다르게 변경되는데 이러한 현상을 셀 지연 변이(Cell Delay Variation:CDV)라 한다. 셀 지연 변이는 ATM 망에서의 트래픽 제어 기능, 특히 연결 수락 제어의 대역 관리 기능과 사용 파라미터 제어의 감시 파라미터 설정을 복잡하게 만든다. ITU-T SG 13 I.371에서는 최대 셀 전송 속도를 감시할때 셀 지연 변이에 의해 잘 준수(conforming)한 셀을 탈락시키는 경우를 보호하기 위해 셀 지연 변이 톨러런스(tolerance) τ 를 고려한 리킷 버킷 (Leaky Bucket) 알고리즘을 제안하였다^[1]. 여기서 셀 지연 변이 톨러런스 τ 는 ATM 단말에서 발생한 원래의 셀 형태가 셀 지연 변이에 의해 다른 셀 형태로 변형된 정도를 나타낸다.

지금까지 발표된 논문들은 시뮬레이션 및 해석을 통하여 셀 지연 변이 톨러런스 τ 의 특성을 분석하였는데, 셀 지연 변이 톨러런스 τ 의 크기는 상당히 다양하며, 특히 다중화 장치의 부하에 매우 민감하다고 제시하였다.^{[3][4][8][9]} 망의 부하란 연결 설정 및 해제 요구에 따라 쉽게 변할 수 있으므로 셀 지연 변이 톨러런스 τ 를 정확하게 설정한다는 것은 매우 어려운 일이며, 부정확한 설정은 경우에 따라 셀 지연 변이에 의해 변형된 셀들을 위반 셀로 판단하여 태깅 및 탈락시킬 수 있다는 것을 의미한다.

대역 관리 관점에서 셀 지연 변이에 대처하기 위한 방법으로는 다음과 같은 두가지 방법이 제시되어 있다. 첫 번째 방법은 셀 지연 변이를 줄이기 위해 각 연결마다 셀 스페이서를 사용하는 것이다^{[6][7]}. 이 방법은 셀 지연 변이의 크기를 제한할 수 있지만 버퍼 사용에 따른 셀 지연이 필연적이고, 셀 버퍼의 넘침에 기인한 셀 손실이 발생할 수 있다. 그리고 각 연결마다 스페이서가 요구되어 하드웨어 비용이 추가로 드는 문제점이 있다. 두 번째 방법은 최대 셀 지연 변이 톨러런스 τ 가 정해진 상태에서 리킷 버킷 메카니즘을 통과한 셀들의 worst 트래픽을 정의하고, 이 worst case 트래픽을 규정짓는 평균 셀 전송 속도 값과 Squared Coefficient of

Variation(SCV) 값을 셀 손실을 계산식에 적용하는 방법이다^[8]. 이 방법은 비록 간단하지만 셀 지연 변이 톨러런스 τ 를 사전에 정확하게 결정하는 것이 어렵고, 너무 크게 설정하면 대역 사용의 효율성이 현저히 떨어지는 문제점이 발생한다.

본 논문은 셀 지연 변이 톨러런스 τ 의 정확한 사전 설정의 어려움을 해결하기 위해 망에서 정한 셀 지연 변이 톨러런스 τ 를 근간하여 새로운 연결의 수락 여부를 결정하고, 일단 수용이 되면 측정 기간 단위로 현재 서비스 중인 연결들의 최대 셀 지연 변이 톨러런스 τ 를 리킷 버킷 메카니즘으로부터 구하여 망에서 설정한 셀 지연 변이 톨러런스 τ 로 대체한다. 연결 수락 결정은 Maximum Entrophy 방법^{[11][12]}을 이용하여 셀손실률을 구한 후 기준 셀손실률을 만족하면 연결 요구를 허용하는 알고리즘, 즉 셀 지연 변이 측정에 의한 연결 수락 제어 방법을 제안하고자 한다.

서론에 이어지는 제 II장에서 셀 지연 측정 방법 및 셀 지연 변이 특성을 시뮬레이션을 통하여 살펴 보고, 제 III장에서는 본 논문에서 제안한 셀 지연 변이 측정에 의한 연결 수락 제어 알고리즘을 제시한다. 제 IV장에서는 제안된 연결 수락 제어 알고리즘의 성능을 평가하고, 사전에 망에서 설정한 셀 지연 변이 톨러런스 τ 를 이용하여 연결 수락 제어를 수행하는 문헌 [8]의 방법과 대역 이용률 측면에서 성능을 비교하고 검토한다. 마지막으로 제 V장에서 결론을 맺는다.

II. 셀 지연 변이 특성

이 장에서는 1-포인트 셀 지연 변이 톨러런스 τ 를 측정하는 메카니즘에 대해 살펴보고, 이 메카니즘에 의해 측정된 결과를 토대로 셀 지연 변이 특성을 살펴 보고자 한다.

2.1 셀 지연 변이 측정 메카니즘

ITU-T SG 13 I.356에서 제안한 1-포인트 셀 지연 변이 측정 메카니즘은 한개의 측정 지점에 도착한 연속적인 셀들의 실제 도착 시간과 기준 셀들의 도착 시간의 차이에 근간하여 정의된다^[2]. T 는 최소 셀 간격을 의미하며 T 의 역수인 $1/T$ 은 최대 셀 전송 속도(r)가 된다. y_k 는 셀의 기준 도착 시간 (c_k)과 관측 지점에서의 셀의 실제 도착 시간(a_k) 간에 차이이다. 즉 $y_k = c_k - a_k$

이다. 다음 기준 도착 시간 (c_{k+1})은 식 (1)과 같이 정의된다.

$$\begin{aligned}
 c_0 &= a_0 = 0 \\
 c_{k-1} &= c_k + T \quad \text{if } c_k \geq a_k \\
 c_{k-1} &= a_k + T \quad \text{if } c_k < a_k
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

1-포인트 셀 지연 변이 y_k 의 값이 양수라는 것은 셀 간 도착 간격이 T 보다 더 작다는 것을 의미하며 이를 셀 clumping 이라 한다. 셀 지연 변이 톨러런스 τ 는 셀 지연 변이를 일으키는 기능(셀 다중화 장치, 버퍼에서의 큐잉)에 의해 소스(source)에서 발생된 원래의 트래픽이 측정 지점에서 변형된 정도를 나타내며, 최대 셀 지연 변이 톨러런스 τ_{max} 는 식 (2)와 같이 y_k 개의 값중 가장 큰 값으로 정의된다.

$$\tau_{max} = \text{Max}(y_1, y_2, \dots, y_k)
 \tag{2}$$

2.2 리킷 버킷 알고리즘

셀 지연 변이에 의해 ATM망에 도착하는 트래픽은 소스에서 발생된 원래의 트래픽 형태와 매우 다른 트래픽 형태로 바뀌게 된다. ITU-T SG 13 I.371에서는 셀 지연 변이에 의해 다른 형태로 변경되는 트래픽을 효과적으로 감시하기 위해 최대 셀 전송 속도(r)와 셀지연 변이 톨러런스 τ 를 감시 파라미터로 하는 리킷 버킷 알고리즘을 제안하였다¹¹⁾. 이 알고리즘에서 사용하는 파라미터 및 카운터의 변화를 살펴보면, T 는 최대 셀 전송 속도의 역수로 셀간의 최소 셀 간격을 나타내며, a_k 는 k 번째 셀이 리킷 버킷에 도착한 시간을 나타내고, X 는 리킷 버킷의 카운터 값을 나타낸다. X 값의 범위는 $0 \leq X < \tau$ 이며, 식(3)에 따라 변한다. LCT(Last Conformance Time)는 마지막으로 준수한 셀의 시간을 나타낸다.

$$\begin{aligned}
 X_{k+1} &= T \text{ if } (X_k - (a_k - LCT)) < 0 \\
 X_{k+1} &= X_k + T \text{ if } 0 \leq (X_k - (a_k - LCT)) \leq \tau \\
 X_{k+1} &= X_k \text{ if } (X_k - (a_k - LCT)) > \tau
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

여기서 X_k 는 y_k 와 동일하므로 최대 1-포인트 셀 지연 변이 톨러런스 τ_{max} 는 측정 구간동안 나타난 X_k 값중 가장 큰 값이다. 따라서 본 논문에서 측정 구간 단위로 구하고자 하는 τ_{max} 는 리킷 버킷 알고리즘을 그림 1과 같이 수정하여 구해진다.

수정된 부분은 현재 도착한 셀이 잘 준수한 셀로 판단되는 경우 위에서 수정된 X 값과 τ_{max} 값을 비교하여 X 값이 더 크면 τ_{max} 값을 현재 X 값으로 대체한다. 그리고 τ_{max} 값은 매 측정 구간 시작시 0으로 초기화된다.

2.3 리킷 버킷 메카니즘을 통과하는 Worst 트래픽

T 와 셀 지연 변이 톨러런스 τ 가 주어졌을때 리킷 버킷 메카니즘에서 준수 셀로 판정되어, 셀 다중화기의 출력 속도 R 로 연속해서 망으로 들어 갈수 있는 최대 셀의 수 B 는 식 (4)와 같다¹¹⁾.

$$B = \lfloor 1 + \frac{\tau}{T - \delta} \rfloor
 \tag{4}$$

여기서 δ 는 1개의 셀을 속도 R 로 전송하는데 걸리는 시간이며, $T > \delta$ 이고, $\lfloor x \rfloor$ 는 x 의 정수 부분을 나타낸다. 식 (4)는 τ/T 비율이 커질수록 속도 R 로 연속해서

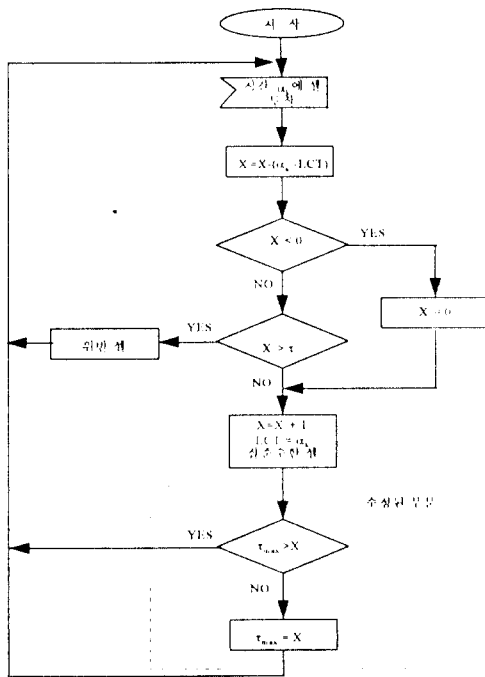


그림 1. 수정된 리킷 버킷 알고리즘
Fig. 1. Modified leaky bucket algorithm

망에 들어 오는 셀의 수가 많아지게 되는데, 이는 망 자원에 심각한 영향을 끼친다^[5]. 그리고 worst 트래픽을 평균 셀 간격이 같은 트래픽 중에서 가장 큰 변이 (variation)를 가진 트래픽이라 정의할때 그 트래픽의 SCV C_d^2 은 T와 τ 가 주어 졌을때 식 (5)에 의해 계산 되어질 수 있다^[6].

$$C_d^2 = \frac{Var}{E^2} = \frac{(B-1)(R/r-1)^2}{(R/r)^2} \quad (5)$$

2.4 셀 지연 변이 특성

셀 지연 변이의 특성을 살펴 보기 위한 시뮬레이션 모델은 그림 2와 같다. 이 모델은 고정된 서비스 시간을 가진 여러개의 큐(queue)로 구성된 이산 모델이다. 입력 트래픽 모델은 CBR(Constant Bit Rate) 트래픽 모델 및 배경(background) 트래픽 모델이다. CBR 트래픽은 주기적으로 셀을 발생하며 첫번째 큐의 출력은 다음 큐에 입력이 된다. 배경 트래픽은 여러개의 Bernoulli 프로세스의 중첩이며, CBR 트래픽의 주기적인 셀 형태를 변경시켜 주는 셀 지연 변이 발생 역할을 수행하고, 큐를 통과한 후 제거되고 다음 큐에서 다시 발생한다. 모든 입력 포트의 속도는 150 Mbps로 가정하였으며, 모든 시간 단위는 셀 타임 슬롯이며, 1 셀 타임 슬롯은 53 octets를 150Mbps로 전송하는데 걸리는 시간이다. CBR 트래픽은 배경 트래픽 보다 우선 순위를 가지며, 1-포인트 셀 지연 변이 톨러런스 τ 의 측정은 제일 마지막 큐를 통과한 CBR 트래픽에 대해서 수행된다. 시뮬레이션은 Sparc-10 기종에서 사건 지향 (event-driven) 방식으로 행하였다.

1-포인트 셀 지연 변이 측정을 통한 셀 지연 변이 특성을 살펴 보기 위해 세개의 CBR 트래픽(T=5, T=10,

T=100) 각각에 대해서 다음과 같은 세개의 시나리오를 설정하여 시뮬레이션을 수행하였다.

1) 시나리오 1: 한개의 CBR 트래픽을 포함하여 전체 연결의 수를 30개(1개의 CBR 트래픽 + 29개의 Bernoulli 프로세스), 그리고 각 노드의 부하를 0.8(T=5인 CBR 트래픽은 부하가 0.2이며, 나머지 0.6은 29개의 Bernoulli 프로세스가 공유한다)로 고정시키고, 노드(큐)의 수를 증가시키면서, 셀 전송 속도 별로 CBR 트래픽의 1-포인트 셀 지연 변이 톨러런스 τ 의 변화를 살펴본다. 그림 3은 노드 수의 증가에 따른 각 CBR 트래픽의 평균 및 최대 셀 지연 변이 톨러런스 τ 의 변화를 보여 주고 있다.

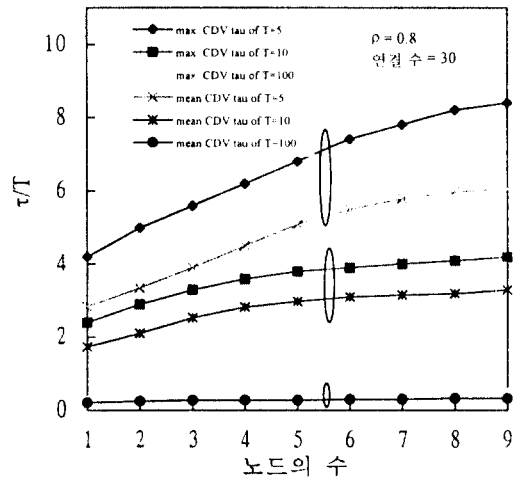


그림 3. 노드 수의 증가에 따른 셀 지연 변이 톨러런스 τ 의 변화
Fig. 3. Influence of CDV tolerance τ according to the increased node number

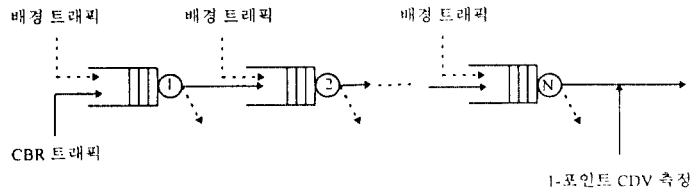


그림 2. 1-포인트 셀 지연 변이 측정 모델
Fig. 2. A queuing model for 1-point cell delay variation measurement

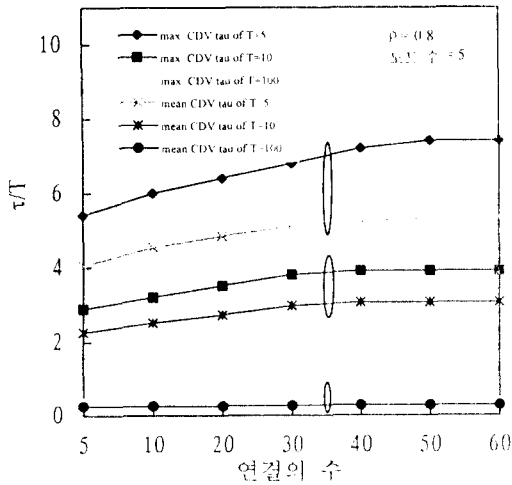


그림 4. 연결의 수 증가에 따른 셀 지연 변이 톨러런스 τ 의 변화
Fig. 4. Influence of CDV tolerance τ according to the increased connection number

2) 시나리오 2: 각 노드의 부하를 0.8, 그리고 노드의 수를 5개로 고정시키고, 배경 트래픽 연결의 수를 증가시키면서, 셀 전송 속도 별로 각 CBR 트래픽의 1-포인트 셀 지연 변이 톨러런스 τ 의 변화를 살펴본다. 그림 4는 연결의 수 증가에 따른 각 CBR 트래픽의 평균 및 최대 셀 지연 변이 톨러런스 τ 의 변화를 보여 주고 있다.

3) 시나리오 3: 한개의 CBR 트래픽을 포함하여 전체 연결의 수를 30 개, 그리고 노드의 수를 5개로 고정시키고, 노드의 트래픽 부하를 증가시키면서, 셀 전송 속도 별로 각 CBR 트래픽의 1-포인트 셀 지연 변이 톨러런스 τ 의 변화를 살펴본다. 그림 5는 노드의 트래픽 부하에 따른 각 CBR 트래픽의 평균 및 최대 셀 지연 변이 톨러런스 τ 의 변화를 보여 주고 있다.

세개의 시나리오 결과를 살펴 보면 셀 지연 변이 톨러런스 τ 는 노드의 부하, 동일한 큐를 공유하고 있는 연결의 수, 그리고 연결이 통과하는 다중화 장치의 갯수에 따라 매우 다양함을 보여 주고 있다. 중요한 결과를 요약 하면 i) 부하가 일정하면 노드수의 증가에 따라 셀 지연 변이 톨러런스 τ 는 발산하지 않고 어느 값으로 수렴된다. ii) 속도가 빠른 연결은 부하의 증가에 따라 셀 지연 변이 톨러런스 τ 를 급격히 증가시킨다. 따라서 사

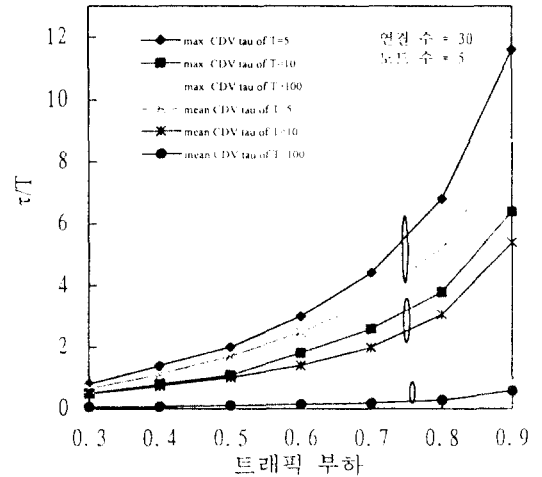


그림 5. 트래픽 부하의 증가에 따른 셀 지연 변이 톨러런스 τ 의 변화
Fig. 5. Influence of CDV tolerance τ according to the increased traffic load

용 파라미터 제어는 고속 연결의 서비스에 대해서 그 연결의 최소 셀 간격 보다 훨씬 큰 배수로 셀 지연 변이 톨러런스 τ 를 설정해야만 그 연결의 품질을 보장할 수 있음을 보여 주고 있다.

III. 연결 수락 제어 메카니즘

이 장에서는 본 논문에서 제안한 연결 수락 제어 메카니즘의 구성도 및 절차, 그리고 셀손실율을 계산하는데 이용한 Maximum Entropy 방법에 대해 기술한다.

3.1 연결 수락 제어 절차

그림 6은 본 논문에서 제안한 연결 수락 제어 알고리즘에 대한 개념적인 모델이다. 여기서 위첨자 d 는 선언된 트래픽 파라미터를 나타내고, m 은 측정된 트래픽 파라미터를 나타낸다. 그리고 아래첨자 i 는 연결을 나타낸다. 측정 블록은 측정 기간 단위로 현재 서비스중인 연결들의 τ_i^m (측정 기간동안 가장 큰 X_i) 값을 리킷버킷 메카니즘으로 부터 가져와 측정 SCV_i^m 을 계산해 연결 수락 결정 메카니즘에 보낸다. 연결 수락 결정 블록은 $(N+1)$ 번째 사용자가 요구한 트래픽 파라미터와 측정 블록에서 보내준 파라미터를 Maximum Entropy 방

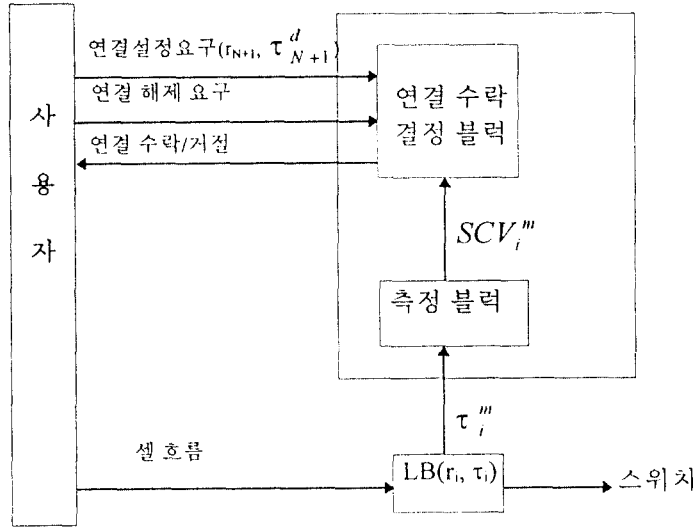


그림 6. 제안된 연결 수락 제어 알고리즘의 개념적인 모델
Fig. 6. Conceptual model of the proposed CAC algorithm

법에 입력으로 하여 셀 손실률을 구한 후 기준 셀 손실률을 만족하면 연결 요구를 수락한다. 리킷 버킷은 망에서 설정한 셀지연변이 톨러런스 τ 와 최대셀전송속도(r)를 감시 파라미터로 하여 망으로 들어오는 입력 트래픽을 감시한다.

리킷 버킷을 떠난 연결 i 의 트래픽 스트림은 첫번째 두개의 모멘트 (λ_i (평균셀전송속도), scv_i)에 특성화되는 Generalised Geometric(GGeo) 분포에 의해 근사화된다⁽⁶⁾. N 은 서비스중인 연결의 갯수를 나타내며, R 은 스위치 출력 포트의 셀 전송 속도를 나타내고, r_i 는 연결 i 의 최대 셀 전송 속도를 나타낸다. τ_i^d 는 연결 i 에 대해 망에서 선언한 셀 지연 변이 톨러런스 τ 를 나타내고, τ_i^m 는 연결 i 에 대해 측정 구간 단위로 리킷 버킷을 통해 구한 측정된 셀 지연 변이 톨러런스 τ 를 나타낸다. 연결 i 의 평균 셀 전송 속도는 식 (6)과 같고, 기존 서비스중인 N 개의 연결들에 대한 전체 평균 셀 전송 속도는 식 (7)과 같이 구해진다⁽¹¹⁾⁽¹²⁾.

$$\lambda_i = r_i/R \tag{6}$$

$$\lambda = \sum_{i=1}^N \lambda_i \tag{7}$$

연결 i 의 최소 셀 간격 T_i 는 식(8)과 같이 구해지고,

망에서 선언한 τ_i^d 을 이용한 연결 i 의 버스트 갯수 B_i^d 와 측정 블록을 통해 구한 τ_i^m 을 이용한 연결 i 의 버스트 갯수 B_i^m 은 식(9)와 식(10)에 의해 구해진다.

$$T_i = R \times \frac{1}{r_i} \tag{8}$$

$$B_i^d = \lfloor 1 + \frac{\tau_i^d}{T_i - \delta} \rfloor \tag{9}$$

$$B_i^m = \lfloor 1 + \frac{\tau_i^m}{T_i - \delta} \rfloor \tag{10}$$

식 (9)의 B_i^d 를 이용한 SCV_i^d 는 식 (11)과 같이 구해지며, 식 (10)의 B_i^m 를 이용한 SCV_i^m 는 식(12)와 같이 구해진다. (여기서 E 는 LB 메카니즘을 통과하는 연결의 평균 셀간 간격을 나타낸다.)

$$SCV_i^d = \frac{Var}{E^2} = \frac{(B_i^d - 1)(R/r_i - 1)^2}{(R/r_i)^2} \tag{11}$$

$$SCV_i^m = \frac{Var}{E^2} = \frac{(B_i^m - 1)(R/r_i - 1)^2}{(R/r_i)^2} \tag{12}$$

그리고 현재 서비스중인 N 개의 연결들에 대한 전체 SCV는 식 (13)과 같이 구해지며, $(N+1)$ 번째 사용자가 연결을 요구했을때 기존의 서비스중인 N 개의 연결들

과 현재 요청된 (N+1)번째 연결을 포함한 SCV는 식 (14)와 같이 구해진다.

$$SCV = \frac{\lambda}{\sum_{i=1}^N \frac{\lambda_i}{SCV_i^m + \lambda_i + 1}} - \lambda - 1 \quad (13)$$

$$SCV' = \frac{\lambda}{\sum_{i=1}^N \frac{\lambda_i}{SCV_i^m + \lambda_i + 1} + \frac{\lambda_{N+1}}{SCV_{N+1}^m + \lambda_{N+1} + 1}} - \lambda - 1 \quad (14)$$

그림 7은 본 논문에서 제안한 연결 수락 제어 절차를 나타낸 것으로 (N+1)번째 사용자는 서비스 받고자 하는 연결의 최대 셀 전송 속도(r_{N+1})와 셀 지연 변이 톨러런스 τ_{N+1} , 그리고 서비스 품질을 나타내는 기준 셀 손실

률(clr_{N+1})을 가지고 연결 요청을 한다. 연결 수락 제어 절차는 기존에 서비스중인 연결들과 (N+1)번째 사용자가 요청한 트래픽 파라미터를 이용하여 전체 평균 셀 전송 속도(λ)와 전체 SCV를 식(7)과 식(14)를 이용하여 계산하고 셀손실률을 Maximum Entropy 방법을 이용하여 계산한다. 셀 손실률이 기준 셀 손실률 보다 작으면 연결을 허용하고, 그렇지 않으면 전체 평균 셀 전송 속도에서 (N+1)번째 연결이 요구한 평균 셀 전송 속도를 감한다. 한개의 측정 구간이 종료되면 리킷 버킷 알고리즘으로 부터 τ_{max} 를 가져와 식(10)과 식(12)에 대입하여 각 연결에 대한 SCV를 구한다. 연결 i의 해제 요구시에는 그 연결의 평균 셀 전송 속도 λ_i 를 전체 평균 셀 전송 속도의 합 (λ)으로부터 감소시킨다.

3.2 GGeo/GGeo/1/N Maximum Entropy 방법^{[1][2]}

GGeo(λ , SCV) 이산 분포는 첫번째 두개의 모멘트 평균 $1/\lambda$ 및 SCV 에 의해 정의되며 그 형태는 다음과 같다.

$$f_x = \Pr(W=n) = \begin{cases} 1-\omega & , n=0 \\ \omega \sigma (1-\sigma)^{n-1} & , n \geq 1 \end{cases}$$

여기서 $\sigma = \omega \lambda$ 이고, $W = 2/(SCV + 1 + \lambda)$ 이며 interevent-time을 나타내는 랜덤 변수로서 셀간의 도착 간격 또는 서비스 시간을 나타낸다. 그림 8은 GGeo 분포에 대한 동작을 나타낸다.

그리고, ATM 스위치의 출력 포트는 GGeo(λ , SCV_s)/GGeo(μ , SCV_s)/1/N 큐잉 시스템으로 모델링 되는데 여기서 μ 와 SCV_s 는 서비스 프로세스의 평균 서비스 속도와 SCV를 나타내며, 슬롯 시스템이기 때문에 μ 는 1이 된다. 그리고 각 ATM 셀을 전송하는데 요구되는 시간이 항상 일정하기 때문에 $SCV_s = 0$ 이 된다. 따라서 출력 포트는 GGeo(λ , SCV_s)/D/1/N 큐잉 시스템이 되고, 이 큐잉 시스템에 의해 셀 손실 확률 π_a

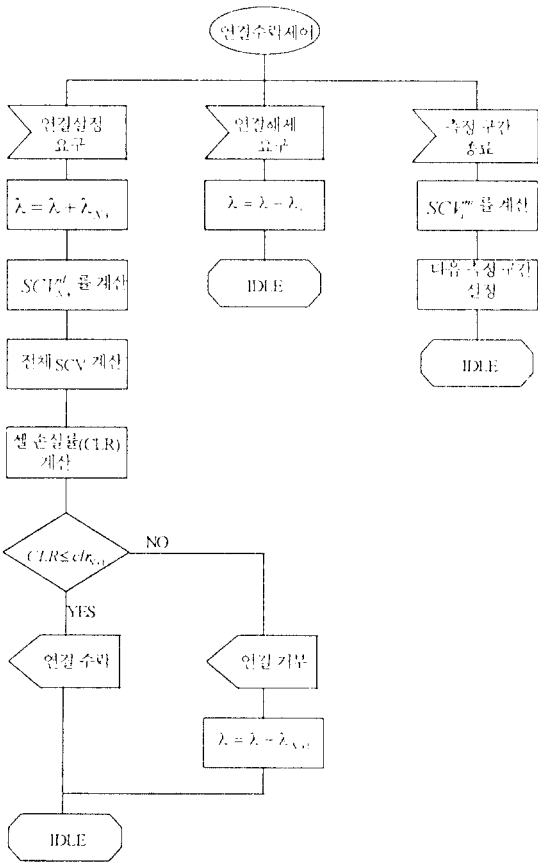


그림 7. 제안된 연결 수락 제어 절차의 순서도
Fig. 7. SDL diagram for the proposed CAC procedure

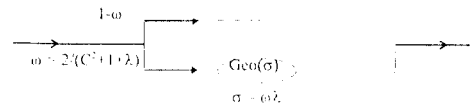


그림 8. GGeo(λ , SCV) 분포 모델
Fig. 8. The GGeo(λ , SCV) distribution model

구해지는데 자세한 내용은 참고 문헌^{[8][11][12]}을 참조하기 바란다.

IV. 시뮬레이션 결과 분석

이 장에서는 본 논문에서 제안한 CAC 메카니즘에 대한 시뮬레이션 결과를 제시한다. 시뮬레이션 모델은 그림 9와 같이 N개의 입력 포트와 한개의 출력 포트를 가진 한개의 노드로 구성된다.

각 입력 포트는 한개의 CBR 소스와 셀 지연 변이를 발생시키는 효과를 가진 한개의 Bernoulli 소스로 구성된다. 모든 입력 포트의 속도는 150 Mbps로 고정시켰으며, 각 입력 포트의 부하는 0.8로 정하였다. 각 CBR 소스는 셀 전송 속도에 따라 5개의 타입으로 분류되고, 매 연결 요구시 확률 p_1, p_2, p_3, p_4, p_5 에 따라 랜덤하게 서비스 타입이 결정되며, 서비스 타입 및 특성은 표 1과 같다. 버퍼 크기는 50개이고, 연결 요구 및 서비스

지속 기간은 exponential 분포를 따르며 평균 연결 요구 시간은 10,000 셀 타임 슬롯이고, 평균 서비스 지속 기간은 400,000 셀 타임 슬롯으로 정하였다. 측정 구간은 T_i/r 의 비율이 1 보다 큰 서비스 타입중 최소 셀 간격(T_i)이 가장 넓은 서비스 타입의 $T_i \times \alpha$ 로 정하는데, 이는 T_i/r 의 비율이 1 이하인 서비스 타입의 SCV는 식 (4)와 식(5)에 의해 0이 되기 때문이다. 여기서는 측정 구간을 $T_s=50$ (서비스 타입 III), $\alpha=10$ 을 기준하여 500 셀 타임 슬롯으로 정하였다. 그리고 셀 손실률 목표치는 시뮬레이션 제약 때문에 10^{-5} 으로 제한하였고, 모든 시간 단위는 셀 타임 슬롯이며, 1 셀 타임 슬롯은 53 octets를 150 Mbps로 전송하는데 걸리는 시간이다.

그림 10은 최대 셀 지연 변이 톨러런스 τ 가 40 셀 타임 슬롯일때, 이전에 망에서 설정한 최대 셀 지연 변이 톨러런스 τ 를 근간으로 연결 수락 제어를 수행하는 기존의 방식과 본 논문에서 제안한 방식의 대역 이용률에 대한 성능 비교를 보인것이다. 대역 이용률이란 현재 서비

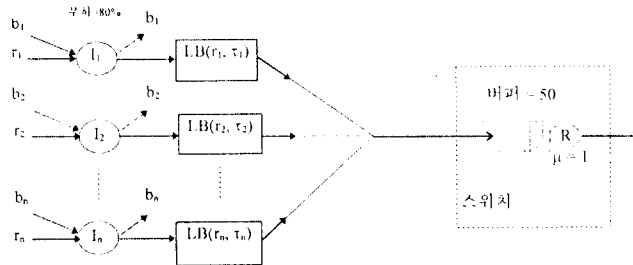


그림 9. 시뮬레이션 모델
Fig. 9. Simulation model

표 1. 서비스 타입 및 특성
Table 1. Service type and characteristics

서비스 타입	최대셀전송 속도(r)	확률	최소셀간격 ($T=R/r$)
I	15 Mbps	$0.0 \leq p_1 \leq 0.2$	10
II	7.5 Mbps	$0.2 \leq p_2 \leq 0.4$	20
III	3 Mbps	$0.4 \leq p_3 \leq 0.6$	50
IV	1.5 Mbps	$0.6 \leq p_4 \leq 0.8$	100
V	0.75 Mbps	$0.8 \leq p_5 \leq 1.0$	200

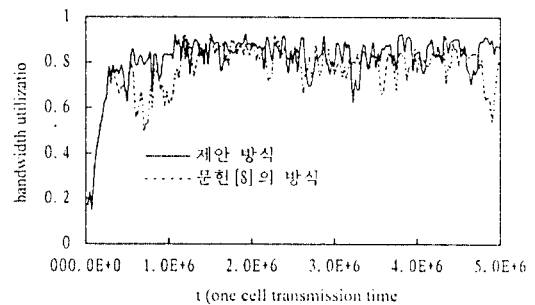


그림 10. $\tau = 40$ 일때의 대역 이용률의 변화
Fig. 10. Bandwidth utilization behaviour when the CDV τ is 40

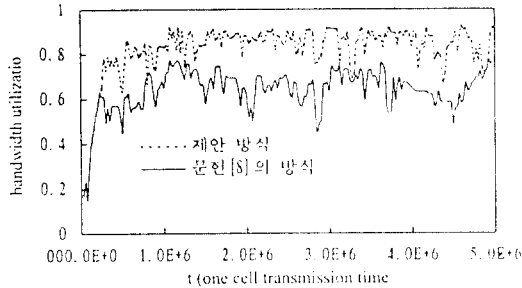


그림 11. $\tau = 80$ 일때 대역 이용률의 변화)
Fig. 11. Bandwidth utilization behaviour when the CDV τ is 80)

스중인 연결들이 사용하고 있는 대역의 총량을 링크의 용량으로 나눈 값이다. 여기서의 결과는 셀 지연 변이 톨러런스 τ 의 값이 비교적 정확하게 예측되어 설정되는 경우, 대역 이용률 관점에서 본 논문에서 제안한 방식과 기존의 방식이 매우 유사한 형태를 나타냄을 보여 주고 있다. 그림 11은 망에서 최대 셀 지연 변이 톨러런스 τ (80 셀 타임 슬롯)를 너무 크게 설정했을때 기존의 방식과 본 논문에서 제안한 방식 간에 대역 이용률에 대한 성능 비교이다. 이 결과는 제안 방식이 기존의 방식 보다 대역 이용률에 있어서 약 20% 이상 우수함을 보여 주고 있는데, 이는 망에서 지나치게 크게 최대 셀 지연 변이 톨러런스 τ 를 설정하여도, 본 논문에서 제안한 방식은 실제 서비스중인 트래픽의 최대 셀 지연 변이 톨러런스 τ 를 리킷 버킷 메카니즘을 통해 구한 값으로 연결 수락 제어를 수행하기 때문에 사전에 망에서 최대 셀 지연 변이 톨러런스 τ 를 너무 크게 설정함으로써 발생하는 대역의 낭비를 방지할 수 있다.

V. 결 론

ATM 망에 들어 오는 입력 트래픽은 ATM 계층의 셀 다중화, OAM 셀 삽입 및 물리 계층의 오버헤드 삽입으로 인한 지연 때문에 ATM 단말에서 발생된 원래의 셀 흐름과 나르게 변경되는 셀 지연 변이 현상이 발생되는데, 이는 ATM 망에서의 트래픽 제어 기능, 특히 연결 수락 제어의 대역 관리 기능과 사용 파라미터 제어의 감시 파라미터 설정을 복잡하게 만든다.

본 논문에서는 서비스중인 연결들의 최대 셀 지연 변이 톨러런스 τ 를 구하기 위해 기존의 리킷 버킷 알고리즘을 수정하였고, 셀 지연 변이의 특성을 살펴 보기 위해 세계의 시나리오를 설정하여 시뮬레이션을 수행하였다. 이들 결과는 셀 지연 변이는 노드의 부하, 동일한 큐를 공유하고 있는 연결의 수, 그리고 연결이 통과하는 다중화 장치의 갯수에 따라 매우 다양하며, 결과적으로 망에서 셀 지연 변이에 대한 정확한 값을 사전에 정하는 것이 매우 어렵다는 것을 보여 주고 있다.

따라서 본 논문에서는 셀 지연 변이 톨러런스 τ 의 사전 설정의 어려움을 해결하기 위해 측정 구간 단위로 현재 서비스중인 연결들의 최대 셀 지연 변이 톨러런스 τ 를 리킷 버킷 메카니즘으로 부터 구하고, 이 정보를 근거로 셀 손실 확률을 구해 연결 요구의 수락 여부를 결정하는 새로운 연결 수락 제어 알고리즘을 제안하였다. 또한 제안된 연결 수락 제어 알고리즘과 사전에 망에서 설정한 셀 지연 변이 톨러런스 τ 를 이용하여 연결 수락 제어를 수행하는 방법에 대해 시뮬레이션을 통해 대역 이용률 측면에서 성능을 비교하였다. 그 결과 제안한 알고리즘이 대역 이용률 측면에서 우수함을 보여 주었다. 앞으로의 연구 방향은 가변 비트 속도(variable bit rate) 서비스에 대한 셀 지연 변이 영향 및 연결 수락 제어 알고리즘에서 고려하여야 할 트래픽 파라미터를 규명하는 일과 이미 제시된 다른 CAC 알고리즘에 적용 및 성능 평가가 계속적으로 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

1. ITU-T Recommendation I.371, White book, 1992.
2. ITU-T SG 13 Temporary Document 59(P), pp.1-30, Geneva, July 10-21, 1995.
3. Deh-phone K.Hsing, "Common Scenarios for Simulation Studies of Cell Delay Variation Tolerance", ATM Forum/94-0265, Raleigh Durham, NC, March 21-25, 1994.
4. Aline Fichou, "Simulation Results on CDV Tolerance For One Node Configuration", ATM Forum/94-0369, Munich, Germany, May 10-13, 1994.
5. James Roberts and Fabrice Guillemin, "Jitter

in ATM networks and its impact on peak rate enforcement". Performance Evaluation, 16, pp.35-48, 1992.

6. Boyer, P., Guillemin, F., Servel, M. and Coudreuse, J., "Spacing cells protects and enhances utilization of ATM network links". IEEE Network, vol. 6, no.5, pp.38-49, Sep. 1992.
7. Wallmeier, E. and Worster, T., "The spacing policer, an algorithm for efficient peak bit rate control in ATM networks". Proceedings of ISS92, vol. 2, pp.22-26, Yokohama, Japan, October 25-30, 1992.
8. Andreas Sklirios, "A connection Admission Control Algorithm for ATM Traffic Distorted by Cell Delay Variation". ITC 14, vol. 1b, pp.1385-1394, France, June 6-10, 1994.
9. Yamanaka, N., Sato, Y. and Sato, K., "Usage parameter control and bandwidth allocation methods considering cell delay variation in ATM networks". IEICE Trans. Commun., vol. E76-B, no. 3, pp.270-278, March 1993.
10. H.S.Park, D.Y.Kwak, W.S.Rhee, M.Y.Jeon and J.K.Kim, "Global Traffic Control in ATM Networks". IEICE Trans. Commun. vol.E78-B, no.4, pp.476-484, April 1995.
11. D.D.Kouvatsos and N.M.Tabet-Aouel, "Geo-type approximations for general discrete time queueing systems". Proc. of IFIP Workshop on Modelling and Performance Evaluation of ATM Technology, La Martinique, H.Perros et al.(eds.), Elsevier, Jan.1993.
12. D.D.Kouvatsos and S.G. Denazis, "Entropy maximized queueing networks with blocking and multiple job classes". Performance Evaluation, 17, pp.189-205, 1993.



郭 東 鎔(Dong Yong Kwak) 정희원

1983년 2월 : 동국대학교 전자계산학과 졸업(학사)
 1985년 8월 : 동국대학교 전자계산학과 졸업(석사)
 1985년 9월~현재 : 한국전자통신연구소 근무 현 ATM정합연구실 선임연구원

*주관심 분야 : ATM트래픽제어, 성능 분석 및 모델링



朴 弘 權(Hong Shik Park) 정희원

1977년 2월 : 서울대학교 공과대학 졸업(학사)
 1986년 8월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(석사)

1985년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(박사)
 1977년 12월~현재 : 한국전자통신연구소 근무 현 ATM정합연구실장

*주관심 분야 : ATM 트래픽 제어, ATM 트래픽 특성 분석, ATM 프로토콜