

ATM 망에서 퍼지 동적 이중 셰이핑 기법을 이용한 트래픽 제어

정희원 김주헌*, 김본일* 이동호**

Traffic control using Fuzzy Dynamic Dual Shaping method in ATM network

Ju-hun Kim*, Bon-il Kim* Dong-ho Lee** *Regular Members*

요 약

ATM은 안정성과 서비스 응용의 유연성 등으로 이미 그 우수성이 입증되었지만 다양한 특성을 가진 트래픽과 그에 따른 사용자 요구 QoS 때문에 트래픽 제어 방법 등에 많은 연구가 이루어지고 있다.

본 논문에서는 ATM 망에서 가장 중요시되는 트래픽 소스 중 실시간 서비스의 비디오 트래픽과 음성 트래픽, 그리고 이 두 트래픽에 대한 통합 변형서비스를 트래픽 제어를 위한 발생 소스로 사용하고자 한다. 그래서 이를 다중화기 혹은 교환기내의 퍼지블 사용한 동적 이중 셰이핑 장치들 통해 출력시켜서 셀들의 트래픽 파라미터를 기반으로 QoS측면에서 기존의 이중 셰이핑 장치에 비해 보다 안정성 및 효율성이 있음을 보이고자 한다.

또한 트래픽의 폭주 발생시 기존의 단순 제어 방법 대신 퍼지블 이용한 동적인 제어를 사용하여 높은 효율성을 나타냄을 보이고자 한다.

ABSTRACT

It was already proved that ATM has stability and flexibility of service application, but because of the various characteristics of traffics and the QoS on user demand caused by them, there are so many researches for traffic control method.

In this paper we focus on video and voice traffic for real time services in the most important sources in ATM network and we will use the modified service which integrate two traffics as generating sources for traffic control. And we show that it is much more stable and efficient than normal fixed shaping device that the way output them by multiplexer or fuzzy using dynamic dual shaping device in a switch from the viewpoint of QoS based on traffic parameters of cells.

And we show that it has high efficiency using dynamic control with the fuzzy in place of normal simple control under the traffic congestion.

I. 서 론

ATM망은 기존 통신망의 제한적인 대역폭 및 서비스를 극복하여 보다 다양하고 고품질의 서비스를

제공할 수 있으며 다양한 서비스 요구에 융통성을 제공하여 통신망을 효율적으로 사용할 수 있는 장점이 있지만 고속의 링크, 다양한 서비스의 요구, 상이한 트래픽 특성등으로 인하여 흐름제어(Flow control) 및 과잉 밀집 제어(Congestion Control)가

* 광운대학교 컴퓨터과학과 (<http://comlab.kwangwoon.ac.kr>),
논문 번호 : 99359-0908 , 1999년 9월 8일

* 본 연구는 97년도 교내 학술 연구비 지원에 의한 연구 결과임.

** 광운대학교 컴퓨터과학과

기존의 망에 비해 복잡하고 어려운 문제점이 있다. 트래픽 제어와 망 자원관리의 목적은 망을 보호하고 망의 성능 목표를 달성하는데 있으며 부수적인 역할로서는 망 자원을 최적화하는 것이다.

그러나 일시적인 트래픽의 과 부하시 과도한 셀 손실 및 지연이 발생할 수 있다. 따라서, 사용자 관점에서 서비스 품질 보장과 망 관점에서의 이용 효율의 극대화라는 상반된 입장을 만족시키기 위해서는 다양한 특성의 트래픽들에 대한 효과적인 제어가 요구된다. 그래서 향후 점점 더 많아지는 트래픽과 다양성으로 인해 지금까지의 제어 방법으로는 미래의 고품질 서비스를 보장하기 어렵게 된다. 여기에 본 논문에서는 ATM망에서 특히 중요한 트래픽 파라미터인 최대 비트율과 평균 비트율 제어뿐 아니라 기존의 이중 셰이핑 구조와 라키 버킷 구조에 퍼지 이론을 추가하여 이용한다. 또한 여기에 망의 상태 및 급작스러운 트래픽의 폭주등에 따라 품질이 저하될 수 있는 단점을 보완하기 위해 이중 셰이핑 구조의 출력측에 피드백 스킴(Feedback Scheme)을 두어 일정 간격마다 셀의 상태, 즉 손실률, 지연 및 CDV (셀 Delay Variance)정보를 추적해 그 결과를 다시 셰이핑 장치측으로 보내 퍼지론 이용하여 최적의 서비스율을 계산하여 셰이핑 장치측 최적의 상태에 맞게 변경시키는 동적 제어구조를 가지게 한다. 본 논문에서는 기존의 이중 셰이핑 방식에 퍼지이론을 추가하여 기존의 연구결과보다 좀 더 손실률을 줄이고 지연 및 지터에 영향을 덜 받는 안정성을 보이고자 하는데 그 목적을 두고 있다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에서 사용하고 있는 입력 트래픽과 기존의 사용 파라미터 제어 기법에 대하여 알아보고 3장에서는 본 논문에서 제안하는 퍼지론 이용한 동적 이중 셰이핑 기법에 대하여 설명하고 4장에서는 이 기법에 대한 시뮬레이션 방법 및 구조에 대하여 설명하고 실험결과를 살펴본다. 마지막으로 5장에서는 본 논문에 대한 결론과 향후과제에 대해 알아 본다.

II. ATM트래픽 모델 및 제어방법

2.1 트래픽 모델링

본 논문에서는 음성 트래픽은 ON-OFF 프로세스로 모델링 하였고, 비디오 트래픽은 이산 Birth-Death프로세스로 모델링 했다. 또 이 두종류의 소스에 대한 통합 트래픽은 이산 2차원 마코프 체인(Discr-

ete-time two-dimension Markov chain)^[11]으로 모델링 하였다.

그림 2-1은 ON-OFF모델을 나타낸다

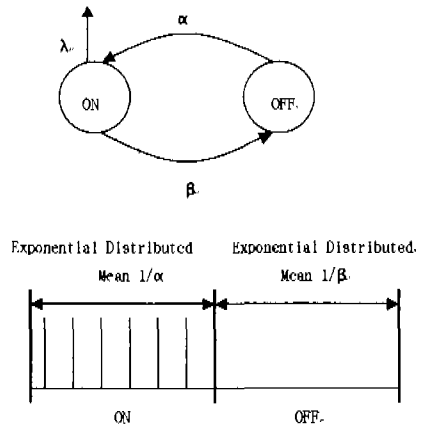


그림 2-1. ON-OFF 모델

단일 ON-OFF모델에서 두 상태는 ON상태와 OFF상태를 나타낸다. ON상태에 있는 시간을 $1/a$ 이라고 하여 이 시간동안에는 고정된 시간 간격을 사이에 두고 피크 전송률 λ 로 패킷을 발생한다. OFF 상태 기간 $1/b$ 에서는 패킷의 발생이 없다. N상태 ON-OFF모델은 서로 독립적이고 동등한 N개의 소스에서 발생하는 트래픽을 모델링한 것으로 각각의 상태는 ON상태에 있는 소스의 개수를 나타낸다. 비디오 트래픽을 모델링한 Birth-Death프로세스는 그림 2-2 처럼 ON-OFF프로세스와 유사한 형태를 이룬다.

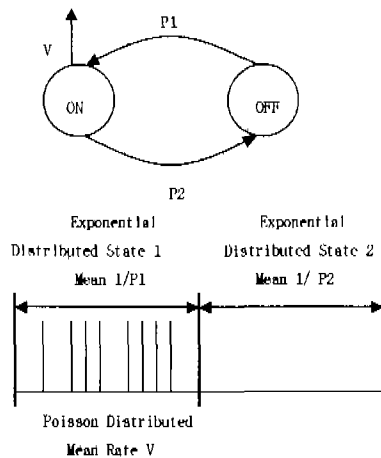


그림 2-2. Birth-Death 모델

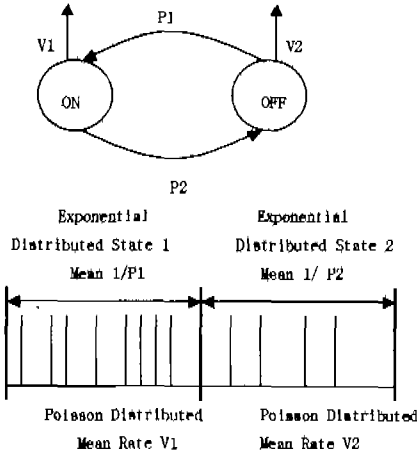


그림 2-3. 상태 MMPP 모델

2상태MMPP(Markov-Modulated Poisson Process)^[10] 모델은 포아송(Poisson)트래픽과 여러 소스에서 발생한 트래픽이 중첩된 복합 트래픽을 모델링한다. 그림2-3은 2상태 MMPP모델을 나타낸다. 2상태 MMPP는 서로 다른 전송률을 갖는 상태 I, II로 나눌 수 있다. 상태 I, II에서의 각각의 상태 평균 도착률은 V1과 V2이고 상태 전이율은 각각 P1, P2이다.

그림 2-3의 분포 모델에 대한 근사식은 Q와 A로 나타낼 수 있다.

$$Q = \begin{pmatrix} -P_1 & P_1 \\ P_2 & -P_2 \end{pmatrix} \quad A = \begin{pmatrix} V_1 & 0 \\ 0 & V_2 \end{pmatrix}$$

Q의 안정(stationary)확률 벡터 $\bar{\psi}$ 는 다음과 같이 구할 수 있다.^{[10],[11],[12],[14]}

$$\bar{\psi}Q = 0$$

$$\bar{\psi}e = 1 \quad e = (1, 1)^T$$

그러므로

$$\bar{\psi} = \frac{1}{P_1 + P_2} [V_2, V_1] \text{ 이 된다.}$$

여기서 전체 평균 셀 도착률 V^* 는 다음과 같다.

$$V^* = \bar{\psi}Ae = \frac{P_1 V_2 + P_2 V_1}{P_1 + P_2}$$

비디오와 음성 소스의 통합 모델은 이산 2차원 마코프 체인 (Discrete-time two-dimension Markov chain)이 된다. 여기서 각 상태는 비디오 소스와 음성 소스의 개수에 대한 도착 셀의 기대값으로 구분된다. 단, 비디오 소스에 대한 M+1단계의 전체 개수와 N개의 음성 소스의 상태 전이는 같은 타임 슬

롯내에서 동시에 일어나지 않는다고 가정한다. 2차원 마코프체인의 상태분포는(1)과 같은 식으로 나타내며 이 식은 N개의 음성 소스와 M개의 비디오 소스들 중 상태(i,j)가 ON상태에 있을 안정(steady) 상태확률을 나타낸다.

여기서 ON에서 OFF로의 천이 확률(Transition Probability)은 β 이고, OFF에서 ON으로는 α 이며, 비디오 소스에서의 천이 확률은 a, b이다. 그리고 각각의 상태(i,j)에 대해 먼저 2상태 MMPP매핑과정으로 언더로드(Underload)인 상태와 오버로드(Ove rload)인 상태로 구분할 수 있다.^{[9],[11]}

$$\pi_{ij} = \binom{N}{j} \binom{M}{i} \left(\frac{a}{a+b}\right)^i \left(\frac{b}{a+b}\right)^{M-i} \left(\frac{\alpha}{\alpha+\beta}\right)^j \left(\frac{\beta}{\alpha+\beta}\right)^{M-j} \quad (1)$$

만일 $(\eta i + \omega j) > 1 - \bar{\mu} s$ 이면 상태(i,j)는 오버로드에 있고, 그렇지 않으면 언더로드에 있다.

여기서 비디오와 음성의 셀 도착 확률이 각각 η 와 ω 이고 \bar{s} 는 데이터 패킷이 k개의 셀로 구성될 확률의 합계이다. 이산 2상태 MMPP 근사값으로서의 매핑은 다음과 같이 각 상태 상호간의 천이 확률로 나타낼 수 있다.^{[10],[11],[12],[14]}

$$\lim_{T \rightarrow \infty} P_n(T) < \infty \text{ 이고 } \frac{dP_n(T)}{dT} \rightarrow 0, P_n(T) = P_n$$

$$P_2 = \frac{1}{T} = \left(\sum_{k=0}^M (\sigma_k + 1) / \sum_k (N - \sigma_k) \right) (\beta + b)$$

$$P_1 = P_2 \frac{(\omega\phi + \eta\phi_2) - V_1}{V_2 - (\omega\phi_1 + \eta\phi_2)}$$

$$\psi_1 = N \frac{\alpha}{(\alpha + \beta)}$$

$$\psi_2 = M \frac{\alpha}{(\alpha + \beta)}$$

2.2 트래픽 제어 방법

트래픽 제어의 목적은 망을 보호하고 망의 성능 목표를 달성하는데 있으며 부수적인 역할로서 망을 최적화 하는 것이다. 이를 위해서ITU-T에서는 ATM 망에서의 트래픽 제어방법으로 크게 연결 수락 제어(CAC:Connection Admission Control), 사용 파라미터 제어(UPC:Usage Parameter Control), 망 파라미터 제어(NPC:Network Parameter Control), 우선 순위 제어(PC:Priority Control) 등, 다양한 트래픽 제어 방법을 연구하고 있다. 본 논문에서 제안하는

셰어방법은 이중에서 사용 파라미터 셰어(UPC)에 해당하는 방법이다. 이에 해당하는 제어방법들에는 리키 버킷모델과 토큰풀은 이용한 리키 버킷모델이 있다.

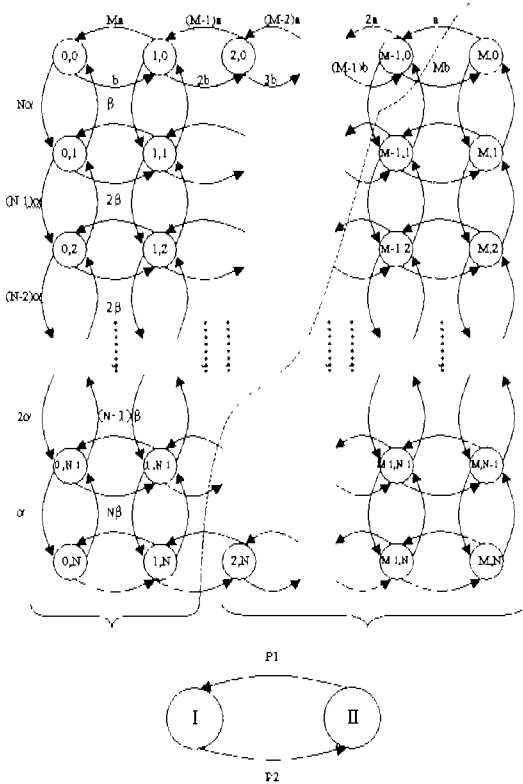


그림 2.4 통합된 비디오와 음성 소스들을 위한 큐어 확률 다이어그램

본 논문에서 사용한 방법은 기존의 리키 버킷모델에 퍼지론을 사용한 모델을 사용하였다.

II. Fuzzy 이론을 사용한 이중 셰이핑 트래픽 제어

3.1 대기행렬 문제와 퍼지 이론

기존의 이중 셰이핑 해결 방안에서는 입력되는 셀에 대하여 버킷 크기를 초과하여 폐기되는 셀이 발견될 경우 고정된 값의 처리율을 적용하는 방법을 사용하였다. 여기서 적용되는 고정값은 셀들의 대기 상태나 다른 조건에 대한 고려없이 단순히 셀에 대한 폐기가 생기는 지에 대하여 적용되는 값이다. 이러한 방법에 대하여 보다 상황에 맞는 처리율을 적용하고자 퍼지 이론을 도입, 보다 효율적인 트래픽제어론 생각하게 되었다.

기본적인 이론은 대기행렬의 이론과 서비스율의 계산에 퍼지 이론을 이용하였다.

대기행렬의 문제는 통상적으로 확률상의 문제로 사용된다. 대기 행렬에서 손님쪽이나 서비스를 제공하는 쪽에서 평균 서비스율을 하나의 퍼지수로 생각할 수 있다는 점을 고려하여 트래픽의 제어에서 입력 셀의 혼잡도에 따라 적절한 셀처리 시간을 얻을 수 있다고 판단, 퍼지 이론을 적용하였다.

3.2 대기모형의 기본 가정

하나의 처리자는 하나의 셀만을 처리할 수 있다.

단일창구 대기행렬에서 평균 도착율을 λ , 평균 서비스율을 μ 라면, 이용율 ρ 는 $\rho = \lambda / \mu$ 이 된다.

$P_n(T)$ 를 시점 T에 고객이 n명 있을 확률이라고 하면, 통계적 평형에 도달하기 위해서는 이 모든 T에 대해서 이 성립해야 한다.

3.3 대기 행렬식의 유도

본 논문에서 사용된 퍼지 이론에 사용하기 위한 각 파라미터들은 대기 행렬식 이론에 따른 파라미터들이므로 이에 대한 수학적인 유도가 필요하다. T 가 매우 짧은 시간이고 t가 일정시간 동안 셀이 도착할 확률이라고 하면 대기행렬 식은 다음과 같다.

$$\int_0^{\Delta t} f(x) dx = 1 - e^{-\lambda \Delta t}$$

$$= 1 - \left[1 + (-\lambda \Delta t) + \frac{(-\lambda \Delta t)^2}{2!} + \frac{(-\lambda \Delta t)^3}{3!} + \dots \right]$$

$$\approx \lambda \Delta t$$

$$P_n = \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n P_0$$

$$\sum P_n = 1 \rightarrow P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

$$\therefore P_n = \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \left(1 - \frac{\lambda}{\mu} \right)$$

1) 총 대기 셀 수

$$L = \sum_{n=0}^{\infty} n P_n = \frac{\rho}{(n-1)} = \frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)}$$

$$L_q = 0 \cdot P_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (n-1) P_n = \sum_{n=0}^{\infty} n P_n - \sum_{n=1}^{\infty} P_n = L - \rho = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)}$$

2) 행렬대기 셀 수

3) 대기 시간

$$W = \frac{L}{\lambda} = \frac{1}{(\mu - \lambda)}$$

4) 행렬 대기시간

$$W_n = \frac{1}{(\mu - \lambda)} - \frac{1}{\mu} = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$$

대기계의 행렬의 L, 대기 행렬의 길이 L_q (서비스 중인 것 제외), 평균 대기시간 W, 대기시간(서비스 시간 제외) W_q 라고 한다면 이들의 양은 대기 행렬의 이론에서 다음과 같다.

$$1) L = \frac{\rho}{1-\rho} \quad 2) L_q = L - \rho = \left(\frac{\rho}{1-\rho}\right) - \rho = \frac{\rho^2}{1-\rho} = \rho^2$$

$$3) W = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{L}{\lambda} \quad 4) W_q = \frac{\rho}{\mu - \lambda} = \frac{\rho}{1-\rho} \times \frac{1}{\mu} = \frac{L}{\mu}$$

3.4 퍼지의 멤버십 함수 구성

퍼지의 개념은 객관적인 부분과 주관적인 부분으로 나눌수 있는데 멤버십의 그레이드 = 객관적인 그레이드 + 주관적인 그레이드로 해석된다. 가령 n 명의 평가자가 있을 때 그의 i번째의 사람의 주관적인 멤버십의 그레이드는(그레이드) $i = (\text{객관적 그레이드}) + (\text{주관적 그레이드})_i$ 로 나타낸다.

3.5 퍼지를 이용한 트래픽 제어방법

본 논문에서는 셀에 대한 평균 서비스율 μ 을 하나의 퍼지수로 생각하고 이에 따른 퍼지의 사용에 따른 두가지의 멤버십 함수가 사용하였는데 대기시간에 대한 멤버십 함수와 셀 처리율에 대한 멤버십 함수이다.

멤버십 함수는 $\mu_A = X \rightarrow [0, 1]$ 에 의해 원소 $x \in X$ 에 대한 값 $\mu_A(x) \in [0, 1]$ 에서 x가 퍼지집합 A에 속하는 정도를 나타낸다.

$\mu_A(x)$ 가 1에 가까우면 A에 속하는 정도가 높다는 것을 나타내고, 반대로 0에 가까우면 낮다는 것을 나타낸다. 두가지 멤버십 함수에 대한 교점을 구하면 그 교점이 최적의 서비스율이 된다. 네트워크 점유율은 네트워크의 혼잡도를 나타내는 임계값에 의해서 결정되는데 θ_1 이 0.37이고 θ_2 가 0.70인 경우에 버퍼크기가 160으로 잡은경우 Low network occupancy는 $0.37 \times 160 = 56$, High network occupancy는 $0.70 \times 160 = 105$ 가 된다.

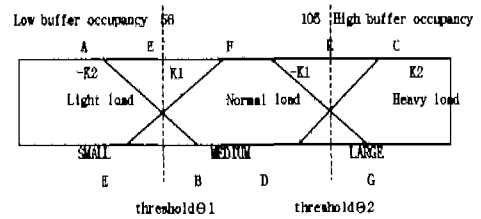


그림 3.1 네트워크 버퍼 점유율에 따른 세가지 상태

결과적으로 리키버킷의 크기가 160인 경우 입력되는 셀들의 개수가 56개 이하인 경우에는 아주 만족하는 경우이고 그 이상이 되면서 서서히 만족도가 줄어 160개 이상이 되면 최대의 복잡도가 된다. 본 논문에서는 셀에 대한 평균 서비스율을 하나의 퍼지수로 생각하였다. 적용되는 서비스율에 대하여 처리하는 쪽에서는 $\mu < a1$ 이면 만족도가 0 이고 $\mu > a2$ 이면 만족도가 1 이며, 구간 $[a1, a2]$ 에서는 만족도가 직선적으로 변한다고 가정하면 만족도 mg는

$$mg = \begin{cases} 0 & (\mu < a1) \\ 1 - \left(\frac{-\mu + a_2}{a_2 - a_1} \right) & (a_1 \leq \mu \leq a_2) \\ 1 & (\mu > a2) \end{cases}$$

가 된다.

반대로 셀에 대한 평균대기시간 W_q 도 하나의 퍼지수로 볼 수 있다.

$$mc = \begin{cases} 1 & (W_q < b1) \\ 1 - \left(\frac{W_q - b_2}{b_2 - b_1} \right) & (b_1 \leq W_q \leq b_2) \\ 0 & (W_q > b2) \end{cases}$$

퍼지 결정 D에서 의사결정으로는, D에 귀속하는 정도를 최대화하는 μ 를 선정하는 최대화 결정(Maximizing decision)이고, 이는 Bellman과 Zadeh에 의하여 제안되었다.

멤버십 함수 $Md(\mu)$ 를 최대로 하는 μ 를 선정하는 것은

$$m_D(\mu^*) = \max_{\mu \in X} m_D(\mu) = \max_{\mu \in X} \{ \min(m_G(\mu), m_C(\mu)) \}$$

을 만족하는 μ^* 를 구하는 것이다.

기존의 이중 셰이핑 트래픽 제어방식에서는 리키 버킷에서 입력되는 셀에 대해서 폐기가 발생하게 되면 미리 정해진 일정한 값의 처리율을 적용하였다. 퍼지 이론을 이용한 트래픽방식에서는 그림3.2에서 처럼 네트워크 점유율의 상태에 따라 퍼지 이론을 이용하여 현재 상태에 적합한 처리율을 적용하게 된다. 적용된 퍼지 컨트롤러의 구조는 크게 퍼지화 부분과 인터페이스 엔진, 비 퍼지화 부분으로 구성된다. 인터페이스 엔진은 초기에 설정해둔 퍼지 규칙(Fuzzy rule base)에 의해 네트워크 점유율에 적합한 셀 처리율이 계산되고 비 퍼지화 과정을 거쳐 새로운 값이 토큰 생성 주기에 적용되면서 셀 처리율이 변화하게 된다.

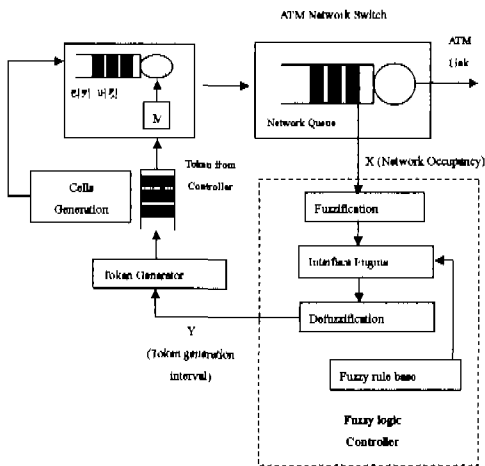


그림 3.2 퍼지 이론을 사용한 동적 이중 셰이핑 구조

IV. 시뮬레이션 및 분석

토큰 풀을 이용한 리키 버킷 기법은 셀이 대기 행렬로 들어가고, 도착한 셀은 토큰을 받은 경우에만 방으로 들어간다. 토큰이 없는 경우에는 입력 버퍼에서 대기한다. 그리고 버퍼가 차 있는 경우에는 새로 도착된 셀들은 폐기된다. 토큰 풀에는 일정한 발생률로 토큰이 생성되어 채워지며 다 차 있으면

생성되는 토큰은 버려진다. 도착한 셀은 토큰 풀에 토큰이 있을 경우에만 토큰을 가지고 네트워크로 진입할 수 있고 토큰 풀이 비어 있으면 버퍼에서 대기해야 하며 만약 버퍼가 다 차면 위반으로 판명된다. 그러므로 토큰 발생율의 조절을 통해서 네트워크로 유입되는 전송물을 제어할 수 있다.

4.1 시뮬레이션

시뮬레이션은 SunOS 워크스테이션에서 사건 중심(Event-oriented)방식의 시뮬레이션 언어인 SLAM II을 사용하여 관측, 비교 하였다.

표 1. 시뮬레이션에 사용된 트래픽 파라미터

사용 파라미터	음성 소스	비디오 소스
Peak Rate	32Kbps	2Mbps
Mean Rate	11.2Kbps	87Kbps
Mean Burst Duration	352msec	500msec
Mean Silence Duration	650msec	11000msec

1) 트래픽 발생 장치

트래픽 모델에 따라 파라미터 값은 다음과 같다.

음성 소스: ON-OFF 모델에 따라 버스트 구간과 침묵 구간에 대해 각각 지수 분포로 발생.

비디오 소스: Birth-Death 모델에 따라 포아송 분포로 셀을 발생시킴.¹¹⁾

2) 트래픽 제어 장치

트래픽 제어 장치는 최대 비트율을 제어하는 셰이퍼와 평균 비트율을 제어하는 리키버킷으로 구성.

(1) 최대 비트율 제어

이중셰이핑 기법을 사용하여 협약에 위반된 셀을 제거하고, 퍼드백 스킴을 사용하여 빠른 대응을 가능하게 하였다.

(2) 평균 비트율 제어

평균 비트율 제어를 위하여 토큰 풀을 이용한 리키 버킷 알고리즘을 사용한다. 리키 버킷 방식은 파라미터 제어 기법으로 가상큐(Pseudo Queue)를 가지고 있고, 입력 측에서 셀이 들어 올 때마다 계수기와 현재 시간을 기억시켜 입력 상태를 감시하고, 토큰 발생 주기 $xx(19)$ 에 따라 토큰이 발생되어 일정한 출력율 가지게 한다. 발생되어 유한 큐(Queue)에 입력된 셀 수가 큐(Queue) 대기 행렬의 수보다

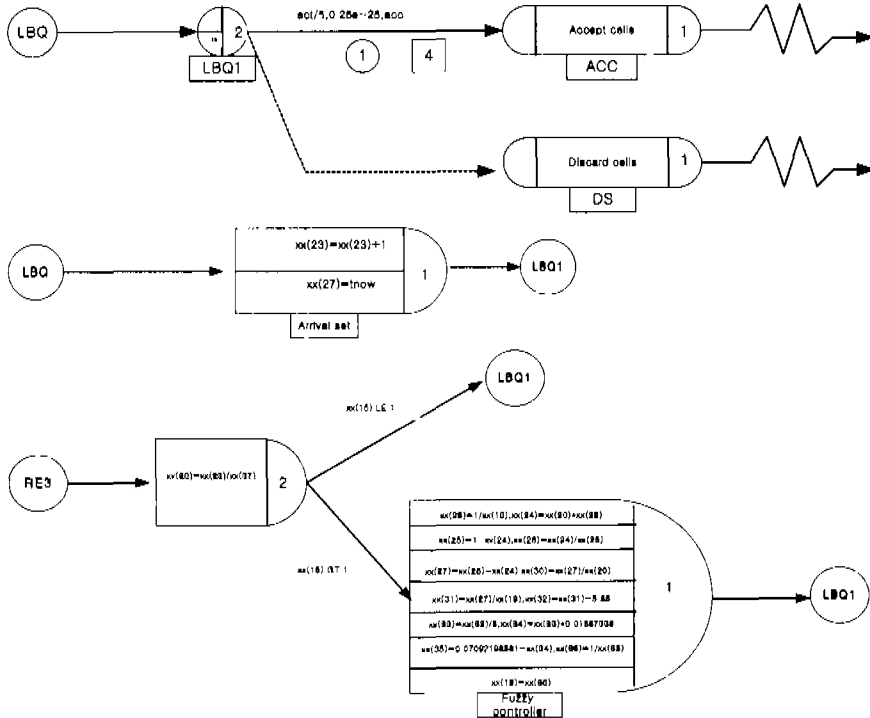


그림 4.1 Fuzzy Membership Function 를 이용한 평균 비트율 제어

커지면 다음에 발생되어 입력되는 셀들은 폐기되어진다. 또한 일정한 간격으로 폐기되어지는 셀을 감시하여 이것을 퍼지 멤버십 함수에게 전달하여, 이것에 유한 큐(Queue)에 입력되어지는 셀 도착율을 함께 이용하여 최적의 토큰 발생주기를 구하여 이것을 토큰 컨트롤러에게 제공한다.

이러한 제어를 사용하여 입력되어지는 상태와 유한버퍼의 크기에 맞는 최적의 출력률을 적용할 수 있게 된다.

4.2 결과 분석

네트워크를 통과하는 셀들은 부하가 생기는 정도에 따라 손실률이 증가하며, 그러한 부하의 정도를 감지하고 이것을 적절하게 제어하여 안정된 손실률을 가지도록 하는 것이 제기되어 왔다.

그림 4.2 는 평균 비트율 제어 장치인 리키 버킷의 버퍼 크기에 따른 각 트래픽의 셀 손실률을 나타내고 있다. 계속적으로 발생하는 셀들은 버퍼에 입력되어 처리시간이 되기 까지 버퍼에 대기하여 토큰이 주어질 때까지 대기하다가 토큰을 부여받으면 네트워크상으로 들어간다. 이러한 평균 비트율을 제어하는 리키버킷의 제어요소는 서비스율에 해당하는 토큰 발생주기와 대기 큐(Queue)에 해당하는 리

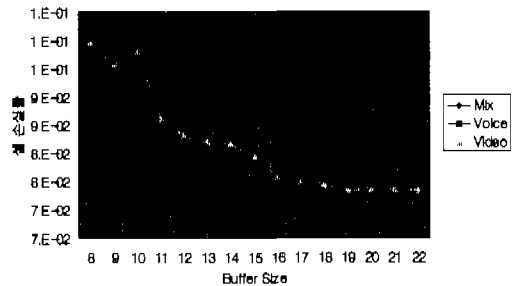


그림 4.2 Leaky Bucket의 버퍼크기에 따른 셀 손실률

킷버킷의 크기인데 그림 4.2는 리키버킷의 버퍼의 크기를 증가시킴으로써 많은 성능향상을 가져올수 있음을 알 수 있다. 그러나 버퍼의 크기를 증가 시킴으로써 성능을 향상시키는 것은 한계가 있고, 또한 버퍼의 크기를 증가시키면 버퍼의 크기 만큼의 버퍼 지연이 유발된다. 따라서 QoS 측면에도 좋지 않다.

다음 제어 요소인 서비스율을 제어하는 것에 있어서 기존의 리키 버킷은 부하가 발생하면 폐기가 발생하고 이러한 폐기를 줄이기 위하여 일정하게 서비스율을 증가시켜 손실을 줄였다. 그러나 이러한 부하의 증가와 폐기 발생, 그리고 일정한 서비스율

증가는 상황에 따라 변화가 심한 네트워크 상에서 빠른 대처를 할 수 없다.

퍼지 멤버십 함수를 사용한 리키 버킷은 가상 큐(Queue)에 들어오는 셀들의 도착율을 감시하고 또한 일정한 간격으로 부하의 증가에 의한 폐기의 발생하면 이때 현재의 도착율과 현재의 서비스율을 이용하여 가장 적절한 서비스율을 구하여 이것을 다음 서비스율로 사용하게 된다.

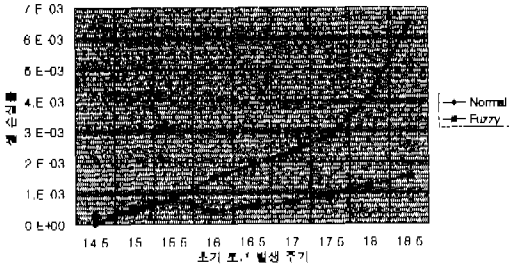


그림 4.3 기존의 리키 버킷과 퍼지 리키 버킷의 손실율 비교

그림 4.3은 기존의 리키 버킷 과 퍼지 리키 버킷을 시뮬레이션하여 비교한 결과이다.

초기 트래픽의 발생주기를 길게 잡아 초기 서비스율을 낮추어 줄 때 이러한 변화에 대하여 기존의 리키 버킷은 상황에 즉각적인 대처를 할 수 없으나 초기의 도착율과 서비스율로 최적의 서비스율을 직접 구하는 퍼지 리키 버킷은 거의 일정한 손실율이 나타나는 결과를 보였다.

V. 결론

본 논문에서는 네트워크 혼잡 정도의 고려없이 입력 셀들의 폐기의 수에 따라 일정한 비율의 셀 처리율을 향상시키는 기존의 이중 셰이핑 방식에 퍼지 이론을 적용하여 네트워크의 혼잡정도에 따라 퍼지이론에 의해 최적의 셀 처리율을 적용하여 이중 셰이핑 방법보다 더 나은 효율을 보이는 제어 방법을 제시하였다. 그러나 퍼지 이론을 이용한 트래픽의 제어에서의 수행은 퍼지 규칙에 따른 계산을 수행해야 하므로 기존의 이중 셰이핑 트래픽 제어 방식에 비하여 수행 속도가 그만큼 더 요구된다는 문제가 있다. 본 시뮬레이션의 결과는 이러한 계산에 소요되는 시간을 제외한 결과이다.

또한 기존의 이중 셰이핑 트래픽 제어방식에서는 미리 정해진 일정한 값을 적용하고 퍼지 이론을 이용한 트래픽 제어 방식에서는 트래픽의 상태에 따

라 값을 적용하게 됨으로 트래픽이 적은 경우에는 오히려 이중 셰이핑 트래픽 제어방식이 더 나은 효율을 보일 수도 있다.

이와 같이 각각의 특성에 따라 요구되는 차이들은 하드웨어와 소프트웨어의 기술발전에 의해 해결되리라 생각된다.

참고 문헌

- [1] P.T. Brandy, "A Model for Generating ON-OFF speech patterns in Two Way Conversation", *Bell Systems Technical Journal*. pp. 2445-2472, Sep. 1969.
- [2] A. Alan, C.Eliot Signal and R.D.Jack Hammesfah, *SLAMI II; Network models for Decision support*, Prentice -Hall Inc.,1989.
- [3] Kevin M.Passino, Stephen Yurkovich "Fuzzy Control", Addison Wesley,1998.
- [4] Jianqin Weng, Ioannis Lambadaris, Michael Devetsikiotis, "Fuzzy Leaky Bucket Congestion Control in ATM Networks with Markovian and Self-Similar Traffic", *Communications (ICC), 1997 IEEE International Conference on*, 1997,pp.838-843.
- [5] A.Eeckberg, "B-ISDN/ATM Traffic and Congestion Control", *IEEE Network*, pp.28-37, Mar. 1992.
- [6] H.Suzuki, T.Murase, S.Sato, T.Takeuchi, "A Burst Traffic Control Strategy for ATM Network". *IEEE GLOBECOM 1990*, pp.874-878.
- [7] Verbiest, W.Pinnoo and Voetem, B, "Statistical Multiplexing of Variable Bit Rate Video Sources in Asynchronous Transfer Mode Networks", *The Proceedings GLOBECOMM '88 Dec.* 1988.
- [8] J.Bae and T.Suda, "Survey of Traffic Control Schemes and protocols in ATM Networks", *Proceeding of the IEEE*, Vol.79, No.2, Feb. 1991.
- [9] Michai Schwartz, "Broadband Intergrated Networks" Prentice Hall PTR, 1996.
- [10] H. Heffes and D.M.Lucantoni, "A Markov Modulated Characterization of Packetized Voice and Data Traffic and Related Statistical Multiplexer Performance", *IEEE JASC*, Vol

4, No.6, pp.856-868, Sep. 1986.

- [11] 임주환, 성단근,한치문,김영선 공저, "ATM 교환", 홍릉과학출판사,1996.
- [12] 이동호, "ATM멀티플렉서의 통합 서비스에 대한 트래픽 제어에 관한 연구", 94통신학술 연구 과제 보고서, 통신 학술 연구 지원국, 1994.
- [13] 이동호, 고장혁, "피드백 스킴을 이용한 동적 이중 셰이핑 기법에 관한 연구", 한국통신학회 논문지, 제23호, 제11권, 1998.

김 주 현(Ju-Hun Kim) 준회원



1999년 2월 : 광운대학교 전자
계산학과 졸업
1999년 3월 : 광운대학교 컴퓨터
과학 석사 과정
<주관심 분야> 컴퓨터 통신,
ATM/B-ISDN, 트래픽
제어, 전자상거래 등

e-mail : jhkim@cs.kwangwoon.ac.kr

김 본 입(Bon-II Kim) 준회원



1999년 2월 : 상지대학교 전자
계산학과 졸업
1999년 3월 : 광운대학교 컴퓨터
과학 석사 과정
<주관심 분야> 컴퓨터 통신,
ATM/B-ISDN, 트래픽 제어
시뮬레이션, NS2 등

e-mail : bikim@cs.kwangwoon.ac.kr

이 동 호(Dong-Ho Lee) 정회원

현재 : 광운대학교 컴퓨터 과학과 교수
한국통신학회논문지 제 20권 3호 참조