

# 피드백 스킴을 이용한 동적 이중 셰이핑 기법에 관한 연구

준회원 고 장 혁\* 정회원 이 동 호\*\*

## A Study on Dynamic Dual Shaping Method With Feedback Scheme

Jang Hyuk Kauh\*, 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 관해 많은 연구가 이루어지고 있다.

본 논문에서는 ATM망에서 가장 중요시되는 트래픽 소스중 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 동적 이중 셰이핑 장치를 통해 출력시켜서 셀들의 트래픽 파라미터를 기반으로 QoS측면에서 기존의 고정 셰이핑 장치에 비해 보다 안정성 및 효율성이 있음을 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 traffic 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 dynamic dual shaping device in a switch from the viewpoint of QoS based on traffic parameters of cells.

### 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 흐름 제어(Flow Control) 및 과잉 밀집 제어(Congestion Control)가 기존의 망에 비해 복잡하고 어려운 문제점이 있다. 트래픽 제어와 망 자원관리의 목적은 망을 보호하고 망의 성능 목표를 달성하는데 있으며 부수적인 역할로서는 망 자원을 최적

화하는 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 다양성등으로 인해 지금까지의 제어 방법으로는 미래의 고품질 서비스를 보장하기 어렵게 된다. 여기에 본 논문의 중요성이 있다.

본 논문에서는 ATM망에서 특히 중요한 트래픽 파라미터인 최대 비트율과 평균 비트율 제어를 위해 변형된 셰이핑 구조와 리키 버킷 구조를 이용한다. 또한

\* 국방정보체계 연구소(jhkauh@idis.or.kr) 준회원, \*\* 광운대학교 전자계산학과 : 정회원  
논문번호 : 97204-0617, 접수일자 : 1997년 6월 17일

여기에 망의 상태 및 급작스러운 트래픽의 폭주 등에 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(Cell Delay Variance)정보를 추적해 그 결과를 다시 셰이핑 장치측으로 보내 셰이핑 장치를 현재 상태에 맞게 변경시키는 동적 제어구조를 가지게 한다. 이에 따라 기존의 연구 결과보다 좀 더 손실률을 줄이고 지연 및 지터에 영향을 덜 받는 안정성을 보이고자 하는데 그 목적을 두고 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에서 사용하고 있는 입력 트래픽과 기존의 사용 파라미터 제어 기법에 대해 알아보고 3장에서는 본 논문에서 제안하는 동적 이중 셰이핑 기법에 대해 설명하고, 4장에서는 이 기법에 대한 시뮬레이션 방법 및 구조에 대해 설명하고 실험결과를 살펴 본다. 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 모델링하였고, 비디오 트래픽은 이산 Birth-Death 프로세스로 모델링했다.[10] 또 두 종류의 소스에 대한 통합 트래픽은 이산 2차원 마코프 체인(Discrete-time two-dimension Markov chain)으로 모델링하였다.[11] 그림 1은 ON-OFF 모델을 나타낸다. 단일 ON-OFF 모델에서 두 상태는 ON상태와 OFF상태를 나타낸다. ON상태에 있는 시간을  $1/\alpha$ 이라고 하여 이 기간동안에는 고정된 시간 간격을 사이에 두고 피크 전송률

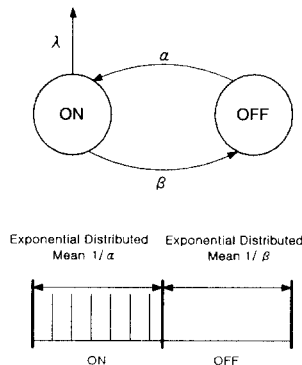


그림 1. ON-OFF 모델

$\lambda$ 로 패킷을 발생한다. OFF상태기간  $1/\beta$ 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-Death 프로세스는 그림 2처럼 ON-OFF 프로세스와 유사한 형태를 이룬다.

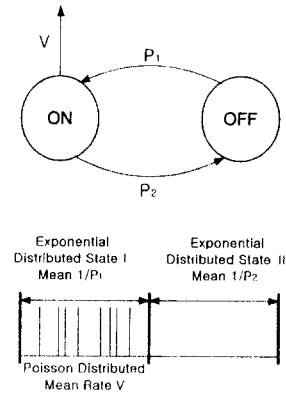


그림 2. Birth-Death 모델

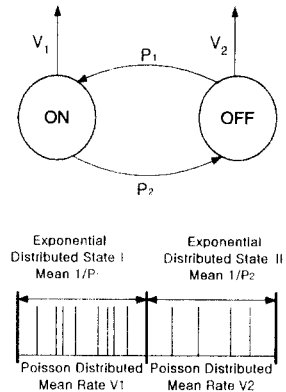


그림 3. 2상태 MMPP 모델

2상태 MMPP(Markov-Modulated Poisson Process) 모델[5]은 포아송(Poisson)트래픽과 여러 소스에서 발생한 트래픽이 중첩된 복합 트래픽을 모델링한다. 그림 3은 2상태 MMPP모델을 나타낸다. 2상태 MMPP는 서로 다른 전송률을 갖는 상태I, II로 나눌 수 있다. 상태I, II에서의 각각의 상태 평균 도착률은  $V_1$ 과  $V_2$ 이고 상태 전이율은 각각  $P_1$ ,  $P_2$ 이다.

그림 3의 분포 모델에 대한 근사식은 Q와  $\Lambda$ 로 나타낼 수 있다.[5],[10],[11],[12],[13]

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

Q의 안정(stationary) 확률 벡터  $\vec{\psi}$ 는 다음과 같이 구할 수 있다.

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

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

그러므로

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

여기서 전체 평균 셀 도착률  $V^*$ 는 다음과 같다.

$$V^* = \vec{\psi} \Lambda e = \frac{P_1 V_2 + P_2 V_1}{P_1 + P_2}$$

그림 4와 같이 비디오와 음성 소스의 통합 모델에서 각 상태는 비디오 소스와 음성 소스의 개수에 대한 도착률의 기대값으로 구분된다. 단, 비디오 소스에 대한  $M+1$ 단계의 전체 개수와  $N$ 개의 음성 소스의 상태 천이는 같은 타임 슬롯내에서 동시에 일어나지 않는다고 가정한다. 2차원 마코프체인의 상태분포  $\pi_{ij}$ 는 (1)과 같은 식으로 나타나며 이 식은  $N$ 개의 음성 소스들과  $M$ 개의 비디오 소스들 중 상태( $i, j$ )가 ON상태에 있을 안정(steady) 상태확률을 나타낸다.

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

여기서 ON에서 OFF로의 천이 확률(Transition Probability)은  $\beta$ 이고, OFF에서 ON으로는  $\alpha$ 이며, 비디오 소스에서의 천이 확률은  $a$ ,  $b$ 이다. 그리고 각각의 상태 ( $i, j$ )에 대해 먼저 2상태 MMPP 매핑과정으로 언더로드(Underload)인 상태와 오버로드(Overload)인 상태로 구분할 수 있다.[11],[14]

만일  $(\eta i + \omega j) > 1 - \mu \bar{s}$ 이면 상태( $i, j$ )는 오버로드에 있고, 그렇지 않으면 언더로드에 있다. 여기서 비디오와 음성의 셀도착 확률이 각각  $\eta$ 와  $\omega$ 이고,  $\bar{s}$ 는 데이터 패

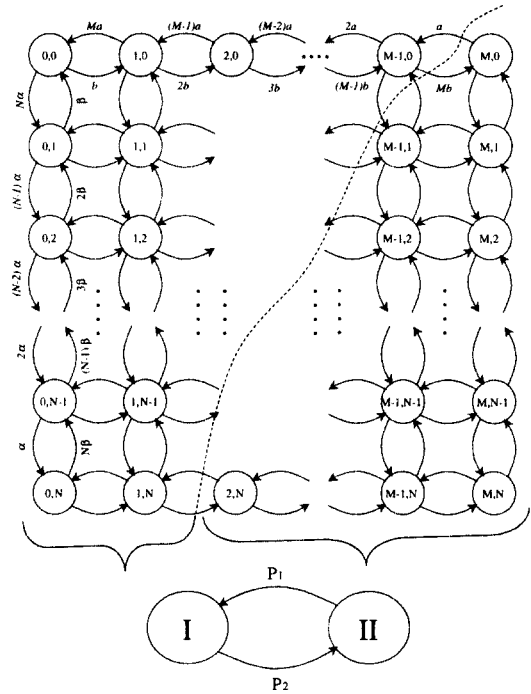


그림 4. 통합된 비디오와 음성 소스를 위한 천이 확률 다이어그램

킷이  $k$ 개의 셀로 구성될 확률의 합계이다. 이산 2상태 MMPP 근사값으로의 매핑은 다음과 같이 각 상태 상호간의 천이 확률로 나타낼 수 있다.[5][10][11][12]

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

$$P_1 = P_2 \frac{(\omega \varphi_1 + \eta \varphi_2) - V_1}{V_2 - (\omega \varphi_1 + \eta \varphi_2)}$$

$$\psi_1 = N \frac{a}{(a+b)}$$

$$\psi_2 = M \frac{a}{(a+b)}$$

## 2.2 트래픽 제어 방법

트래픽 제어의 목적은 망을 보호하고 망의 성능목표를 달성하는데 있으며 부수적인 역할로서 망을 최적화하는 것이다.[6] 이를 위해서 ITU-T에서는 ATM망에서의 트래픽 제어방법으로 크게 연결 수락 제어(CAC: Connection Admission Control), 사용 파라미터 제어(UPC: Usage Parameter Control), 망 파라미터 제어(NPC: Network Parameter Control), 우선순위 제어(PC:

Priority Control) 등, 다양한 트래픽 제어 방법을 연구하고 있다.<sup>[2][8][9]</sup> 본 논문에서 제안하는 제어방법은 이 중에서 사용 파라미터 제어(UPC)에 해당하는 방법이다. 이에 해당하는 제어 방법들에 대해 알아 보면 다음과 같다.

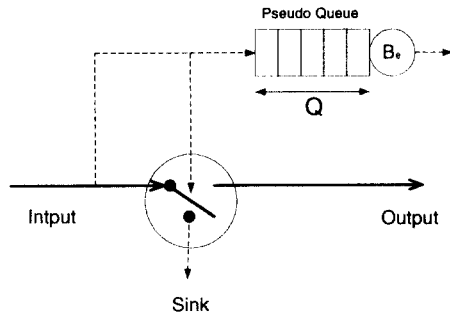


그림 5. Leaky Bucket 모델

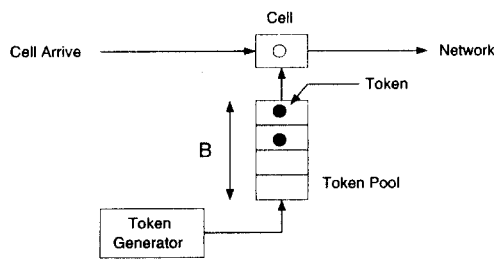


그림 6. 토큰풀을 이용한 Leaky Bucket

#### (1) Leaky Bucket

Leaky Bucket 기법은 가장 널리 알려진 방법으로 셀 발생시 1씩 증가하고 일정기간마다 1씩 감소시키는 계수기를 가지고 있다. 그림 5에서 보는 것과 같이 셀이 발생할 때 계수기의 최대값  $Q$ 보다 크면 그 셀을 폐기시키고  $Q$ 보다 작으면 통과시킨다.

#### (2) 토큰풀(Pool)을 이용한 Leaky Bucket

그림 6에 나와 있는 토큰 풀을 이용한 Leaky Bucket 기법은 셀이 대기행렬로 들어가고, 도착한 셀은 토큰을 받는 경우에만 망으로 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. 그러므로 토큰

발생율의 조절을 통해서 네트워크로 유입되는 전송률을 제어할 수 있다.

### III. 동적 이중 웨이핑 기법

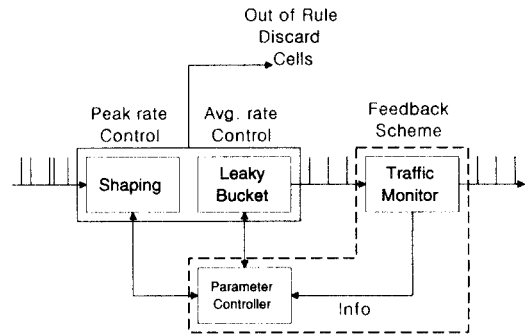


그림 7. 동적 이중웨이핑 구조

본 논문에서 제안하는 방법은 그림 7과 같이 최소 셀간격을 이용한 최대비트율 제어 알고리즘과 기존의 리키버킷을 이용한 평균비트율 제어 알고리즘을 이용해 지터의 영향을 감소시키고, 또 제어기를 통과한 셀들의 상태를 검사해서 그 정보를 피드백(Feedback)하여 제어기의 제어 파라미터를 재조정함으로써 갑작스러운 망의 상태 변화 및 폭주에 대비할 수 있는 동적인 제어 방법을 제시하고자 한다. 그림 7에서 웨이퍼와 리키버킷에서 파라미터 제어기로 향하는 화살표는 파라미터 제어기의 초기화를 위한 것이며 트래픽 모니터와 파라미터 제어기는 하나로 만들 수도 있을 것이다.

최대 비트율을 제어에 있어서 웨이퍼구조의 장점은 위반 셀에 대한 반응시간이 단축된다는 점과 지터를 고려하여 제어하므로 순응셀에 대한 투명성을 가진다는 점이다. 그리고 Leaky Bucket 알고리즘은 가상 큐(Pseudo Queue)와 평균 비트율에 따라 제어 조치가 유보된다. 이 특성은 평균 비트를 제어에 대한 Leaky Bucket의 장점이다. 평균비트율 제어는 충분히 긴 시간동안의 셀수를 계산해야 하므로, 연속한 두 셀의 간격을 기초로 제어하는 일반적인 웨이퍼 구조로는 평균 비트율 제어에 적당하지 않다.[12]

#### (1) 최대 비트율 제어

본 논문에서 제안하는 알고리즘에서는 다음과 같은 파라미터를 사용한다.

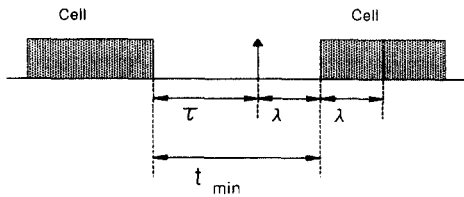


그림 8. 셀 간격의 구조

- AIT(Actual Interarrival Time): 셀간의 실제 간격
- $t_{min}$  : 최소 셀 간격
- $t$  : 셀의 도착시간
- $t_0$  : 바로 앞의 셀의 도착시간
- $\tau$  : 폐기 셀 간격

최소 셀간격  $t_{min}$ 과 폐기 셀 간격  $\tau$ 와의 관계는 그림 8에서 보는 바와 같다. 이상적인 최소 셀간격  $t_{min}$ 이 그림 8과 같을 때 Shaper부분에서 통과 불가능한 폐기 셀간격  $\tau$ 는 항상  $t_{min}$ 보다 작게 된다. AIT 값이 저장된  $\tau$ 보다 작을 경우 셀은 바로 폐기되고,  $\tau$ 보다 크고 협상된 최소 셀간격  $t_{min}$ 보다는 작을 경우는  $t_{min} - \text{AIT}$  시간만큼 지연을 둔다. 셀이  $t_{min} - \text{AIT}$  시간 동안 지연되고 있을 때, 이를 지연모드라고 한다.[3],[4]

이 알고리즘의 실제 동작 원리는 다음과 같다.

- $\text{AIT} < \tau$  인 경우, 협약된 최대 비트율을 사용자가 위반한 것으로 판단하여 셀은 바로 폐기된다. (그림 9(a))
- $\text{AIT} = \tau$  혹은  $\tau < \text{AIT} < T_{min}$  인 경우, 사용자는 협약된 최대 비트율을 준수하였으나 지터의 영

향으로 최대 비트율이 변한 것으로 판단하고 최소 셀 간격을 보정해 주기 위하여  $T_{min} - \text{AIT}$ 만큼의 지연을 둔다. (그림 9(b))

- 지연 시간 동안에 셀이 입력되는 경우, 셀 간격이  $\tau$ 보다 크더라도 추가적인 지연을 막기 위하여 그 셀을 폐기한다. (그림 9(c))

- $\text{AIT} = T_{min}$  인 경우, 트래픽이 협약된 최소 셀 간격  $T_{min}$ 을 준수하고 있으므로 곧바로 최대 비트율 제어기를 통과 시킨다. (그림 9(d))

- $\text{AIT} > T_{min}$  인 경우, 최소 셀 간격보다 크므로 그냥 통과시키고 평균비트율 제어 장치로 들어간다. (그림 9(e))

이 후에 피드백 스킴으로부터 정보를 받아 파라미터 값을 재정의하기 위한 장치가 필요하다. 그림 10은 앞에서 설명한 바와 같이 셀들의 정보가 피드백되는 개선된 셰이핑 알고리즘의 흐름도이다.

## (2) 평균 비트율 제어

평균 비트율 제어 알고리즘은 2.2의 (1)Leaky Bucket 알고리즘을 사용한다. 그림 5와 같이Leaky Bucket 방식은 사용 파라미터 제어기법으로 가상의 유한버퍼  $Q$ 를 가지고 있고, 입력 측에서 셀이 들어 올 때마다 계수기의 값을 증가시키고, 출력률(Leaky Rate)  $a$ 에 따라 계수기를 감소시킨다. 셀이 발생하였을 때 이 계수기의 값이  $Q$ 보다 크면 이 때 발생한 셀을 폐기시키고  $Q$ 보다 작을 때 셀을 통과시킨다. 그러므로 평균비트율 제어 알고리즘의 중요한 파라미터는 가상 큐의 크기 $Q$ 와 출력률  $a$ 가 된다. 그림 11은 리키버킷의 알고리즘이다. 본 논문에서는 평균비트율 제어의 파라미터

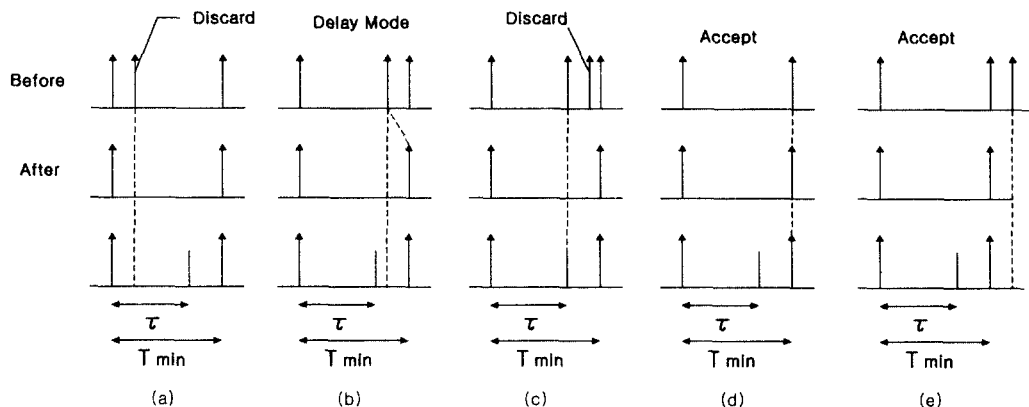


그림 9. 셰이핑 실제 동작

로 출력률, 즉 리키율을 사용하였다. 이는 모의실험 결과에서 다시 언급하겠지만 가상 큐의 크기를 제어 파라미터로 사용하면 큐의 크기가 작을 때는 성능의 향상을 가져 오지만 큐의 크기가 어느 한계이상으로 증가하면 그 다음부터는 성능의 향상을 가져 오지 못한다. 또한 큐의 크기가 증가함에 따라 그 만큼의 버퍼 지연이 유발될 수 있다는 단점이 있다. 이와 같은 이유로 평균비트율의 제어 파라미터로 리키율을 사용하였다.

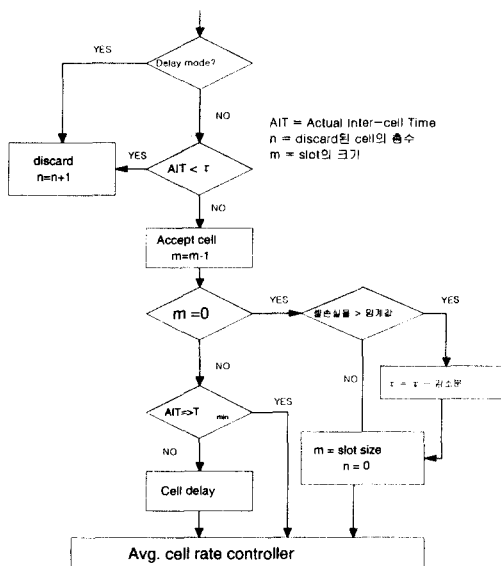


그림 10. 개선된 셰이핑 알고리즘

### (3) 피드백 스킴

셰이퍼와 리키버킷을 통과한 출력셀들을 통해 셀들의 상태(셀 손실, 지연, 지터등)를 일정 간격마다 파라미터 제어기에 전달한다. 셰이퍼와 리키버킷에는 각각에 정해진 크기의 slot이 있어서 각 slot마다 셀들의 상태를 파악하고 그 데이터를 파라미터 제어기에 전달한다. 이렇게 함으로써 망의 급격한 변화에 대처할 수 있다. 기존의 연구 및 ATM-forum[7]에서도 이와 같은 피드백 스킴을 이용하는 방법을 권고하고 있지만, 이것은 ABR서비스에 대한 OAM셀을 이용한 방법으로 ABR 서비스에서 제한적으로 사용하는 방법이다. 이 방법을 CBR이나 VBR서비스에 이용하는 방법에 대해서는 아직 연구되고 있지 않다. 또 OAM셀은 목적지까지 도착한 후에 반환되는 데이터를 보고 그 네트워크의 상태를 파악하는 방법이므로 그 사이에 네트워크 상태가 급격히 바뀔 수 있으므로

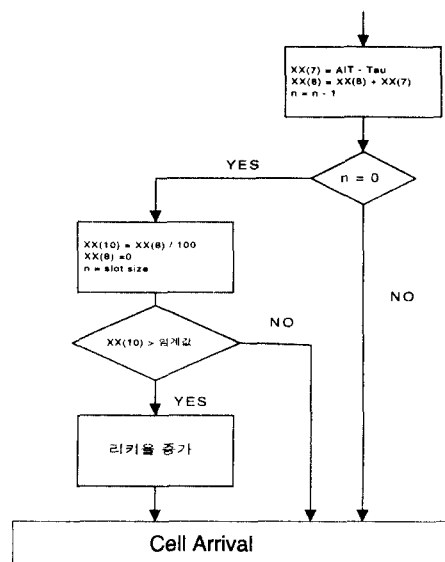


그림 11. 리키 버킷의 알고리즘

네트워크의 변화가 많은 환경이나 CBR, VBR과 같은 서비스에는 적당하지 못하다. 또 OAM셀을 첨가하는 과정에서 지터가 유발되며 OAM셀 크기만큼의 부하가 증가하는 단점을 가지고 있다. 이에 반하여 본 논문에서 제안한 방법은 셀이 제어 부분을 통과한 후의 상태를 바로 파악해서 피드백하는 방법이므로 OAM셀과는 달리 급격한 망의 변화에도 신속하게 대처할 수 있는 장점이 있다.

### (4) 파라미터 제어기

피드백 스킴으로부터 슬롯 단위마다 보내지는 정보(셀 손실, 지연, 지터등)를 받아 셰이퍼와 리키버킷의 제어 파라미터값을 재조정한다. 여기에서는 다음과 같은 파라미터를 사용한다.

- CLP<sub>i</sub> : 셀 손실률
- CLP\_Th : 셀 손실률의 임계값
- J<sub>i</sub> : 지터
- J\_Th : 지터의 임계값

파라미터 제어기의 동작 원리는 다음과 같다.

이와 같이 주기적으로 망의 상태, 즉 출력하는 셀들의 상태를 조사함으로써 급변하는 망의 상태나 폭주에 대비할 수 있다. 물론 슬롯의 크기에 따라 제어의 정도가 달라진다. 슬롯의 크기를 작게 할수록 보다 정확한 제어를 할 수 있다.

$\square i \sim i+n$  타임 슬롯에 기록되는  $CLP_i$ 가  $CLP\_Th$ 보다 크면 파라미터 제어기는 셰이퍼의 패기 셀 간격  $\tau$ 를 변경한다.

$\square i \sim i+m$  타임 슬롯에 기록되는  $J_i$ 가  $J\_Th$ 보다 크면 파라미터 제어기는 리키버킷의 리키율  $R$ 을 변경한다.

#### IV. 시뮬레이션 및 고찰

본 논문에서는, 2장에서 살펴 본 음성 소스와 비디오 소스 트래픽 모델을 ATM 멀티플렉서로의 입력으로 가정하였다. 그리고, 출력단에는 3장의 개선된 이중 셰이핑 구조를 이용하여 사용자가 요구하는 서비스 품질을 만족함을 시뮬레이션했다.

본 시뮬레이션에서 설정 사항은 첫째, 2장의 3개의 트래픽 모델에 대한 파라미터 값을 실제 트래픽에 유사하게 정의하는 것이다. 둘째, 개선 이중 셰이핑 구조로 입력되는 셀들이 처음 거치는 최대 비트율 제어 구조인 버퍼없는 셰이퍼에서의 파라미터  $\tau$ 와  $T_{min}$ 값의 정의와 두 번째로 처리되는 평균 비트율 제어 장치인 Leaky Bucket의 가상 큐 및 출력률 등이 중요한 사항이 된다. 여기서 시뮬레이션의 신뢰성을 위해 음성 및 비디오 트래픽 모델에 대한 발생 확률을 SLAM의 함수를 이용하여 시뮬레이션했다. 시뮬레이션을 위한 가정 및 조건은 다음 절과 같다.

##### 4.1 시뮬레이션

트래픽 모델에 따른 파라미터 값은 다음과 같다. 성능 분석시 각 소스의 도착률은 음성과 비디오 소스가 각각 11.2kbps, 87kbps인 평균 비트율로 특성화했다.

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

각각의 트래픽에 대한 발생 환경은 다음과 같다. 음성소스는 ON-OFF 모델을 따르며 버스트 구간과 침묵 구간에 대해 각각 지수 분포로 발생시켰고, 비디오 소스는 Birth-Death 모델을 따르며 포아송 분포로 셀을 발생시켰다. 시뮬레이션은 SunOS 4.1.3 워크스테

이션에서 사건 중심(Event-oriented) 혹은 프로세스 중심(Process-oriented)방식의 시뮬레이션 언어인 SLAM III[1]를 사용하여 관측, 비교하였다. 여기서 성능 비교 대상은 ATM망의 특성을 고려하여 셀 손실률과 지연 지터 그리고  $\tau$ 를 기준으로 보았다.

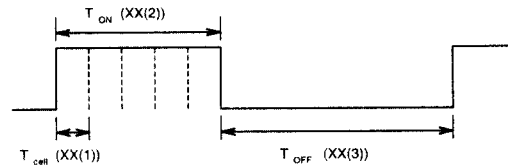


그림 12. ON-OFF 모델의 파라미터(= 변수)

GT10	CLOSE	1
------	-------	---

그림 13. GATE 명령

##### (1) 트래픽 발생 장치

그림 12는 On-OFF 트래픽을 모델링하기 위한 파라미터(= 변수)설정을 나타내는 것이다. 그림 13은 GATE 블록으로 셀을 발생하는 ON구간에는 GATE를 열고, 셀이 발생하지 않는 OFF구간에는 GATE를 닫는 기능을 하는 명령어로 셀 발생에 해당하는 SLAM 구조도는 그림 14과 같다.

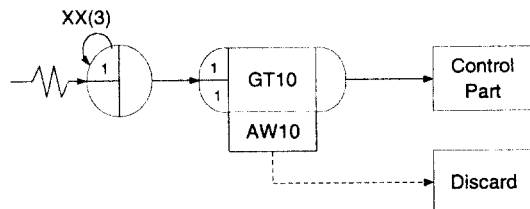


그림 14.  $T_{cell}$  발생기의 구조

그림 15는 ON-OFF모델, 즉 음성 트래픽을 발생시키는 SLAM의 구조도이다. 비디오 트래픽도 이와 유사한 구조도에서 발생된다. 단지 파라미터의 값들이 다르다. 그리고 이 두 트래픽 모델을 통합한 2상태 MMPP모델의 SLAM 구조도는 그림 16과 같다. 앞서

설명한 모델과 다른 점은 기본적으로는 전송속도  $V_1$ 으로 전송을 하며 셀이 많아지면  $V_2$ 로 전송함으로써 2상태 MMPP를 구현하였다. 그림 16에 나오는 NPSSN()은 포아송 분포를 발생시키는 SLAM에서 지원하는 함수이다.

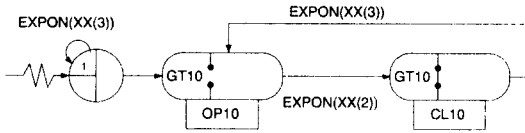


그림 15.  $T_{ON}$ 과  $T_{OFF}$ 의 구조도

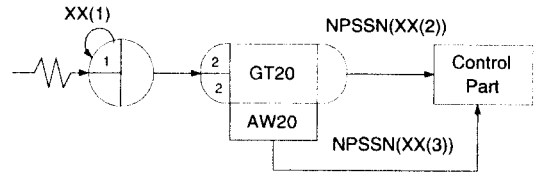


그림 16. 2상태 MMPP 모델

을 제어하는 웨이퍼와 평균 비트율을 제어하는 리키 버킷으로 구성된다. 각각의 블록 다이어그램(Block Diagram)은 그림 17, 그림 18과 같다.

#### 4.2 결과 분석

##### (2) 트래픽 제어장치

앞서 기술한 것처럼 트래픽 제어장치는 최대 비트율

그림 19는 평균비트율 제어장치인 Leaky Bucket의 버퍼의 크기에 따른 각 트래픽의 셀 손실률을 보여 주

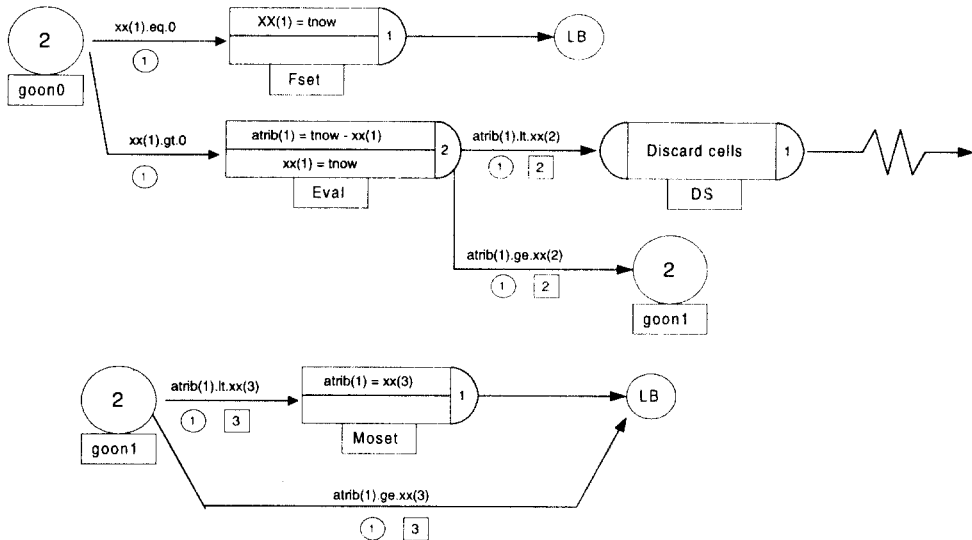


그림 17. 최대 비트율 제어의 SLAM 구조도

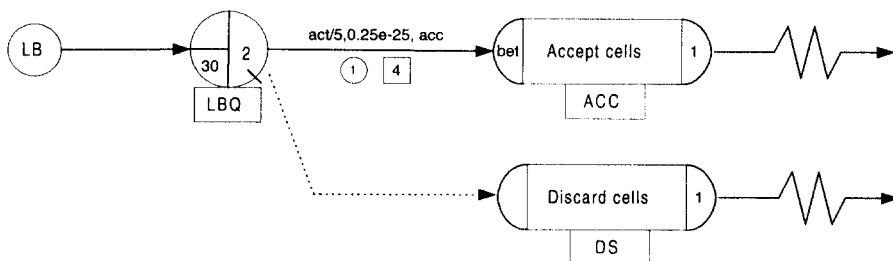


그림 18. 평균 비트율 제어의 SLAM 구조도

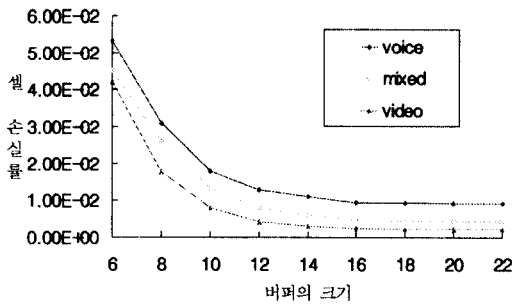


그림 19. 버퍼의 크기에 따른 셀 손실률

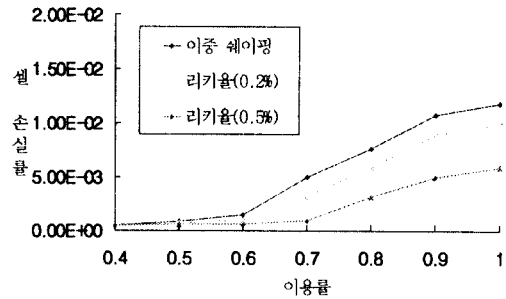


그림 21. 비디오 트래픽 (리키율의 변화에 따른 셀 손실률)

고 있다. 그림 19는 부하가 0.8인 경우를 나타낸 것으로 버퍼의 크기가 15인 경우 안정된 셀 손실률을 보이고, 그 이상을 경우에는 변화가 없음을 알 수 있다. 이는 버퍼의 크기를 증가시킴으로써 많은 성능의 향상을 가지고 올 수 있으나 어느 한계에 이르면 그 이상의 성능 향상을 기대할 수 없음을 알 수 있다. 또 버퍼의 크기를 증가시키면 버퍼의 크기가 커진 만큼의 버퍼 지연이 유발된다는 단점이 있다. 따라서 성능을 제어하는 파라미터로써 버퍼의 크기는 부적합하다고 말할 수 있다. 그러나 트래픽의 성질에 따라 최소 버퍼의 설정이 중요하다는 것도 알 수 있다.

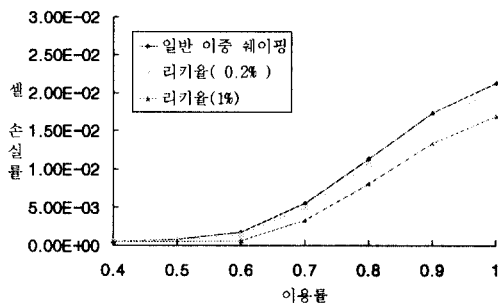


그림 20. 음성 트래픽 (리키율 증가에 따른 셀 손실률)

이런 이유로 본 논문에서는 버퍼의 크기 대신에 리키율을 제어 파라미터로 사용하였다. 그림 20은 음성 트래픽의 경우로서 리키율, 즉 서비스율을 조금만 증가시켜도 많은 성능향상을 가져 올 수 있다는 것을 보여 주고 있다. 서비스율의 0.2%씩만 증가시켜도 그림과 같은 성능을 얻을 수 있으며 증가분을 1%로 높일 경우 성능이 매우 좋아짐을 알 수 있다.

그림 21은 비디오 트래픽의 경우로서 음성에 비해 손실률이 작아서 그 만큼 영향을 더 많이 받는 것을 알 수 있다. 따라서 리키율을 조금만 증가시켜도 좋은 성능을 가지고 올 수 있다.

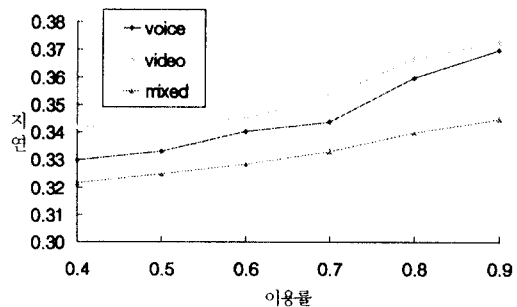


그림 22. 부하에 따른 지연 지터 변화

그림 22는 부하에 따른 지연 지터변화를 나타내는 그래프이다. 이 그래프는 폐기 셀간격  $\tau$  값이 최소 셀간격의 60%인 경우의 그래프이다. 부하별로 거의 비슷한 지연 지터를 보이지만 그 중에서는 혼합된 트래픽의 지연 지터가 가장 작은 것을 알 수 있다. 셀 폐기 간격을 크게 하면 셀 손실률은 증가하지만 셀 사이에 보정될 셀들의 개수가 줄어들어 그 만큼의 지연이 줄어들어 드는 효과가 있다. 반대로 셀 폐기간격을 작게 하면 폐기되었을 셀들을 많이 수용할 수가 있게 되어 셀 손실률은 좋아지게 되지만 그 만큼의 지연이 생기게 되는 원인이 된다. 따라서 셰이퍼에서는 이러한 지연을 허용하는 데이터에 대해서만 제어가 이루어져야 하겠다.

## V. 결 론

본 논문에서는 웨이퍼로 최대 비트율을 제어하고 리키버킷으로 평균비트율을 제어하는 이중 웨이핑구조에 피드백 성분을 가미함으로써 급작스러운 망의 변화나 트래픽의 폭주등에 대비할 수 있는 제어 방법을 제시하였다. 현재 피드백 스킴을 이용한 방법이 차츰 나오고 있지만 이러한 방법은 OAM셀을 이용해서 ABR서비스에 대해서만 제한적으로 이용되고 있다. 또 OAM셀은 목적지까지 도착한 후 반환되는 것을 보고 그 네트워크의 상태를 파악하는 방법인데 그 사이에 네트워크 상태가 급격히 바뀌는 경우도 있으므로 네트워크의 변화가 많은 환경에서는 적합하지 못하며 OAM셀을 하나 더 보냄으로써 부하가 커지는 단점이 있다. 그러나 본 논문에서 제안한 피드백 스킴은 제어 구조를 통과한 셀을 바로 조사하는 방법으로 OAM셀과 같은 단점이 적으며 그 구조가 간단하여 망에 대한 성능을 분석하고 트래픽 제어 기술을 개발하는데 유용하게 사용할 수 있다. 앞으로 해결해야 할 문제점으로는 상태 구분 MMPP의 천이 확률을 이용한 혼합 트래픽은 실제 일반적인 트래픽 특성을 표현하는데 제한적인 요소가 있으므로 이를 보완하는 것과 웨이퍼와 리키버킷의 이중 구조사이에 상호 보완적인 관계에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

1. A.Alan,C.Elliot Signal and R.D.Jack Hammesfah, SLAM II; Network models for Decision support, Prentice-Hall Inc., 1989.
2. A.E.Eckberg, "B-ISDN/ATM Traffic and Congestion Control," IEEE Network, pp.28-37, Mar.1992.
3. F.Guillemain, J.W.Roberts, "Jitter and Bandwidth Enforcement", GLOBECOM, pp.261-265, 1991.
4. F.Guillemain, Wei Monin, "Management of Cell Delay Variation in ATM Networks", GLOBECOM, pp.128-132, 1992.
5. H.Heffes and D.M.Lucantoni, "A Markov Modulated Characterization of Packetized Voice and Data Traffic and Related Statistical Multiplexer Performance," IEEE JSAC, Vol.4, No.6, pp.856-868, Sep. 1986.
6. ITU-T Study Group XVIII, Recommendation I.371, 1993.
7. ATM Forum Technical Committee, Traffic Management Specification Version 4.0, af-tm-0056.000, April, 1996.
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. H.Suzuki, T.Murase, S.Sato, T.Takeuchi, "A Burst Traffic Control Strategy for ATM Network". IEEE GLOBECOM 1990, pp.874-878.
10. Basil. Maglaris, Dimiris Anastassion, Prodip and John D. Robbins, "Performance Model of Statistical Multiplexing in Packet Video Communication", IEEE Trans. on Commun., Vol. 36, No. 7, July. 1988.
11. 임주환, 성단근, 한치문, 김영선 공저, "ATM 교환", 홍릉과학출판사, 1996.
12. 이동호, "ATM 멀티플렉서의 통합 서비스에 대한 트래픽 제어에 관한 연구", 94 통신학술 연구과제 결과 보고서, 통신 학술 연구 지원국, 1994.
13. 최석규, 이동호 "ATM 트래픽 특성에 따른 통합 동적 우선순위 기법에 관한 연구", 한국통신학회 논문지 제21권, 제6호, 1996, pp. 1470-1479.
14. Micha Schwartz, "Broadband Integrated Networks", Prentice Hall PTR, 1996.



고 장 혁(Jang-Hyuk Kauh) 준회원  
1996년 2월: 광운대학교 전자계산학과(학사)  
1998년 2월: 광운대학교 대학원 전자계산학과(석사)  
1998년 3월~현재: 국방정보체계 연구소 지휘체계연구부 연구원

<연구분야> 컴퓨터 통신, ATM/B-ISDN 트래픽제어, 시뮬레이션 등  
e-mail : jhkauh@idis.or.kr

이 동 호(Dong-Ho Lee) 정회원  
현재: 광운대학교 전자계산학과 교수  
한국통신학회논문지 제20권 3호 참조