

ATM 트래픽 제어기에서 신경망-퍼지 논리 제어를 이용한 지능형 모델링 기법

정회원 이 배 호*, 김 광 회**

Intelligent Modelling Techniques Using the Neuro-Fuzzy Logic Control in ATM Traffic Controller

Bae-Ho Lee*, Kwang-Hee Kim** *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 정확한 연결 설정을 결정하기 위해 Hopfield 신경회로망을 이용한 셀 다중화기와 역전파 신경회로망을 이용한 대역폭 예측기를 제안하였다. 다중화된 대역폭에서 망의 이용률을 극대화시키고 사용자 트래픽의 QoS를 만족시키는 최소 대역폭이 새로 고안한 역전파 신경회로망 대역폭 예측기를 통하여 예측되어진다. 연결 수락 제어기는 예측된 대역폭과 망내의 사용 가능한 대역폭을 비교하여 연결 수락 여부를 판단한다. 연결이 설정된 사용자 소스를 감시하며 계약 위반시 적절한 조치를 취하는 퍼지 논리 제어 트래픽 감시 방법과 멀티미디어 트래픽의 주된 특성인 버스트 제어를 통한 망의 효율을 증가시키는 분석적 트래픽 형태 제어 방법을 제시한다. 제안된 트래픽 제어기는 성능이 우수하다고 평가된 기존의 제어기들과 성능 평가를 하였으며, 시뮬레이션 결과는 기존의 제어기보다 성능이 우수함을 보여주었다.

ABSTRACT

In this paper, we proposed the cell multiplexer using Hopfield neural network and the bandwidth predictor using the backpropagation neural network in order to make an accurate call setup decision. The cell multiplexer controls heterogeneous traffic and the bandwidth predictor estimates minimum bandwidth which satisfies traffic's QoS and maximizes throughput in network. Also, a novel connection admission controller decides on connection setup using the predicted bandwidth from bandwidth predictor and available bandwidth in networks. And then, we proposed a fuzzy traffic policer, when traffic sources violate the contract, takes an appropriate action and a improved traffic shaper, which controls burstness which is one of key characteristics in multimedia traffic. We simulated the proposed controller. Simulation results show that the proposed controller outperforms existing controller.

I. 서 론

종래의 개별 통신망에서 B-ISDN의 효율적인 취급이 불가능하였던 버스트 정보를 ATM (Asynchronous Transfer Mode)기술에 의해 통계적 다중화

하여 전달함으로써 효과적인 서비스의 제공이 가능하게 되었다. ATM은 전송할 데이터를 48바이트의 사용자 데이터와 5바이트의 헤더로 구성된 셀(Cell) 단위로 나누어 슬롯(Slot)이라는 일정한 시간간격 동안에 전송한다. 하지만 멀티미디어 트래픽은 다양한 서비스 품질을 요구하므로 이를 만족시키고

* 전남대학교 컴퓨터공학과(bhlee@chonnam.chonnam.ac.kr), RRC
논문번호: 99279-0715, 접수일자: 1999년 7월 15일

** 전남대학교 정보통신연구소

* 본 연구는 1996년도 전남대학교 학술연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

ATM망의 효율을 증가시키기 위해서는 트래픽 특성을 정확히 파악해야 하며, 또한 대역 추정 오류에 의한 대역 할당, 신코치 보다 높은 단계에서 위반 검출, 그리고 망에서의 고장 등의 요인에 의하여 발생하는 폭주 상태를 방지하기 위하여 트래픽 제어와 폭주제어가 필요하다.

ATM Forum^[1]에서는 트래픽 제어와 폭주제어의 요소들로서 사용 파라미터 제어(Usage Parameter Control), 트래픽 형태 제어(Traffic Shaping), 우선 순위 제어(Priority Control), 흐름 제어(Flow Control), 연결 수락 제어(Connection Admission Control), 망 자원 관리(Resource Management)등을 권고하고 있으나 이들 모두가 필수적인 것은 아니며, 또한 위에 제시한 제어기들은 대부분이 실시간 처리를 필요로 하므로 소프트웨어 구현은 불가능하다.

따라서, 병렬 처리능력을 이용하여 실시간 처리를 가능하게 하고, 중요하고 정확한 정보를 관측된 데이터에서 자동적으로 추출해내며, 스스로 제어 과정에서 학습능력으로 변화하는 상황, 성능의 특징, 요구사항에 적용할 수 있으며, 다양한 네트워크의 구조에 융통성 있게 적용할 수 있는 신경회로망의 적용이 필요하다.^[2,3] 또한, ATM망에서는 멀티미디어 소스의 특성 때문에 정확한 트래픽에 대한 정보를 미리 예측할 수 없으며, 실제 트래픽 제어에서 사용하는 협상된 트래픽 파라미터들의 정확한 값을 알기가 어렵기 때문에 이러한 정확하지 않은 트래픽 파라미터 값에 대한 제어를 위해서는 퍼지 논리 제어의 적용이 요구된다.^[4,5]

본 논문에서는 망의 성능을 극대화시키고 연결 설정 과정에서의 정확한 판단이 필요한 연결 수락 제어기와 연결 수락된 소스 트래픽에 대한 사용자의 다양한 QoS를 만족시키고 폭주 상태를 예방하기 위한 트래픽 감시 메커니즘에 중점을 두었으며, 또한 실시간 처리를 위해 신경회로망과 퍼지 논리 제어를 적용하는 새로운 ATM 트래픽 제어 방법에 대한 연구를 수행하였다.

본 논문의 내용은 2장에서는 정확한 연결 설정 판단을 위한 유기적인 트래픽 제어 방법, 3장에서는 효율적인 트래픽 감시 방법 및 형태 제어 방법, 4장에서는 제안된 트래픽 제어방법에 대한 성능 평가, 5장에서는 결론에 대하여 기술한다.

II. 연결 설정 판단을 위한 유기적인 제어 방법

이 장에서는 정확한 연결 설정을 위해 제안된

Hopfield 신경회로망 셀 다중화기로 다중화된 대역폭에서 망의 이용률을 극대화시키고, 사용자 트래픽의 QoS를 만족시키는 최소 대역폭이 역전과 신경회로망 대역폭 예측기를 통하여 예측되어진다. 연결 수락 제어기는 예측된 대역폭과 망내의 사용 가능한 대역폭을 비교하여 연결 수락 여부를 판단한다.

1. Hopfield신경회로망을 적용한 셀 다중화기

다양한 서비스 수용의 융통성과 망자원의 이용 효율을 높일 수 있는 잠재 가능성을 효율적으로 이용하기 위하여 ATM에서는 통계적 다중화 방법을 사용한다. 통계적 다중화 방법은 다중화 되는 트래픽 흐름들의 비트율 변이를 적절히 이용한다. 따라서 가변적인 비트율을 갖는 버스트한 트래픽 원들에 그 최대 전송 비트율 이하의 대역을 할당하여 전달 망의 효율적인 활용을 가능하게 한다. 또한, 한 셀에 대한 셀 다중화기의 서비스 시간은 보통 1 μ s 이하에서 수행되어야 하므로 이 알고리즘의 소프트웨어 구현은 불가능하다. 따라서 셀 다중화기로서 신경회로망을 이용하였으며, 이러한 신경회로망은 실제로 ATM망에서 제어와 경로배정문제를 해결하는데 사용되어지고 있다.^[2,3]

기존의 셀 다중화 알고리즘으로는 FIFO(First In First Out), RR(Round Robin), LTRB(Least Time Reach Bound), MBEA(Most Behind Expected Arrival), GR(Golden Ratio)등이 있으나, 이들은 모두 특정 시스템에만 적용 되는 sub-optimal한 해결책이며, 실시간 처리를 위한 서버의 빠른 스케줄링 시간을 고려하지 않고 있다.

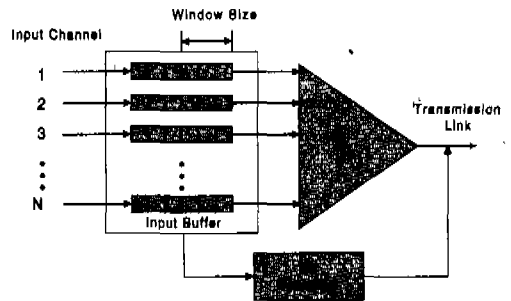


그림 1. 셀 다중화기 모델

셀 다중화기는 그림 1과 같이 소스의 개수에 대한 유한 크기의 버퍼를 갖고 N개의 소스가 하나의 서버에 의해 하나의 전송링크로 출력되도록 모델링 되어진다. 특히, ATM 트래픽은 대기로 인한 지연

보다는 셀 손실률에 더 민감하기 때문에 만족시켜 주어야 할 QoS로서 셀 손실률을 고려하였으며, 본 논문에서 제안한 모델에서는 입력 버퍼의 크기를 측정하기 위하여 측정 윈도우를 사용하였다.

각 소스에 대한 셀 손실률을 최소화하기 위하여 측정 윈도우내의 각 소스에 대한 버퍼의 크기와 점유시간을 Hopfield 신경회로망의 입력패턴으로, 측정 윈도우내의 사용된 버퍼의 크기가 가장 큰 소스의 셀에 우선 순위를 주어 출력 패턴을 결정하며, 결정된 소스의 버퍼에 가장 먼저 도달한 셀에 다음 서비스를 제공하는 방법을 사용한다.

2. 역전파 신경회로망을 이용한 대역폭 예측기

상이한 트래픽 특성들을 갖는 여러 통신 서비스들의 트래픽을 전달하는 데 있어서의 융통성이 ATM 망의 주요 이점이다. 이러한 가능성을 충분히 살려 제공하는 서비스의 품질 요구 수준을 보장해줄 수 있도록 하기 위해 발생하는 각 호 또는 다중화된 트래픽 흐름에 소요될 대역을 적절히 할당하여야 한다. 호 설정 요구시 사용자는 그 호의 비트율 및 버스트 등의 트래픽 특성들과 셀 손실률이나 셀 지연시간 등의 필요한 서비스 품질을 시그널링을 통해 망에 알려준다. 그러면 망은 새로운 연결에 소요될 대역을 계산하고 할당 가능한 대역이 충분한지 판단하여 그 연결 수락 여부를 결정한다. 대역 할당 방식은 ATM망에서의 실시간 응용이 가능하고 효율적이어야 하므로 학습기능을 통하여 수시로 변화하는 조건에 적응성을 가지며 대규모 병렬처리로 인한 계산시간의 감소와 분산구조에 의한 시스템 성능의 강인성에 의해 통신 시스템의 제어에 효과적으로 사용될 수 있는 역전파 신경회로망을 이용하였다.

본 논문에서 제안한 역전파 신경회로망을 이용한 대역폭 예측 방법은 하나의 사용자 소스에 대하여 대역폭을 예측하지 않고 기존에 연결된 호들이 차지하는 대역폭과 새로운 연결이 수락되었을 시에 차지하는 전체 대역폭을 예측하며, 연결 수락 제어에서는 이 예측된 값과 사용 가능한 망 전체 대역폭과의 크기를 판단하여 새로운 호의 수락/거절 여부를 결정한다. UPC와 셀 다중화기를 거쳐 전송된 크로 전송된 셀들이 차지하는 전체 대역폭이 신경회로망을 off-line으로 학습시키는 데이터이며, 학습된 신경회로망은 실시간 처리를 위해 on-line으로 대역폭을 예측한다.

사용된 신경회로망의 입력과 출력은 다음 그림 2

와 같다.

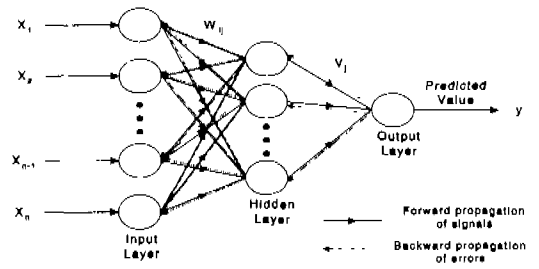


그림 2. 대역폭 예측을 위한 역전파 신경회로망

■ 신경회로망의 입력 :

- VBR 에대한 VC의 개수
- PCR (Peak Cell Rate)
- SCR (Sustainable Cell Rate)
- Burst Tolerance
- Delay Constraint

■ 신경회로망의 출력 :

- 새로운 호를 수락했을 경우 예측된 전체 대역폭

3. 연결 수락 제어기

연결 수락 제어 방식 중 간단한 방법은 최대 전송률로 자원을 할당하는 방법이며, 트래픽의 버스트가 커질 경우 망 자원에 대한 효율성은 저하된다. 따라서 높은 자원 이용도가 요구되는 ATM 자원 관리의 목적을 위하여 통계적 다중화에 기반한 연결 수락 제어 기법의 전개가 필요하다. 연결 수락 제어기는 구현이 간단해야 하고, 실시간 처리가 가능하여야 한다. 아울러, 트래픽의 예측할 수 없는 변화에 대하여 강건해야 하며, 다중화 이득의 극대화 관점보다는 요구되는 서비스의 품질을 충분히 보장하면서 적절한 다중화 이득을 얻는 관점으로 수행되어야 한다. 따라서, 연결 수락 제어는 다른 트래픽 제어의 여러 기능들간의 상호관계를 충분히 고려하여 설계되어야 한다.

본 논문에서는 그림 3과 같이 셀 다중화 알고리즘에 의해 사용자 트래픽의 QoS를 만족시키는 최소 대역폭이 대역폭 예측기를 통하여 예측되며, 이 예측된 대역폭과 망내의 사용 가능한 대역폭을 비교하여 연결 수락 여부를 판단하여 연결 설정 여부를 정확히 결정하는 새로운 방법을 제안한다.

연결 수락 제어는 ATM망에 새로운 연결이 요구되었을 때 이 새로운 연결의 QoS를 만족하는 대역폭 할당 등의 충분한 자원이 망내에 확보되어 있고

이미 접속된 연결들의 QoS를 저하시키지 않을 때 이 연결을 수락한다. 연결 수락 제어기는 소스 트래픽 표현자와 QoS에 관한 시그널링 메시지 형태의 정보들을 이용하여 호의 연결 요구에 대한 수락 혹은 거절, UPC에 필요한 트래픽 파라미터, 망자원의 할당을 결정한다.

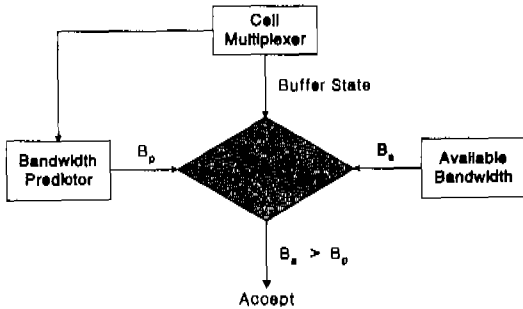


그림 3. 연결 설정 제어 방법

Ⅲ. 트래픽 감시 및 형태 제어 방법

이 장에서는 연결이 설정된 사용자 소스를 감시하며 계약 위반시 적절한 조치를 취하는 퍼지 논리 제어 트래픽 감시 방법과 멀티미디어 트래픽의 주된 특성인 버스트 제어를 통한 망의 효율을 증가시키는 분석적 트래픽 형태 제어 방법을 제시한다.

1. 퍼지 논리 제어를 이용한 트래픽 Policer

일단 호가 망에 수락되면, 트래픽 파라미터들은 사용자와 망 사이에 계약이 설정되고 호의 지속기간 동안 이 파라미터 값들은 강화된다. 하지만 멀티미디어 소스의 특성 때문에 정확한 트래픽에 대한 정보를 미리 예측할 수 없으므로 실제 트래픽 감시 메커니즘에서 사용하는 협상된 트래픽 파라미터들의 정확한 값을 알기가 어렵다. 따라서 이러한 트래픽 파라미터 값에 대한 제어를 위하여 퍼지 논리 제어를 사용하였다.

트래픽 감시 메커니즘이 지녀야 할 바람직한 특성들로 위반 트래픽 상황을 발견할 수 있는 능력, 위반 파라미터에 대한 신속한 반응도, 하드웨어로 실현할 수 있을 만큼 단순한 제어구조 등의 3 가지를 제시하고 있다.^[7]

본 논문에서 제안한 트래픽 감시 메커니즘은 퍼지 논리 제어에 기반을 둔 추론 규칙에 의해 버퍼를 가진 리키 버킷 알고리즘의 리키율(Leaky Rate, L_R)을 동적으로 갱신한다. 이 퍼지 리키 버킷

(FLB) 메커니즘은 패킷화된 음성, 정지 화상 같은 버스트 트래픽 소스에 대해 연결 수락 단계에서 협상된 전송률 (λ_s)을 준수하도록 제한한다. FLB는 파저에 협상된 파라미터를 준수하는 셀에 대해서는 계약을 위반하지 않는 한 전송시키며, 위반된 셀에 대해서는 채널의 상태를 간접적으로 나타내는 다중화기의 사용 가능한 버퍼 용량에 따라서 셀의 전송 여부를 결정한다.

소스의 행위와 채널의 상태를 나타내는 파라미터들과 FLB 제어 변수들은 언어적 변수와 퍼지 집합들로 구성되며, 반면에 제어 조치는 퍼지 조건 규칙의 집합에 의해 표현된다. 사용된 소스의 행위를 나타내기 위한 파라미터들은 입력 버퍼 크기 (B_S), 버퍼의 변화량 (B_R), 다중화기의 버퍼 크기 (M_B)이다. 이 파라미터들은 소스와 채널 상태에 대한 현재 제어 정도를 나타내며, FLB 입력을 구성하는 3개의 언어변수이다. FLB의 출력은 리키율의 변화량 (L_R)을 나타내는 변수이다. 제어규칙과 변수의 term sets을 구성하는 퍼지 지식 기반은 적절한 수준의 성능이 관찰될 때까지 계속 파라미터의 값을 변화시키면서 결정하였다.

1.1 퍼지 논리 제어의 멤버십 함수 및 규칙

입력 변수는 다음과 같다.

- 입력 버퍼 크기 : E(Empty), H(Half), F(Full)
- 버퍼 변화량 : DEC(Decrease), INC(Increase)
- 다중화기에서의 버퍼 크기 : E(Empty), F(Full)

출력 변수는 다음과 같다.

- Leaky rate의 변화량: NB(Negative Big), NM(Negative Medium), NS(Negative Small), Z(Zero), PS(Positive Small), PM(Positive Medium), PB(Positive Big)

각각의 변수에 대한 멤버십 함수는 각각 그림 4, 그림 5, 그림 6과 같다

- B_R 변수에 대한 멤버십 함수(MF) {-6 -3 3 6}
- M_B 변수에 대한 멤버십 함수(MF) {0 115 345 450}

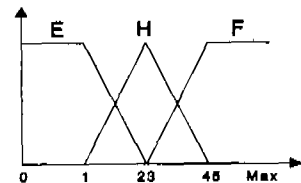


그림 4. B_S 멤버십 함수

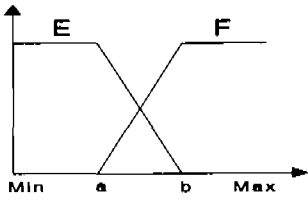


그림 5. B_R, M_B 멤버십 함수

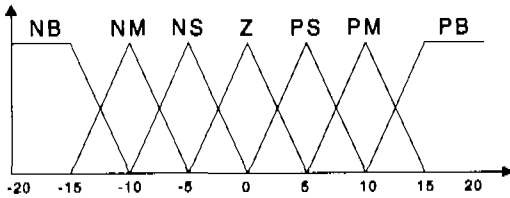


그림 6. L_R에 대한 멤버십 함수

예를 들어 표 1의 11번 규칙은 L_R에서의 멤버십 변수의 값은 리키 버킷 알고리즘을 구현하는데 하나의 클럭을 발생하여 셀 도착 시간 간격을 제어하는 클럭 시간이다. 표 1은 12개의 퍼지 조건 규칙들을 나타낸다.

IF (B_S is F) and (B_R is INC) and (M_B is E) then (L_R is PB).

표 1. 퍼지 리키 버킷의 규칙들

Rule	B_S	B_R	M_B	L_R
1	E	DEC	E	NB
2	E	DEC	F	NB
3	E	INC	E	NM
4	E	INC	F	NM
5	H	DEC	E	NS
6	H	DEC	F	NS
7	H	INC	E	Z
8	H	INC	F	Z
9	F	DEC	E	PM
10	F	DEC	F	Z
11	F	INC	E	PB
12	F	INC	F	Z

버킷이 Empty 또는 Half인 경우는 소스 트래픽이 계약을 잘 준수하고 있는 경우이며 이 때는 망 상태에 크게 영향을 받지 않으며, 다른 소스 트래픽들이 채널의 사용 가능한 용량을 사용하도록 셀이 손실되지 않는 범위 내에서 리키율을 약간씩 줄여

준다. 버킷이 Full일 때는 다중화기의 버퍼에서의 사용 가능한 용량에 따라서 출력이 결정된다. 다중화기의 버퍼가 비어 있는 상태에서는 셀들이 비록 계약을 위반했지만 이를 폐기하지 않고 전송이 가능하며 버퍼가 가득차 있는 상태에서는 계약시 형상된 전송률 만큼만 전송하도록 한다.

1.2 퍼지 논리 제어를 이용한 폭주 제어

트래픽 또는 자원의 과부하에 의해 망이 이미 설정된 연결이나 새로운 연결 요구에 대해 서비스의 품질을 만족시킬 수 없는 망 요소들의 상태가 폭주 상태이다. 고속의 링크 속도, 다양한 서비스 요구 사항, 다양한 트래픽 특성 등 ATM망이 갖는 중요한 특징은 폭주 제어 측면에서 보면 상당히 어려운 문제점이다.

본 논문에서는 망 상태를 판단하기 위해 셀 다중화기의 버퍼 상태, 단기간의 망 상황을 알기 위한 버퍼의 변화율, 셀 다중화기 버퍼에서의 셀 손실률과 같은 망 상태의 정보를 이용하며, 망 상태를 보다 정확히 판단하기 위하여 퍼지 논리 제어를 이용한다.

2. 트래픽 형태 제어기

본 논문에서 사용된 트래픽 형태 제어기 모델은 하나의 서버와 버퍼로 구성되며, 출발시간 간격(S_i)은 하나의 서버에 의해 결정되는 지연($d(A_i)$)과 도착시간 간격(A_i)의 합이 된다.

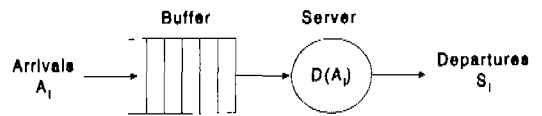


그림 7. 트래픽 형태 제어기 모델

단기간의 셀 트래픽 특성에 따라 트래픽 형태 제어 방법은 다음과 같다. 첫째, 만약 셀의 도착시간 간격 A_i 가 크거나 또는 소스 트래픽의 셀 도착시간 간격이 거의 일정하다면 셀을 버퍼에 저장하는 횟수가 매우 적어지게 되어 트래픽 형태 제어기가 셀을 지연시킬 확률이 감소된다. 이상적인 경우 지연시간, $d(A_i) = 0$ 이 된다. 둘째, 트래픽 형태 제어기가 모든 셀을 지연시키는, 출발시간 간격과 버퍼의 크기가 큰 경우이다. 이상적인 경우, 지연시간 $d(A_i) = \infty$ 이므로 셀의 출발시간 간격 S_i 의 분산

을 0으로 줄이고, 트래픽 형태 제어기는 무한 크기의 버퍼를 필요하게 되는데, 빈 상태이면 셀들은 $a(A_i)$ 만큼 지연되며 그렇지 않으면 버퍼의 끝에 저장되어 지연시간이 발생하므로 지연 함수는 식(1)과 같이 트래픽 파라미터 T 와 셀 도착시간 t 에 의한 트래픽량 $A_i(t)$ 에 의해 결정된다.

$$d(A_i(t)) = \begin{cases} T - A_i(t) & , A_i(t) \leq T \\ 0 & , A_i(t) > T \\ T & \end{cases} \quad (1)$$

결과적으로 버퍼의 크기를 모두 증가시키게 되므로 버퍼를 일정한 크기로 제한시키기 위해서 평균 셀 출발시간 간격을 제한해야 한다. 사용자 트래픽 스트림은 확률 밀도 함수(Probability Density Function) $a(t)$ 를 갖는 셀 도착시간 간격 프로세스에 의해 특징 지워진다. 셀 도착시간 간격 분산 V_s 는 식(2)와 같이 주어진다.

그러나 식(2)는 하나의 셀이 도착했을 때 지연된 셀이 없다는 가정 하에 적용되므로 식(2)에서 에러가 발생할 항들은 $\int_T^\infty t^2 a(t) dt$ 과 $\int_T^\infty t a(t) dt$ 이다

$$V_s = \int_0^T T^2 a(t) dt + \int_T^\infty t^2 a(t) dt - [\int_0^T T a(t) dt + \int_T^\infty t a(t) dt]^2 \quad (2)$$

즉, 버퍼에 대기하고 있는 셀들이 있다면, 지연 없이 통과되어야 할 셀들이 먼저 저장된 셀들이 통과 할 때까지 기다려야 하는 문제가 있다. 따라서, 버퍼에 버스트 기간동안의 셀 시간 간격 t 가 증가하게 되므로 두 항의 값이 커지고 식(2)의 나머지 두 항들은 값이 적어진다. 그러므로 셀의 출발간격 시간을 줄여 긴 지연시간을 줄이기 위해 적절한 경계 값을 주어야 한다. 본 논문에서는 식(3)과 같이 평균 출발 간격 시간 $S_i(t)$ 가 평균 셀 전송률 λ 의 실험 수배보다 적도록 경계 값을 주었다.

$$T > 0 \text{ 일 때, } \min \{ V_s \} \Rightarrow S_i(t) \leq r \frac{1}{\lambda} \quad (3)$$

IV. 성능 측정 및 결과

1. 트래픽 소스 모델링

본 논문에서 사용한 소스 트래픽 모델은 패킷화된 음성, 정지 화상, 대화형 데이터 서비스와 같은 현실적으로 모델링이 가능한 On-Off 모델을 사용하

였다(그림 8). 트래픽 소스 모델링에 있어 각각의 호 연결 설정 요구시간은 평균 0.7초인 Poisson Process이며, 호의 지속시간은 평균 240초인 지수분포로 하였다.

각 호에 대한 소스 모델은 버스트기간의 셀 개수가 평균 $E[X] = 5$ 셀로 기하학적으로 분포하며, idle 기간의 지속시간은 평균 $E[S] = 0.1477$ 초로 지수적으로 분포하도록 설정하였다. 또한, 버스트 시간의 셀 시간 간격 $t_c = 0.016$ 초, 평균 셀 전송 $\lambda_s = 22$ 셀/초이다.

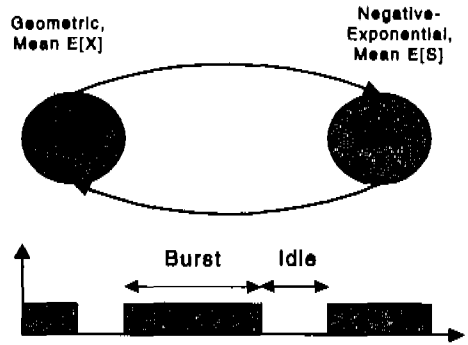


그림 8. On-Off 소스 트래픽 모델

2. 사용 파라미터 제어기의 성능 측정

2.1 위반 트래픽 상황을 발견할 수 있는 능력 측정

$$P_d = \frac{\sigma - 1}{\sigma}$$

P_d : 트래픽 감시 메커니즘이 위반된 셀 발견 확률,
 σ : 소스의 실제 평균 전송률/협상된 전송률(소스의 과적재량).

P_d, σ 파라미터들을 사용하여 소스 트래픽의 위반 정도에 대한 위반된 트래픽 상황을 발견할 수 있는 능력을 측정하였다. 그림 9에서 FLB는 이상적인 트래픽 감시 메커니즘의 경우와 $\sigma = 1$ 과 1.1 사이에 약간의 오차가 발생한 뿐 나머지 값에 대해서는 거의 일치하였으며, 다른 알고리즘보다는 현저한 성능 차이를 보여준다.

2.2 위반 파라미터에 대한 신속한 반응도 측정

제한된 사용 파라미터 제어기의 신속한 반응정도에 대한 성능 측정을 위하여 위반된 셀을 발견한 후 이에 대한 조치를 취하기전에 방출된 셀의 개수를 측정하였다. 그림 10에서 과 적재량 = 1.32 일 때, 위반된 셀을 발견한 후 FLB 메커니즘은 약 50

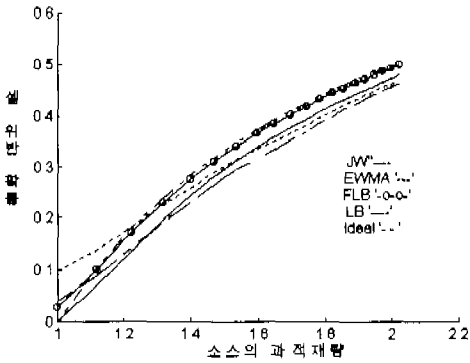


그림 9. 과 적재량에 대한 위반 트래픽 상황 발견능력

셀을 방출한 후에, LB는 약 150셀, JW는 약 230셀 이후에 위반 셀에 대한 조치를 취하게 되며, 또한 위반 소스를 검출해 낼 확률이 다른 메커니즘보다 크게 증가하므로, 반응정도에 대한 성능도 가장 우수함을 알 수 있다.

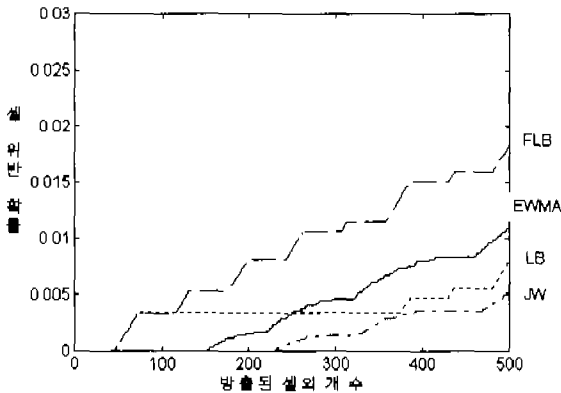


그림 10. 과적재량= 1.32, 위반 파라미터 반응도 측정

2.3 채널 이용률의 성능 평가

채널의 이용률의 평가물 위하여 평균 셀 전송률이 22셀/초인 50개의 소스가 다중화되며, 전체 링크 용량은 1375셀/초로 설정하였다. 그림 11은 퍼지 리키 버킷 메커니즘이 소스의 과 적재량의 정도에 무관하게 채널의 이용률의 면에서도 다른 알고리즘보다 성능이 우수함을 보여준다.

3. 대역폭 예측기의 성능측정

그림 12는 QoS가 같은 조건하에서 전송지연 = 0.8480초, 셀 손실률 = 0.1, 다중화된 소스 개수 = 100개일 때, 본 논문에서 제안한 신경회로망을 이용한 셀 다중화 방법과 다른 알고리즘에 비해 우수하

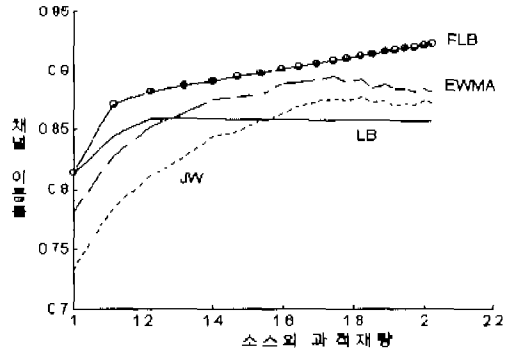


그림 11. 소스에 부과된 과적재량에 대한 채널 이용률

다고 평가된 WRR방법을 각 다중화된 소스의 개수에 대한 전체 대역폭 크기 면에서 성능을 측정할 결과이다. 그림 12로부터 신경회로망을 이용한 다중화 방법이 대역폭 면에서는 효율이 최대 19.4%까지 증가함을 알 수 있다. 또한, 동질의 트래픽원들을 다중화할 경우에는 각 트래픽원의 버스트 특성이 일정하게 유지된 상태에서는 부과 트래픽(트래픽원의 수)의 증가에 따라 필요한 대역이 선형적으로 증가한다는 중요한 사실을 알 수 있다.

그림 12로부터 다중화된 트래픽 소스에 대한 예측된 필요 대역폭이 WRR 다중화 방법을 사용하는 것이 신경회로망을 이용한 다중화 방법보다 더 크기 때문에 전체 대역폭이 일정하게 주어졌을 때 연결 수락 단계에서 받아들여질 수 있는 호의 개수는 WRR방법보다 NN 방법이 많다는 것을 알 수 있다.

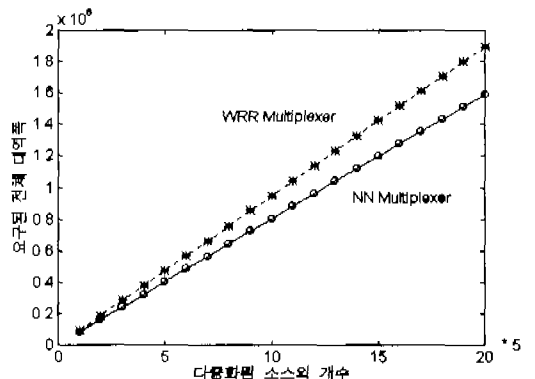


그림 12. 대역폭 예측기에 의한 전체 대역폭

4. 셀 다중화에 대한 성능 측정

그림 13은 8개의 각 소스에 대하여 셀 다중화의 버퍼에서의 셀 손실률을 나타낸다. 본 논문에서 제

안한 Hopfield 신경회로망을 이용한 셀 다중화기가 FIFO, RR 스케줄러 보다 성능이 우수함을 알 수 있으며, 이 결과는 셀 다중화기가 멀티미디어 트래픽의 QoS 중 가장 중요한 부분을 차지하는 셀 손실률을 만족시킬 수 있다는 점에서 주목된다.

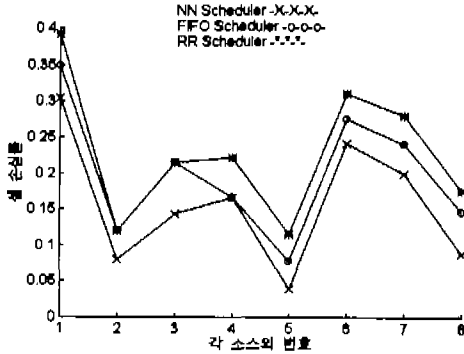


그림 13. 셀 다중화기에서의 셀 손실률

5. 트래픽 형태 제어기의 성능 평가

그림 14는 Poisson 확률 분포(PDF)에 따른 형태 제어 전의 트래픽 특성과 형태 제어를 적용한 후의 트래픽 특성을 보여준다. $T = 0.93$, 입력 트래픽의 형태가 변할 확률은 0.66 이다.

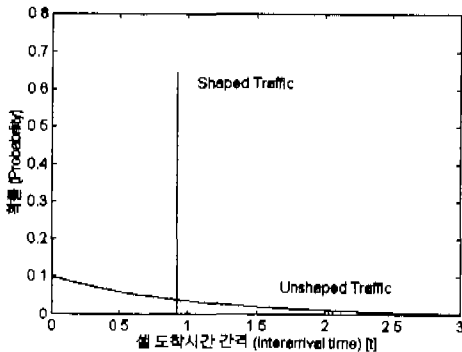


그림 14. $\gamma = 1.2, \lambda = 1.0$ 인 때 도착시간 간격의 확률밀도 함수

결정된 트래픽 파라미터 T값으로부터 트래픽 형태 제어기에 입력되기 전의 셀의 평균 도착시간 간격을, 출력된 평균 출발시간 간격을 구하여 각각의 평균 전송률을 구하였다. 이 측정된 값으로부터 ATM 다중화기에서 최대 버퍼의 크기를 측정하였다. 성능 평가를 위하여 ATM 링크 스피드는 150M bps, 15개의 Poisson 소스, 각 소스의 평균 전송률은 10Mbps, 이용률은 80%인 시스템 모델을 사용

하였다.

트래픽 형태 제어에 있어서 중요한 요소는 트래픽 파라미터 T, 트래픽 형태 제어기의 버퍼 크기를 제한하는 γ 이므로 γ 에 따른 다중화기에서의 최대 버퍼 크기를 측정하였다. 다중화기에 입력될 평균 전송률은 도착시간 간격, 출발시간 간격, 평균 전송률(10 Mbps)과의 비례관계에 의해 결정된다. 이 다중화기에 입력될 평균 전송률로부터 다중화기에서의 링크 스피드와의 차이를 구하여 필요한 최대의 버퍼 크기를 구하였다.

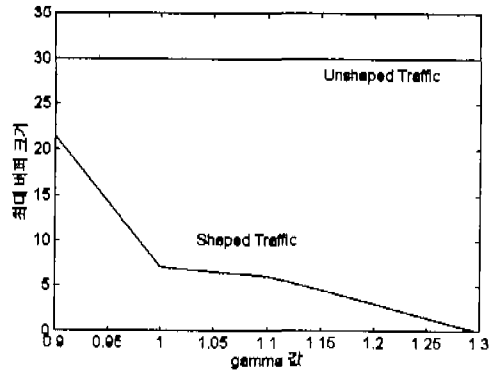


그림 15. 다중화기에서 γ 값에 따른 최대 버퍼 크기

그림 15로부터 트래픽 형태 제어기의 버퍼 크기를 제한하는 γ 의 크기가 증가함에 따라 다중화기에서 필요로 하는 최대의 버퍼 크기가 줄어들어 결국 γ 값이 1.3 일 때는 버퍼가 필요 없게 됨을 알 수 있다. 즉, 본 논문에서 제안한 트래픽 형태 제어 방법은 버스트 트래픽의 특성을 적절히 변화시켜 ATM 망에서 발생 할 수 있는 폭주 가능성이 감소 하였음을 알 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 망의 성능을 극대화시키고 연결 설정 과정에서의 정확한 판단과 연결 수락된 소스 트래픽에 대한 사용자의 다양한 QoS를 만족시키고 폭주 상태를 예방하기 위한 트래픽 감시 메커니즘에 중점을 두었으며, 또한 실시간 처리를 위해 신경 회로망과 퍼지 논리 제어를 적용하는 새로운 ATM 트래픽 제어 방법에 대한 연구를 수행하였다. 기존의 제어기와 성능을 평가한 결과 본 논문에서 제안된 제어기의 성능이 우수함을 알 수 있었다.

지금까지 제안된 여러 제어 방법들은 각각의 장단

점을 지니고 있다. 그러나 아직까지 ATM망의 트래픽 상황을 적절히 나타내는 절대적인 방법을 제공하는 알고리즘의 제시에는 없는 상태이므로, 트래픽 변화에 비 의존적인 강건한 제어 방법에 대한 연구가 필요하며, 또한, 본 논문에서는 하나의 트래픽 서비스 유형을 사용하였지만, 실제 B-ISDN망에서는 트래픽을 4-5개의 유형으로 분류하고, 호 연결 요청 시 트래픽의 해당유형을 선정하여 대역 할당 및 연결 수락 제어는 동일 유형 내의 통계적 다중화만을 고려하는 제한적 다중화 방식을 기초로 하므로, 이 방식이 고속의 ATM 망에서 실시간 적용을 위해서 다른 여러 종류의 소스 트래픽, 특히 비디오 트래픽에 대한 제안된 트래픽 제어기의 성능 평가가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] ATM Forum, "ATM UNI 3.1", ftp://ftp.atmforum.com/pub/UNI/ver3.1
- [2] R. T. Morris, B. Samadi, "Neural Network Control of Communications systems", *IEEE Trans. on Neural Networks*, Vol. 5, No. 4, pp. 639-650, July 1994.
- [3] Atsushi Hiramatsu, "Integration of ATM Call Admission Control and Link Capacity Control by Distributed Neural Networks", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 9, No. 7, pp. 1131-1138, Sept. 1991.
- [4] R. G. Cheng, C. J. Chang, "Design of a Fuzzy Traffic Controller for ATM Networks", *IEEE /ACM Trans. on Networking*, Vol. 4, No. 3, pp. 460-469, June 1996.
- [5] K. Uehara, K. Hirota, "Fuzzy Connection Admission Control for ATM Networks Based on Possibility Distribution of Cell Loss Ratio", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 15, No. 2, pp. 179-190, Feb. 1997.
- [6] G. Gallassi, G. Rigolio, L. Verri, "Resource Management and Dimensioning in ATM Networks", *IEEE Magazine*, May 1990
- [7] Ranthgeb, "Modeling and Performance Comparison of Policing Mechanism for ATM Networks", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Vol. 9, No. 3, pp. 325-334, April 1991.

이 배 호(Bae-Ho Lee)

정회원



1978년 2월 : 한양대학교 전자공학과 졸업
 1980년 2월 : KAIST 전기 및 전자공학과 석사
 1993년 University of Missouri, 전기 및 컴퓨터공학과 박사

1980년~1983년 국방과학연구소 연구원
 1993년~현재 전남대학교 컴퓨터공학과 부교수
 <주관심 분야> 멀티미디어 통신, 컴퓨터비전, 영상처리, 인공지능

김 광 회(Kwang-Hee Kim)

정회원



1998년 2월 : 전남대학교 컴퓨터공학과 졸업
 2000년 2월 : 전남대학교 컴퓨터공학과 석사
 2000년 3월~현재 : 전남대학교 컴퓨터공학과 박사과정

<주관심 분야> 멀티미디어 시스템, 영상처리, 패턴인식