

신경회로망을 이용한 호 접속제어기

허정석 · 양성룡
컴퓨터공학과

〈요 약〉

B-ISDN의 전송 및 교환 기법으로 정착되고 있는 ATM망의 폭주제어를 위하여, 신경회로망을 이용한 호 접속 제어기를 설계한다. 신경회로망을 이용한 호 접속제어는 가입자가 선언한 트래픽 기술인자의 불확실성에 대한 정보를 제어기가 가지고 있기 때문에, 실제 트래픽이 호 설정요구시 협약된 트래픽의 특성과 다소 상이하더라도 견고성(Robustness) 있는 트래픽 제어를 할 수 있는 장점을 가지고 있다. 본 연구에서는 신경회로망 제어기를 보다 효율적으로 학습시킬 수 있도록 두가지 학습 패턴 테이블(호 연결 요청 수락 패턴 테이블과 호 연결 요청 거절 패턴 테이블)을 이용하는 학습 알고리즘을 제안한다. 또한 모의 실험을 통하여, 제안한 신경회로망 호 접속 제어기의 성능을 분석한다.

The Call Admission Controller by Neural Networks

Heo, Jeong-Seok · Yang, Seong-Ryong
Dept. of Computer Engineering

〈Abstract〉

This paper describes a call admission controller by neural network to control the traffic in ATM network for service quality. Because the information of the traffic descriptor declared by users has a characteristic of uncertainty, the design and implementation of efficient controller in the network is very difficult task. The proposed ATM call admission controller by neural network is adaptive and easy to implement. We use two learning table for efficient learning of back-propagation neural network in controller. The performance of the proposed call admission controller is evaluated by simulation, and the results are compared with those of

the other control technique.

1. 서 론

멀티미디어 서비스(즉, 음성, 데이터, 비디오 등)에 대한 요구의 증가로 광대역 종합정보 통신망(Broadband ISDN : B-ISDN)에 대한 많은 연구가 수행되고 있다 [1][2][3]. 다양한 서비스 제공을 위해 B-ISDN은 수 Kbps에서 수백 Mbps의 대역폭을 할당할 수 있어야 한다[4]. B-ISDN이 수용하게 될 트래픽은 교환형 데이터 또는 화상 신호와 같이 높은 간헐성(Burstiness)을 갖는 트래픽이 있으며, 파일 전송과 같이 연속적인 성질을 갖는 트래픽도 있다. 또한 B-ISDN은 서비스 클래스에 따라 다양한 서비스 품질(QOS : Quality of Service)을 보장하여야 한다.

다양한 서비스 지원 및 각각의 트래픽 클래스가 요구하는 서비스 품질요구를 만족시키기 위하여 ATM(Asynchronous Transfer Mode)은 B-ISDN의 교환 및 전송기법으로 정착되고 있다. ATM은 모든 정보를 고정된 크기의 정보 단위인 셀(Cell)을 이용하여 비동기적으로 전송하기 때문에 가입자가 필요로 하는 대역폭을 다양하게 제공할 수 있으며, 각 호들을 통계적 방법으로 다중화함으로써 다중화의 이득을 실현할 수 있다 [5].

ATM망에서 트래픽원은 호 연결요구시 자신의 트래픽 특성을 기술하는 트래픽 기술인자(Traffic Descriptor)를 망의 제어기에 선언한다. 망의 제어기는 각각의 트래픽원이 선언한 트래픽 기술인자를 이용하여 연결을 요구하는 트래픽의 특성을 분석하고, 망의 상황에 따라 호 연결 요청을 수락하거나 거절한다. 그러나 ATM망의 트래픽 특성은 매우 간헐적(Bursty)인 성격을 가지고 있고, 각각의 트래픽원이 선언하는 트

래픽 기술인자는 그 자체가 매우 불확실하다. 이때 망의 제어기가 트래픽의 불확실성을 과소평가할 경우 망은 심각한 폭주상태를 유발할 수 있으며, 망 자원의 효율적 사용이 어렵게 된다[6].

현재 ATM망의 호 접속 제어를 위하여는 수학적 모델의 해석에 기초한 방법, 등가대역폭에 기초한 방법, 출력링크의 트래픽 측정에 기초한 방법 등 많은 방법들이 제안되고 있다. 그러나 이러한 방법들은 가입자의 트래픽 기술인자(최대 비트 전송률, 평균 비트 전송률, 간헐성 등)에 높은 신뢰를 부여하고 있기 때문에, 트래픽 기술인자의 불확실성을 과소 평가하고 있는 방법이다.

본 연구에서는 제어기가 트래픽의 불확실성(Uncertainty)에 대한 정보를 가질 수 있도록 신경회로망을 이용하여 호 접속 제어를 구성하고자 한다. 본 연구의 호 접속 제어기에 사용된 신경회로망은 BP학습규칙을 적용한 다층 퍼셉트론이며, 신경회로망의 효율적인 학습을 위해 두개의 패턴 테이블(호 연결 요청 수락 패턴 테이블 및 호 연결 요청 거절 패턴 테이블)에 자료를 저장한 후 신경회로망 제어를 학습한다. 호 연결 요청 수락 패턴 테이블에는 다중화된 트래픽 패턴중 망의 서비스 품질을 만족시키는 패턴이 저장되며, 호 연결 요청 거절 패턴 테이블에는 서비스 품질을 만족시키지 못하는 패턴들을 저장하게 된다. 이 두개의 패턴 테이블은 신경회로망 제어기 학습을 위한 학습자료로 사용된다. 제안된 신경회로망 제어를 세계의 트래픽 클래스가 혼합된 트래픽 상황에 적용하여 모의 실험을 수행하며, 다른 호 접속 제어 기법에 의한 결과와 비교 분석 한다.

본 연구의 2장에서는 제안되고 있는 호 접속 제어법에 대해 기술하고, 본 연구에서

구성하고자 하는 신경회로망 호 접속 제어기는 3장에서 기술한다. 4장에서는 신경회로망 제어기 학습을 위한 자료저장 방법 및 학습알고리즘을 설명하며, 모의실험을 통한 제어기분석 및 결론은 5장, 6장에서 각각 기술한다.

2. ATM망의 호 접속 제어 방법

호 접속제어 기법은 가입자 측면에서 서비스 품질(QOS) 보장, 망 운용자의 측면에서 자원 이용 효율의 극대화라는 상반된 요구를 만족시켜야 한다. 그러므로 호 접속 제어에서는 가입자의 서비스 품질요구가 특정 수준 이상으로 유지될 수 있을 때에만 새로운 호 연결 요구를 수락한다. 또한 가입자는 호 연결 요청시 자신의 트래픽 특성을 기술할 수 있는 트래픽 기술인자(Traffic Descriptor)를 망의 제어기에 선언한다. 이러한 트래픽 기술인자는 트래픽의 형태와 특성을 정확하게 묘사할 수 있어야 한다. 가장 일반적으로 고려되고 있는 트래픽 기술인자는 평균 비트 전송률(Average Bit Rate), 최대 비트 전송률(Peak Bit Rate), 간헐성 인자(Burstiness Factor), 그리고 연속 최대 전송률 시간(Duration of Peak Bit Rate) 등이 있다.

현재 제안되고 있는 호 접속 제어 방법들은 가입자가 선언한 트래픽 기술인자를 이용하여 호 접속 제어를 수행한다. 그리고 다중화된 호들의 트래픽 특성을 분석하기 위하여, 수학적 모델의 해석에 기초한 방법, 등가 대역폭에 기초한 방법, 출력링크의 트래픽 측정에 기초한 방법 등이 제안되고 있다.

첫번째, 수학적 모델의 해석에 기초한 방법은 망의 순간 셀 손실률을 임계값 이하로 유지시키기 위하여 트래픽 원의 통계적 특성을 분석한다. 그러나 멀티미디어를 지원해야 될 B-ISDN의 트래픽은 매우 다양하며

또한 다중화된 트래픽들의 수학적 모델이 현재로서는 잘 알려져 있지 않다. 또한, 각각의 트래픽 클래스마다 가상용량(Virtual Capacity)을 할당하여야 하며 수시로 가상용량을 재분배 하여야 한다. 그때 마다 가상용량에 수용할 수 있는 최대 연결 가능호의 수를 다시 계산해야 하는 단점을 가지고 있다.

두번째, 측정에 의해 현재 다중화된 호들이 발생시키는 트래픽의 특성을 분석하고, 그에 기초해 미래의 망의 상황을 예측하여 호의 연결에 대한 수락여부를 결정하는 방법은 트래픽 특성분석 및 호 접속 제어 알고리즘이 간단하다는 이점을 가지고 있으나, 이전에 측정된 트래픽의 특성과 매우 다른 트래픽이 발생된다면 트래픽의 예측이 부정확하게 되며, 따라서 서비스 품질 요구를 만족시키기 어려운 점이 문제점으로 지적되고 있다.

세번째, 등가 대역폭에 의한 호 접속 제어 방법은 접속 제어 알고리즘이 매우 간단하다는 이점을 가지고 있으나, 등가대역폭 산출시 확장인자(Expansion Factor)가 각각의 간헐성(Burstiness)에 대해 미리 구해져 있어야 하며, 트래픽 원의 특성이 변한다면 이에 따른 제어기의 수정도 불가피한 단점이 있다.

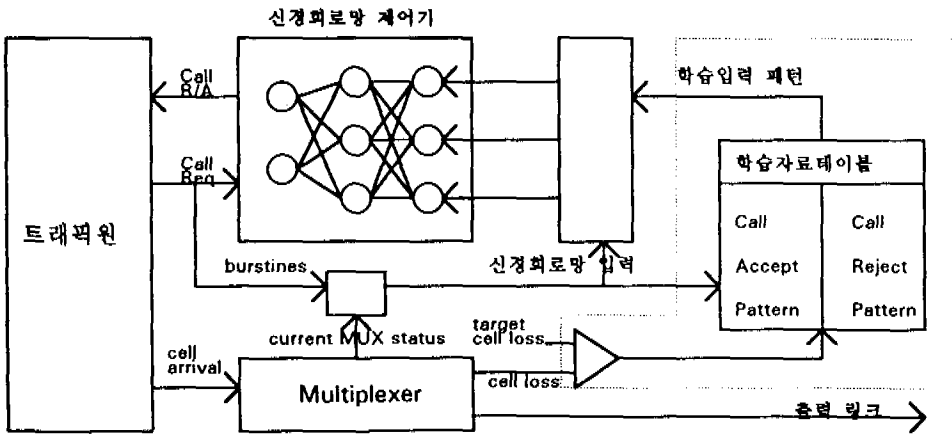
상기한 방법들은 공동적으로 가입자가 선언한 트래픽 기술인자에 높은 신뢰를 가지고 호 접속제어를 수행한다. 그러나 변화의 요인이 많은 ATM망의 트래픽을 트래픽 기술인자로만 기술하기에는 많은 어려움이 있다. 또한 이들 트래픽의 불확실성(Uncertainty)을 과소평가하여 호 접속 제어를 수행할 경우 망은 심각한 폭주상태를 유발할 수 있으며, 한편으로는 망의 자원을 효율적으로 사용하지 못하는 단점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여, 제어기는 트래픽의 불확실성에 대한 정보를 가지고 망의 트래픽을 제어하여야 한다[6]. 이를 위하여 본 연구에서는 트래픽의 불확실성에 대한

정보를 제어기가 가질 수 있도록, 신경회로망을 이용한 호 접속제어기를 구성하고자 한다. 신경회로망은 입력과 출력의 비선형적 관계를 학습시키기가 용이하며, 비 경험적 입력에 대한 일반화 기능이 탁월하다. 따라서, 신경회로망을 이용한 호 접속제어기는 트래픽의 불확실성에 대처할 수 있으며, 새로운 서비스의 요구에도 온라인 학습을 통해 용이하게 적용할 수 있다.

3.1 시스템 구성

ATM망에서 호 접속제어기는 호 설정 요구시에 트래픽의 특성과 망의 유효자원을 고려하여 호의 접속 여부를 결정한다. 이때 호의 접속 여부는 사용자의 관점에서 서비스의 품질 보장과 망 관점에서의 이용효율의 극대화라는 관계가 성립한다. 이러한 호 접속 여부와 망내의 상황변수 학습을 위해 하나의 시스템으로 본 ATM 노드는 [그림 1]과 같다.

3. 신경회로망을 이용한 호 접속 제어기



[그림 1] 신경회로망 호 접속제어기 구성도(점선은 제어기 학습단계)

제어기 학습단계에서 시스템은 가입자 단 말군으로 구성된 트래픽원과 트래픽원에서 발생하는 셀(Cell)들을 통계적으로 다중화하는 다중화기(Mux), 망내의 상황 변수들을 관측하여 제어기 학습을 위한 자료를 저장하는 학습자료 테이블, 그리고 신경회로망 호 접속제어기로 구성되어 있다. 호 접속제어기는 망내 상황변수와 그에 따른 호의 접속 및 거부 패턴을 학습시키기 위한 다층 퍼셉트론이며, 제어기 학습을 위해 BP 학습규칙(Back Propagation Learning Rule)을 사용한다. 학습자료 테이블은 세어

기 학습을 효율적으로 하기 위하여, 호 접속 패턴 테이블(Call Accept Pattern Table)과 호 거부 패턴 테이블(Call Reject Pattern Table)로 구성되어 있다. 호 접속 패턴 테이블에는 서비스 품질을 만족시키는 다중화된 호들의 패턴이 저장되며, 호 거부 패턴 테이블에는 서비스 품질을 만족시키지 않는 다중화된 호들의 패턴이 저장된다. 이들 자료들은 신경회로망의 학습을 위하여 사용된다. 또한 제어기의 잘못된 판단에 의해 접속 또는 거부된 호에 대해 새로운 학습자료를 생성하기 위하여 다중화기의 셀 손실률

과 서비스 품질 요구 수준인 목표치 셀 손실률(Target Cell Loss Rate)을 항상 비교한다. 제어단계에서 시스템은 망내의 상황 변수를 신경회로망 제어기에 입력 받아 호 요청의 수락 여부를 결정한다.

3.2 학습자료 추출 및 학습 알고리즘

신경회로망 호 수락제어기를 효율적으로 학습시키기 위해서 학습자료의 추출은 중요한 의미를 갖는다. 만약 실제계의 모든 가능한 입력 공간을 신경회로망에 학습시킬 수 있다면, 가장 안정된 제어기가 될 것이다. 그러나, 실제계의 입력 공간에 고루 분포된 학습자료만으로 신경회로망을 학습시켜도 신경회로망의 일반화(Generalization) 기능은 학습받지 않은 패턴들에 대해서도 충분히 옳은 판단을 내릴 수 있다. 그러므로 모든 입력공간을 대표할 수 있는 자료의 추출이 신경회로망 제어기의 올바른 학습을 위해서 필수적이다. 또한, 오차를 역전파하는 BP 학습규칙을 적용한 다층 퍼셉트론 신경회로망은 출력노드 활성화 값의 미묘한 차이로 호의 수락 여부를 결정하게 된다. 그리하여 본 논문에서는 안정된 제어기의 설계를 위하여 두 가지 학습 패턴 테이블에 자료를 저장하는 방법을 제안한다. 첫번째, 학습자료 테이블은 "호 접속 패턴 테이블(Call Accept Pattern Table)"으로써 망의 서비스 품질을 만족시킬 수 있는 호 요청을 위한 자료 테이블이며, 두번째 학습자료 테이블은 "호 거부 패턴 테이블(Call Reject Pattern Table)"으로써 요청된 호를 수락하면 망의 서비스 품질을 보장할 수 없는 패턴들이 저장된다. 이들 두개의 패턴 테이블에서 학습자료를 확률적으로 선택, 학습시킴으로써 제어기의 안정성을 높일 수 있다.

신경회로망 제어기의 빠른 수렴을 위하여 본 연구에서는 두 단계 알고리즘을 사용한다. 첫단계의 오프라인(Off-Line) 학습에

서는 최대 비트 전송률(Peak Bit Rate)에 기초하여 임의의 입력패턴을 발생시켜, 신경회로망 제어기를 학습시킨다. 이는 신경회로망 각 노드의 연결 강도(Weight)를 초기화 한다. 오프라인 학습에 의해 초기화된 신경회로망 각 노드간의 연결 강도는 학습의 두번째 단계인 온라인(On-Line) 학습시 빠른 수렴을 얻을 수 있다. 온라인 학습시 학습에 필요한 입 출력 패턴은 호 접속 및 거부 테이블에서 무작위로 추출되며, 학습 패턴 테이블을 만들기 위해 발생하는 신경회로망 입 출력 패턴은 다음 알고리즘에 의해 얻어진다.

1단계 : Class의 호 연결 요구

(Call Request) : t시간

2단계 : 호 접속 여부 판단을 위한 제어기의 입력 패턴 생성

3단계 : 제어기에 의한 호 접속 여부 판단

3-1단계 : 호 연결 요구가 호 접속 패턴(제어기의 출력 노드 1번이 활성화됨)일 경우 다중화기를 감시하여 셀 손실률이 요구되는 서비스 품질 요구 수준(Target Cell Loss Rate)보다 클 경우 제어기의 판단이 잘못되었으므로 새로운 학습자료 생성(새로운 학습자료 : 제어기 입력 패턴 및 출력 패턴)

3-2단계 : 호 연결 요구가 호 거부 패턴(제어기 출력 노드 2번이 활성화됨)일 경우 망내 상황 변수를 호 요청 이전의 값으로 수정

4단계 : 새로운 호 요청(Call Request) 대기

여기서,

제어기 입력 패턴(Neural Input)은

$$N_1(t-1) \rightarrow N_1(t), \dots, N_1(t), \dots, N_n(t-1) \rightarrow N_n(t)$$

$$B_1(t-1) \rightarrow B_1(t), \dots, B_1(t-1) + (\text{Class의 간헐성}) \rightarrow B_1(t), \dots, B_n(t-1) \rightarrow B_n(t)$$

$$ALC(t-1) \rightarrow ALC(t)$$

Neural Input = $N_1(t), \dots, N_n(t), B_1(t), \dots, B_n(t), ALC(t-1)$

이며

제어기의 출력 패턴(Neural Output)은

요청된 호를 접수할 경우

NeuralOutput=(제어기의 첫번째 출력 노드=1, 제어기의 두번째 출력 노드=0)

요청된 호를 거부할 경우

NeuralOutput=(제어기의 첫번째 출력 노드=1, 제어기의 두번째 출력 노드=0)

$N_1(t), \dots, N_n(t)$: 각 클래스별 연결된 호의 수의 정규화 값(Call Vector)

$B_1(t), \dots, B_n(t)$: 각 서비스 클래스의 간헐성(Burstiness)

ALC : 이용 가능한 링크의 용량

위의 알고리즘에 의해 새롭게 만들어지는 신경회로망의 입 출력 패턴은 두개의 학습자료저장 테이블에 저장된다. 이렇게 저장된 학습자료들은 온라인 학습시 일정한 주

기마다 무작위로 추출되어 신경회로망 제어기를 학습시킨다.

4. 모의 실험을 통한 호 접수 제어기의 평가

신경회로망을 이용한 호 접수 제어기의 성능을 평가하기 위하여 [표 1]과 같은 모의 실험 환경을 설정한다. 실험에 사용된 신경회로망 입력층의 노드수는 7개 이고, 각 노드는 세가지 다른 전송 속도를 갖는 트래픽 클래스의 연결된 호의 수와 각 클래스의 버스트 지수 그리고 사용 가능한 링크의 용량을 포함한다. 그리고 은닉층의 노드수는 30개이며, 출력층은 호의 접수 및 거부를 나타내는 노드들로서 출력층의 첫번째 노드가 활성화 되면 호의 수락을 두번째 노드가 활성화 되면 호의 연결 요청을 거부한다.

항 목	값
호 접수제어를 위한 망의 서비스 품질요구	셀 손실률
제어를 위한 셀손실률의 목표치 (Target Cell Loss Rate)	0.001 이하
각 호의 평균 비트 속도	
클래스 1	0.001/단위시간
클래스 2	0.01/단위시간
클래스 3	0.1/단위시간
다중화된 호들의 비트 전송률 변이	-0.1 - 0.1
각 호의 유지시간	평균 300 단위시간의 지수분포 함수
학습 주기	500 단위시간
학습 패턴 테이블의 크기	10,000 패턴
호 연결 거부 패턴의 선택확률	0.8
링크의 최대 전송률	1/단위시간

[표 1] 모의 실험 환경

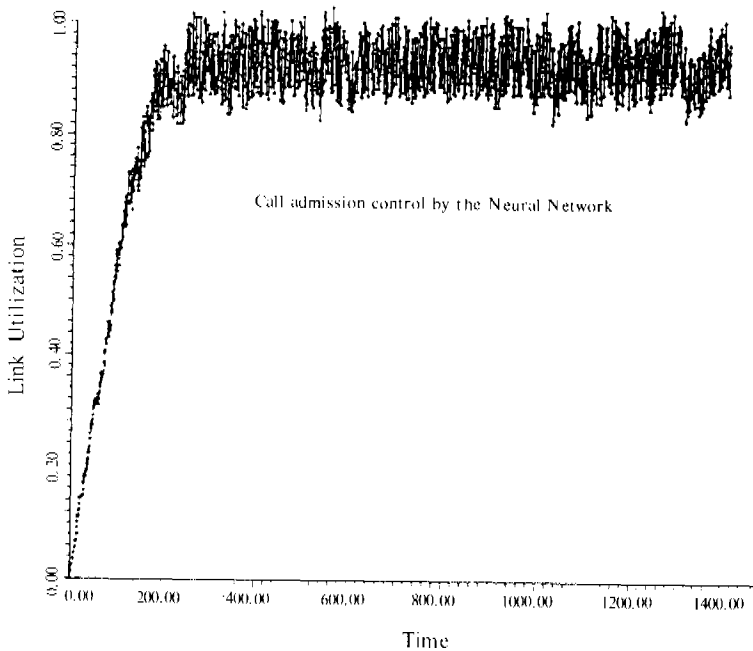
[표 1]과 같은 모의 실험 환경에서 각 호의 평균 비트 속도는 출력링크를 1로 했을 때 정규화된 값이며, 다중화된 호들의 비트

전송률 변이는 각 호들의 전송률에 대해 -0.1 - 0.1까지의 균등분포로 각 호들의 전송률에 영향을 미친다. 또한 각호의 유지시

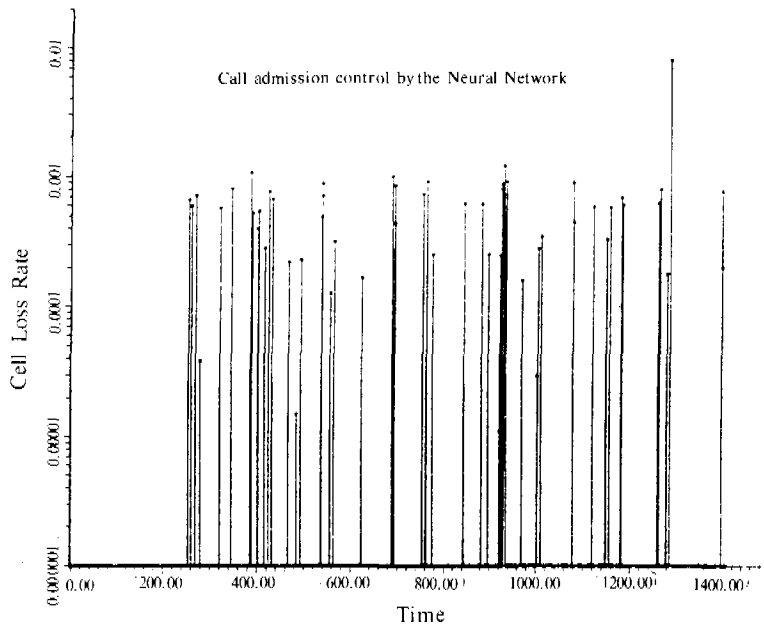
간(Holding Time)은 평균 300 단위시간의 지수분포로서 일정하며, 신경회로망의 학습 주기는 500 단위시간이다.

[그림 2-1.2][그림 3-1.2][그림 4-1.2]에서는 본 연구에서 설계한 신경회로망 호 접수제어기의 성능 평가를 위하여, 최대 비트 전송률에 기초한 호 접수제어 및 평균 비트 전송률에 기초한 호 접수제어 결과와 비교한다. [그림 2-1][그림 2-2]는 신경회로망 호 접수 제어기를 이용하여 호 접수제어를 수행한 결과를 나타내고 있다. [그림 2-1]에서는 링크의 이용률을 평균 0.93으로 유지함을 알 수 있고, [그림 2-2]는 그때의 셀 손실률이 제어가 목표로 하는 셀손실률(10^{-3}) 이하로 서비스 품질을 유지하고 있음을 알 수 있다. [그림 3-1][그림 3-2]는

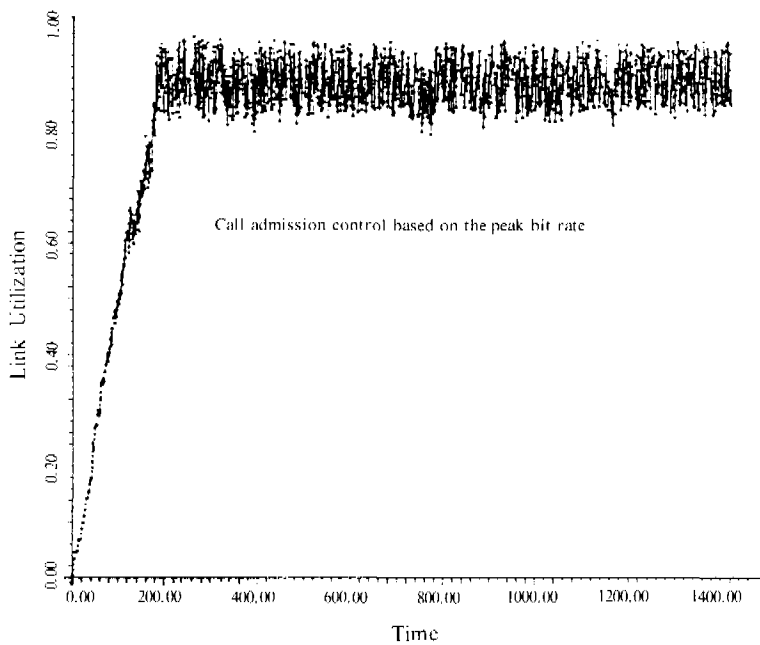
최대 비트 전송률에 기초한 호 접수제어 결과를 나타내고 있다. 최대 비트 전송률에 기초하여 호 접수제어를 행한 결과 셀의 손실은 무시할 정도로 적었으나, 신경회로망 호 접수제어기보다 낮은 평균 0.90의 링크 이용률을 나타냄을 알 수 있다. [그림 4-1][그림 4-2]는 평균 비트 전송률에 기초하여 호 접수 제어를 수행한 결과를 나타낸다. [그림 4-1]은 신경회로망에 기초한 호 접수 제어나 최대 비트 전송률에 기초한 호 접수 제어보다 높은 링크의 이용률을 나타내고 있다. 그러나 평균 비트 전송률에 기초한 호 접수 제어 방법은 다른 두 가지 제어 기법에 비해 상대적으로 높은 셀 손실률을 나타내어 서비스 품질 요구를 만족시키지 못함을 나타내고 있다.



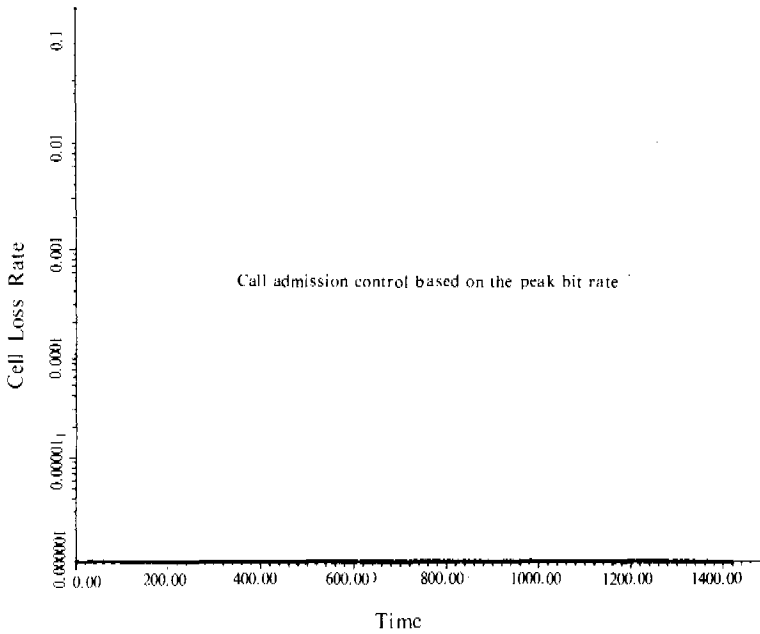
[그림 2-1] 신경회로망을 이용한 호 접수 제어기의 링크 이용률



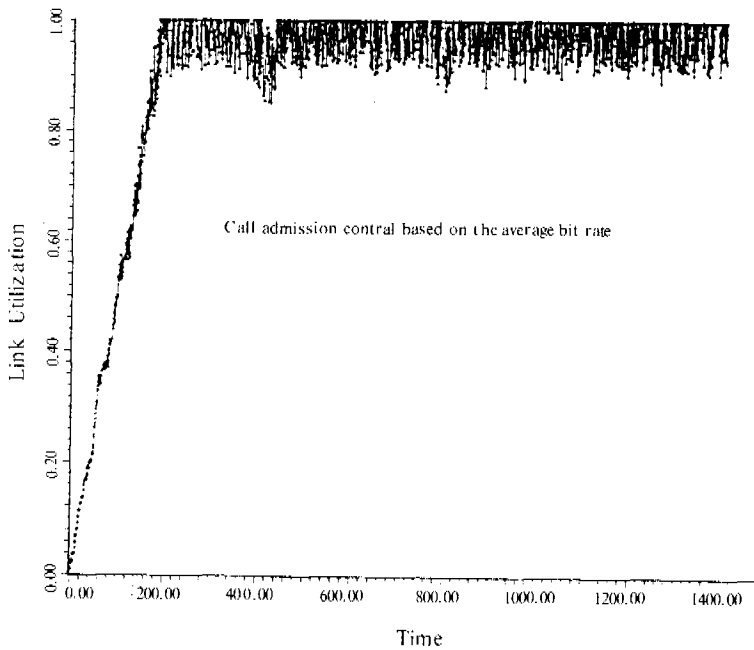
[그림 2-2] 신경회로망을 이용한 호 접수 제어기의 셀 손실률



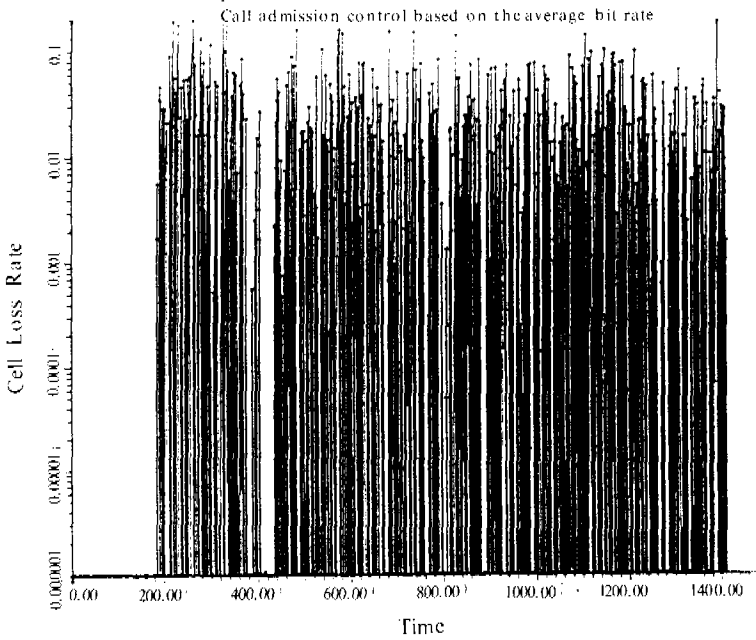
[그림 3-1] 최대 비트 전송률에 기초한 호 접수 제어기의 링크의 이용률



[그림 3-2] 최대 비트 전송률에 기초한 호 접속 제어기의 셀 손실률



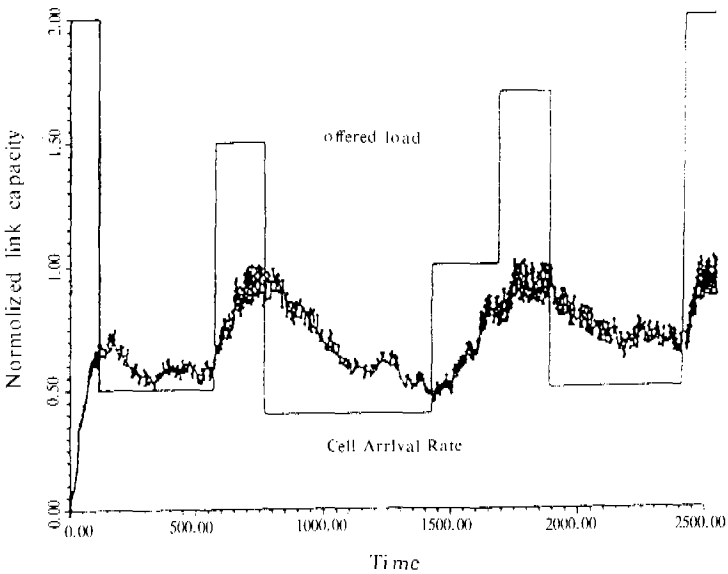
[그림 4-1] 평균 비트 전송률에 기초한 호 접속 제어기의 링크 이용률



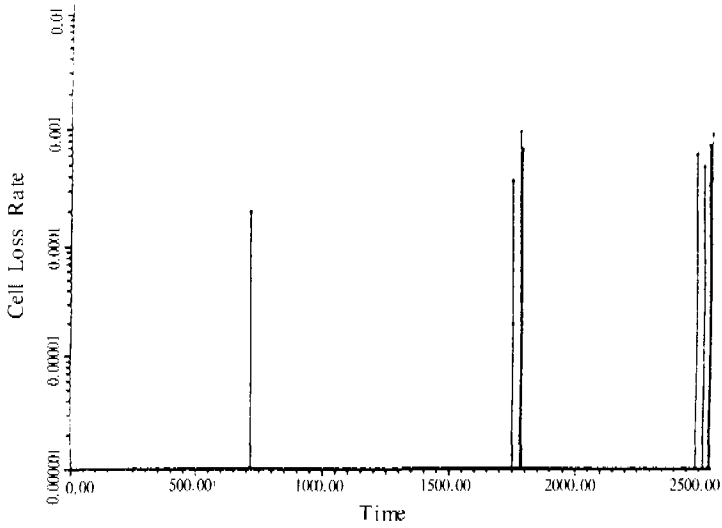
[그림 4-2] 평균 비트 전송률에 기초한 호 접수 제어기의 셀 손실률

[그림 5-1,2]는 부가된 트래픽의 변화에 따라 신경회로망을 이용한 호 접수 제어기의 제어결과를 나타낸다. 부가된 트래픽의 변화에 따라 신경회로망 호 접수 제어기는

유동성 있는 호 접수제어를 수행하여 셀 도착률을 제어함으로써, 셀 손실률을 제어기가 유지하고자 하는 목표치(10^{-3}) 이하로 유지함을 알 수 있다.



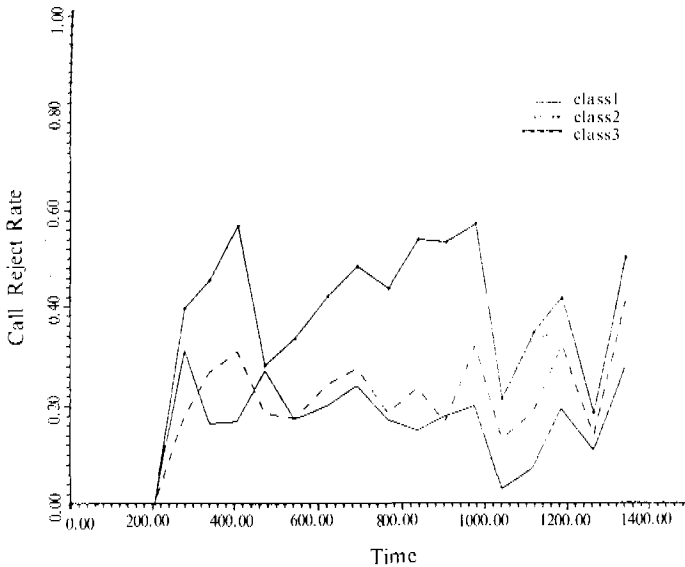
[그림 5-1] 부가된 트래픽의 변화에 대한 셀 도착률



[그림 5-2] 부가된 트래픽의 변화에 따른 셀 손실률

[그림 6]은 트래픽 클래스별 호 접속 요청의 거부율을 표시하고 있다. 일반적으로, 요구하는 대역폭에서 큰 트래픽의 호 접속 요청이 높은 율로 거부되고 있음을 알 수 있다. 이는 이용 가능한 출력링크의 대역폭이 요구되는 대역폭보다 적을 경우 당연히 호 접속 요청이 거부되는 현상에 따라, 부

하가 일정 수준 이상으로 공급되고 있는 상태에서는 요구되는 대역폭에서 가장 큰 트래픽의 거부율이 가장 높게 나타나고 있는 경우이다. 따라서 큰 대역폭을 요구하는 서비스의 호 접속 요청은 망의 상태에 따라서는 기아현상(Starvation)에 빠질 가능성이 있음을 보여주고 있다.



[그림 6] 트래픽 클래스에 따른 호 접속 거부율

5. 결 론

멀티미디어 서비스를 지원하는 ATM망은 그 트래픽이 매우 다양할 뿐만아니라 요구하는 서비스 품질 또한 매우 다양하다. 이러한 환경하에서의 트래픽 제어는 트래픽 분석의 어려움과 트래픽 특성에 대한 예측이 힘들기 때문에 여러가지 한계를 나타내고 있다.

본 논문에서는 가입자가 선언한 트래픽 기술인자의 불확실성에 대처할 수 있는 트래픽제어를 위하여 신경회로망을 이용한 호 접속 제어 기법을 사용한다. 그리고 효율적인 신경회로망 호 접속 제어기 학습을 위하여 2단계 학습 방법을 제안하고, 효율적인 학습자료 저장장을 위하여 두가지 학습자료 저장 테이블을 제안한다. 호 연결 수락 패턴 테이블에는 서비스 품질 요구를 만족시킬 수 있는 학습 패턴들이 저장되고, 호 연결 거부 패턴 테이블에는 서비스 품질 요구를 만족시킬 수 없는 학습 패턴들이 저장된다. 이러한 환경하에서 학습된 신경회로망 호 접속 제어기는 최대 비트 전송률 및 평균 비트 전송률에 기초한 호 접속 제어기에 비해서 통계적 다중화의 이득을 실현하면서, 서비스 품질을 효과적으로 만족시킬 수 있다.

또한 모의 실험 결과를 통해서 비트 전송률이 큰 클래스일수록 호 연결 거부율(Call Reject Rate)이 높음을 알 수 있다. 이는 망이 좁은 대역폭을 요구하는 사용자를 선호하는 것을 의미한다. 이러한 문제의 해결을 위해서 우선 순위 제어와 같은 기법이 호 접속제어에 부가되어야 할 것이다.

본 논문에서 설계된 호 접속 제어기는 각각의 서비스 클래스에 따라 다르게 요구되는 서비스 품질 수준(Service Dependent QOS)을 만족시킬 수 있어야 할 것이다. 또

한 모의 실험 결과 알 수 있었던 기아 현상 문제를 해결할 수 있는 제어 알고리즘을 호 접속 제어기가 가지고 있어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] CCITT SG XVIII - Report R 34, Genova, May, 1990.
- [2] J. J. Bae, T. Suda, "Survey of Traffic Control Schemes and Protocols in ATM Networks," in Proc. IEEE, Vol 79, No. 2, Feb. 1991.
- [3] J. J. Bae, T. Suda, "Survey of Traffic Control Protocols in ATM Networks," in Proc. IEEE GLOBECOM '1990, pp. 300.1.1-300.1.6.
- [4] G. M Woodruff, R. Kositpaiboon, "Multimedia Traffic Management Principles for Guaranteed ATM Network Performance", IEEE JSAC, Vol. 8, No. 3, April 1990, pp. 437-446.
- [5] L. Dittmann, S. B. Jacobson, "Statistical Multiplexing of Identical Bursty Source in an ATM Network", in Proc. GLOBECOM '1988, pp. 39.6.1-39.6.5.
- [6] J.M. Holtzman, "Coping with Broad-band Traffic Uncertainties: Statistical Uncertainty, Fuzziness, Neural Networks", IEEE GLOBECOM 1990, pp. 300.2.1-300.2.5.
- [7] A. Hiramatsu, "ATM Communications Network Control by Neural Networks", IEEE Trans. on Neural Network, Vol. 1, No. 1, pp. 122-130, March 1990.