

무선 ATM망에서 VBR 트래픽 QoS 보장을 위한 Neural DSA 알고리즘에 관한 연구

전찬용*, 이태원, 김영철

*전남대학교 전자공학과

e-mail:cyjun@neuron.chonnam.ac.kr

Study on a Neural DSA Algorithm for QoS of VBR Traffic in the Wireless ATM Networks

Chan-Yong Jun*, Tae-Won Lee, Young-Chul Kim

*Dept of Electronic Engineering, Chonnam National University

요약

본 연구는 멀티미디어 트래픽의 하나인 VBR(Variable Bit Rate) 서비스를 위한 무선 단말기의 효율적인 채널 사용을 위한 무선 ATM MAC(Medium Access Control) 프로토콜에 관한 연구이다. 현재 유선망에서는 멀티미디어 서비스를 위하여 ATM 기술을 사용하고 있기 때문에 유무선망의 통합을 위한 ATM 무선망의 설계가 대두되고 있다. 이를 위해서는 무선망이 가지는 대역폭의 한계와 링크의 높은 에러율을 극복하기 위해서 효율적인 MAC 알고리즘 개발이 필요하다. 본 논문에서는 무선 ATM망에서 VBR 트래픽 소스를 갖는 단말기의 QoS를 보장하고 채널 사용의 효율을 높이기 위하여 신경망을 이용한 Neural DSA(Dynamic Slot Assignment) 알고리즘을 제안하고 시뮬레이션을 통해 기존에 제안된 MAC 알고리즘과 성능 비교 분석을 통해 그 우수성을 확인하였다.

1. 서론

무선 ATM은 유선 ATM망에서 지원하는 다양한 형태의 광대역 서비스를 지원할 수 있는 유선 ATM망의 확장된 개념으로서 크게 radio ATM과 mobile ATM으로 구분할 수 있다. 이중 radio ATM은 여러 사용자들이 동일한 통신 매체를 효율적으로 공유하기 위해 필요한 접속을 제어함으로써 궁극적으로 채널의 유효 용량을 어떻게 각 사용자들에게 공평하면서도 효율적으로 할당할 것인가 하는 MAC 프로토콜 기술을 포함하고 있다.

기존에 제안된 MAC 프로토콜은 이동국에서 전송할 패킷이 발생했을 때 경쟁 기반으로 대역 요구에 필요한 파라미터를 경쟁 채널을 통해 기지국으로 전송하고 기지국에서는 이러한 파라미터를 바탕으로 대역 할당 알고리즘에 따라 우선 순위를 결정하고 이동국이 요청한 평균 요구 대역폭에 맞게 상향 채널의 대역을 할당하고 모든 이동국들에게 그 할당

결과를 알려줌으로써 자신에게 할당된 슬롯을 통해 데이터를 전송한다. 이러한 경우 셀 발생률이 일정한 CBR(Constant Bit Rate) 트래픽 QoS 보장에는 문제가 없지만 트래픽 발생이 불규칙적이고 실시간을 요하는 VBR 트래픽의 경우에는 버퍼에서의 셀 손실, 셀 지연이 예상된다. 따라서 본 논문에서는 이러한 VBR 트래픽의 셀 손실, 셀 지연에 대한 QoS를 보장하고 채널의 효율적인 사용을 위하여 이동국에서 전송한 파라미터를 입력으로 신경망을 구성하여 학습시킴으로서 불규칙하게 발생하는 VBR 트래픽에 적응적으로 슬롯을 할당함으로써 셀 손실과 지연을 줄이고 채널의 이용 효율을 높이는 슬롯할당 알고리즘을 제안한다.

본 논문의 구성은 제 2장에서 Neural DSA 알고리즘을 제안하고 제 3장에서는 기존에 제안된 알고리즘과 시뮬레이션 결과를 비교 분석하며 마지막 제 4장에서 결론을 맺는다.

2. Neural DSA 알고리즘

이동국들은 기지국에 슬롯을 요청할 때 평균 전송률 및 최대 전송률 등의 연결 특성 정보를 기반으로 한 static parameter와 셀 잔여 수명 시간 및 대기 행렬 길이 등과 같은 dynamic parameter를 이용하여 매 슬롯 단위 또는 프레임 단위로 우선권을 계산하여 가장 높은 우선권을 갖는 이동국순으로 각각 슬롯을 할당한다. 이때 VBR 트래픽 소스를 갖는 이동국들은 슬롯을 할당받을 때 채널 낭비를 방지하기 위해 peak cell rate가 아닌 mean cell rate로 할당을 받는다. 그러나 VBR 트래픽 전송률 변화 시정수가 MAC 프레임 길이보다 짧을 경우 MAC 프레임 구간동안 요구되는 슬롯 요구량은 일정하지가 않다. 이렇게 슬롯 요구량의 변화가 잦을 때 나타나는 셀 손실과 지연을 줄이기 위해서 이동국의 dynamic parameter를 입력으로 신경망을 학습시켜 다음 슬롯을 할당할 때 부가적인 슬롯을 할당함에 따라 트래픽 변화에 유동적으로 대처함으로써 버퍼에서의 셀 손실과 지연을 줄일 수 있다.

2.1 프레임 구조

제한된 Neural DSA 알고리즘은 TDMA/TDD(Time Division Multiple Access/Time Division Duplexing) 프레임 기반의 동적 예약 슬롯 할당 방식의 표준화에 맞춰서 구성하였다. 상향 링크와 하향 링크간의 경계가 가변적인 비대칭 TDD가 표준화이나 본 논문에서는 하향링크의 데이터 전송을 고려하지 않았기 때문에 상향 링크와 하향 링크의 데이터 양이 같은 고정 방식을 취하여 구성했다. 그림 1은 Neural DSA에서 사용된 프레임 구조이다.

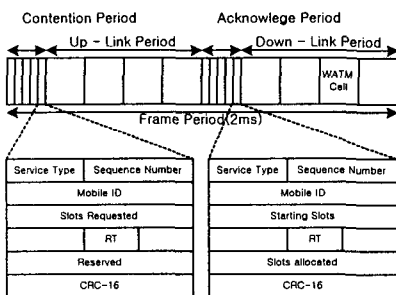


그림 1. 프레임 구조

2.2 Neural DSA

기존 MAC 프로토콜 슬롯 할당 알고리즘은 전송

량이 다양하게 변화하는 VBR 트래픽에 대해 그때 상황에 맞는 슬롯을 할당하지 못하는 평균 대역폭 할당 방식을 적용하였다. 이 할당 방식은 요구 대역폭을 고정시킴으로써 이동국이 원하는 QoS를 어느 정도밖에는 보장할 수 없다. 그러나 미래의 멀티미디어 트래픽 특성상 불규칙성이 잦은 트래픽의 경우 이러한 고정 할당 방식은 QoS보장에 문제가 된다.

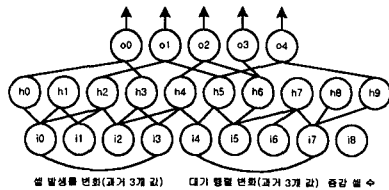


그림 2. Neural Network 구성

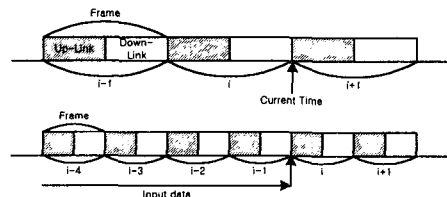


그림 3. 입력 패턴의 추출

본 Neural DSA 알고리즘은 이러한 문제점을 보완할 수 있는 방식으로 기존 ATM Cell 헤더의 GFC (Generic Flow Control) 필드 4비트를 이용하여 오버헤드 비트 문제를 줄이면서 매 프레임 마다 데이터를 전송할 때 이동국의 셀 발생률 변화와 대기 행렬 길이 변화를 ATM cell에 piggybacking한다. 그리고 상향링크를 통해 전송된 이러한 dynamic parameter를 기반으로 기지국에서는 신경망을 통하여 결정된 최적의 슬롯 수를 각각의 이동국에게 할당함으로써 QoS를 보장할 수 있다. 본 알고리즘에서는 이동국의 트래픽 소스에 대해 셀 발생률과 버퍼의 길이 변화량이 문턱 값 이상이 될 때에는 2개의 슬롯을 더 할당하고, 둘 중 한 쪽만 문턱 값을 넘을 경우에는 1개, 그리고 변화량이 없을 때는 0개, 그리고 전 프레임에서 1개 또는 2개를 더 할당받았지만 현재 프레임에서는 셀 발생률과 대기 행렬의 길이가 감소했을 경우에 각각 1개, 2개를 할당량에서 감소하도록 신경망을 학습시켜 이동국의 셀 발생률 변화에 따라 기지국이 슬롯 할당의 양을 조절함으로써 제한된 링크의 용량을 효율적으로 사용하고 이동국의 버

퍼에서의 셀 손실 또는 지연을 감소시켰다. 그림 2는 Neural DSA 알고리즘에 사용된 신경망 구조를 나타내고 그림 3은 신경망 입력으로 사용되는 입력 패턴을 추출하는 과정을 나타낸다. 여기서 신경망 입력으로 사용되는 4비트는 다음과 같다. 먼저 첫 번째 2비트(a_0, a_1)는 이동국의 셀 발생률 변화를 나타낸다.

$$a_0 = a_1 = 0; \quad (\text{식 2.1})$$

$$\text{if}(g_{i-1} > g_{i-2} \text{ then } a_0 = 1);$$

$$\text{if}(g_{i-1} > g_{i-2} + \Delta \text{ then } a_1 = 1);$$

즉 프레임 주기 동안 셀 발생률(g_i)을 측정하여 현재 프레임에서 발생한 셀 수가 이전 프레임에서 발생한 셀 수보다 많다면 a_0 는 1로 세팅하고 정해진 문턱 값(Δ) 이상이 되면 a_1 을 1로 세팅한다. 대기 행렬 길이 변화를 나타내는 2비트(b_0, b_1) 역시 이와 같은 형태로 부호화 한다.

$$b_0 = b_1 = 0; \quad (\text{식 2.2})$$

$$\text{if}(q_{i-1} > q_{i-2} \text{ then } b_0 = 1);$$

$$\text{if}(q_{i-1} > q_{i-2} + \Delta \text{ then } b_1 = 1);$$

버퍼의 대기 행렬 길이(q_i)가 프레임 주기 동안 증가하면 일단 b_0 비트를 1로 세팅하고 그 증가폭이 정해진 문턱 값을 넘게 되면 b_1 을 1로 세팅한다.

이렇게 부호화 된 4비트 정보와 현재 프레임에서 할당된 슬롯 수와 과거에 할당된 슬롯 수의 차이를 계산한 1비트가 기지국 스케줄러 신경망 입력으로 사용된다.

이 입력에 대한 신경망의 목표 값은 이동국이 요청한 슬롯 수(평균 대역폭)에 대해 얼마만큼의 슬롯을 추가할 것인가 하는 것에 목표를 두었다. 그림 4는

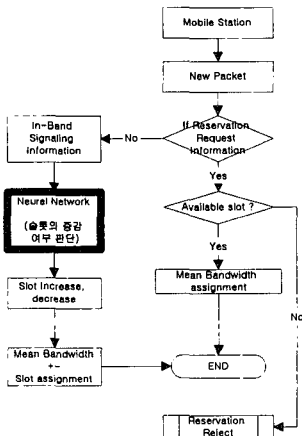


그림 4. Neural DSA 흐름선도

Neural DSA 동작과정이다. 먼저 예약에 성공한 이동국은 dynamic parameter를 데이터와 함께 전송한다. 이것을 수신한 기지국에서는 dynamic parameter를 선택하여 이전 프레임에서 할당된 슬롯 정보와 함께 신경망 입력으로 사용한다. 그리고 신경망 출력에서 결정된 증가 또는 감소슬롯 수와 이전에 할당된 슬롯 수를 더하여 다음 프레임에 할당할 슬롯 수를 하향 채널을 통해 이동국으로 보내게 된다. 이렇게 할당된 슬롯에 따라 이동국은 상향 채널을 통해 데이터를 전송하게 된다.

3. 시뮬레이션 및 성능 평가

제안된 Neural DSA 알고리즘의 성능 평가를 위해서 네트워크 시뮬레이터인 BONEs(Block Oriented Network Simulator) 3.6 Tool를 사용했다. 그리고 신경망 학습 알고리즘으로는 오류 역전파 알고리즘을 사용하여 BONEs Tool 상에 구현하여 동시에 시뮬레이션을 수행하였다.

3.1. 트래픽 모델

그림 5는 이동국에서 발생하는 VBR 트래픽 소스를 나타낸다. Time 구간 내에서 지수 분포의 불규칙 특성을 갖는 Poisson 펄스 발생기를 사용하였다.

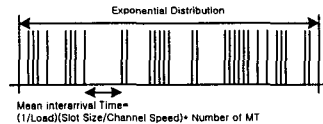


그림 5. Poisson 트래픽 분포

3.2. 신경망 테스트 시뮬레이션

그림 6는 이동국에서 전송된 dynamic parameter 패턴에 대한 신경망 테스트 시뮬레이션 결과이다. 이동국이 기지국으로 데이터를 전송할 경우 발생하는 Dynamic Parameter에 대해 랜덤하게 발생하는 1000개의 패턴이 신경망을 통과했을 경우 각각의

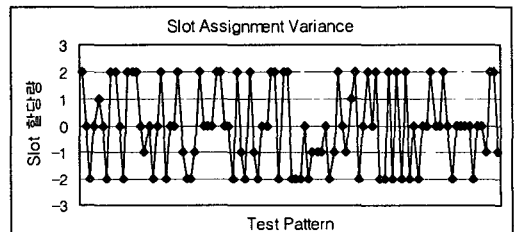


그림 6. 신경망 슬롯 할당 증감 여부

패턴에 대해 할당된 슬롯의 증감 상태를 나타낸다.

3.3. 시뮬레이션 파라미터

프레임 길이는 표준화 진행과정에서 제안된 2ms로 설정하였으며 버퍼 크기 설정은 시뮬레이션을 통해 얻었다. 그리고 버퍼의 문턱 값 설정은 크기의 70%(35)로 하였다.

표 1. 시뮬레이션 파라미터

Load	0.1 ~ 1.0
Channel Speed	21,200,000bps
Frame Length	2ms
전체 프레임의 크기	100 ATM Cell
Slot Size	424bit(53byte)
Buffer Size	50
평균 요청 슬롯	24Slot
Simulation Time	Frame*10,000

3.4. Cell Loss, Delay, Throughput

MASCARA/TDD는 셀 트레인 개념으로 고정 대역폭을 할당받고 Non Neural DSA는 신경망을 거치지 않고 단순히 버퍼의 증감에 따라 슬롯을 하나씩 증가 감소하는 방식으로 슬롯을 할당했다. 그리고 Neural DSA는 이동국의 셀 변화량에 따라 유동적으로 슬롯을 할당했다. 처음에 요청해서 할당받은 (즉 load 값이 0.6일 경우) 대역 내에서는 그림 7과

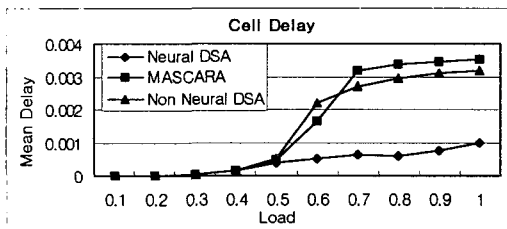


그림 7. 버퍼에서의 셀 지연

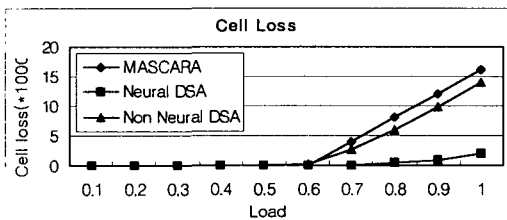


그림 8. 버퍼에서의 셀 손실

그림 8, 그림 9와 같이 모두 지연이나 throughput이 같고 셀 손실은 발생하지 않았다.

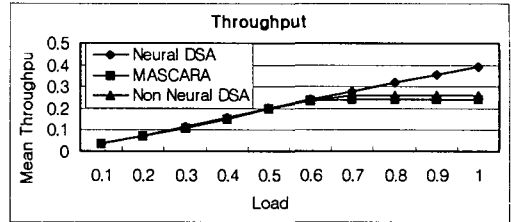


그림 9. Throughput

그러나 load 값이 증가할수록 고정된 슬롯 량을 할당받은 MASCARA/TDD는 그림 7과 그림 8에서와 같이 지연이 급격히 증가되고 셀 손실이 나타났습니다. 그리고 Non Neural DSA는 과거에 할당된 슬롯의 수에 관계없이 평균대역폭을 기준으로 부가슬롯을 할당하므로 고정 할당 방식에 비해서 약간의 지연이나 손실 면에서 향상이 되었다. 이에 반해 Neural DSA는 과거의 할당된 슬롯 수에 관계하여 load 값 증가에 따라 적응적으로 슬롯 할당을 해주기 때문에 손실이나 지연이 향상되었음을 알 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 기존의 고정 대역폭 할당 방식 알고리즘을 보완하여 불규칙적으로 발생하는 VBR 트래픽 소스를 갖는 이동국들에게 여유 슬롯을 매 프레임마다 신경망을 통하여 할당함으로써 셀 손실이나 지연을 줄일 수가 있었다. 향후 연구 과제로는 온라인 신경망 학습을 통하여 예측 불가능한 트래픽에 대해 학습과 인식을 동시에 수행하는 알고리즘 연구가 필요하며 무선 채널상의 높은 에러율을 극복할 수 있는 알고리즘 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] "무선 ATM 망에서 멀티미디어 지원을 위한 슬롯 할당에 관한 연구" 전자공학회지 1997.8.11 안용화
- [2] Jouni Mikkohen, "The Magic WAND : Overview in Proc. Wireless ATM Workshop.
- [3] "무선 ATM 기술 개론" 진한 도서 1998.6 한국 전자 통신 연구원
- [4] D.Peras, "Medium Access Control Protocol for wireless transparent ATM Access," Proceedings of IEEE wireless communication systems symposium, Nov.1995.