

# 무선 ATM에서 VBR 트래픽의 QoS 보장을 위한 In-Band 파라미터를 이용한 적응적 슬롯 할당에 관한 연구

전찬용\*, 임명주, 김영철  
전남대학교 전자공학과

e-mail:yckim@chonnam.chonnam.ac.kr

## A Study on Adaptable Dynamic Slot Assignment for QoS guarantee of VBR traffic using In-band Parameter in Wireless ATM Networks

Chan-Yong Jun\*, Myoung-Ju Lim, Young-Chul Kim  
Dept. of Electronics Eng. and RRC HECS, Chonnam National  
University

### 요약

본 논문에서는 무선 ATM 망에서 VBR(Variable Bit Rate) 트래픽의 QoS(Quality of Service)를 보장하고 무선 채널의 효율성을 극대화 할 수 있는 새로운 적응적 슬롯 할당 알고리즘인 In-VDSA를 제안한다. 제안된 알고리즘에서는 ATM 셀 헤더 부분의 GFC(Generic Flow Field) 필드 상에 단말기의 버퍼 상태를 부호화하여 piggybacking하는 방식을 채택하였으며 다음 프레임에 할당할 슬롯의 개수를 기존의 다른 방식과는 달리 유동적으로 조절하여 할당함으로써 단말기의 셀 손실이나 지연에 대한 QoS를 보장하고 채널 이용 효율을 높일 수 있었다. 제안된 알고리즘은 BONEs tool을 이용한 시뮬레이션을 통하여 기존의 방식과 비교 분석한 결과 그 정당성을 확인하였다.

### 1. 서론

현재 무선 ATM에 대한 연구는 ATM 포럼과 ETSI, RES10을 중심으로 전 세계적으로 활발히 진행 중에 있다. ATM 포럼의 무선 ATM 워킹 그룹은 크게 radio ATM과 mobile ATM의 두 부분으로 나누어 이동성 관리 및 신호 방식에 대하여 ETSI에서는 무선 접속규격에 대하여 각각 이원화되어 표준화를 진행하고 있다. 무선 ATM망 중 radio ATM은 여러 사용자들이 동일한 통신 매체를 효율적으로 공유하기 위해 필요한 접속을 제어함으로써 궁극적으로 채널의 유효 용량을 어떻게 모든 사용자들에게 공평하면서도 효율적으로 할당할 것인가 하는 MAC 프로토콜 기술을 포함하고 있다. 기존에 제안된 MAC 프로토

콜의 경우 셀 발생률이 일정한 CBR 트래픽의 QoS 보장에는 문제가 없지만 트래픽 발생이 불규칙적이고 실시간을 요하는 VBR 트래픽의 경우에는 버퍼에서의 셀 손실, 셀 지연이 예상된다. 따라서 본 논문에서는 유럽의 ACTS프로젝트 및 외국에서의 기술개발 사례와 ETSI에서 이루어지고 있는 MAC 프로토콜의 전반적인 연구 동향과 표준화 동향을 분석하여 표준화 과정에 맞게 시스템을 구현하고 트래픽 발생이 불규칙적이고 가변적인 VBR 트래픽 이동 단말기들의 QoS 보장을 위해서 In-band 파라미터를 이용하여 매 프레임마다 남아 있는 슬롯을 감시하여 그 여분의 슬롯을 적절히 할당함으로써 채널의 이용 효율을 높이는 동시에 서비스 품질을 향상시키는 In-VDSA (In-band VBR Dynamic Slot Assignment) 알고리즘을 제안하여 기존 슬롯 할당 알고리즘과 비교 분석하였다.

\* 본 논문은 정보통신부에서 지원하는 기초 연구 지원사업으로 수행된 결과입니다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 무선 ATM MAC에서 슬롯 할당 기법에 대해서, 제 3장에서는 제안한 In-VDSA 알고리즘에 대해 알아보고 그리고 제 4장에서는 시뮬레이션 및 결과를 비교 분석하고 마지막으로 제 5장에서는 결론을 내린다.

2. 무선 ATM MAC에서 슬롯할당 기법

무선 ATM 망의 경우에는 직접적인 통계적 다중화가 이루어질 수 없다. 따라서 목표로 하는 무선 구간에서의 통계적 다중화를 실현하기 위해서는 중앙의 기지국에 의해 동적 슬롯 할당을 수행할 수 있는 스케줄링 기능이 제공되어야 한다. 이를 구현하기 위해서는 각 단말기들의 트래픽 상황을 나타내는 파라미터와 이에 관련된 제어 정보를 주고받을 수 있는 시그널링 체계가 요구된다. 각 단말기들은 static parameter와 dynamic parameter를 통해 자신의 대역 요구 상황을 기지국에 알려주어야 한다. 이때 사용되는 슬롯 할당 알고리즘에 따라 이러한 파라미터 정보의 종류와 설정 방법이 결정되어야 한다. 또한 이와 같은 dynamic parameter를 전송하기 위해서는 효과적인 신호 방식이 요구되며 이는 크게 in-band 와 out-of-band 방식으로 구분된다. DSA/TDD와 MASCARA는 랜덤 접속 채널을 통해 out-of-band 방식으로 버퍼의 대기 행렬 길이를 전송하므로 적시에 정보를 전송할 수 없는 경우가 발생하고 채널의 오버헤드 비트 문제가 발생한다. 이는 시그널링에 소요되는 대역의 제한성 및 신호 프로토콜의 효율성 등과 연계된 사안으로서 이에 대한 최적화가 수행되어야 한다.

3. In-VDSA(In-band VBR Dynamic Slot Assignment)

멀티미디어 서비스 망의 확장과 멀티미디어 이동통신 서비스들에 대한 요구가 증대됨에 따라 그 사용이 증가될 VBR 트래픽은 발생률의 순시적인 변동 특성과 QoS 요구 사항을 동시에 고려하여 슬롯 할당이 수행되어야 무선 구간에서의 통계적 다중화 이득을 극대화 할 수 있다.

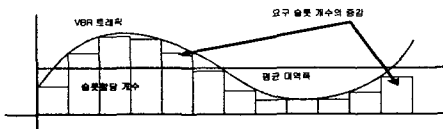


그림 1. In-VDSA 알고리즘 개념도

본 연구는 이러한 최적 슬롯할당 환경을 위해 In-VDSA 알고리즘을 적용하여 지금까지 제안된 알고리즘의 문제점들을 해결하고 채널의 효율을 높이기 위해 노력하고자 했다. 그림 1은 In-VDSA 알고리즘 개념도를 나타낸 것이다.

3.1 프레임 구조

제안된 In-VDSA MAC 구조는 접속 방식에서도 TDMA 프레임 기반의 동적 예약 슬롯 할당 방식의 표준화 방식에 맞추어 구성했다. 이중화 방식은 상향 링크와 하향링크 간의 경계가 가변적인 비대칭 TDD가 표준화이나 본 논문에는 하향링크의 데이터 양을 고려하지 않았기 때문에 상·하향 경계가 가변이 아닌 고정인 형식을 취하였다.

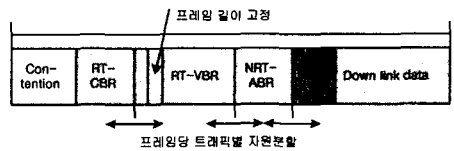


그림 2. In-VDSA 프레임 구조

3.2 In-VDSA 알고리즘

기존 MAC 프로토콜은 그 전송량이 다양하게 변화하는 VBR 트래픽의 상황에 맞게 적응적으로 슬롯을 할당하지 못하는 평균 대역폭 할당 방법이나 변화하는 트래픽의 정보를 알기 위해 out-of-band 방식을 사용하였다. 하지만 전자는 셀 손실이나 지연에 관계되는 트래픽 QoS 문제를 후자는 다른 슬롯을 사용해야 하는 채널 대역폭의 낭비를 초래했다. 따라서 본 In-VDSA 알고리즘은 이러한 문제점들을 보완할 수 있는 방식으로 기존 ATM 셀 헤더 부분의 GFC 필드를 이용한 in-band 방식으로 이동 단말기의 버퍼 상태 변화에 관계되는 dynamic parameter를 데이터와 함께 piggyback하여 전송하였다. 이렇게 GFC 필드의 4비트만을 사용하여 버퍼의 상태에 관한 모든 정보를 전송할 수 없게 되므로 버퍼의 길이의 증감만을 2비트로 부호화 하는 상대적인 정보를 이용하였다. 이 때 사용되는 두 개의 비트( $b_0, b_1$ )는 각각 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 &b_0 = b_1 = 0 \\
 &\text{if}(q_{i-1}^j > q_{i-2}^j) \text{ then } b_0 = 0 \\
 &\text{if}(q_{i-1}^j > q_{i-2}^j + \Delta) \text{ then } b_1 = 1.
 \end{aligned}$$

즉, i-1번째 프레임 주기 동안 발생한 셀 수가 그 전 프레임(i-2)에서 발생한 셀 수보다 많을 경우

즉 버퍼의 길이가 증가하면 일단  $b_0$  비트를 1로 세팅하고, 그 증가의 폭이 정해진 문턱 값( $\Delta$ )을 넘게 되면  $b_1$ 을 1로 세팅한다.  $j$ 번째 이동 단말기에 대해 in-band 파라미터로 전송된 두 비트들은 그 전  $i$  번째 프레임에서 할당된 슬롯의 수  $a_i^{(j)}$ 을 정정하는데 사용된다. 전 프레임에서 할당된 후 사용되지 않은 슬롯의 수를  $u_i^{(j)}$ 라고 하자. 만일 이 값이 0이라면 비트 정보를 통해 파악된 버퍼의 상태 변화를 근거로 다음 프레임에서 할당될 슬롯의 수를 추가한다. 한편, 이동 단말기에 할당된 것 중에서 사용되지 않고 남은 슬롯이 있을 경우에는 다음 식과 같이 과다 할당된 슬롯을 회수한다.

$$\text{if}(u_i^{(j)} > 0), \text{ then } e_{i+1}^{(j)} = a_i^{(j)} - u_i^{(j)}$$

이로써 오버헤더를 갖지 않으면서도 가변적인 VBR 트래픽을 적응적으로 대처할 수 있게 하였다.

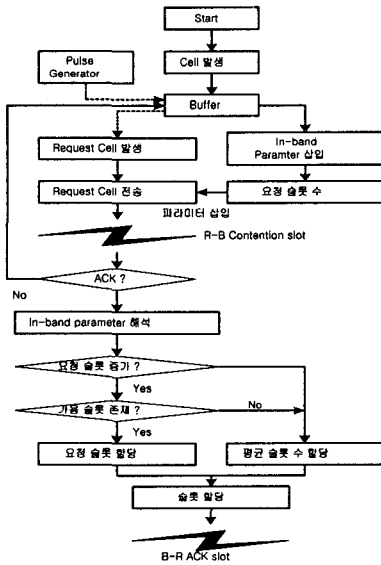


그림3. In-VDSA 알고리즘

전체 슬롯 할당은 CT-MPDU (Cell Train MAC Protocol Data Unit) 단위로 슬롯을 예약 받을 때 트래픽 종류, 트래픽의 발생률과 버퍼에서의 대기 행렬 길이에 따라 그 우선 순위와 요구 슬롯 양을 결정하도록 하였다. 그림 3은 In-VDSA 슬롯 할당 알고리즘을 나타낸 것이다.

### 3.3 In-VDSA 구조

본 논문에서 In-VDSA 알고리즘을 구현한 시

스템은 표준화가 진행되어지고 있는 부분을 최대한 수용하려고 노력했다. 전체 프레임 길이는 고정이고 접속 방식과 이중화 방식을 TDMA/TDD로 구성했으며 Control 블록과 데이터 전송 블록으로 분리해서 구성하였다. Control 블록에서는 트래픽의 발생 양에 따라 CT-MPDU 양을 요청하기 위한 값과 in-band 파라미터, 그리고 다른 파라미터들이 삽입되고 경쟁으로 인하여 충돌될 경우에는 재전송 기능을 수행한다. 데이터 전송 블록에서는 ACK 신호와 슬롯의 증감 상태 정보를 바탕으로 데이터를 전송하게 된다.

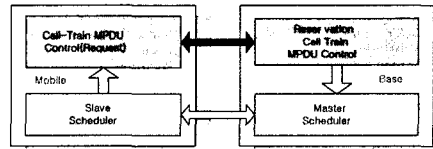


그림4. In-VDSA 프로토콜의 MAC 계층 구조

처음 큐가 비어 있는 상태에서 이동 단말기는 경쟁을 통해 예약 요청을 하고 경쟁에서 생긴 충돌은 ARQ 신호에 따라 다시 재전송 하는 기능을 갖게 된다. 본 논문에서는 슬롯을 요청할 때와 달리 슬롯이 추가 감소하는 In-VDSA 시스템에서 충돌이나 폐기가 셀 단위로 이루어지므로 ARQ의 재전송 실행 단위는 셀 단위로 구성했으며 Contention 구간에서의 접속 방식은 Slotted ALOHA 방식을 이용하였다. 그리고 기존의 DSA/FDD 방식을 In-VDSA와 비교하기 위해 DSA/FDD를 TDD 방식으로 개선했으며 경쟁 방식과 슬롯 단위의 예약 그리고 우선 순위를 버퍼 대기 행렬 길이에 두었다.

본 In-VDSA는 MASCARA로 제안된 시스템과 동일하게 MPDU 단위로 예약을 요청하고 트래픽 별로 우선 순위를 두었다. 그러나 하향 링크 데이터를 고려하지 않았기 때문에 하향링크 구간의 길이와 상향 링크 구간의 길이를 동일하게 가정하였다.

### 4. 시뮬레이션 및 결과

제안한 In-VDSA 알고리즘의 성능 평가를 위해 BONEs(Block Oriented Network Simulator) 3.6을 사용하여 무선 ATM 시스템 환경을 구축하여 실험하였으며 비교대상인 DSA/TDD 알고리즘과 MASCARA 알고리즘 역시 BONEs tool로 구성하였

다. 그리고 본 논문에서 사용한 무선 단말기의 트래픽 모델은 uniform 트래픽, poisson 트래픽, bursty 트래픽의 3가지를 가정하였다. uniform 트래픽 발생기는 CBR 트래픽 단말기로 가정하였으며 poisson 트래픽 발생기는 VBR 트래픽 단말기로 가정하였다. 그리고 bursty 트래픽 발생기는 ABR 트래픽 단말기로 가정하였다.

4.1 시뮬레이션 파라미터

표 1은 In-VDSA 알고리즘 시뮬레이션을 위해 설정한 파라미터 값을 나타낸다.

표 1. 시뮬레이션 파라미터

파라미터 값	설정 값
Load	3 ~ 7
Channel Speed	25,016,000 bps
Frame Length	2 ms
Number of Terminals	15
Contention Slot Number	15
Buffer size	30
Slot Size	424bit (53byte)
Simulation Time	Frame * 1000

여기서 Load값은 셀 발생률을 의미한다.

$$\text{Inter Pulse Time} = (1 / \text{Load}) * (\text{Slot Size} / \text{Channel Speed}) * \text{Terminal Number}$$

즉 Load 값이 커질수록 Inter pulse time이 작아져 셀 발생이 증가함을 볼 수 있다.

4.2 실험 및 결과 분석

그림 5는 각각의 알고리즘에 따른 단말기 버퍼에서의 셀 지연을 측정된 결과이며 그림 6은 각각의 알고리즘을 적용한 단말기의 버퍼에서의 셀 손실률을 측정된 결과이다. 그림 7은 손실되지 않고 무사히 기지국으로 보낸 데이터 처리율을 측정된 것이다.

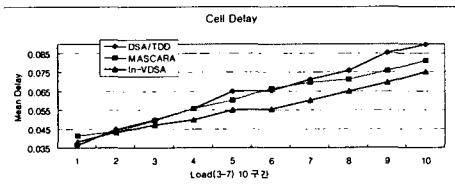


그림 5. 셀 지연에 있어서 시뮬레이션 결과

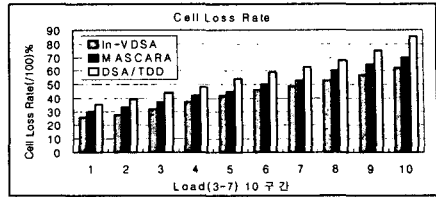


그림 6. 셀 손실률에 있어서 시뮬레이션 결과

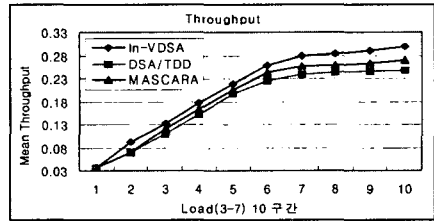


그림 7. 셀 처리율에 있어서 시뮬레이션 결과

5. 결론

본 논문에서 기존의 다른 DSA/TDD 알고리즘과 MASCARA 알고리즘을 비교한 결과 제안된 In-VDSA 알고리즘을 적용한 시스템이 버퍼에서의 셀 손실과 지연이 효과적으로 개선되었음을 알 수 있었다. 그러므로 제안된 In-VDSA 알고리즘을 사용하여 무선 ATM 슬롯 할당 방식으로 사용한다면 VBR 트래픽에 대한 서비스 품질을 보장할 것으로 기대된다. 추후 과제로는 VBR 트래픽 이외의 다른 트래픽을 함께 고려한 슬롯 할당 알고리즘 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 안용화 "무선 ATM 망에서 멀티미디어 지원을 위한 슬롯 할당에 관한 연구" 전자공학회 논문지, 제 35권 S편 제 1호, pp. 1-13, 1998년 1월.
- [2] Xiaowen Wu, *et al.*, "Dynamic Slot Allocation Multiple Access Protocol for Wireless ATM Networks" Proceedings of IEEE ICC'97, pp. 1560 - 1565, June 1997.
- [3] Wittneben and W. Liu, "The European Wireless LAN Standard HIPERLAN: Key Concepts and Testbed Results," Proceedings of VTC'97, pp. 1377-1321, 1997.
- [4] Jouni Mikkonen, "The Magic WAND : Overview," proceedings of Wireless ATM Workshop, pp. 200-205, Sep. 1995.