

무선 ATM에서 In-Band 파라미터를 이용한 VBR트래픽의 적응적 슬롯할당에 관한 연구

백종일*, 전찬용, 김영철

전남대학교 전자공학과

광주광역시 북구 용봉동 300, 500-757

E-mail : jipaek@neuron.chonnam.ac.kr*

Adaptable Dynamic Slot Assignment of VBR Traffics Using In-band Parameter in Wireless ATM

Jong-Il Paek*, Chan-Yong Jun, Young-chul Kim

Dept. of Electronics Eng. Chonnam National University

E-mail : jipaek@neuron.chonnam.ac.kr*

Abstract

Only MAC protocol can satisfy the service quality of the request of bandwidth, delay time, and cell loss at the same time and it is because MAC protocol provides mobile terminal an environment to use channel evenly and effectively.

This Paper has been adapted Mobile ATM Standardization of ETSI in maximum and used not only for practicing in-band signal to a priority order but also to the next reserved slot assignment of the dynamic frame. Also, by accepting VBR traffic more adaptively, the effectiveness of transmission channel has been maximized as well, and these are compared with the old way of it and analyzed to confirm the effectiveness.

I. 서론

최근 이동 통신은 보편적으로 확산되어 음성뿐만 아니라 데이터 통신, 특히 멀티미디어 데이터 통신의 범주로 그 범위가 확장되고 있다.

이중 본 논문과 관련되어 있는 무선 ATM의 MAC(Medium Access Control) 프로토콜은 독립적으로 분산되어 있는 이동 단말기들을 대상으로 ATM이 추구하는 진정한 통계적 다중화 기능을 무선 매체를 통

해 채널을 공평하면서도 효율적으로 사용할 수 있는 접속 환경을 제공한다. 동일한 매체를 통해 전송이 가능한 경쟁기반의 매체접근 제어 방식을 사용하고 있으며 그 중 경쟁기반으로 한 예약형 램덤 접속방식은 기지국에서 그 역할을 수행할 수 있게 한 중앙 집중식(Centralized MAC) 매체 접근 제어 방식을 활용한다.[1] 본 논문에서는 MAC의 전반적인 연구 동향과 표준화 동향에 맞는 구조를 구현하고 또한 가변적인 VBR 트래픽을 조금이나마 더 적응적으로 수용할 수 알고리즘을 제시한다. 즉 슬롯의 우선 순위와 호의 접속 상태만을 알 수 있는 In-band 신호를 이용하여 남아 있는 슬롯의 증감에 따른 여분의 슬롯을 적절히 할당함으로써 채널의 효율을 극대화함과 동시에 서비스 품질을 향상시켰음을 밝히고 있다. 이들을 바탕으로 논문에서는 유럽의 ACTS 프로젝트 및 제 외국에서의 기술개발 사례와 ETSI에서 이루어지고 있는 MAC부분의 표준화 동향을 분석 향후 무선 ATM중의 MAC부분의 기술적 설계 및 구현 방안을 고찰함과 동시에 본 논문에서 제안한 In-VDSA(In-band VBR Dynamic Slot Assignment)를 통해 가변적인 VBR 트래픽의 효율적 채널 할당에 대해 논하고자 한다.

본 논문 구성은 다음과 같다. 2장에서는 In-VDSA의 알고리즘과 프레임구성과 슬롯할당 알고리즘 등을 알아보고 3장에서는 표준화 과정과 비교 대상인 DSA/TDD와 MASCARA에 대해 알아본다. 4장에서는 시뮬레이션 환경과 결과의 비교 분석하고 마지막으로 5장에서는 결론을 내린다.

*본 논문은 정보통신부에서 지원하는 대학 기초 연구 사업으로 수행된 결과입니다.

II. In-VDSA(Inband VBR Dynamic Slot Assignment)

멀티미디어 서비스 망의 확장 및 멀티미디어 이동 통신 서비스들에 대한 요구가 증대됨에 따라 그 쓰임이 증가될 VBR 트래픽은 발생률의 순시적인 변동 특성과 QoS 요구 사항을 동시에 고려하여 슬롯 할당이 수행되어야 무선 구간에서의 통계적 다중화 이득을 극대화할 수 있다. 본 연구는 이러한 최적 슬롯할당 환경을 위해 In-VDSA 알고리즘을 적용하여 지금까지 제안된 알고리즘의 문제점들을 해결하고 채널의 효율을 높이기 위해 노력하고자 했다.

1. 프레임 구조

제안된 In-VDSA MAC 구조는 접속 방식에서도 TDMA 프레임 기반의 동적 예약 슬롯 할당 방식의 표준화 방식에 맞추어 구성했다.[2] 이중화 방식은 상향링크와 하향링크 간의 경계가 가변적인 비대칭 TDD가 표준화이나 본 논문의 상황에서 하향링크의 데이터 슬롯을 예측할 수 없어 상 하향 경계를 고정 형식을 취하게 했다.

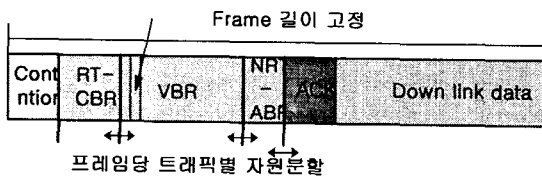


그림 1 In-VDSA 프레임 구조
Fig. 1 In-VDSA Frame Structure

2 In-VDSA 슬롯 할당 방식 알고리즘

기존 MAC 프로토콜은 그 전송량이 다양하게 변화하는 VBR 트래픽에 대해 그때 그때 상황에 맞는 적응적으로 슬롯을 할당하지 못하는 평균 대역폭 할당방법이나 변화하는 트래픽의 정보를 알기 위해 더 많은 정보를 전달하기 위한 Out-of-band 방식을 썼다. 하지만 전자는 트래픽의 QoS 문제를 후자는 다른 슬롯을 사용해야 하는 채널의 낭비를 초래했다. 본 In-VDSA 알고리즘은 이러한 단점들을 보완할 수 있는 방식으로 기존에 GFC (Generic Flow Control) 필드의 In-band 파라미터를 사용했다. 이 2비트만을 사용하여 버퍼의 상태에 관한 정확한 정보를 전송할 수 없게 되므로 버퍼의 길이의 증감만을 2비트로 부호화하여 상대적인 정보를 이용한다. 이 때 사용되는 두 개의 비트는 각각

$$b_0 = b_1 = 0 ;$$

$$\text{if}(q_{i-1}^j > q_{i-2}^j \text{ then } b_0 = 0$$

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

이다.

즉, 버퍼의 길이가 증가하면 일단 b_0 비트를 1로 셋팅하고, 그 증가의 폭이 정해진 문턱값(Δ)을 넘게 되면 b_1 를 1로 셋팅한다. j번째 이동 단말기에 대해 In-band로 전송된 이 비트들은 그 전 I번째 프레임에서 할당된 슬롯의 수 $a_i^{(j)}$ 를 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 회수 한다.

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

이로써 오버헤드를 갖지 않으면서도 가변적인 VBR 트래픽을 적응적으로 대처할 수 있게 했다. 전체 슬롯할당은 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 결정토록 하였다.

3. In-VDSA 구조

시스템은 표준화가 진행되어지고 있는 부분을 수용하도록 노력했다. 전체 프레임은 고정이고 TDMA-TDD로 구성했으며 Control블럭과 슬롯 전달 블럭으로 분리해서 구성했다. Control 블럭에 선 슬롯의 발생 양에 따라 CT-MPDU양을 요청하기 위한 값과 In-Band 파라미터, 그리고 다른 파라미터들이 삽입된다. 슬롯 할당 블럭에 선 ACK신호에 따라 전송하여 재전송의 역할들을 수행하게 된다.

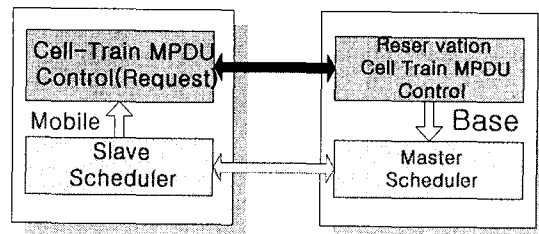


그림 2 In-VDSA 프로토콜의 MAC 계층 구조
Fig. 2 MAC Layer Structure of In-VDSA Protocol

- 가. 기지국에서 셀이 발생한다.
- 나. In-Band등 파라미터를 삽입한다.
- 다. CT-MPDU 단위로 슬롯을 요청한다.
- 라. 기지국 Contention 구간에서 경쟁 방식으로 슬롯 요청을 받는다.
- 마. 우선 순위에 따라 이전 슬롯의 양의 증감을 검사한다.
- 바. 전체 슬롯에 여유 슬롯을 확인한다.
- 사. 증가 슬롯 중 우선 순위에 따라 여분의 슬롯을 할당한다.

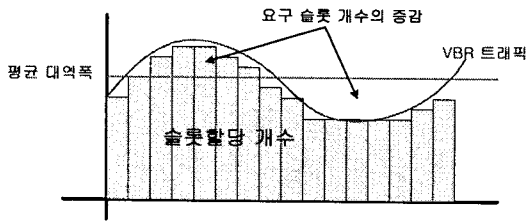


그림 3 In-VDSA 알고리즘 개념도
Fig. 3 In-VDSA Algorithm Concept

처음 큐가 비어 있는 상태에서 이동 단말기는 경쟁해서 예약 요청을 하고 경쟁에서 생긴 충돌은 ARQ신호에 따라 다시 재전송 기능을 갖게 된다. 본 논문에선 슬롯을 요청할 때와 달리 슬롯이 추가 감소하는 In-VDSA시스템에서는 충돌이나 패기가 셀 단위로 이루어지므로 ARQ의 재전송 실행 단위는 각 단말기의 셀 단위로 했다. 그리고 Contention 구간에서의 접속 방식은 Slotted - ALOHA 방식을 썼다.

III. 표준화 과정 및 DSA/TDD와 MASCARA

현재 무선 ATM에 대한 연구는 ATM포럼과 ETSI(European Telecommunications Standards Institute), RES(Radio Equipment and Systems)10을 중심으로 전 세계적으로 활발히 진행 중에 있다. ATM포럼에서는 1996년 6월에 무선 ATM 워킹 그룹이 결성되었으며 크게 Radio ATM과 Mobile ATM의 두 부분으로 나누어 표준화를 진행 중에 있다.

기술항목	표준화 내용	결정사항
접속방식	TDMA 프레임 기반의 동적 예약식 슬롯 할당 방식	결정
이중화 방식	상향 링크와 하향링크간의 경계 가변적인 비대칭 TDD	결정

표1 표준화 과정

Table 1 Standardization Process

프레임 길이	고정 길이의 프레임 구조	결정
프레임 구조	구체적인 프레임 구조	미결정
슬롯 요청 시그널링	ARQ를 단말 단위, 서비스 단위, 또는 Session 단위로 할 것 인지의 여부	미결정
스케줄링 관련	프레임 구조와 연계하여 결정될 것임	미결정

DSA/TDD로 기본적인 기능을 하는 초기 모델로 기존의 FDD방식을 비교 대상으로 하기 위해 TDD방식으로 개선을 했다. 경쟁 방식과 슬롯단위의 예약 그리고 우선 순위를 버퍼에 길이에 따라 두었다.[3]

MASCARA로 제안된 시스템과 같이 MPDU 단위로 예약을 요청하고 트래픽 별로 우선 순위를 두었다.[4] 단, Down Link Data가 일정하게 함으로써 UP-Link 구간을 일정하게 보았다.

표 2 특성요소 구성표

Table 2 Organization Table of Feature Factor

		DSA/TDD	MASCARA	In-VDSA
접속 방식		TDMA/TDD	TDMA/TDD	TDMA/TDD
예약 요청	첫째	경쟁(셀단위)	경쟁(버스트 단위)	경쟁(버스트 단위)
	나머지	셀단위	버스트단위	버스트단위
우선 순위		없음	트래픽별	트래픽별
시그널링	상향	In-band	In-band	In-band
	하향	프레임 단위	프레임 단위	프레임 단위

IV. 시뮬레이션 및 결과

전체 시스템 구성도와 제안한 동적 슬롯 할당 스케줄러를 나타낸다. 제안된 MAC 계층의 전체 구성도는 BONEs(Block Oriented Network Simulator)로 구성했으며 비교대상인 DSA와 MASCARA 역시 BONEs Tool상에 구성했다.

1. 트래픽 소스

여기서 먼저 셀 단위 기반으로 사용된 트래픽의 발생

모델을 살펴보기로 한다. 그림 4는 셀 단위의 발생으로 일정치 않은 VBR 트래픽의 형식에 맞는 모델로 Poission 분포를 활용했다

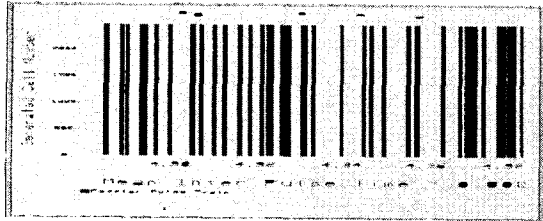


그림 4. Poission Pulse 트래픽 모델링
Fig 4. Poission Pulse Traffic Modeling

2. 시뮬레이션 파라미터

표 3 시뮬레이션 파라미터
Table 3 Simulation parameter

파라미터 값	설정 값
Load	3 ~ 7
전송속도	25,016,000 bps
프레임	2 ms
단말기 개수	15
Contention Slot Number	15
버퍼	30
Slot Size	424 bit
TSTOP	Frame * 1000

Load값은 셀 발생률을 나타낸다.

Inter Pulse Time = (1/Load)*(Slot Size/Channel Speed)* Terminal Number로 즉 Load 값이 커지므로 셀 발생 량이 증가함을 알 수 있다.

3. Cell Delay 와 Cell Ross Rate

DSA/TDD는 단순히 셀 단위의 요청과 예약의 단위로 MASCARA는 CT-MPDU단위로 한꺼번에 예약했다. In-VDSA는 남아있는 슬롯의 활용으로 인한 한정된 슬롯을 유동적으로 사용함에 따라 그 효율을 개선시킴을 알 수 있다. 그림 6은 통신 시스템에서 요구하는 Cell Loss값을 만족하는 조건하의 Load값에 따른 Delay값과 그림 7의 Cell Loss Rate에서 DSA/TDD보다는 MASCARA가 MASCARA보다는 In-VDSA가 전체적으로 그 효율이 나아짐을 볼 수 있다.

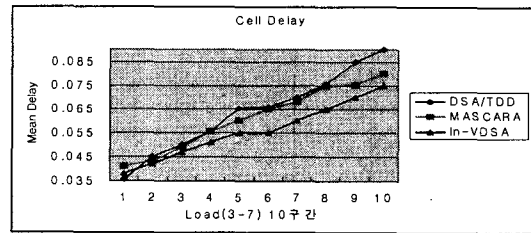


그림 5. 셀 지연
Fig 5. Cell Delay

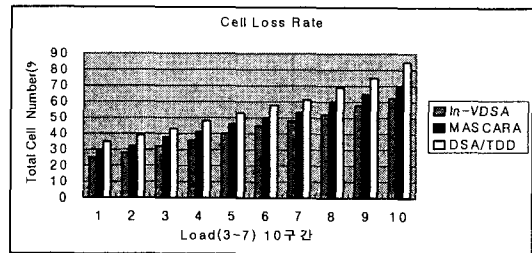


그림 6. 셀 손실률
Fig 6. Cell Loss Rate

5. 결론

본 논문에선 표준화에 고려한 In-VDSA 알고리즘 즉 기지국은 In-band(DP)를 VC의 ON과 OFF의 상태만을 위해서가 아니라 남은 슬롯을 검토 더 많은 슬롯을 요구하는 VBR 트래픽의 이동 단말기에 그 슬롯을 할당하는 방식으로 함으로써 매체 접근 제어에서 추구하는 통계적 다중화에 더욱 큰 효율을 보임을 보였다. 향후 더욱 가변적인 VBR 트래픽에 맞는 QoS 보장 문제와 그 양이 커지고 있는 VBR, UBR 트래픽에 대한 처리문제 그리고 표준화의 따른 무선 ATM의 실용화에 따른 부가적인 문제들의 처리방안들이 대두될 것으로 보인다.

[참고 문헌]

[1] 안용화 "무선 ATM 망에서 멀티미디어 지원을 위한 슬롯 할당에 관한 연구" 전자공학회지 1998,1, v35 no 1, P, 1-13.
[2] Xiaowen Wu, et al., "Dynamic Slot Allocation Multiple Access Protocol Wireless ATM Networks" Proceedings of IEEE ICC'97, pp 1560 - 1565, 1997.
[3] D. Peras. "Medium Access Control Protocol for Wireless Transparent ATM access," Proceedings of IEEE Wireless Communication Systems Symposium, Nov. 1995.
[4] Jouni Mikkonen, "The Magic WAND : Overview," in Proc. Wireless ATM Workshop,